



Depto. de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables
Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de Chile

ÁREAS DE RELEVANCIA AMBIENTAL VINCULADAS AL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO COPIAPÓ

INFORME FINAL

Jorge Pérez Quezada
Luis Faúndez Yancas
Cristián Estades
Rodrigo Fuster Gómez
Gabriel Lobos Villalobos
Alejandra Alzamora Dinamarca
Diego Demangel Miranda

Septiembre 2009

RESUMEN

El presente estudio tuvo por objetivo identificar las áreas de relevancia ambiental vinculadas al agua en la cuenca del Río Copiapó y diagnosticar la importancia y estado de conservación del humedal de la desembocadura del río. Para determinar la relevancia ambiental en la cuenca se estudiaron las seis subcuencas (Copiapó Bajo, Copiapó Medio, Río Manflas, Río Pulido, Río Jorquera y Quebrada Paipote) desde los puntos de vista de la flora y vegetación, la fauna y el paisaje turístico.

La cuenca del río Copiapó se dividió en seis zonas vegetacionales, las cuales están ordenadas según el gradiente altitudinal. Estas zonas presentan una alta singularidad, ya que un 62% de las especies descritas (188 en total) se encuentran solo en una zona. En fauna se describieron 116 especies, principalmente aves (89); del total existen actualmente 23 amenazadas y 18 son endémicas.

Se identificaron seis sectores (Desembocadura, Hacienda María Isabel, Piedra Colgada, Río Manflas, Río Cachitos y Río Figueroa) que presentan una alta relevancia ambiental y que debieran ser parte de una estrategia de conservación a nivel de cuenca. La actividad agrícola en la subcuenca del Copiapó medio ha provocado que los sistemas naturales azonales (vegas) hayan prácticamente desaparecido por sustitución de uso de suelo. La extracción de agua para las actividades agrícola y minera al parecer ha determinado que el río se haya secado sobre todo en la subcuenca del Copiapó Bajo, lo cual estaría generando un proceso de desecamiento de chañares en la zona de Serranía Poblete.

El sector de la desembocadura presenta una gran riqueza de especies de flora y fauna, con una alta naturalidad. Este sitio debiera ser conservado ya que constituye un lugar de paso para aves migratorias y es un punto de unión con los otros humedales de costa de la Región de Atacama. El humedal es al mismo tiempo un atractivo turístico evidente, lo cual constituye un elemento de impacto debido a la contaminación que representa la acumulación de basura en el lugar. No fue posible determinar el estado de conservación ya que no se contaba con un punto de comparación válido en el pasado, por lo que se recomienda establecer un programa de monitoreo enfocado en las fluctuaciones de las zonas de vegetación que crece en cuerpos de agua y de la fauna vertebrada, con una temporalidad que permita establecer los cambios futuros y orientar la toma de decisiones en este ecosistema.

ÍNDICE GENERAL

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA.....	5
1.1. Descripción física de la cuenca	5
1.1.1. Geología y Morfología	5
1.1.2. Clima	5
1.1.3. Hidrografía.....	6
1.1.4. Cuencas y subcuencas	6
1.1.5. Hidrogeología	8
1.2. Descripción Hidrológica.....	10
1.2.1. Distribución normal de precipitaciones	10
1.2.2. Probabilidades de excedencia de precipitaciones	12
1.2.3. Fluviometría	12
1.2.4. Probabilidades de excedencia fluviométricas	13
1.3. Análisis Fluviométrico	14
1.3.1. Caudales ecológicos DGA	14
1.3.2. Variabilidad temporal.....	15
1.3.3. Recarga de acuíferos	17
1.4. Descripción de la calidad de Agua	18
1.4.1. Aguas superficiales y subterráneas	18
2. METODOLOGIA	22
2.1. Vegetación	22
2.1.1. Cuenca del río Copiapo	22
2.1.2. Humedal de la desembocadura del río Copiapó.....	26
2.2. Fauna	31
2.2.1. Cuenca del Río Copiapó.....	31
2.2.2. Humedal de la desembocadura del Río Copiapó	38
2.3. Paisaje Turístico.....	40
3. RESULTADOS	41
3.1. Vegetación	41
3.1.1. Cuenca del Río Copiapó.....	41
3.1.2. Humedal de la desembocadura del río Copiapó	63
3.2. Fauna	68
3.2.1. Cuenca del Río Copiapó.....	68
3.2.2. Humedal de la desembocadura del Río Copiapó	95
3.2.3. Análisis Bacteriológico de las aguas	102
3.2.4. Estado de Conservación del Humedal	103
3.3. Paisaje Turístico.....	103
3.3.1. Atractivos Focales	104
3.3.2. Atractivos secundarios	107
3.3.3. Atractivos complementarios.....	109

4. DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....	110
4.1 Relevancia Ambiental a Nivel de Cuenca.....	110
4.1.1. Flora y Vegetación	110
4.1.2. Fauna.....	110
4.1.3. Paisaje Turístico.....	112
4.1.4. Priorización de sectores de relevancia ambiental.....	112
4.1.5. Recomendaciones generales a nivel de cuenca	119
4.2 Humedal de la Desembocadura del Río Copiapó	121
4.2.1 Flora y Vegetación	121
4.2.2 Fauna	121
4.2.3 Recomendaciones generales sobre el humedal de la Desembocadura del río Copiapó	122
5. BIBLIOGRAFÍA	124
6. ANEXOS	130

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA

1.1. Descripción física de la cuenca

1.1.1. Geología y Morfología

La cuenca del Río Copiapó se ubica en la Región de Atacama entre los 27 y 29° de latitud sur y los 69 y 71° de longitud oeste; abarca una superficie aproximada de 18.535 km², con una altura promedio de alrededor de 2.700 msnm. No presenta las unidades tradicionales del relieve de Chile, por el contrario su relieve es muy irregular y accidentado, predominando la alternancia de los valles en sentido transversal con interfluvios montañosos denominados serranías. Sus cumbres más importantes son el Nevado Jotabeche con 5.862 msnm y el Volcán Copiapó con 6.050 msnm.

Según Golder Associates (2006) y SERNAGEOMIN (1999), la geología de la cuenca del río Copiapó se puede describir como una zona de importantes yacimientos de cobre, hierro, plata y oro; en donde afloran en superficie rocas metamórficas, rocas sedimentarias marinas y continentales, rocas volcánicas de lava y piroclásticas, rocas riolíticas e intrusivas y también metamórficas de contacto. Estas formaciones geológicas deberían su génesis a una sucesión de ciclos sedimentarios interrumpidos e intercalados por períodos más o menos largos de ascenso y períodos alternativos de actividad y tranquilidad tectónica que habrían ocurrido durante períodos geológicos que se extienden desde el paleozoico hasta el cuaternario.

El valle del Río Copiapó está formado por acumulaciones de materiales aluviales cuaternarios, resultado de la erosión de las zonas altas. El tipo de depósito varía según la pendiente de los valles y de la erosividad de los cursos de agua. La granulometría que se puede encontrar en los depósitos va desde limos hasta grandes bloques. En las zonas donde la sección del valle se estrecha se produce una alteración de las características granulométricas que influiría de manera importante favoreciendo el escurrimiento subsuperficial y subterráneo de las aguas (Italconsult, 1963 citado por Golder Associates 2006).

En la zona inferior de la cuenca se encuentran formaciones arenosas de origen eólico. Estas arenas provendrían de la terraza marina que se extiende a lo largo de la costa, en la zona de la desembocadura del Río.

1.1.2. Clima

De acuerdo a la Dirección Meteorológica de Chile (s/a), la Región de Atacama presenta climas desérticos pero que con el incremento de las precipitaciones hace que la condición de desierto no sea tan rigurosa, destacándose tres condiciones climáticas: una en el sector costero, con influencias marítimas, otra en la pampa intermedia y por último el sector cordillerano con incremento de las precipitaciones y régimen térmico frío.

Clima Desértico con Nublados Abundantes.

Está presente en todo el sector costero de la región y penetra hasta las proximidades de Copiapó ya que el relieve no presenta barreras a la influencia marítima. Se caracteriza por abundante y densa nubosidad que se presenta durante la noche y disipa durante la mañana. Esto también define una alta cantidad de días nublados y pocos días despejados. La influencia oceánica produce un régimen térmico moderado con poca amplitud térmica tanto diaria como anual. Las precipitaciones, que ocurren casi exclusivamente en invierno, son principalmente de tipo frontal y aumentan de norte a sur (en Chañaral se alcanzan 12 mm al año, en Caldera 27 mm y en el Totoral 32 mm).

Clima Desértico Marginal Bajo.

Este clima corresponde a la mayor parte de la Región, cubriendo la zona que va desde donde comienzan las tierras altas de la cordillera hasta donde alcanza la influencia marítima intensa por el oeste. De Copiapó al norte es de una rigurosa sequedad, en cambio de Copiapó al sur, la inexistencia de la cordillera de la Costa permite alguna forma de efecto marítimo en la humedad sin nubosidad (mayor humedad relativa), que atenúa las características desérticas.

La amplitud térmica entre el mes más cálido y el más frío es de 7 - 8° C en Copiapó mientras se estima inferior a 6° en la zona costera. Mucho mayor es la amplitud térmica diaria que alcanza del orden de 13° a 15°, característica de su continentalidad.

Las precipitaciones aumentan con la latitud y con la altura, concentrándose en los meses de invierno. Los totales anuales llegan a 19,6 mm en Copiapó (380 msnm), 32 mm en Vallenar (470 msnm) y 34 mm en Los Loros (950 msnm).

Clima Desértico Marginal de Altura.

Se manifiesta sobre los 2.000 m de altura. El régimen térmico es más frío pero las oscilaciones térmicas son menores que en el desierto marginal bajo, debido a la altura. La humedad relativa es baja, los cielos son predominantemente despejados, diáfanos y limpios.

Las precipitaciones son más abundantes en este clima y se producen casi exclusivamente en los meses de invierno, de mayo a agosto. Estas son de origen frontal y muchas veces son nivosas (Estación Jorquera en la Guardia, (1.800 msnm) 46,2 mm/año, Pastos Grandes en la sub cuenca Quebrada Paipote (2.260 msnm) 34,6 mm/año.

Las temperaturas bajas y las apreciables cantidades de nieve en el invierno hacen que la línea de nieves eternas se ubique entre los 5.000 y 6.000 msnm, por lo que a las más altas cumbres de la cordillera de la región, localmente se les denomina "nevados", como el Incahuasi, Tres Cruces, Ojos del Salado, etc.

1.1.3. Hidrografía

El valle del río Copiapó tiene una longitud de 160 km desde el embalse Lautaro hasta la desembocadura en el mar en la localidad de Puerto Viejo. Constituye la primera cuenca de norte a sur de la zona exorreica andina y su régimen es catalogado como mixto. Los principales afluentes del río Copiapó son los ríos Manflas, Jorquera y Pulido. Estos afluentes aportan caudales superficiales continuos, aunque normalmente desaparecen parcial o totalmente en algunas zonas. Los afluentes que interceptan en el curso medio e inferior del río Copiapó, como la quebrada Paipote ubicada en el sector norte de la cuenca del Copiapó, generalmente se encuentran secos en superficie, excepto después de una tormenta. Esta cuenca cuenta con regulación artificial dada por la presencia del embalse Lautaro, cuya capacidad de almacenamiento es de 40 millones de m³ (IGM, 1984).

1.1.4. Cuencas y subcuencas

El Río Copiapó en la zona alta tiene como principal subcuenca aportante la del Río Jorquera (Figura 1) , cuya superficie alcanza aproximadamente 4.166 km²; a ésta le sigue la cuenca del río Pulido con alrededor de 2.033 km² y la cuenca del río Manflas con una superficie de 1.213 km². En el tramo medio del río Copiapó, el afluente que presenta una mayor superficie de drenaje corresponde a la quebrada del río Paipote, con una superficie de aproximadamente 6.689 km², luego la sub cuenca del río Copiapó medio (entre el embalse Lautaro y la quebrada de Paipote) que tiene una superficie de 2.943 km² aproximadamente.

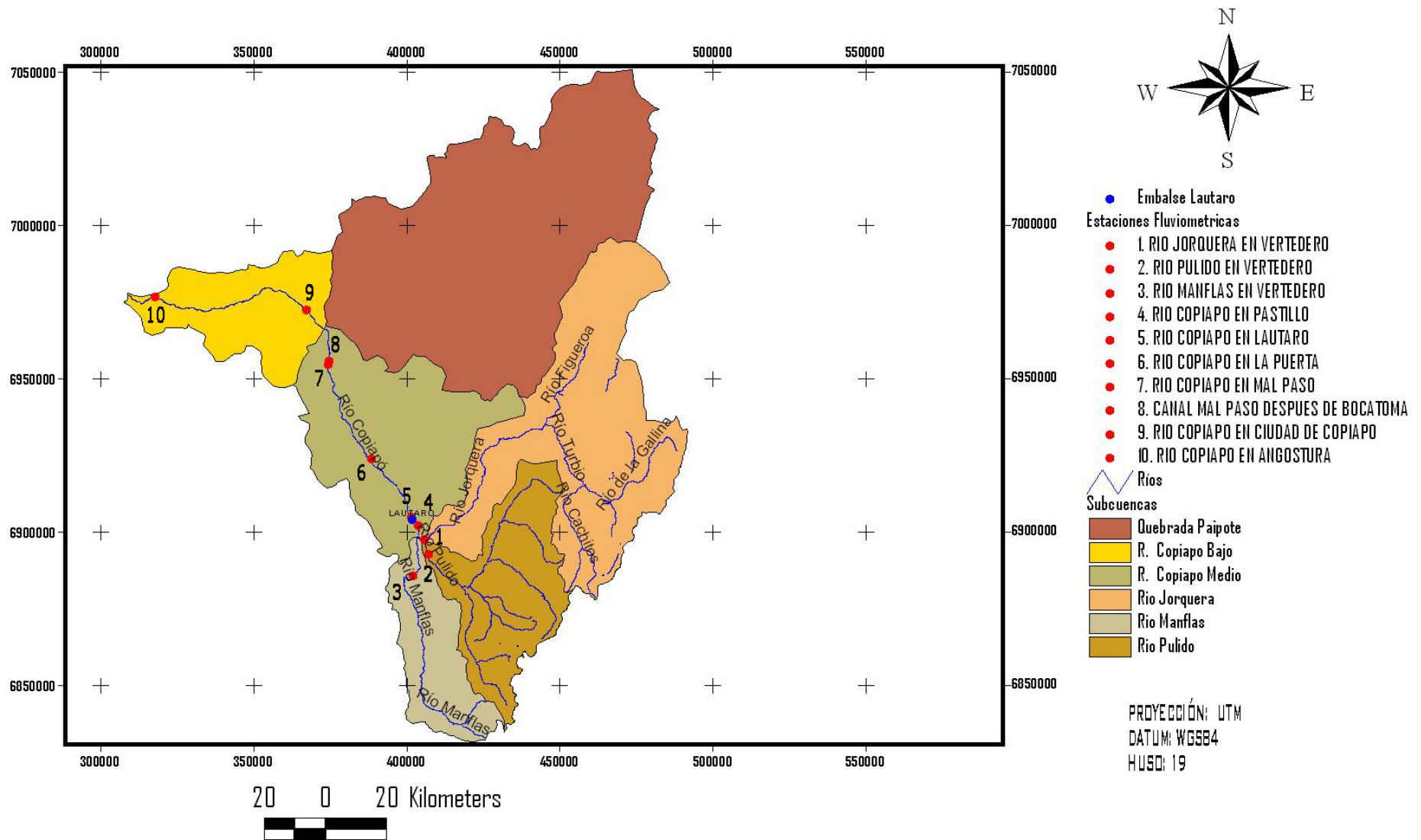


Figura 1 Subcuencas y estaciones fluviométricas presentes en la cuenca del Río Copiapó.

1.1.5. Hidrogeología

Según DGA (2003) el valle del Río Copiapó está relleno de depósitos aluviales detríticos, permeables que se acumularon sobre una roca basal impermeable.

Los sedimentos acumulados en el valle se disponen según distintas formas que tienen relación con su origen:

- Sedimentos aluviales. Corresponden a aquellos depositados en el fondo de los valles por la propia acción del río. Están compuestos por diferentes elementos, desde bolones grandes y pequeños, en las partes más altas, hasta limos y arcillas depositados en el sector de la desembocadura.
- Llanuras aluviales. Estas están formadas por sedimentos depositados en valles tributarios, con baja pendiente y gran extensión. A diferencia del caso anterior los elementos que la constituyen son más regulares en forma y tamaño, presentando bolones y arcillas.
- Conos de deyección. Son resultado de aportes coluviales de quebradas laterales. Se depositan en superficies de mayor pendiente. Se produce el fenómeno de ladera de soliflucción, el cual se observa en la presencia de bloques secos en los que se encuentran arenas, limos y clastos angulosos y subangulosos.

La roca basal impermeable es irregular y cuenta con una topografía de horst y graben (Figura 2). Es precisamente en estas últimas donde se encuentran las mayores profundidades del acuífero, las que alcanzarían hasta los 500 m. Las zonas con mayor espesor se encuentran el sector de "Hornito–Elisa de Bordos", "Paipote–Copiapó", "Chamonate y Piedra Colgada". Desde el sector de Piedra Colgada hasta Angostura la profundidad del acuífero disminuye hasta valores inferiores a 150 m (DGA, 2003).

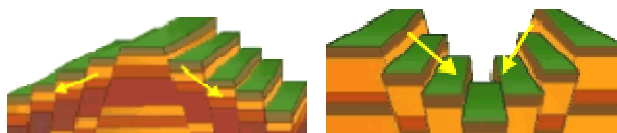


Figura 2. Horst y Graben.

De acuerdo a DGA (2003) los estratos que componen el acuífero contienen una cantidad de arcilla que no supera el 50% de la formación y cuando aparece en mayor porcentaje, lo hace en compañía de arenas y gravas, lo que permite descartar una condición de impermeabilidad dentro del acuífero.

Las propiedades hidráulicas del acuífero son:

La transmisividad (T) que corresponde a la cantidad de agua por unidad de anchura del valle, que atraviesa horizontalmente el acuífero a través del espesor saturado, considerando un gradiente hidráulico igual a 1. DGA (1987) citada por SERNAGEOMIN (1999) señalan que los valores de T en el valle del río Copiapó son medios a altos, del orden de 1.000 hasta 20.000 m³/día/m.

La permeabilidad (k), que corresponde al cociente entre transmisividad y el espesor saturado, en el acuífero del valle del Río Copiapó fluctúa entre 10 y 200 m/día (SERNAGEOMIN, 1999). Estos valores se clasifican como de permeabilidad muy elevado según el Servicio de Conservación del Suelo de Estados Unidos.

El nivel freático del agua en el acuífero es medido mensualmente por la DGA a través de aproximadamente 40 pozos de observación distribuidos en la cuenca del río Copiapó. De acuerdo a Golder Associates (2006), la evolución de los niveles freáticos en 30 años al 2005 se puede resumir de la siguiente manera:

- Aguas Arriba del Embalse Lautaro. En este sector que abarcaría las subcuencas del río Jorquera, Manflas y Pulido, la mayoría de los pozos registrados presentan profundidades del nivel freático que van entre los 10 y 30 m, ocurriendo algunos casos de niveles que se acercan a la superficie con la ocurrencia de precipitaciones importantes. En esta zona habría un bajo número de pozos de extracción construidos, por consiguiente los descensos corresponderían a períodos naturales de descarga del acuífero.
- Desde el Embalse Lautaro a la estación fluviométrica Río Copiapó en "La Puerta". En este sector de la sub cuenca del Copiapó Medio, el nivel freático se mantiene en promedio a menos de 20 m de profundidad con fluctuaciones menores en las proximidades del embalse. Aguas abajo, al angostarse el valle, la profundidad de la roca basal impermeable disminuye generándose una zona de vertientes llamada "Los Loros".
- Desde "La Puerta" a la estación fluviométrica Río Copiapó en "Mal Paso". En este sector se subdividen dos zonas, una cuyo nivel freático se mantiene profundo (25-60 m) que va entre La Puerta y río Carrizalillo. Desde este punto hasta "Mal Paso", los niveles estáticos vuelven a acercarse a la superficie generándose vegas y vertientes. Según los datos, desde 1988 se genera un fuerte descenso de niveles freáticos en varios de los pozos, revirtiéndose la situación en 1997 por las precipitaciones caídas y las características de permeabilidad del acuífero que permiten su rápida recarga.
- Desde "Mal Paso" a la ciudad de Copiapó. En este sector el acuífero presenta fuertes variaciones de la profundidad del nivel freático y valores cercanos a la superficie en el sector de Tierra Amarilla que luego se profundizan hacia el sector de Paipote, aunque manteniendo fuertes fluctuaciones de nivel. Los niveles freáticos en este sector siguieron la misma tendencia del sector anterior entre los años 1988 y 1997 y desde el año 2000 varios de los pozos utilizados para el registro DGA se encuentran secos (por ejemplo el pozo Villa María en Hornitos y Fundo Palermo).
- Desde Copiapó a estación fluviométrica Río Copiapó en Puente "Piedra Colgada". En este sector de la sub cuenca del Río Copiapó Bajo se pueden diferenciar dos zonas en el acuífero: Bodega – Chamonate donde los niveles son profundos (25 y 30 m), para ir ascendiendo a la superficie a medida que se avanza hacia el poniente y Chamonate-Piedra Colgada, con niveles menos profundos (10 a 20 m) a la altura del aeropuerto, para ir reduciéndose a medida que se avanza hacia Piedra Colgada donde los niveles alcanzan menos de 10 metros de profundidad.
- Desde "Piedra Colgada" a la estación fluviométrica Río Copiapó en Angostura. Este sector presenta el nivel freático cercano a la superficie y con baja fluctuación, permitiendo que se genere una zona de descarga de la napa subterránea a través de la evapotranspiración de las vegas y principalmente por afloramientos de vertientes que se ubican en el lecho del río.

1.2. Descripción Hidrológica

1.2.1. Distribución normal de precipitaciones

Las precipitaciones en la cuenca del Río Copiapó son registradas por 8 estaciones meteorológicas que miden precipitación pluvial y una que registra precipitación nival, las que son administradas por la DGA y de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) (Figura 3). En la cuenca del río Copiapó, en un año normal puede distinguirse una estación seca, con casi ausencia total de precipitaciones, que dura desde octubre a marzo; y una estación húmeda con precipitaciones que ocurren desde abril a septiembre. Durante el invierno, el desplazamiento del Anticiclón del Pacífico Sur hacia el norte, permite la llegada esporádica de centros migratorios de bajas presiones que son capaces de aportar precipitaciones. Estas resultan bastante escasas alcanzando promedios de 19,6 mm/año en Copiapó. Sin embargo, gracias al efecto orográfico de la cordillera de los Andes las precipitaciones pueden aumentar al doble o más (Garreaud et al., 2007), por ejemplo alcanzando 46 mm/año en la estación Jorquera (a 1.800 msnm) (Figura 3). Más hacia el este, en el sector cordillerano, la altura permite la precipitación en forma de nieve. Esta precipitación ocurre tanto por los frentes migratorios que proviene del sur-oeste, como en verano por la influencia aunque en menor escala de lluvias convectivas en el sector noreste de la cuenca asociadas al “invierno Boliviano”.

Las estadísticas muestran precipitaciones superiores a lo normal cuando las condiciones de temperatura del mar en el Pacífico se asocian a la presencia del Niño, como ocurrió en los años 1982, 1987, 1992 y 1997.

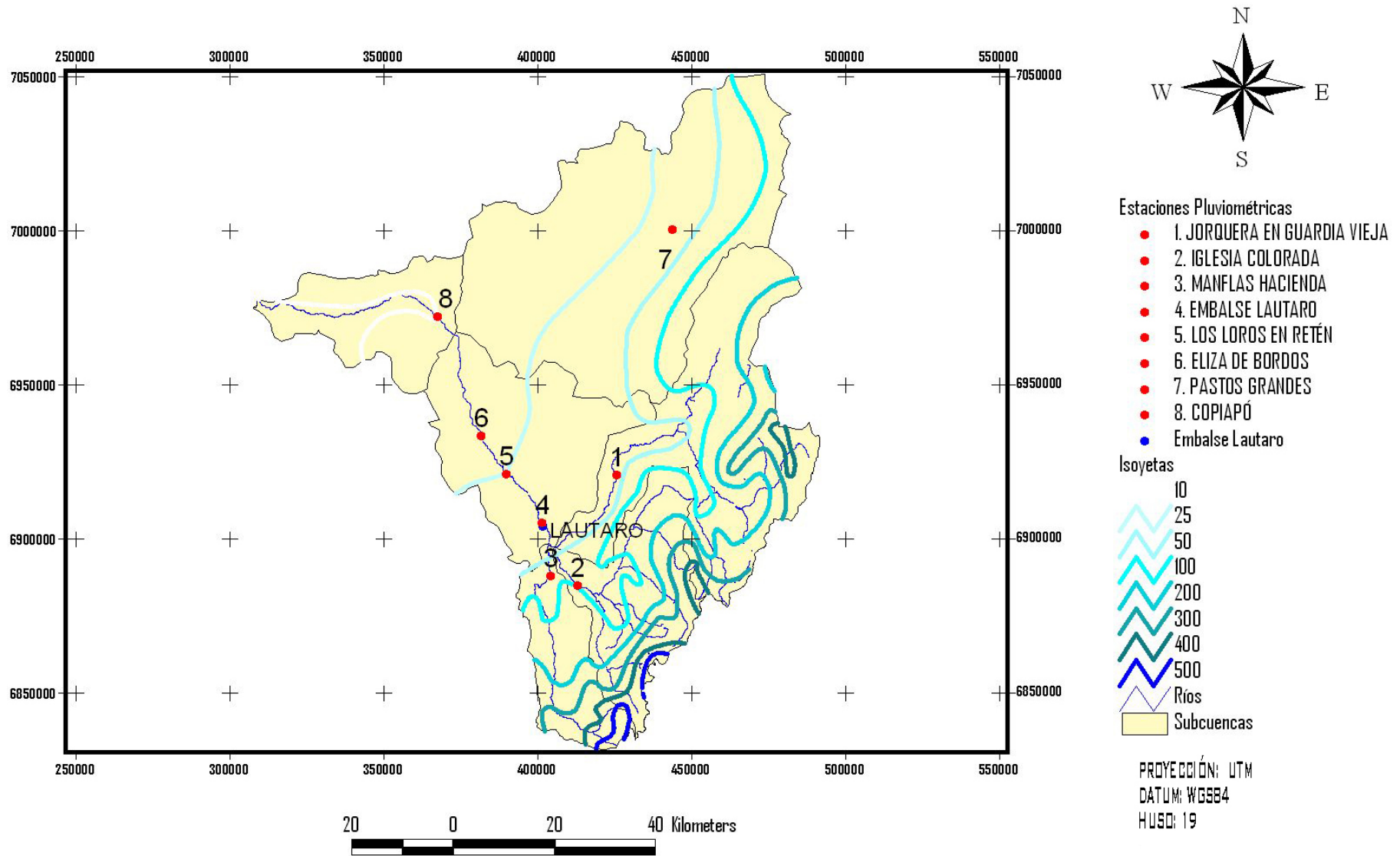


Figura 3. Líneas isoyetas y estaciones pluviométricas en la cuenca del Río Copiapó

1.2.2. Probabilidades de excedencia de precipitaciones

La Probabilidad de Excedencia se entiende como la probabilidad de que un evento (valor de una variable aleatoria) sea igualado o superado en un año cualquiera. En este caso para las estaciones pluviométricas presentes en la cuenca la DGA (2003) estimó los montos de precipitación anual que tendrían una probabilidad de excedencia de un 10, 50 y 85% (Tabla 1). Este análisis permite visualizar la diferencia de los montos de precipitación que “normalmente” son superados en un año, de aquellos montos asociados a años lluviosos poco frecuentes.

Tabla 1. Promedio y probabilidad de excedencia pluviométrica en estaciones de la cuenca del río Copiapó.

Estación	Subcuenca	Altitud (msnm)	Años de Obs.	Media anual (mm)	Coef. De variación %	Prob. de Exced. 10 % (mm)	Prob. de Exced. 50 % (mm)	Prob. de Exced. 85 % (mm)
Jorquera en Guardia Vieja	Jorquera	1800	35	46,2	93,6	124,9	34,5	11,9
Iglesia Colorada	Pulido	1950	13	58,3	109,8	182,2	29,5	6,1
Hacienda Manflas	Manflas	1410	35	47,7	103,9	124,5	32	6,2
Embalse Lautaro	Copiapó medio	1199	44	39,7	116,1	112,5	27,7	3,3
Los Loros en Retén	Copiapó Medio	950	34	37,7	123,8	103,3	24,5	1,6
Eliza de Bordos	Copiapó Medio	745	23	32,6	145,1	81	6	0
Pastos Grandes	Quebrada Paipote	2000	35	34,6	105,7	89,4	21,5	3,4
Copiapó	Copiapó Bajo	380	30	19,6	157,2	59,5	8,4	0,3

Fuente: Adaptado de DGA (2003).

1.2.3. Fluviometría

La existencia de un embalse de regulación y la extracción de agua que realizan las distintas actividades productivas presentes en la cuenca, hacen que los caudales medidos en las estaciones no representen la condición hidrológica natural. En este sentido entonces, los caudales se ven influenciados por la operación del Embalse Lautaro, las extracciones de agua para riego mediante pozos, norias, canales, y el uso del agua en procesos mineros. La Tabla 2 resume las características de las principales estaciones pluviométricas de la cuenca del río Copiapó con las que cuenta la DGA, cuya ubicación se observa en la Figura 1.

Tabla 2. Estaciones fluviométricas en la cuenca del río Copiapó.*

Nombre de la Estación	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)	Área (km ²)
	Este	Norte		
Río Jorquera en Vertedero	406.060	6.897.739	1.250	4.150
Río Pulido en Vertedero	407.600	6.892.980	1.310	2.108
Río Manflas en Vertedero	402.510	6.885.893	1.550	1.180
Río Copiapó en Pastillo	404.151	6.902.323	1.300	7.467
Río Copiapó en Lautaro	401.850	6.905.180	1.200	8.348
Río Copiapó en la Puerta	389.169	6.924.018	758	8.348
Copiapó en Mal Paso	375.167	6.955.767	431	10.186
Canal Mal Paso Después de Bocatoma	375.120	6.955.863	-	-
Copiapó en la Ciudad	367.579	6.972.680	-	-
Río Copiapó en Angostura	318.130	6.976.824	48	18.324

Fuente: DGA 2003

* Ver ubicación dentro de la cuenca en Figura 1.

Los caudales que ingresan al embalse Lautaro, registrados en la Estación Río Copiapó en Pastillo, alcanzan un valor medio anual de 2,3 m³/s, mientras los caudales de salida del embalse alcanzan un valor medio de 1,3 m³/s registrados en la estación Río Copiapó en Lautaro. Esa diferencia se explica en parte por la variación en el volumen del embalse. Al avanzar hacia el oeste, el caudal medio anual en el sector de la estación Río Copiapó en La Puerta aumenta debido a los afloramientos de aguas subterráneas que se producen en este sector.

Aguas abajo, desde la estación Río Copiapó en La Puerta a la ciudad de Copiapó los caudales disminuyen debido a la extracción de las aguas superficiales que realizan las organizaciones de regantes (Golder Associates, 2006), alcanzando un caudal promedio anual de 1 m³/s, aunque por largos periodos el cauce se mantiene seco. Ya en su tramo final, el río a la altura de la estación Río Copiapó en Angostura presenta afloramientos de agua subterránea que alcanzan un promedio anual de 0,5 m³/s.

1.2.4. Probabilidades de excedencia fluviométricas

De acuerdo a DGA (2003), para la cuenca del río Copiapó el año hidrológico abarca el período mayo-abril. Para cada una de las estaciones de la cuenca la DGA estimó, mediante la función de distribución Weibull, los caudales asociados a las distintas probabilidades de excedencia considerando los registros a contar del año 1963. La Tabla 3 muestra los valores medios y con probabilidades de excedencia P(x) del 10, 20 y 50% para los caudales medios anuales.

Los valores en la Tabla 3 reflejan por un lado los caudales medios anuales que se esperan sean igualados o excedidos una vez cada dos años en promedio (probabilidad de excedencia de un 50%), es decir, caudales que normalmente se esperan en estas estaciones y por otro lado los caudales medios anuales que se asocian a años lluviosos, menos frecuentes en esta zona (probabilidad de excedencia de un 10%). Se observa

que los caudales con un 10% de probabilidad de excedencia llegan a triplicar los valores promedios de algunas de las estaciones, lo que es esperable en zonas con alta variabilidad en la pluviometría.

Tabla 3. Valores medios y probabilidades de excedencia del 10, 20 y 50% para los caudales medios anuales.

Estación	Años de Registro		Nº de Obs.	Promedio (m ³ /s)	Caudal en m ³ /s		
					Prob. de Excedencia		
					10%	20%	50%
Río Jorquera en Vertedero	1947 - 2000	54	36	0,710	1,171	0,905	0,629
Río Pulido en Vertedero	1954 - 2000	37	36	1,449	3,251	2,256	1,009
Río Manflas en Vertedero	1964 - 2000	37	36	0,571	1,518	0,809	0,383
Río Copiapó en Pastillo	1927 - 2000	74	37	2,319	4,551	3,591	1,833
Río Copiapó en Lautaro	1931 - 2000	70	37	1,287	2,664	1,650	0,936
Río Copiapó en la Puerta	1927 - 2000	74	37	2,396	5,337	2,887	1,654
Copiapó en la Ciudad	1983 - 2000	18	18	1,017	3,128	1,218	0,542
Río Copiapó en Angostura	1963 - 2000	38	37	0,500	1,768	0,322	0,132

Fuente: DGA 2003

1.3. Análisis Fluviométrico

El análisis fluviométrico considera la estimación de los caudales ecológicos para cada una de las estaciones según los criterios que propone la DGA, incluyendo un análisis de la variabilidad temporal tanto mensual como anual de los caudales registrados en las distintas estaciones fluviométricas de la cuenca y una descripción de la recarga que se produce de los acuíferos.

1.3.1. Caudales ecológicos DGA

La DGA, teniendo como fundamento la Ley de Bases del Medio Ambiente y el respeto de derechos de aprovechamiento de terceros, incorporó la regulación del uso o aprovechamiento de los recursos hídricos teniendo presente las consideraciones ambientales en relación a la mantención de caudales de aguas, mantención del valor paisajístico y protección de especies vulnerables. Bajo este marco, la DGA entiende por Caudal Ecológico al "caudal mínimo que debieran tener los ríos para mantener los ecosistemas presentes, preservando la calidad ecológica". Para estimar este caudal mínimo, se propone utilizar distintas metodologías, las cuales dependiendo del grado de información requerida se pueden agrupar en los siguientes criterios básicos:

a) Definirlo como un determinado porcentaje del caudal natural del río.

b) Buscar conocimiento específico respecto al requerimiento de caudal por parte de los agentes usuarios (flora y fauna acuática, vida humana y sus requerimientos ambientales, etc.).

Los cuatro procedimientos con criterios hidrológicos que propone la DGA son:

- a) Q ECOLOGICO = 10 % DEL CAUDAL MEDIO ANUAL
- b) Q ECOLOGICO = 50 % DEL CAUDAL MINIMO DEL ESTIAJE DEL AÑO 95 %
- c) Q ECOLOGICO = CAUDAL QUE ES EXCEDIDO AL MENOS 330 día al año.
- d) Q ECOLOGICO = CAUDAL QUE ES EXCEDIDO AL MENOS 347 días al año.

Cuál de los criterios utilizar, depende de manera importante de la experiencia y del conocimiento que se tiene respecto de la cuenca. Para este estudio, los últimos dos criterios no son aplicables pues no se cuenta con información estadística de caudales a escala diaria.

Por otra parte los dos criterios iniciales solo permiten hacer una estimación de caudales ecológicos de carácter hidrológico (en base a las estadísticas fluviométricas) para las estaciones ubicadas aguas arriba del embalse Lautaro, puesto que bajo éste su propia existencia que regula el flujo natural de las aguas y la existencia de extracciones de agua principalmente para la agricultura, cambia drásticamente las condiciones naturales de flujo de agua en el río, y con ello las estadísticas hidrológicas no reflejan los caudales naturales asociados a los ecosistemas que ahí puedan presentarse.

Por otra parte, todos los criterios propuestos se basan en estadísticas hidrológicas anuales, lo que no permite evaluar la variación estacional que presentan naturalmente los caudales y que pueden ser fundamentales para el adecuado desarrollo de los diferentes ecosistemas de la cuenca.

La Tabla 4 muestra los resultados obtenidos en la estimación de caudal ecológico siguiendo los primeros dos criterios que propone la DGA.

Tabla 4. Estimación de los Caudales ecológicos por estación.

Estación	Caudal Ecológico en m^3/s	Caudal Ecológico en m^3/s
	10% Q medio Anual	50% Q mínimo del estiaje del año 95%
Río Jorquera en Vertedero	0,08	0,10
Río Pulido en Vertedero	0,18	0,19
Río Manflas en Vertedero	0,07	0,05
Río Copiapó en Pastillo	0,25	0,28

Fuente elaboración propia

1.3.2. Variabilidad temporal

Como es de esperar en los ríos de alimentación mixta del Norte Chico, debido en parte al derretimiento de nieve durante los meses más cálidos y en parte a la alimentación

directa por las lluvias, se puede observar un aumento de los caudales medios mensuales en dos períodos del año (Figura 4): en el invierno, dependiendo del régimen de precipitaciones y, generalmente los máximos caudales, durante los meses más cálidos, dependiendo de la acumulación de nieve en la cabecera de sus hoyas.

En relación a la variabilidad interanual de los caudales, a pesar de ser esta una cuenca regulada por el embalse Lautaro, se observan variaciones notorias de los caudales entre un año y otro, lo que es esperable en zonas semiáridas donde las precipitaciones siguen la misma tendencia (Figura 5).

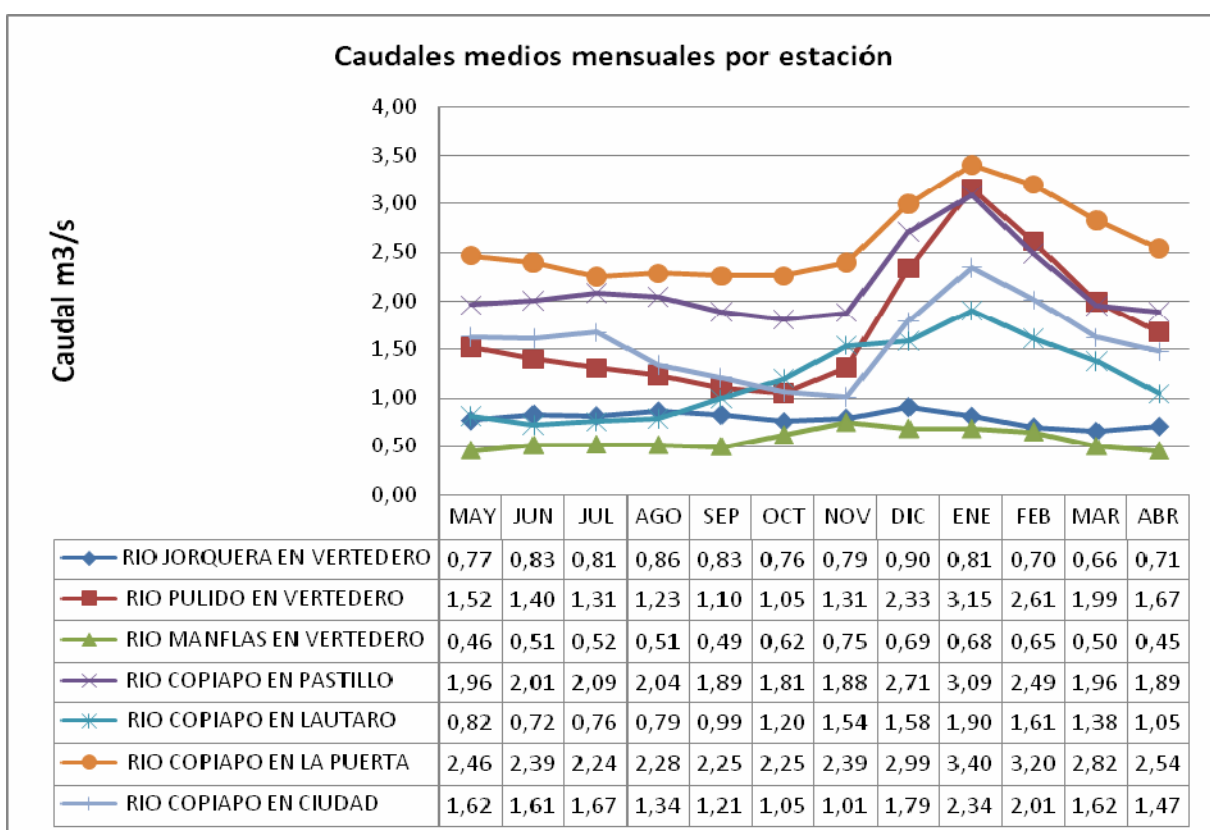


Figura 4. Caudales medios mensuales en las distintas estaciones fluviométricas de la cuenca del río Copiapó.

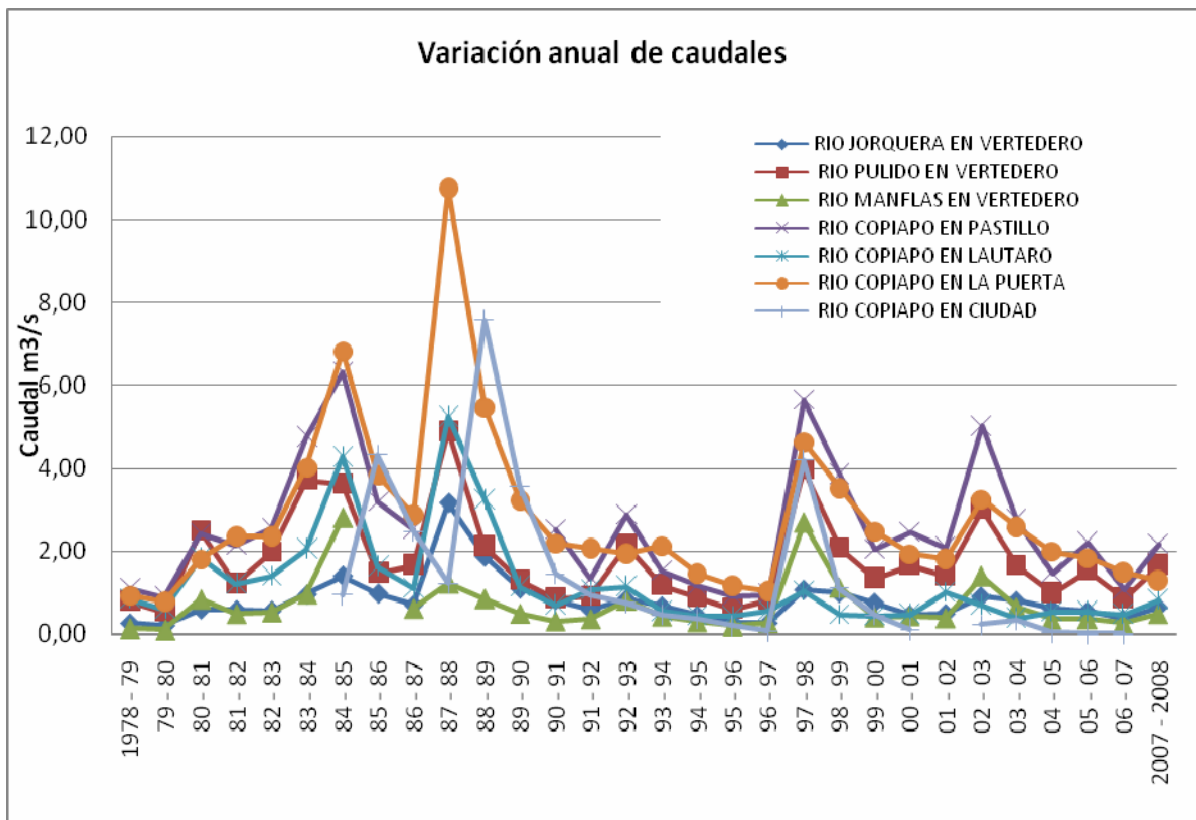


Figura 5. Variación interanual de los caudales en las distintas estaciones fluviométricas de la cuenca del río Copiapó entre los años hidrológicos 1978-1979 a 2007-2008.

1.3.3. Recarga de acuíferos

La recarga del acuífero de la cuenca del río Copiapó se produce por la infiltración proveniente de diferentes fuentes, que según DGA (1987, 2003) serían las siguientes:

Recarga producida por infiltración desde los ríos

Esta fuente de recarga sería una de las más importantes presentando una gran variación dependiendo de la zona de la cuenca. Así, se señala que en la zona alta, en el río Jorquera no habrían infiltraciones como tampoco afloramientos de las aguas subterráneas hacia el río, en cambio en los ríos Manflas y Pulido sí se producirían infiltraciones a la napa.

Luego, desde el embalse Lautaro hasta el sector de La Puerta no se producirían infiltraciones importantes, dado que el angostamiento que experimenta el valle y el acercamiento de la roca basal impermeable hacia la superficie, favorecerían los afloramientos de aguas subterráneas al río. En cambio al avanzar aguas abajo entre los sectores de La Puerta y Malpaso, las infiltraciones alcanzarían aproximadamente al 30% del caudal del río registrado en la estación en la Puerta.

Ya entre Malpaso y la ciudad de Copiapó la captación de agua que hace Canal Matriz Malpaso, que está revestido, impediría la infiltración a la napa. Luego de la ciudad de Copiapó, el río hasta la desembocadura en varios tramos prácticamente no lleva agua superficialmente limitando la infiltración.

Recarga producida por infiltración desde los Canales

La infiltración que se produce ocurre en los Canales según lo señalado por DGA, se estima del orden de 16 Hm³/año desde la red de canales matrices, mientras que desde canales secundarios se estimó en 9,15 Hm³/año

Recarga producida por infiltración de riego intrapredial

Se determinó la infiltración producida por el riego, considerando que los cultivos regados por goteo no pierden agua por percolación y que los predios en que se riega por surcos o por bordes el 50 % del agua se infiltra. Aplicando estos criterios la DGA (1987) estimó en 18,71 Hm³/año la infiltración de agua procedente de las áreas cultivadas en la cuenca. Sin duda, desde 1987 cuando se realizaron las estimaciones hasta la actualidad, el aumento de la superficie de riego con sistemas de riego por goteo se ha masificado en la cuenca con lo cual debieran esperarse aportes actuales menores a lo señalado.

Recarga producida por infiltración desde el Embalse Lautaro

De acuerdo a DGA (2003), las pérdidas del embalse que se traducen en aportes a la napa debieran alcanzar los 6,3 Hm³/año.

1.4. Descripción de la calidad de Agua

1.4.1. Aguas superficiales y subterráneas

La DGA publicó el 2004 el diagnóstico y clasificación de los cursos de agua para una serie de cuencas en Chile, dentro de ellas la Cuenca del Río Copiapó. La calidad es estudiada clasificándola dentro de cinco categorías según las Normas de Calidad Secundarias (Tabla 5).

Siguiendo esta clasificación, para cada tramo de la cuenca se establecieron las clases actuales y las clases objetivo de calidad de agua. Además, para las estaciones de muestreo, se determina el Índice de Calidad de Agua Superficial (ICAS), respecto a los rangos de este índice, se acepta que un valor igual a 0 indica agua de muy mala calidad, y un valor cercano a 100 una de muy buena calidad (Tabla 6).

$$ICAS = \sum_{i=1}^n w_i \cdot Q_i$$

Donde:

w_i = Corresponde a la ponderación de los parámetros que componen ICAS, considerando obligatorios Conductividad eléctrica, DBO5, Oxígeno Disuelto, pH, SST y Coliformes fecales en conjunto pesan 70 % (11,67 % cada uno) y que los relevantes

(RAS, cloruro, sulfato, boro, cobre, cromo, hierro, manganeso, molibdeno, Zinc, aluminio, arsénico y Mercurio) pesan en conjunto 30 % (2,3 % cada uno).

Q_i = Valor del parámetro expresado en forma porcentual obtenido a través de las curvas de estandarización que se encuentran en la tabla N° 2 del Instructivo Presidencial.

La metodología para el establecimiento de índices de calidad de aguas aparece en el Anexo 5 del Volumen 1 del Informe Final del estudio Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad. DGA 2004

En relación a la calidad de las aguas subterráneas del valle del río Copiapó, el SERNAGEOMIN (1999) realizó el estudio denominado "Estudio Hidrogeológico del valle del río Copiapó, segmento Embalse Lautaro-Piedra Colgada, Región de Atacama", el cual recoge los resultados del muestreo realizado entre los años 1995 y 1997 y que fueron comparados con las normas Chilenas de agua para consumo humano NCh 409 y riego NCh 1333.

En el Anexo I se encuentran los registros obtenidos en los puntos de muestreo de aguas subterráneas, por tramo, en donde se destacan aquellas muestras que superaron las normas mencionadas.

Respecto a la calidad del agua y su importancia para el sostenimiento de los ecosistemas, ella es de gran relevancia. Por una parte se debe considerar que los sistemas acuáticos difieren en sus propiedades naturales, lo que marca diferencias en las biotas (aguas de salares ricas en Silíce sostienen grandes comunidades de microalgas Diatomeas y ellas a poblaciones de Flamencos; en otros cursos de aguas esos niveles de Silíce serían negativos para la biota). Por otra parte, cambios importantes en la calidad del agua (contaminación, tanto episodios agudos como de larga data) pueden producir cambios significativos en las comunidades acuáticas, en especial a niveles más micro (cambios en microalgas, zoobentos), los que tienen profundas implicancias a niveles macro (comunidades de aves por ejemplo). Por lo tanto, la mantención de las propiedades naturales de los ecosistemas acuáticos (dentro de rangos permisibles) es fundamental para la conservación de la biodiversidad.

Efectivamente la condición ideal para el desarrollo natural de los ecosistemas y la biota es la de un agua con cero contaminación de origen antropico. Sin embargo, las normas de calidad de aguas están basadas en el uso humano y por lo tanto pueden haber aguas "no contaminadas" desde el punto de vista ecosistémico y de muy mala calidad (e.g. altos contenidos naturales de arsénico) según la norma.

La relación entre la contaminación y el desarrollo de la flora y fauna acuática tampoco es tan clara ya que ciertos grados de eutroficación se asocian positivamente a la productividad primaria. Así, pueden haber sitios artificialmente diversos y productivos por efecto de la contaminación (e.g. fertilizantes), aunque es muy probable que siempre existan especies sensibles que sólo persistan en situaciones de mínimo impacto.

Tabla 5. Clases de calidad de agua secundaria y sus usos prioritarios.

Clase	Calificación General	Usos prioritarios
Clase 0 Excepcional	Mejor que la clase 1, de extraordinaria pureza y escasez	Protección y conservación de comunidades acuáticas
Clase 1	Muy buena calidad	Protección y conservación de comunidades acuáticas
Clase 2	Buena calidad	Acuicultura, pesca deportiva y recreativa, bebida de animales y riego restringido
Clase 3	Regular calidad	Bebida de animales y riego restringido
Clase 4	Mala calidad	Potabilización con tratamiento adecuado o para aprovechamiento industrial

Fuente: DGA 2004

Tabla 6. Resultados de la clasificación de la calidad de agua superficial según norma secundaria e índice ICAS para las estaciones fluviométricas de la cuenca del río Copiapó.

Cauce	Tramo	Estación de Muestreo	ICAS	Clase actual más característica	Clase objetivo del tramo	Excepciones en el tramo	
						Clase Excep.	Parámetros que difieren en la clase Objetivo
Río Manflas	MA-TR-10 (De naciente río Manflas hasta confluencia río Copiapó)	Río Manflas en Vertedero	97	0	0	1	-
						2	CE, Cu, Cr, Fe, Mn
						3	Al
						4	B
Río Pulido	PU-TR-10 (De naciente río pulido hasta Confluencia río Jorquera)	Río Pulido en Vertedero	94	2, Buena	2, Buena	0	OD, pH, RAS, Cl, Zn, As, Ni, Se, DBO5, color aparente, SST, NH4 +, CF, CT, CN-, F-, NO2 -, S2-
						1	CE, SD
						3	Al
						4	B, Hg
Río Jorquera	JO-TR-10 (De naciente río Figueroa hasta confluencia río Pulido)	Río Jorquera en Vertedero	89	2, Buena	2, Buena	0	OD, pH, RAS, Cl, Zn, Ni, Se, DBO5, SST, CF
						1	-
						3	SO4 -2
						4	B, Fe, Mn, Al, As, Hg
	CO-TR-10 (De	Río Copiapó by-pass Lautaro	93			0	pH, RAS, Cl, Ni, Se, DBO5, color aparente, SST, NH4 +, CF, CT, CN-, F-, NO2 -, S2-
Río Copiapó	confluencia río Jorquera y río Pulido hasta límite subcuenca)	Río Copiapó en La Puerta	89	2, Buena	2, Buena	1	As
		Río Copiapó en Mal Paso	90			3	-
						4	B, Mn, Hg, Fe, Al
	CO-TR-20 (Límite Subcuenca hasta desembocadura)	Río Copiapó en pte Bodega	82	4, Mala	3, Regular	0	pH, RAS, Cl, Ni, Se, DBO5, CN-, F-, S2-, CF, CT
		Río Copiapó en Piedra Colgada	75			1	OD, color aparente
						2	Cr, NO2 -, Mo, Zn
		Río Copiapó en Angostura	77			4	CE, Cl, SO4 -2, B, Fe, Mn, Al, NH4 +, SD

Fuente: DGA 2004

2. METODOLOGIA

2.1. Vegetación

2.1.1. Cuenca del río Copiapo

2.1.1.1. Preparación Campaña terreno

Recopilación de imágenes y cartografía base

Se determinaron en las imágenes satelitales el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), y el Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI) (Rouse et al., 1974), los que resultan de gran importancia al momento de identificar y reconocer cubiertas de vegetación, para la delimitación de unidades homogéneas. Esto como apoyo a la selección del área de muestreo y posteriormente la extrapolación de la información proveniente del trabajo de terreno. Originalmente se consideró el análisis del modelo digital de elevación generado en base a curvas y cotas de nivel, en contraste con el modelo digital de elevación escala 1:50.000 obtenido de imagen radar, sin embargo el equipo consultor no contó con esta capa de información. Complementariamente a la determinación de polígonos de vegetación se cruzó la información gráficamente con las formaciones de vegetación de la cuenca a escala 1:250.000 (Gajardo 1983), lo que permitió establecer las áreas relevantes y diferenciadas en la cuenca hidrográfica, principalmente por rangos altitudinales, tanto para vegetación zonal como azonal. A este último respecto, los estados de superficie asignables a vegetación activa y densa en la imagen satelital, y que corresponden a zonas con vegetación azonal hídrica, fueron digitalizados manualmente para generar la capa de información respectiva, de modo de eliminar las convergencias radiométricas con estados de superficie similares digitalmente pero correspondientes a situaciones vegetacionales diferentes.

Selección de polígonos de muestreo

Una vez realizada la interpretación preliminar de imágenes y en base a la información previa de vegetación y de características de descripción de sitio (subcuenca, pendiente, altitud y exposición, entre otros), se seleccionó aquellas unidades representativas de cada conjunto de atributos. Las unidades así seleccionadas fueron cartografiadas a una escala adecuada de trabajo que permitiera su ubicación y caracterización en terreno y, conjuntamente con la red caminera de la cuenca, se diseñó la ruta e itinerario, determinando finalmente las unidades a muestrear en función de la posibilidad de acceder a ellas.

2.1.1.2. Campaña de terreno

Ésta consideró la realización de una campaña de terreno en un recorrido por las unidades seleccionadas previamente con una duración de 4 días. Este recorrido tuvo por objetivo la caracterización vegetal y florística. En la Figura 6 se presentan los puntos visitados durante el recorrido efectuado en esta campaña.

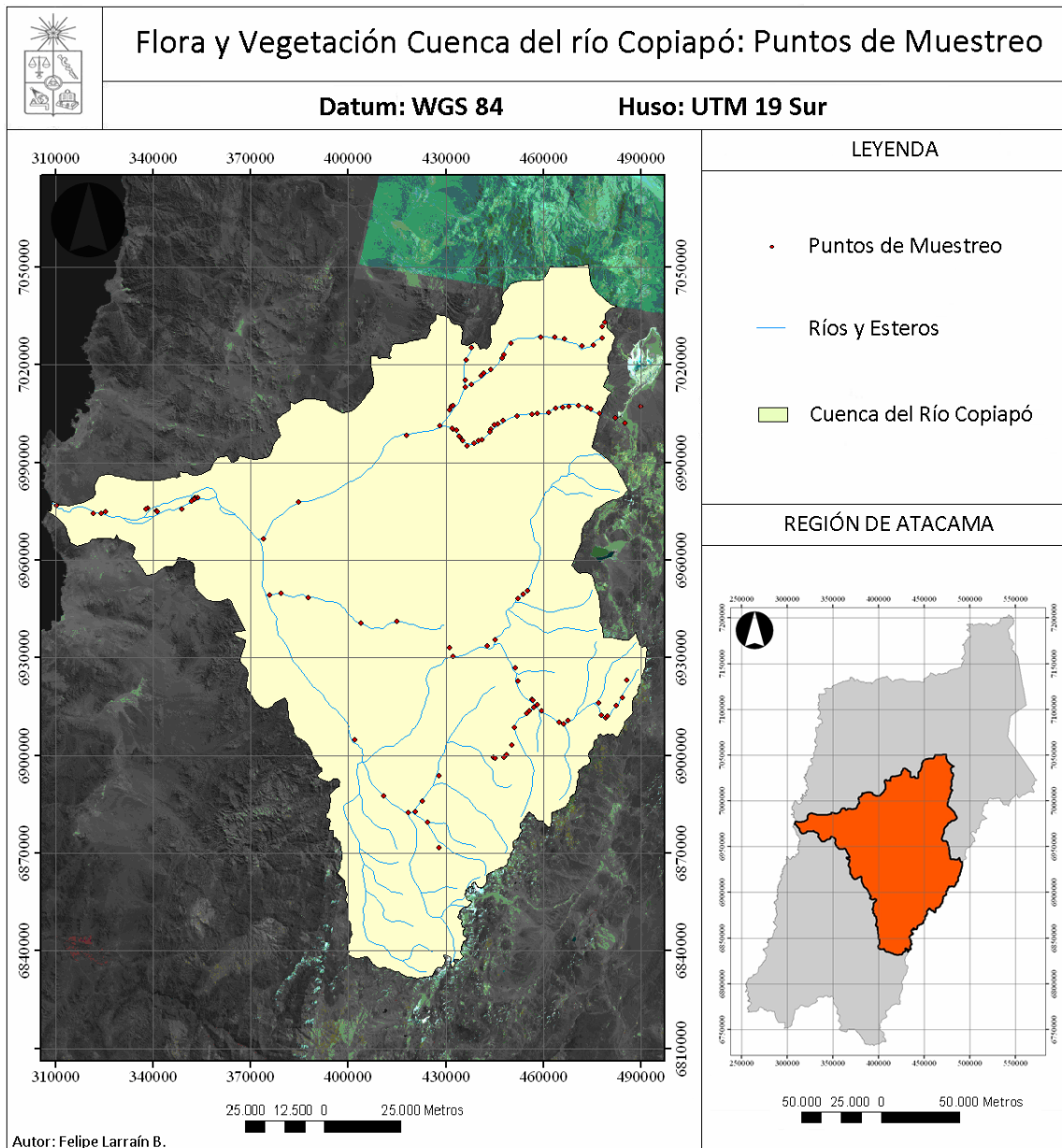


Figura 6. Puntos de muestreo de flora y vegetación.

2.1.1.3. Descripción de la vegetación.

La vegetación se evaluó definiendo unidades homogéneas dentro del área de estudio, en función de las características estructurales y las especies dominantes presentes en ellas. La delimitación de dichas unidades se efectuó *a priori* y se verificaron en terreno, de acuerdo con la metodología de la "Carta de Ocupación de Tierras" (COT),

desarrollada por la escuela fitoecológica Louis Emberger (CEPE/CNRS)¹, Montpellier, Francia, y adaptada para las condiciones ecológicas de Chile por Etienne y Contreras (1981) y Etienne y Prado (1982), obteniendo como resultado la Carta de la Vegetación para el área de estudio, la cual es una cartografía fisonómica que refleja la imagen fiel de la vegetación al momento de su evaluación y a una escala apropiada de presentación. Para esta cuenca hidrográfica se establecieron zonas de vegetación, las cuales responden a una estratificación altitudinal y son representadas por las especies dominantes fisonómicas. Las especies dominantes de cada formación vegetal se codifican según lo señalado en la Tabla 7.

Además se consideraron aquellas zonas desprovistas de vegetación, como son las áreas de suelo desnudo, zonas industriales o de asentamiento humano, cuerpos de agua y todas aquellas que representan algún grado de alteración o intervención al sistema vegetal que se presenta en el área de estudio.

Tabla 7. Códigos de especies dominantes según metodología COT.

Tipo biológico	Código		Ejemplo
	Género	Especie	
Herbáceo	minúscula	minúscula	<i>Distichlis spicata</i> : ds
Leñoso bajo	mayúscula	minúscula	<i>Adesmia litorales</i> : Al
Leñoso alto	mayúscula	mayúscula	<i>Prosopis chilensis</i> : PC
Suculento	minúscula	mayúscula	<i>Eulychnia breviflora</i> : eB

2.1.1.4. Caracterización Florística

De manera conjunta a la descripción de la vegetación se contempló la realización de catastros florísticos de las unidades muestreadas. Para esto se consideró la toma de información mediante inventarios florísticos de áreas fijas (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974) de 4 m² para cada elemento de las unidades de vegetación azonal, ya que si bien muchas veces poseen una superficie menor a la Unidad Mínima Cartografiada, y de 100 m² para la vegetación zonal, estas fueron evaluadas y georreferenciadas para conocer el grado de heterogeneidad que poseen estos sistemas.

Dentro de las parcelas se registraron todas las especies presentes, su grado de cubrimiento (%) y estado fenológico, quedando de esta manera registradas, según las características florísticas de la unidad. Junto con lo anterior y de modo complementario, se rastrearon ejemplares fuera de las parcelas florísticas, para establecer el 100% de la flora del lugar, colectando fragmentos para su posterior verificación y determinación taxonómica en laboratorio.

Estos puntos de evaluación fueron referenciados geográficamente utilizando un sistema de posicionamiento satelital (GPS), a fin de establecer futuros puntos de evaluación.

¹ Centre d'Etudes Phytosociologiques et Ecologiques Louis Emberger/Centre National de la Recherche Scientifique., FRANCE

2.1.1.5. Análisis de la Información.

A partir de la información generada se realizó la caracterización en detalle de cada una de las unidades visitadas en terreno en términos de sus variables vegetacionales. Este último nivel considera como mínimo:

- Estructura vegetal: según la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras (C.O.T) (Etienne y Prado, 1982) apoyado con la información y descripciones levantadas en terreno.
- Especies dominantes de la formación vegetal y sus grados de cubrimiento: definidas de acuerdo a la información obtenida en terreno.
- Catálogo florístico por unidad muestreada.

De esta manera se obtiene la capa de información de polígonos catastrados en terreno. De esta información, la formación vegetal, es decir, la estructura (tipo biológico con su respectivo índice de cubrimiento) y especies dominantes de cada tipo biológico, representa la base para el proceso de extrapolación de información al resto de las unidades, ya que flora asociada sólo es posible extrapolarla de acuerdo al nivel de confiabilidad que éstas presenten con la formación vegetal de acuerdo a la información obtenida en terreno.

2.1.1.5.1. Extrapolación de la información

Las unidades que no fueron descritas directamente en terreno (principalmente por problemas de accesibilidad), debieron ser homologadas a aquellas unidades que fueron visitadas. Este proceso fue apoyado por medio de técnicas radiométricas y lecturas de superficie, en las cuales se incluyen el cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y del Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI) (Rouse *et al.*, 1974), los que fueron calculados sobre la imagen satelital disponible para esta zona.

De esta manera se obtuvo la carta actualizada de tipología vegetal de las formaciones vegetacionales que se desarrollan en el área de estudio. Dada la escala de trabajo y la información disponible, esta información se presenta generalizada a nivel de zonas vegetacionales, las cuales corresponden a franjas de vegetación de similar fisonomía y especies dominantes, distribuidas en pisos altitudinales.

2.1.1.6. Análisis de valoración ambiental.

Como producto complementario, se realizó un análisis de valoración ambiental del área de estudio, en base a características relevantes de la flora y vegetación. El objetivo de esto fue generar lineamientos generales que permitan establecer una futura priorización que apunte a un manejo conservativo de los diferentes polígonos en que se clasifique la cuenca, en general, y la desembocadura del río Copiapó, en particular. Esta valoración se realizó en base a los siguientes parámetros:

Para vegetación:

- Singularidad: entendida como el número de unidades que cada tipología posee en el sistema, de esta manera, aquellos tipos vegetacionales que resulten con

un bajo número de unidades serán más relevantes o singulares que aquellos tipos que posean un gran número de polígonos en el sector.

- Representatividad: referida a la superficie de cada unidad respecto del tipo vegetacional correspondiente, de esta manera aquellas unidades que ocupen la mayor proporción de la superficie del tipo serán más relevantes que aquellas de menor proporción.

Para flora:

- Naturalidad: Este criterio está dado por la relación existente entre la proporción de especies autóctonas respecto de las alóctonas; de este modo, una mayor naturalidad va a estar determinada básicamente por una mayor participación de las especies autóctonas en detrimento de las alóctonas o exóticas.
- Endemismos: La presencia de entidades endémicas locales, regionales o nacionales aumentará el valor de la calidad ambiental de los sitios de muestreo.
- Estados de conservación. La presencia de entidades catalogadas con alguna amenaza de conservación, aumentará el valor de la calidad ambiental de los sitios de muestreo.

Para la determinación de los estados de conservación de la flora se emplearon los decretos supremos que hacen referencia a los diferentes procesos de clasificación que se han llevado a cabo hasta fecha, lo que fue complementado con listados de carácter nacional para aquellas especies que no han sido sometidas al proceso, en el caso de las especies leñosas se consultó a Benoit (1989), para las Pteridófitas a Benoit (1989) y Baeza *et al* (1998), para bulbosas a Benoit (1989) y Ravenna *et al* (1998), y para cactáceas a Belmonte *et al* (1998) señalando en cada caso la fuente respectiva. Además se incluyó la reciente clasificación del estado de conservación de la flora de la región de Atacama (Squeo et al, 2008), pero solo para aquellas especies endémicas de la región.

2.1.2. Humedal de la desembocadura del río Copiapó

En general la metodología empleada corresponde a la misma empleada en la evaluación de la vegetación y flora a nivel de cuenca, con la diferencia de escala, correspondiente a la menor superficie involucrada en el estudio de esta importante unidad azonal.

2.1.2.1. Cartografía de la vegetación

La vegetación se evaluó definiendo unidades homogéneas dentro del área de estudio, en función de las características estructurales y las especies dominantes presentes en ellas. La delimitación de dichas unidades se efectuó *a priori*, verificándose en terreno, de acuerdo con la metodología de la "Carta de Ocupación de Tierras" (COT), desarrollada por la escuela fitoecológica Louis Emberger (CEPE/CNRS)², Montpellier, Francia, y adaptada para las condiciones ecológicas de Chile por Etienne y Contreras (1981) y Etienne y Prado (1982) obteniendo como resultado la Cartografía de la Vegetación para el área de estudio, la cual es una cartografía fisonómica que refleja la

² Centre d'Etudes Phytosociologiques et Ecologiques Louis Emberger/Centre National de la Recherche Scientifique., FRANCE

imagen fiel de la vegetación al momento de su evaluación y a una escala apropiada de presentación. En ella se representan los tipos biológicos (leñoso alto o árboles, leñoso bajo o arbustos, herbáceas y suculentas) y su grado de cubrimiento (%), además de las especies dominantes que regulan o controlan el aspecto de la comunidad. La descripción de los tipos biológicos, su recubrimiento y codificación de las especies dominantes se realizó en base a lo presentado en las Tablas 8, 9 y 10.

Además se consideraron, aquellas zonas desprovistas de vegetación, como son las áreas de suelo desnudo, zonas de asentamiento humano, cuerpos de agua y todas aquellas que representen algún grado de alteración o intervención al sistema vegetacional que se presenta en el área de estudio.

Tabla 8. Tipos biológicos y grado de cubrimiento según metodología COT.

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

Tabla 9. Códigos de altura para tipos biológicos según metodología COT.

Leñoso Alto (LA)			Leñoso Bajo (LB)		
Símbolo	Altura	Estrata	Símbolo	Altura	Estrata
⌒	< 2 m	Extremadamente Baja	⌒	< 5 cm	Extremadamente Baja
LA	2-4 m	Muy Baja	LB	5-25 cm	Muy Baja
Ⓐ	4-8 m	Baja	Ⓐ	25-50 cm	Baja
Ⓐ	8-16 m	Media	Ⓐ	50- 100 cm	Media
Ⓐ	16-32 m	Alta	Ⓐ	1-2 m	Alta
Ⓐ	> 32 m	Muy Alta	Ⓐ	> 2 m	Muy Alta
Suculento (S)			Herbáceo (H)		
Símbolo	Altura	Estrata	Símbolo	Altura	Estrata
Ⓢ	< 5 cm	Extremadamente Baja	Ⓢ	< 5 cm	Extremadamente Baja
s	5-25 cm	Muy Baja	h	5-25 cm	Muy Baja
Ⓢ	25-50 cm	Baja	h	25-50 cm	Baja
Ⓢ	50- 100 cm	Media	h	50- 100 cm	Media
Ⓢ	1-2 m	Alta	h	1-2 m	Alta
Ⓢ	> 2 m	Muy Alta	h	> 2 m	Muy Alta

Tabla 10. Códigos de especies dominantes según metodología COT.

Tipo biológico	Código		Ejemplo
	Género	Especie	
Herbáceo	minúscula	minúscula	Distichlis spicata: ds
Leñoso bajo	mayúscula	minúscula	Adesmia litoralis: Al
Leñoso alto	mayúscula	mayúscula	Prosopis chilensis: PC
Suculento	minúscula	mayúscula	Eulychnia breviflora: eB

2.1.2.2. Caracterización Florística

De manera conjunta a la descripción de la vegetación se contempló la realización de catastros florísticos de las unidades muestreadas. Para esto se consideró la toma de información mediante inventarios florísticos de áreas fijas (Mueller-Dombois y ElleMBERG, 1974), de 100 m² para cada elemento de las unidades de vegetación azonal, ya que si bien, muchas veces poseen una superficie menor a la Unidad Mínima

Cartografiable, estas fueron evaluadas y georreferenciadas para conocer el grado de heterogeneidad que poseen estos sistemas.

Dentro de las parcelas se registraron todas las especies presentes, su grado de cubrimiento (%) y estado fenológico, quedando de esta manera registradas, según las características florísticas de la unidad. Junto con lo anterior y de modo complementario, se rastrearon ejemplares fuera de las parcelas florísticas, para establecer el 100% de la flora del lugar, colectando fragmentos para su posterior verificación y determinación taxonómica en laboratorio.

Estos puntos de evaluación fueron posicionados utilizando un sistema de posicionamiento satelital (GPS), a fin de establecer futuros puntos de evaluación.

2.1.2.3. Análisis de la Información

A partir de la información generada se realizó la caracterización en detalle de cada una de las unidades visitadas en terreno en términos de sus variables vegetacionales, este último nivel considera como mínimo:

- Estructura vegetacional: según la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras (C.O.T) apoyado con la información y descripciones levantadas en terreno.
- Especies dominantes de la formación vegetacional y sus grados de cubrimiento: definidas de acuerdo a la información obtenida en terreno.
- Catálogo florístico.

De esta manera se obtiene la capa de información de polígonos catastrados en terreno. De esta información, la formación vegetacional, es decir, la estructura (tipo biológico con su respectivo índice de cubrimiento) y especies dominantes de cada tipo biológico, representa la base para el proceso de extrapolación de información al resto de las unidades.

2.1.2.4. Extrapolación de la información

Originalmente se consideraba que las unidades que no fueran descritas directamente en terreno (principalmente por problemas de accesibilidad), deberían ser homologadas a aquellas unidades que fueron visitadas, proceso que sería apoyado por medio de técnicas radiométricas y lecturas de superficie, en las cuales se incluyen el cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y del Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI) (Rouse et al., 1974), calculados sobre la imagen satelital disponible para esta zona. Estas unidades serían identificadas claramente en su origen de información (terreno o extrapolada) a fin de validar el nivel de confiabilidad de la información generada y disminuir de esta manera el margen de error que la lectura de estos datos pueda tener. Sin embargo, dado que se visitaron todas las unidades discriminadas, este proceso no fue necesario.

De esta manera se obtiene la carta actualizada de tipología vegetacional de las formaciones vegetacionales que se desarrollan en área de estudio.

2.1.2.5. Análisis de valoración ambiental.

Como producto complementario, se realizó un análisis de valoración ambiental del área de estudio, en base a características relevantes de la flora y vegetación. El objetivo de esto es generar lineamientos generales que permitan establecer una futura priorización que apunte a un manejo conservativo de los diferentes polígonos en que se clasificó la desembocadura del río Copiapó. Esta valoración considera los siguientes parámetros:

Para vegetación:

- Singularidad: entendida como el número de unidades que cada tipología posee en el sistema, de esta manera, aquellos tipos vegetacionales que resulten con un bajo número de unidades serán más relevantes o singulares que aquellos tipos que posean un gran número de polígonos en el sector.
- Representatividad: referida a la superficie de cada unidad respecto del tipo vegetacional correspondiente, de esta manera aquellas unidades que ocupen la mayor proporción de la superficie del tipo serán más relevantes que aquellas de menor proporción.

Para flora:

- Naturalidad: Este criterio está dado por la relación existente entre la proporción de especies autóctonas respecto de las alóctonas; de este modo, una mayor naturalidad va a estar determinada básicamente por una mayor participación de las especies autóctonas en detrimento de las alóctonas o exóticas.
- Endemismos: La presencia de entidades endémicas locales, regionales o nacionales aumenta el valor de la calidad ambiental de los sitios de muestreo.
- Estados de conservación. La presencia de entidades catalogadas con alguna amenaza de conservación, aumenta el valor de la calidad ambiental de los sitios de muestreo.

Para la determinación de los estados de conservación de la flora se emplearon los decretos supremos que hacen referencia a los diferentes procesos de clasificación que se han llevado a cabo hasta fecha, lo que dada la baja cobertura de especies actual, fue complementado con listados de carácter nacional para aquellas especies que no han sido sometidas al proceso. En el caso de las especies leñosas se consultó a Benoit (1989), para las Pteridófitas a Baeza *et al* (1998), para bulbosas a Ravenna *et al* (1998) y para cactáceas a Belmonte *et al* (1998) señalando en cada caso la fuente respectiva. Se incluyó la reciente clasificación del estado de conservación de la flora de la región de Atacama (Squeo *et al*, 2008), pero solo para una especie endémica de la región (*Pintoa chilensis*).

2.2. Fauna

2.2.1. Cuenca del Río Copiapó

El estudio de la fauna se orientó a aspectos relacionados a la composición específica de vertebrados (peces de aguas continentales, anfibios, reptiles, aves y mamíferos), caracterización de los hábitat ocupados por la fauna, evaluación del estado de los ecosistemas (sensibilidad ambiental) y en el planteamiento de direcciones futuras respecto a las especies vertebradas asociadas a esta cuenca. En este sentido el levantamiento de información faunística consideró dos directrices principales: generación de un inventario de vertebrados y una posterior valoración ambiental, dentro del marco de la priorización de sitios relevantes para la biodiversidad de los ecosistemas asociados al agua en la cuenca del Río Copiapó.

Se realizó un muestreo longitudinal de la cuenca entre los días 1 al 10 de diciembre de 2008, con el objetivo de evaluar la fauna a diferentes pisos altitudinales (rango entre 200 a los 4300 msnm). Los esfuerzos del muestreo se concentraron fundamentalmente en los ambientes de altura de la cuenca y de la zona intermedia (obviando la zona ocupada por parronales, que representa un área de alta modificación antrópica). A partir de una base cartográfica (sistema de información geográfica, SIG) se procedió a la elección de las áreas de estudio, en las que se realizó un muestreo dirigido fundamentalmente a los ecosistemas asociados al agua (vegas, esteros, ríos). En total se prospectaron 32 puntos de muestreos, los que fueron seleccionados en función de su representatividad (altura, vegetación) y facilidades de acceso. En la Figura 7 se señalan los sitios muestreados para el estudio de la fauna.

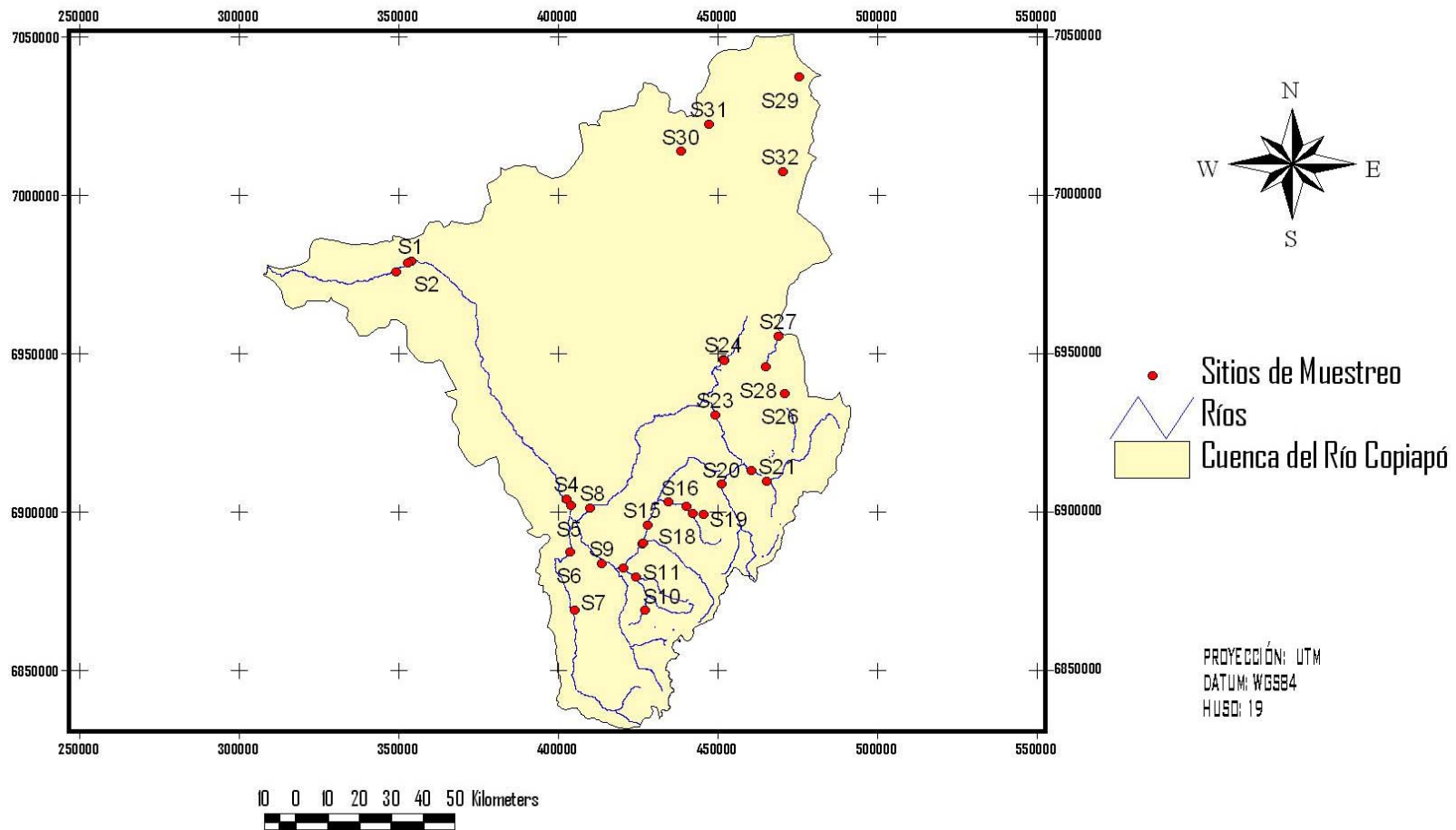


Figura 7. Puntos de muestreo de vertebrados terrestres y peces de aguas continentales en la cuenca del Río Copiapó. El Anexo II contiene las coordenadas y la altitud de cada punto.

2.2.1.1. Inventario

Esta fase tuvo como objetivo generar información respecto a la distribución de vertebrados en el área de estudio. Fundamentalmente se trabajó sobre información recopilada en terreno, con el respectivo apoyo bibliográfico.

2.2.1.1.1. Revisión de antecedentes bibliográficos

Se efectuó una revisión amplia de la bibliografía atinente a vertebrados, entre las fuentes a consultar figuraron para Peces: Arratia (1981), CADE, IDEPE, 2004. Campos, et al. (1998), Duarte et al. (1971), Dyer (2000), Eigenmann (1927), Iriarte et al. (2005), Mann (1954), Pequeño (1995), Ruiz y Marchant (2004), Vila et al. (1999). Anfibios y Reptiles: Cej (1962), Díaz (1984), Donoso-Barros (1966), Donoso-Barros (1970), Lobos et al. (1999), Nuñez (1991), Nuñez y Jaksic (1992), Nuñez et al. (1997), Valencia y Veloso (1981), Veloso y Navarro (1988). Aves: Araya y Millie (1988), Estades (1995), Goodall, et al. (1946, 1951, 1957, 1964), Hellmayr (1932), Johnson (1965, 1967, 1972), Lazo y Silva (1993), Philippi (1964), Rottmann (1995). Mamíferos: Campos (1986), Mann, (1978), Miller y Rottmann (1976), Osgood (1943), Pine et al. (1979), Rau (1982), Tamayo y Frassinetti (1980).

Además se revisaron algunos trabajos en biodiversidad como proyecto Manflas y Montosa (Juan Carlos Torres-Mura & Iván Lazo, com. pers.) y Proyecto de explotación Minera Purén (Consultora Biodiversidad & Desarrollo) y antecedentes propios del trabajo ejecutado por los investigadores en el área de estudio.

2.2.1.1.2. Criterios de categorización de la fauna de vertebrados terrestres con problemas de conservación

Se utilizó como criterio de clasificación de especies con problemas de conservación, la Ley de Caza 19.473. La elección del criterio obedeció a que la actual clasificación de especies de CONAMA aún se encuentra en proceso para algunos taxa.

La Ley de Caza 19.473 reconoce las siguientes categorías:

- B**= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria
- S**= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas
- E**= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales
- P**= En Peligro de Extinción
- V**= Vulnerables
- R**= Raras
- I**= Inadecuadamente conocida

De acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza se entiende por:

En Peligro de extinción (P): Taxa en peligro de extinción y cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de peligro continúan operando.

Vulnerables (V): Taxa de los cuales se cree que pasarán en el futuro cercano a la categoría En Peligro si los factores causales de la amenaza continúan operando.

Raras (R): Taxa cuya población mundial es pequeña, que no se encuentran actualmente En Peligro, ni son Vulnerables, pero que están sujetas a cierto riesgo.

Inadecuadamente Conocida (I): Taxa que se supone pertenece a una de las categorías anteriores, pero respecto de las cuales no se tiene certeza debido a falta de información.

2.2.1.1.3. *Colecta de información en el campo*

Peces

Se realizaron búsquedas de peces en situaciones de ritrón y de potamón ocupando chinguillos (redes) para la captura de individuos, los cuales fueron identificados y posteriormente devueltos. En cada estación de muestreo se prospectó aproximadamente una superficie cercana a los 100 m².

Anfibios

Se realizaron búsquedas activas ("Visual Encounter Survived") durante el día y al anochecer. Especial énfasis se destinó a aquellos ambientes más favorables para esta fauna (arroyos, zonas húmedas, quebradas).

Reptiles

Se prospectaron los ambientes característicos para herpetozoos. En el caso de reptiles se realizaron observaciones directas y capturas con lazos de nudo escurridizo. Los reconocimientos de reptiles se ejecutaron en transectos de 100 x 10 m.

Aves

Fueron observadas mediante el uso de binoculares, junto al registro de sus cantos y nidos. La información fue obtenida a partir del establecimiento de puntos de observación, donde se registrarán las aves presentes en un radio de 50 m durante un período de 5 minutos. En el caso de humedales como lagunas, se aplicó un censo (Bibby *et al.*, 1992).

Mamíferos

En el caso de micromamíferos, fueron prospectados 7 de los 32 puntos de muestreos, los que se señalan en la Tabla 11. En cada punto se instaló un dispositivo con 80 trampas Sherman durante una noche. Cada trampa fue cebada con avena y vainilla.

Tabla 11. Sitios de muestreo de micromamíferos.

SITIOS	COORDENADAS (UTM, WGS 84)		
	Oeste	Norte	ALTURA
Piedra Colgada 1	353894	6979282	265
Río Pulido 1	420438	6882338	2013
Río Cachitos	451259	6908684	3278
Río Figueroa 2, vega	451928	6947724	2904
Caspiche	471030	6937429	4300
Mina Refugio (pancho guanaco)	469050	6955485	3900
Quebrada San Andrés 1	438469	7013830	2398

La estimación de abundancia fue determinada de manera indirecta, mediante la evaluación del índice de éxito de captura:

$$\text{Índice éxito de captura} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de roedores capturados} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ de trampas noche}}$$

Para los macromamíferos se realizó observaciones directas con el apoyo de binoculares e indirecta (por medio del reconocimiento de huellas, heces, madrigueras, entre otros). La riqueza específica (S) para el grupo se expreso como el número de taxa presentes en el área de estudio.

Posteriormente para vertebrados, se realizó un análisis de los patrones distribucionales a nivel de subcuencas, por medio de la comparación de las similitudes ecológicas entre las diferentes localidades que conformaron el gradiente altitudinal, por medio del índice de Horn (basado en las semejanzas entre composiciones específicas de pares de sitios analizados) (Rau et al. 1998). Como criterio para validar los conglomerados que se forman (cluster), se utilizó el criterio arbitrario de un 40 % (cercano al 50 % señalado por Jaksic y Medel, 1990).

2.2.1.2. Valoración Ambiental

Para el desarrollo de este tópico el trabajo fue orientado al uso de información cartográfica (SIG) generada para la región (carta base, usos del territorio, formaciones vegetacionales). Sobre éstas bases cartográficas se realizaron análisis tendientes a la evaluación de la biodiversidad animal, como sustrato para la definición de áreas prioritarias. Para ello, se escogió como primera unidad de análisis a las subcuencas que constituyen la cuenca del Río Copiapó. Cabe señalar que todos los análisis se sustentan en las observaciones registradas en el trabajo de campo, con las restricciones propias de ello (falta de estacionalidad en los análisis, esfuerzo de muestreo o número de días en terreno, pericia en la detección de algunas especies, entre otros). No obstante, está aproximación parece adecuada dada la evidente falta de estudios en la región y a los vicios propios de los análisis sustentados en revisiones bibliográficas. Obviamente estudios específicos posteriores en la cuenca deberían mejorar la calidad de la información y el conocimiento de las comunidades de vertebrados.

Índice de impacto humano

Se utilizó información generada por Sanderson et al (2000), correspondiente a un mapa global de la influencia humana sobre la superficie de la tierra. La generación del índice consideró la densidad poblacional, transformación de la tierra (agricultura, cultivos), poblados y ciudades, accesibilidad (camino) e infraestructura eléctrica. La resolución del análisis de Sanderson et al (2002) fue de 1 km² (para una escala global). El índice de impacto fluctúa entre 0 y 72. Para el presente estudio se acotó el análisis a la Cuenca del Copiapó y la información se sintetizó en tres niveles de impactos (alto, medio y bajo).

La carta generada se considera como un buen indicador en la evaluación de los objetivos ambientales dada la evidente relación entre estado de la biodiversidad y el grado de perturbación antrópica (inverso del grado naturalidad). Nuevamente cabe

consignar que estudios más específicos de la cuenca deberían mejorar la carta de impacto humano, dada la escala de trabajo propuesta por Sanderson y colaboradores.

Riqueza de vertebrados nativos

Se generó una carta en que se representó las riquezas de vertebrados de los puntos de muestreo evaluados, con el objetivo de poder clasificar áreas en función del número de especies nativas presentes.

Especies amenazadas

Se representó cartográficamente la presencia de especies amenazadas en los sitios evaluados, con el objetivo de definir aquellos sitios con mayor riesgo por presencia de especies con problemas de conservación. El criterio de especies amenazadas se basó en la consideración de las especies señaladas con problemas de conservación (En Peligro, Vulnerables, Raras e Inadecuadamente Conocidas) por la Ley de Caza 19.473, este criterio permitió un análisis más general y para evitar subjetividades. La elección del criterio obedeció a que la actual clasificación de especies de CONAMA aún se encuentra en proceso para algunos taxa.

Especies endémicas

Se confeccionó una cartografía con las especies endémicas para la región (sensu estricto especies endémicas para Chile), con el objetivo de ponderar aquellos territorios relevantes por este atributo.

Especies invasoras

Con la información disponible de especies invasoras, se generó una representación de las especies más relevantes para la cuenca analizada. El objetivo de esta carta es identificar a las principales especies del área, pues ellas han sido consideradas como una de las amenazas más importantes para la biodiversidad; en este caso este indicador representa un elemento adverso para la calidad de los territorios evaluados.

2.2.1.3. Integración de información

Carta de sensibilidad de vertebrados

La carta de sensibilidad de vertebrados tiene por objetivo sintetizar los atributos más relevantes de los vertebrados del área de estudio. Para ello se ponderó la riqueza de vertebrados (R), el número de especies endémicas (E) y el número de especies amenazadas (A) para cada uno de los sitios. Cada criterio fue ponderado en tres niveles cualitativos (alto, medio y bajo). La definición de la ponderación de los criterios (alto, medio y bajo) consideró a la totalidad de los valores registrados para todos los puntos de muestreos y su posterior agrupación en tres niveles. A los sitios con nivel

alto se les asignó un valor de 3, a los medios 2 y a los bajo 1. La integración de los tres criterios se realizó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Sensibilidad} = R + E + 2 A$$

El criterio de especies amenazadas fue multiplicado por 2, por considerarse un atributo relevante a la hora de definir objetivos ambientales para la fauna. Finalmente la totalidad de los valores de los sitios fue agrupado en tres niveles de sensibilidad (alto, medio y bajo).

Carta de Impacto de los Usos del Territorio

Correspondió a la carta del índice de impacto humano (Sanderson et al. 2002), pues ella sintetiza diversos factores antrópicos que afectan a los ecosistemas y sus componentes. En esta fase no se consideró la carta de especies invasoras por la evidente correlación entre ellas y factores como la accesibilidad (camino), cambio del uso de la tierra y presencia humana (todos sintetizados en la carta de impacto humano). La información fue sintetizada en tres niveles de impactos (alto, medio y bajo).

Carta de Prioridad Ambiental

La carta de Prioridad Ambiental para vertebrados se generó a partir de una matriz de doble entrada, presentada en la Tabla 12. Cabe señalar que la matriz anterior es solo indicativa, en especial debido a la naturaleza de los datos empleados en este estudio (ver más arriba). Por ello, la evaluación de cada sitio fue revisada y corregida cuando el criterio experto así lo recomendó (se señalaron aquellos casos específicos).

Para cada sitio priorizado se definió objetivos ambientales de protección o restauración de acuerdo a los niveles de impactos registrados en su entorno. Finalmente la información (valoración) de los puntos de muestreo fue extrapolada a polígonos en la cartografía siguiendo criterios de vegetación y altitud.

Tabla 12. Matriz de doble entrada para la definición de Prioridades Ambientales.

Sensibilidad	Impacto de los usos del territorio		
	Alto	Medio	Bajo
Alto	Prioridad Alta	Prioridad Alta	Prioridad Media
Medio	Prioridad Alta	Prioridad Media	Prioridad Baja
Bajo	Prioridad Media	Prioridad Baja	Prioridad Baja

2.2.2. Humedal de la desembocadura del Río Copiapó

2.2.2.1. Unidades de fauna

Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva de estudios de fauna realizados en el área de estudio (Luna-Jorquera y Cortez 2007, Gaymer et al 2008, Squeo et al 2006) y se recopilieron los antecedentes de los distintas taxa de vertebrados presentes en el humedal. Además se realizó una visita a terreno en donde, junto con una imagen satelital y una clasificación vegetacional, se identificaron las principales unidades de fauna desde el punto de vista funcional, es decir aquellas que constituyen hábitats distintos para las especies de vertebrados.

2.2.2.2. Riqueza de especies y Estados de Conservación

Se confeccionaron tablas de riquezas de especies en donde se mencionan los nombres comunes, nombres científicos, estados de conservación para las especies nativas y las unidades de fauna en las cuales se encuentran las especies. Esto último se estableció complementando los antecedentes de terreno con una revisión en la bibliografía de los hábitats que generalmente ocupa cada especie, adecuando éstos a las principales unidades de fauna identificadas.

La revisión bibliográfica que se utilizó en la ubicación de las especies en las distintas unidades de fauna para Reptiles fue: Donoso-Barros (1966), Donoso-Barros (1970), Veloso y Navarro (1988), Mella (2005). Aves: Araya y Millie (1988), Goodall, et al. (1946, 1951, 1957, 1964), Johnson (1965, 1967, 1972), Rottmann (1995), Martínez y González (2004). Mamíferos: Campos (1986), Mann, (1978), Miller y Rottmann (1976), Osgood (1943), Muñoz & Yañez (Eds.) (2000).

Los estados de conservación para las especies nativas fueron los propuestos por IUCN-The World Conservation Union (IUCN, 2006) y la Cartilla de Caza de SAG (2003), indicando, además, el origen exótico de los casos correspondientes. Para los peces se utilizaron los estados de conservación propuestos por Habit *et al.* (2006).

Los estados de conservación de las especies chilenas según la Cartilla de Caza del SAG, en orden descendente de riesgo son:

- P: especie catalogada como en Peligro de Extinción.
- V: especie catalogada en estado de conservación Vulnerable.
- R: especie catalogada como Rara.
- I: especie catalogada como Escasamente o Inadecuadamente Conocida.
- F: especie catalogada como Fuera de Peligro.
- CAC: especie con autorización de caza, con cuotas máximas por jornada, por cazador y según temporada.

Donde, además, se destacan las siguientes características ecológicas:

- B: especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.
- S: especie catalogada con densidades poblacionales reducidas.
- E: especie catalogada como benéfica para la mantención de equilibrio de los ecosistemas naturales.

Los criterios y categorías usadas por la UICN³ para los peces, aves y mamíferos pertenecen a la versión 3.1 del 2001. Estas categorías son:

- EX: Extinto
- EW (EXTINCT IN THE WILD): Extinto en estado salvaje
- CR: En peligro crítico
- EN (ENDANGERED): En peligro
- VU: Vulnerable
- NT (NEAR THREATENED): Amenaza cercana
- LC (LEAST CONCERN): Menor preocupación
- DD: Datos deficientes
- NE: No evaluado

2.2.2.3. Situación geográfica e importancia del humedal para la fauna vertebrada

Se realizó un análisis de la importancia y de la situación geográfica del humedal, en donde se consideró el uso que realizan las distintas especies de vertebrados encontradas en este ecosistema.

2.2.2.4. Análisis bacteriológico de las aguas

Se tomaron muestras de agua en tres puntos del humedal (Tabla 13). Las muestras colectadas de aguas fueron almacenadas en cajas térmicas aislantes y transportadas al laboratorio para los respectivos análisis.

Tabla 13. Coordenadas de las estaciones de muestreo para el análisis bacteriológico

Nombre estación	UTM ESTE	UTM NORTE	Altura (m)
Río en el Puente	310113	6976572	2
Río en la desembocadura	308983	6977377	1
Laguna Grande	308075	6978507	2

Se analizaron tres parámetros (coliformes totales, coliformes fecales y la presencia de *Escherichia coli*) los cuales fueron comparados con la Norma Chilena 1333, para calidad de agua.

2.2.2.5. Estado de Conservación del Humedal

El objetivo de este capítulo fue analizar la información disponible para el humedal (tanto bibliográfica como cartográfica) con el objetivo de poder establecer un análisis temporal de la situación ambiental del humedal o en su defecto señalar los requerimientos necesarios para la generación de información que permita un seguimiento ambiental del mismo.

³ Los reptiles no fueron evaluados por los criterios de UICN ya que la mayoría de las especies que se encontraron aún no se encuentran clasificadas.

2.3. Paisaje Turístico

Para valorar el paisaje con fines turísticos se utilizaron antecedentes bibliográficos y los recopilados en el presente estudio sobre los recursos bióticos (vegetación y fauna) y abióticos (clima, geología, geomorfología, hidrología, paisaje, etc.), así como también sobre elementos de servicios existentes en el lugar (accesos, infraestructura y equipamiento). La información recopilada en esta primera etapa se complementó con observaciones en terreno.

En terreno se definieron los atractivos turísticos de la Cuenca del Río Copiapó, visitando los lugares definidos en la etapa de Valorización de la Flora y la Vegetación. Para ello se utilizará el formato propuesto por Ceballos-Lascuráin (1998), según el cual se realiza una descripción de los recursos visuales globales, considerando los siguientes aspectos:

- Configuración básica del terreno
- Variedad de elementos geomorfológicos
- Variedad de elementos hidrológicos
- Variedad de patrones vegetacionales
- Efectos del uso humano del suelo (grado de intervención antrópica)
- Atractivos culturales

Con los antecedentes recopilados se establecieron tres tipos de atractivos para la cuenca:

Atractivos ecoturísticos focales, que son elementos distintivos del patrimonio natural y cultural que se encuentran en un área determinada. Son aquellos rasgos intrínsecos (exclusivos) de singularidad que mejor caracterizan al área y el motivo fundamental que los turistas tendrán para visitarlo.

Atractivos ecoturísticos complementarios, constituyen motivos de interés adicional y valor agregado para los turistas, contribuyendo a una experiencia turística de mayor riqueza y diversidad al inducir al visitante a que permanezca mayor tiempo en el área. También pueden contribuir a evitar concentraciones excesivas de turistas en un sólo lugar, propiciando el desplazamiento de los visitantes por diversos sitios del área. Tanto los atractivos focales como los complementarios pueden ser de uso actual o potencial, considerando que en ocasiones es necesario realizar algunas labores previas para que ciertos sectores puedan ser visitados de forma óptima y segura por los turistas.

Atractivos ecoturísticos de apoyo constituidos por elementos artificiales como instalaciones y servicios que tienen como objetivo proporcionar al visitante diferentes comodidades y/o satisfacciones. Aquí se incluyen los alojamientos, restaurantes, centros de interpretación, senderos, miradores y otros.

3. RESULTADOS

3.1. *Vegetación*

3.1.1. Cuenca del Río Copiapó

3.1.1.1. Vegetación Zonal

Con el propósito de establecer los atributos de la vegetación o cubierta vegetal existente actualmente en la cuenca del río Copiapó se procedió a efectuar la carta de vegetación del área correspondiente, la cual se presenta en la Figura 8. Las diferentes zonas de vegetación detectadas, que se representan en esta cartografía, se insertan en dos regiones vegetacionales nacionales (Gajardo 1983, 1994): por una parte, la región del desierto, subregión del desierto florido, formaciones del desierto florido de los llanos y del desierto florido de las serranías en los sectores de menor altitud, y por otra, la región de las estepas alto-andinas, subregión de los Andes centrales, formación de la estepa alto-andina de Coquimbo en la porción superior de la cuenca. Un esquema de su distribución altitudinal se representa en la Figura 9.

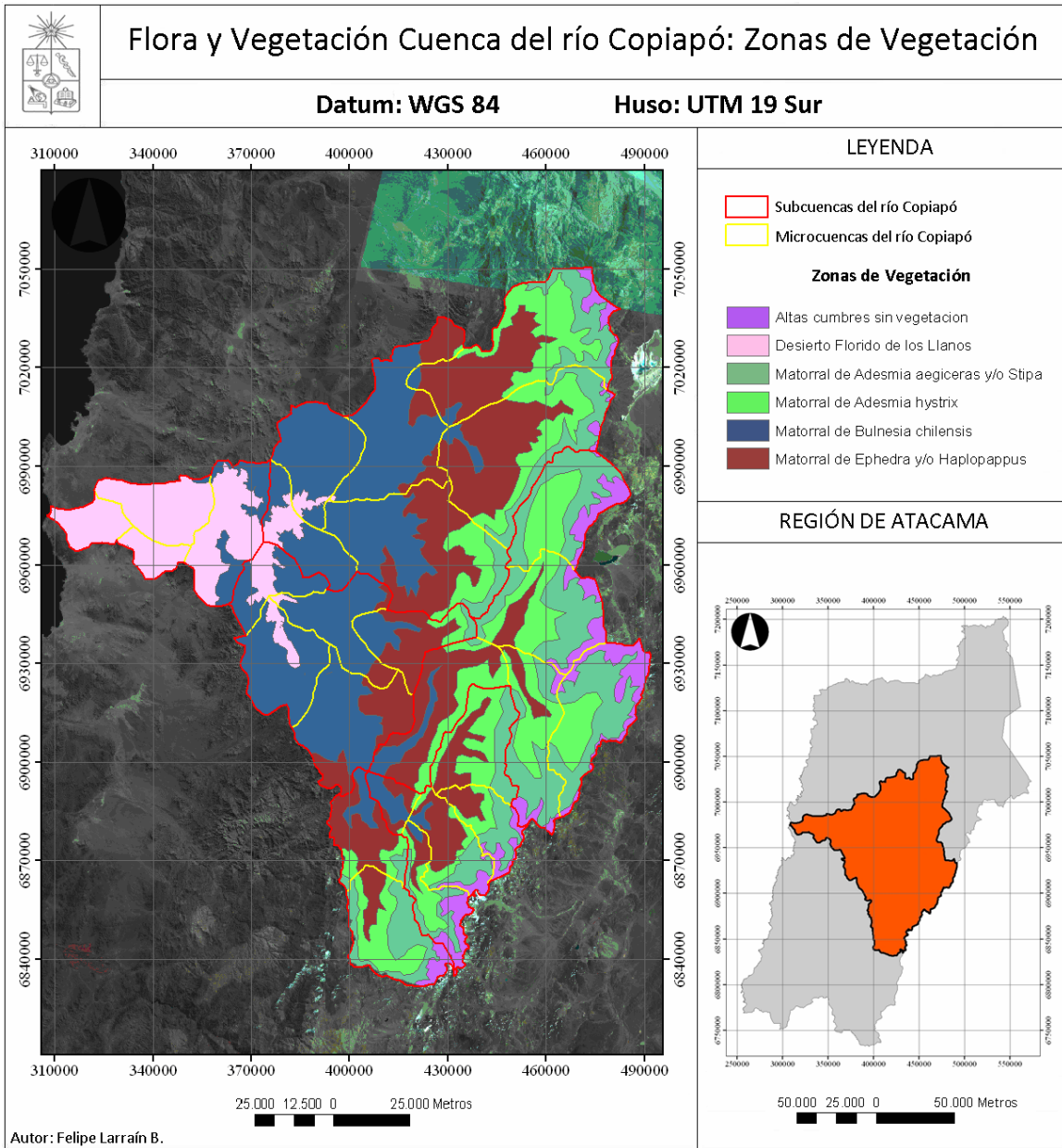


Figura 8. Zonas de vegetación en las subcuencas y microcuencas del sistema hidrográfico del río Copiapó. Diciembre 2008.

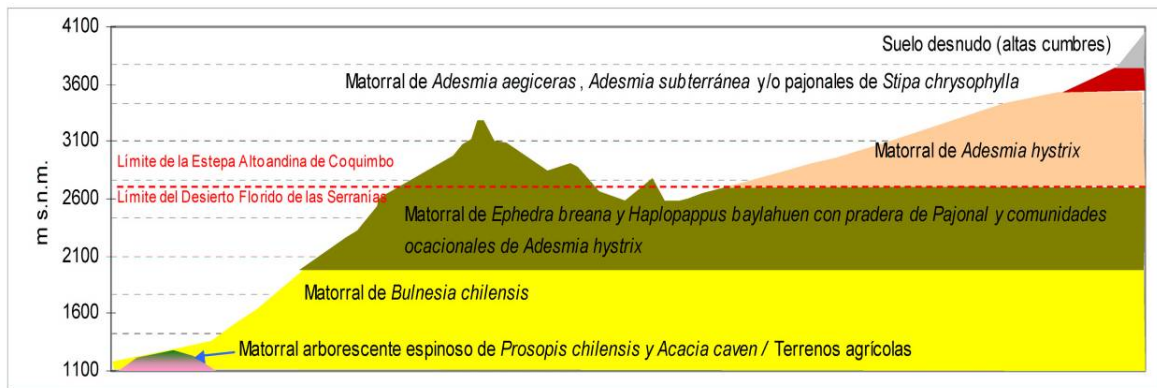


Figura 9. Perfil altitudinal de las comunidades vegetacionales discriminadas en las subcuencas superiores del río Copiapó, Diciembre 2008.

A continuación se entrega una descripción de cada una de las comunidades representadas en esta cartografía según esta regionalización vegetal, principalmente debido a su representatividad ecológica a nivel nacional.

3.1.1.1.1. El desierto florido de los llanos

En la subcuenca inferior del río Copiapó, las laderas y piedemontes, principalmente arenosos se incluyen dentro de esta formación de vegetación, caracterizada por la ausencia casi completa de vegetación perenne, salvo en algunos lugares puntuales, como llanos o terrazas amplias, en donde durante los eventos “El Niño” luego de la ocurrencia de las precipitaciones, se desarrolla un tapiz herbáceo, más o menos denso, que cambia completamente la fisonomía del paisaje, vistiendo de colorido estas extensas áreas normalmente áridas y desoladas.

3.1.1.1.2. Formaciones vegetacionales del río Copiapó en la porción del desierto florido de las serranías

En este ámbito ecológico se discrimino un total de tres tipos de vegetación, con uno de ellos representado por dos fases, con diferencias de composición de las especies dominantes o especies características. Además en esta área se incluye aquellos sectores en donde actualmente se realiza la actividad agropecuaria intensiva, principalmente frutícola, correspondiendo a los terrenos agrícolas. Los tipos vegetacionales discriminados son los siguientes.

3.1.1.1.2.1. Matorral arborescente espinoso de *Prosopis chilensis* (algarrobo) y *Acacia caven* (churqui).

Ubicado en las terrazas aluviales del río Copiapó, esta formación corresponde a un remanente de la vegetación original de estos sistemas, caracterizados por regímenes aluviales en un ambiente marcadamente árido, en los cuales producto de un sustrato más profundo y la existencia de napas subterráneas, es posible el establecimiento y desarrollo de una cubierta arborescente biestratificada, una de ellas

baja (4-8 m) y escasa (5-10%) dominada por *Prosopis chilensis* (algarrobo) y una muy baja (2-4 m) muy clara (10-25 %) de *Acacia caven* (churqui), acompañadas por una estrata de altura y densidad variable, generalmente alta y escasa de *Schinus polygamus* (molle), *Geoffroea decorticans* (chañar) y *Baccharis salicifolia* (daín). En general se encuentra alterada, registrándose una situación puntual en el lecho aluvial sobre el embalse Lautaro hacia el río Manflas en donde este tipo de vegetación se encuentra en relativo buen estado, constituyéndose en uno de los mejores sitios de este tipo de vegetación en la región. Para este tipo vegetacional, dado la mala temporada climática, no se registró su flora componente, además su valor ambiental viene determinado por la presencia de *Prosopis chilensis*, especie clasificada como vulnerable a nivel nacional (Benoit, 1989).

3.1.1.1.2.2. Matorral de Bulnesia chilensis ("retama")

Esta formación vegetacional se caracteriza por la dominancia de una especie arbustiva áfila (la mayor parte de su ciclo de vida, sin hojas), con ramazón verde-grisáceo y que a la fecha se encuentra clasificada en su estado de conservación como una especie Rara a nivel regional (Benoit, 1989). Este tipo vegetacional se ubica en la parte media de la cuenca, asociada principalmente a las laderas, extremadamente áridas y llanos arenosos, con una altura entre 1-2 m y con densidades que varían entre 1-5 y 5-10 % de cubrimiento de la superficie del terreno, siendo frecuente las densidades más altas en las laderas bajas y piedemontes, especialmente en aquellas exposiciones con componentes este y sur.

Puntualmente, esta comunidad aumenta la complejidad de especies dominantes, especialmente al incrementar la altitud, incorporar una segunda estrata arbustiva baja (25-50 cm) muy escasa (1-5%) de *Krameria cistoidea* ("pacul") y/o *Pintoa chilensis*, especies cuyo estado de conservación está clasificado como vulnerable a nivel nacional, conformando una formación vegetacional singular. En sectores rocosos aparecen agrupaciones con *Proustia ilicifolia* ("olivillo") especialmente en esta posición ecológica.

La flora asociada a esta formación está constituida principalmente por especies características del desierto florido de las serranías, con algunos aportes de mayor altitud además de especies propias de ambientes azonales como los fondos de valles, en donde producto de una mejor condición edáfica y aportes hídricos más o menos permanentes y de mayor monto que el entorno permite el establecimiento y desarrollo de algunas de ellas. Las especies detectadas se listan en la Tabla 14.

Resulta destacable la baja participación de especies herbáceas anuales y perennes efímeras. Además, en este ambiente se emplaza el área agrícola, dedicada a la fruticultura, en la cual, además, se emplaza la mayor parte de la infraestructura histórica y actual, y en donde la flora responde a un patrón de intervenciones que ha posibilitado el establecimiento de especies, tradicionalmente consideradas como malezas y cuyo origen es normalmente exótico a los ecosistemas nacionales. Las especies detectadas en estos ambientes se presentan en la Tabla 15. En sitios de alta humedad es posible encontrar otras especies tales como las que contiene la Tabla 16.

Tabla 14. Especies detectadas en el matorral de *Bulnesia chilensis*. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
<i>Adesmia argyrophylla</i>	varilla	Arbusto
<i>Adesmia bracteata</i> (IC)	arvejilla	Hierba perenne
<i>Adesmia aphylla</i>	panza de burro	Arbusto
<i>Adesmia</i> sp. (Papposae)	lentejilla	Hierba perenne
<i>Argyria potentillaefolia</i>		Hierba perenne
<i>Atriplex deserticola</i>	cachiyuyo	Arbusto
<i>Atriplex imbricata</i>	cachiyuyo chico	Arbusto
<i>Baccharis salicifolia</i>	Daín	Arbusto
<i>Bulnesia chilensis</i>	retama	Arbusto
<i>Chorizanthe comissuralis</i>	dichilla	Hierba anual
<i>Cruckshancksia hymenodon</i>	rosita de cordillera	Hierba perenne
<i>Cynanchum viride</i>		Sub arbusto
<i>Dinemandra glaberrima</i>		Sub arbusto
<i>Ephedra breana</i>	pingo pingo	Arbusto
<i>Eriogyne spinibarbis</i>	sandillón	Suculenta
<i>Euphorbia collina</i>	pichoa	Hierba perenne
<i>Gymnophyton flexuosum</i>	bío bío	Arbusto
<i>Haplopappus baylahuen</i>	baylahuén	Arbusto
<i>Heliotropium chenopodiaceum</i>		Arbusto
<i>Krameria cistoidea</i>	pacul	Arbusto
<i>Lycium minutifolium</i>	carpiche	Arbusto
<i>Malesherbia multiflora</i>		Hierba anual
<i>Malesherbia rugosa</i>		Sub arbusto
<i>Nolana leptophylla</i>	suspiro	Sub arbusto
<i>Maihueniopsis</i> (=Opuntia) <i>glomerata</i>	tunilla	Suculenta
<i>Phacelia cumingii</i>	cuncuna	Hierba anual
<i>Pleurophora pungens</i>	pico de gallina	Sub arbusto
<i>Polyachyrus carduoides</i>	borlón de alforja	Sub arbusto
<i>Prosopis chilensis</i>	algarrobo	Árbol
<i>Proustia ilicifolia</i>	olivillo	Arbusto
<i>Schinus polygamus</i>	molle	Arbusto
<i>Senecio johnstonianus</i>	Pata de pajarito	Arbusto
<i>Senna urmenetae</i>	alcaparra	Arbusto
<i>Stipa speciosa</i>	pajonal	Hierba perenne
<i>Stipa tortuosa</i>	nudillo	Hierba perenne
<i>Tessaria</i> (=Pluchea) <i>absinthioides</i>	Brea	Hierba perenne

Tabla 15. Especies presentes en el área agrícola correspondiente al ambiente del matorral de *Bulnesia chilensis*. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
<i>Acacia caven</i>	Churqui	Árbol
<i>Adesmia kingii</i>		Arbusto
<i>Atriplex deserticola</i>	Cachiyuyo	Arbusto
<i>Baccharis salicifolia</i>	Dain	Arbusto
<i>Bassia hisopifolia</i>		Hierba perenne
<i>Buddleja suaveolens</i>	Acerillo	Arbusto
<i>Bulnesia chilensis</i>	Retama	Arbusto
<i>Calandrinia calycina</i>	Renilla	Hierba anual
<i>Chenopodium murale</i>	Quinhuilla	Hierba anual
<i>Conyza bonariensis</i>		Hierba bienal
<i>Cristaria cyanea</i>	Malvilla	Hierba anual
<i>Cryptantha</i> sp.	Ortiguilla	Hierba anual
<i>Dinemagonum gayanum</i>		Arbusto
<i>Equisetum giganteum</i>	Limpia plata, Canutillo	Hierba perenne
<i>Escallonia angustifolia</i> var. <i>coquimbensis</i>	Berraco	Arbusto
<i>Geoffroea decorticans</i>	Chañar	Árbol
<i>Hirshfeldia incana</i>	Mostacilla	Hierba anual
<i>Hoffmannseggia glauca</i>		Hierba perenne
<i>Mentha citrata</i>	Hierba buena	Hierba perenne
<i>Mentha spicata</i>	Menta	Hierba perenne
<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	Mollaca	Arbusto
<i>Perytile emoryi</i>	Manzanilla	Hierba anual
<i>Phrodus microphyllus</i>		Arbusto
<i>Phyla reptans</i>		Hierba perenne
<i>Pluchea absinthioides</i>	Brea	Hierba perenne
<i>Polypogon linearis</i>		Hierba perenne
<i>Proustia ilicifolia</i>	Olivillo	Arbusto
<i>Pyrrhocactus vallenarensis</i>	Quisquito	Suculenta
<i>Salix humboltiana</i>	Sauce amargo	Árbol
<i>Schinus molle</i>	Pimiento	Árbol
<i>Schinus polygamus</i>	Molle	Arbusto
<i>Solanum eleagnifolium</i>	Jaboncillo, Tomatillo	Hierba perenne
<i>Solanum phyllanthum</i>	Tomatillo	Hierba perenne
<i>Tessaria (=Pluchea) absinthioides</i>	brea	Hierba perenne
<i>Verbena bonariensis</i>		Hierba bienal

Tabla 16. Especies presentes en sectores húmedos en el área agrícola correspondiente al ambiente del matorral de *Bulnesia chilensis*. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
<i>Agalinis linaroides</i>		Hierba perenne
<i>Cardamine officinalis</i>	Berro	Hierba perenne
<i>Cortaderia atacamensis</i>	Cortadera, cola de zorro	Hierba perenne
<i>Spilanthus leiocarpa</i>		
<i>Ludwigia peploides</i>		Hierba perenne
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Chepica	Hierba perenne
<i>Scirpus asper</i>	Estoquillo	Hierba perenne
<i>Typha angustifolia</i>	Totora	Hierba perenne
<i>Verónica anagallis-aquatica</i>	Verónica	Hierba perenne

3.1.1.1.2.3. Matorral de *Ephedra breana* (“pingo-pingo”) y/o *Haplopappus baylahuen* (“baylahuén”)

Esta formación se ubica, altitudinalmente, por sobre el matorral de *Bulnesia chilensis*, conformando una faja o piso vegetacional, que determina el límite superior de lo que se conoce como el desierto florido de los llanos, es decir una comunidad en donde ocasionalmente participan especies vegetales efímeras, cambiando el aspecto normal de la formación vegetacional. Aquí, producto de variaciones en la profundidad de los suelos, texturas más o menos arenosas y variantes térmicas (principalmente por exposición) es posible diferenciar fases en las cuales, además de las especies características, se incorporan como dominantes puntuales, *Stipa speciosa* y *Stipa atacamensis* (“Pajonales”) y *Adesmia hystrix* (“Varilla brava”), constituyendo, esta última, transiciones hacia las formaciones características de la región vegetacional típica de las mayores altitudes en esta área.

En esta formación destaca la presencia más o menos regular de una matriz muy escasa de individuos áfilos de *Ephedra breana*, conocida comúnmente como pingo o pingo-pingo, a la cual se le atribuyen propiedades medicinales, con un color gris oscuro y una altura que va entre los 1-2 m, en una matriz de mayor densidad, la cual al momento de la visita a terreno, de color castaño-dorado claro, y que en periodos climáticamente favorables es de color verde claro brillante con tonos amarillentos por la floración de la segunda especie característica que conforma esta matriz, *Haplopappus baylahuén*, el “baylahuén” especie a la que también se le atribuyen propiedades medicinales. Las especies detectadas en esta formación vegetacional se muestran en la Tabla 17.

Al igual que para el caso anterior, en sectores puntuales, sin que lleguen a conformar comunidades azonales, es posible encontrar especies dispersas en condiciones particulares de fondos de valle y pequeños afloramientos hídricos, destacando las enumeradas en la Tabla 18.

Tabla 17. Especies detectadas en el matorral de *Ephedra breana* y/o *Haplopappus baylahuen*. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
<i>Adesmia aphylla</i>		Sub arbusto
<i>Adesmia hystrix</i>	Varilla brava	Arbusto
<i>Adesmia</i> sp.	Panza de burro	Arbusto
<i>Argylia</i> sp.		Hierba perenne
<i>Astragalus</i> sp.	Yerba loca	Hierba anual
<i>Baccharis salicifolia</i>	Daín	Arbusto
<i>Calandrinia salsoloides</i>	Aguanosa	Sub arbusto
<i>Calandrinia sericea</i>		Hierba perenne
<i>Centaurea cachinalensis</i>	Flor del minero	Sub arbusto
<i>Chaetanthera glabrata</i>	Chinita	Hierba anual
<i>Chaetanthera linearis</i>	Chinita	Hierba anual
<i>Chaetanthera lanata</i>	Chinita	Hierba perenne
<i>Cristaria andicola</i>	Malvilla	Hierba perenne
<i>Cryptantha</i> sp.	Ortiguilla	Hierba anual
<i>Ephedra breana</i>	Pingo pingo	Arbusto
<i>Eriosyce spinibarbis</i>	Sandillón	Suculenta
<i>Euphorbia collina</i>	Pichoa	Hierba perenne
<i>Haplopappus baylahuen</i>	Baylahuén	Arbusto
<i>Gilia laciniata</i>		Hierba anual
<i>Lupinus microcarpus</i>	Hierba del traro	Hierba anual
<i>Malesherbia lirana</i>		Hierba perenne
<i>Maihueniopsis (=Opuntia) glomerata</i>	Tunilla	Suculenta
<i>Oxalis</i> sp. (anual)	Vinagrillo	Hierba anual
<i>Oxytheca dendroidea</i>		Hierba anual
<i>Pachylaena rosea</i>	Mano de león	Hierba perenne
<i>Phacelia cumingii</i>	Cuncuna	Hierba anual
<i>Schizanthus integrifolius</i>	Pajarito	Hierba anual
<i>Schizopetalon rupestre</i>		Hierba anual
<i>Senecio proteus</i>		Arbusto
<i>Senecio johnstonianus</i>	Pata de pajarito	Arbusto
<i>Senna urmenetae</i>	Alcaparra	Arbusto
<i>Spergularia</i> sp.		Hierba perenne
<i>Stipa atacamensis</i>	Pajonal	Hierba perenne
<i>Stipa pogonathera</i>		Hierba perenne
<i>Stipa speciosa</i>	Pajonal	Hierba perenne
<i>Viviania marifolia</i>	Oreganillo	Arbusto

Tabla 18. Especies detectadas en ambiental azonales hídricos en el matorral de *Ephedra breana* y/o *Haplopappus baylahuen*. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
<i>Cardamine officinalis</i>	Berro	Hierba perenne
<i>Cortaderia atacamensis</i>	Cortadera, cola de zorro	Hierba perenne
<i>Escallonia angustifolia</i> var. <i>coquimbensis</i>	Berraco	Arbusto
<i>Pluchea absinthioides</i>	Brea	Hierba perenne
<i>Schinus polygamus</i>	Molle	Arbusto
<i>Tessaria (=Pluchea) absinthioides</i>	brea	Hierba perenne

3.1.1.1.3. Formaciones vegetacionales del río Copiapó en la porción de la Estepa Alto Andina de Coquimbo.

3.1.1.1.3.1. Matorral de *Adesmia hystrix* (“Varilla brava”)

Esta formación, típica de la región de las estepas alto andinas, se inicia como tal alrededor de los 3.500 a 3800 m de altitud y se caracteriza por la presencia casi exclusiva de una cubierta arbustiva alta (1-2 m) de la especie *Adesmia hystrix*, leguminosa espinosa denominada localmente como “varilla” o “varilla brava”. Debido a la mayor rigurosidad ambiental, principalmente térmica, esta comunidad se presenta con menor diversidad de estratas, aún cuando debido al mejor balance hídrico el desarrollo de esta vegetación es mayor que en las formaciones de menor altitud.

En el área, es posible diferenciar dos fases de esta formación, por la densidad que alcanza la especie característica, principalmente debido a diferencias de balance hídrico, especialmente en el menor rango altitudinal. Estas diferencias se expresan en sendas formaciones vegetacionales discriminadas según la densidad de *Adesmia hystrix* sea mayor o no al 50 del cubrimiento de la superficie. Para efectos prácticos ambas fases son similares biológica y ambientalmente. En la Tabla 19 se presentan las especies detectadas en esta comunidad:

Aquí se aprecia que la diversidad florística de esta comunidad no es tan alta como en aquellas de menor altitud, especialmente por la mayor homogeneidad ambiental, producto de una gran rigurosidad climática, principalmente térmica, la cual limita el desarrollo de las especies propias de los ambientes desérticos restringiendo su incorporación en esta zona ecológica.

Tabla 19. Especies detectadas en el matorral de *Adesmia hystrix*. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
<i>Adesmia aegiceras</i>	Espina de Cuerno	Arbusto
<i>Adesmia hystrix</i>	Varilla brava	Arbusto
<i>Alstroemeria andina</i> ssp <i>andina</i>	Lirio	Hierba perenne
<i>Azorella cryptantha</i>	Llaretilla	Sub arbusto
<i>Azorella madreporica</i>	Llaretá	Arbusto
<i>Bromus setifolius</i>		Hierba perenne
<i>Cajophora coronata</i>	Ortiga caballuna	Hierba perenne
<i>Calandrinia picta</i>		Hierba perenne
<i>Calceolaria pinifolia</i>	Capachito	Arbusto
<i>Chaetanthera lanata</i>	Chinita	Hierba perenne
<i>Cristaria andicola</i>	Malvilla	Hierba perenne
<i>Descurainia</i> sp.		Hierba anual
<i>Doniophyton patagonicum</i>		Hierba anual
<i>Gilia crasifolia</i>		Hierba anual
<i>Jaborosa caulescens</i> var. <i>bipinnatifida</i>		Hierba perenne
<i>Junellia uniflora</i>		Arbusto
<i>Malesherbia lactea</i>		Hierba perenne
<i>Malesherbia lirana</i> var. <i>bracteata</i>		Hierba perenne
<i>Pachylaena rosea</i>	Mano de león	Hierba perenne
<i>Phacelia cumingii</i>	Cuncuna	Hierba anual
<i>Senecio</i> sp.		Arbusto
<i>Stipa atacamensis</i>	Pajonal	Hierba perenne
<i>Stipa chrysophylla</i>	Pajonal	Hierba perenne
<i>Pylostiles berteroi</i>		Parásita
<i>Trachonaetes laciniata</i>		Hierba perenne
<i>Viviania marifolia</i>	Oreganillo	Arbusto

3.1.1.1.3.2. Matorral de altura de Adesmia aegiceras (Espina de cuerno), Adesmia subterránea (Cuerno) y/o pajonales de Stipa chrysophylla.

Por sobre el matorral de *Adesmia hystrix*, y debido a mayores restricciones térmicas y edáficas, cambia la dominancia de estas comunidades vegetales y con ella la altura de vegetación disminuye a menos de 50 cm, siendo características las especies *Adesmia aegiceras* (espina de cuerno) arbusto bajo (25-50 cm) fuertemente espinoso y *Adesmia subterránea* (cuerno), arbusto en "placa", que semeja céspedes verdosos, con fuertes espinas ocultas por el follaje breve y denso, con la presencia ocasional de una estrata herbácea en ocasiones bastante densa de *Stipa chrysophylla* (pajonal).

Estas formaciones ubicadas preferencialmente en la parte alta de la cuenca del río Copiapó, presentan una diversidad florística caracterizada por la presencia de especies poco notorias, de escaso desarrollo. Las especies acompañantes detectadas se presentan en la Tabla 20.

Tabla 20. Especies detectadas en el matorral de altura. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
<i>Adesmia aegiceras</i>	Espina de Cuerno	Arbusto
<i>Adesmia hystrix</i>	Varilla brava	Arbusto
<i>Adesmia subterranea</i>	Cuerno	Arbusto
<i>Alstroemeria andina</i> ssp. <i>andina</i>	Lirio	Hierba perenne
<i>Azorella cryptantha</i>	Llaretilla	Sub arbusto
<i>Azorella madreporica</i>	Llaretita	Arbusto
<i>Calandrinia picta</i>		Hierba perenne
<i>Calceolaria pinifolia</i>	Capachito	Arbusto
<i>Chaetanthera lanata</i>	Chinita	Hierba perenne
<i>Chaetanthera minuta</i>	Flor de la puna	Hierba anual
<i>Chaetanthera acerosa</i>	Flor de la puna	Hierba perenne
<i>Cristaria andicola</i>	Malvilla	Hierba perenne
<i>Doniophyton patagonicum</i>		Hierba anual
<i>Gayophytum micranthum</i>		Hierba anual
<i>Jaborosa caulescens</i> var. <i>bipinnatifida</i>		Hierba perenne
<i>Kurtzamra pulchella</i>	Poleo de cordillera	Hierba perenne
<i>Leucheria polyclados</i>		Hierba perenne
<i>Malesherbia lactea</i>		Hierba perenne
<i>Malesherbia lirana</i> var. <i>bracteata</i>		Hierba perenne
<i>Menonvillea cuneata</i>		Hierba perenne
<i>Nastanthus caespitosus</i>	Repollo de cordillera	Hierba anual
<i>Oreopolus glacialis</i>	Rosita	Hierba perenne
<i>Perezia atacamensis</i>	Marancel	Hierba perenne
<i>Phacelia cumingii</i>	Cuncuna	Hierba anual
<i>Senecio</i> sp.		Arbusto
<i>Stipa chrysophylla</i>	Pajonal	Hierba perenne
<i>Trachonaetes laciniata</i>		Hierba perenne

3.1.1.1.3.3. Zonas desnudadas o desierto de altura

En sectores por sobre los 4000 m de altitud, o en sectores de un poco menor altitud expuestos a vientos dominantes o con sustratos fuertemente rocosos, la vegetación desaparece como un manto continuo, registrándose la presencia de flora en manchones de escasa extensión o bien en pequeños sectores protegidos, en donde es posible encontrar individuos escasos y de pequeño tamaño, muchos de los cuales pasan desapercibidos debido a que se mimetizan con el entorno y solo cuando florecen pueden ser descubiertos por un observador común (Tabla 21).

Tabla 21. Especies detectadas en el desierto de altura. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
<i>Adesmia aegiceras</i>	Espina de Cuerno	Arbusto
<i>Adesmia echinus</i>	Espina de Cuerno	Arbusto
<i>Adesmia subterranea</i>	Cuerno	Arbusto
<i>Alstroemeria andina</i> ssp. <i>andina</i>	Lirio	Hierba perenne
<i>Azorella cryptantha</i>	Llaretilla	Sub arbusto
<i>Azorella madreporica</i>	Llaretita	Arbusto
<i>Chaetanthera acerosa</i>	Flor de la puna	Hierba perenne
<i>Chaetanthera minuta</i>	Flor de la puna	Hierba anual
<i>Chaetanthera pulvinata</i>	Flor de la puna	Hierba perenne
<i>Chaetanthera</i> sp.	Flor de la puna	Hierba perenne
<i>Chaetanthera sphaeroidalis</i>	Flor de la puna	Hierba perenne
<i>Cristaria andicola</i>	Malvilla	Hierba perenne
<i>Gayophytum micranthum</i>		Hierba anual
<i>Hypochoeris acaulis</i>		Hierba perenne
<i>Malesherbia lactea</i>		Hierba perenne
<i>Menonvillea cuneata</i>		Hierba perenne
<i>Nastanthus caespitosus.</i>	Repollo de cordillera	Hierba anual
<i>Oreopolus glacialis</i>	Rosita	Hierba perenne
<i>Senecio volckmannii</i>		Arbusto
<i>Senecio oreophyton</i>	Chachacoma	Arbusto
<i>Stipa chrysophylla</i>	Pajonal	Hierba perenne
<i>Kurtzamrra pulchella</i>	Poleo de cordillera	Hierba perenne
<i>Adesmia spuma</i>		Hierba perenne
<i>Lenzia chamaeipyttis</i>		Hierba perenne
<i>Nototriche holosericea</i>		Hierba perenne

Este ambiente vegetal, en donde no se aprecia una cubierta continua, si no más bien aparece como un desierto, corresponde a una de las comunidades con menor información y en donde es posible encontrar especies, generalmente raras y muy escasas, particularmente por lo breve de la estación de crecimiento y la rigurosidad ambiental, características que hacen que sea poco estudiada.

3.1.1.2. Vegetación azonal

Este tipo vegetal corresponde a aquellas comunidades o formaciones cuyas características estructurales y de composición florística responden a condiciones ambientales particulares y excepcionales para el área o sector ecológico en la cual se emplazan. Así, en un ambiente extremadamente árido, el aporte hídrico abundante y más o menos constante determina la existencia de agrupaciones vegetacionales herbáceas densas y con más altas tasas de crecimiento que el entorno directo, las cuales reciben la denominación genérica de vegas.

Estas vegas, en la cuenca del río Copaipó, son bastante frecuentes y de relativa extensión, especialmente en los sectores altos de ella y dado que existen diferencias entre ellas en función de la altitud, para los efectos de esta caracterización se incluyen en dos categorías. No obstante, hacia las partes bajas de la cuenca y relacionada a los cursos de agua permanentes, destaca una asociación vegetal particular que, para

efectos descriptivos, aquí se denomina como vega-matorrales hídricos, cuyos atributos de estructura y composición resultan muy particulares y por ellos se discriminan de las vegas. La cartografía de la vegetación azonal presente en el área, se entrega en la Figura 10.

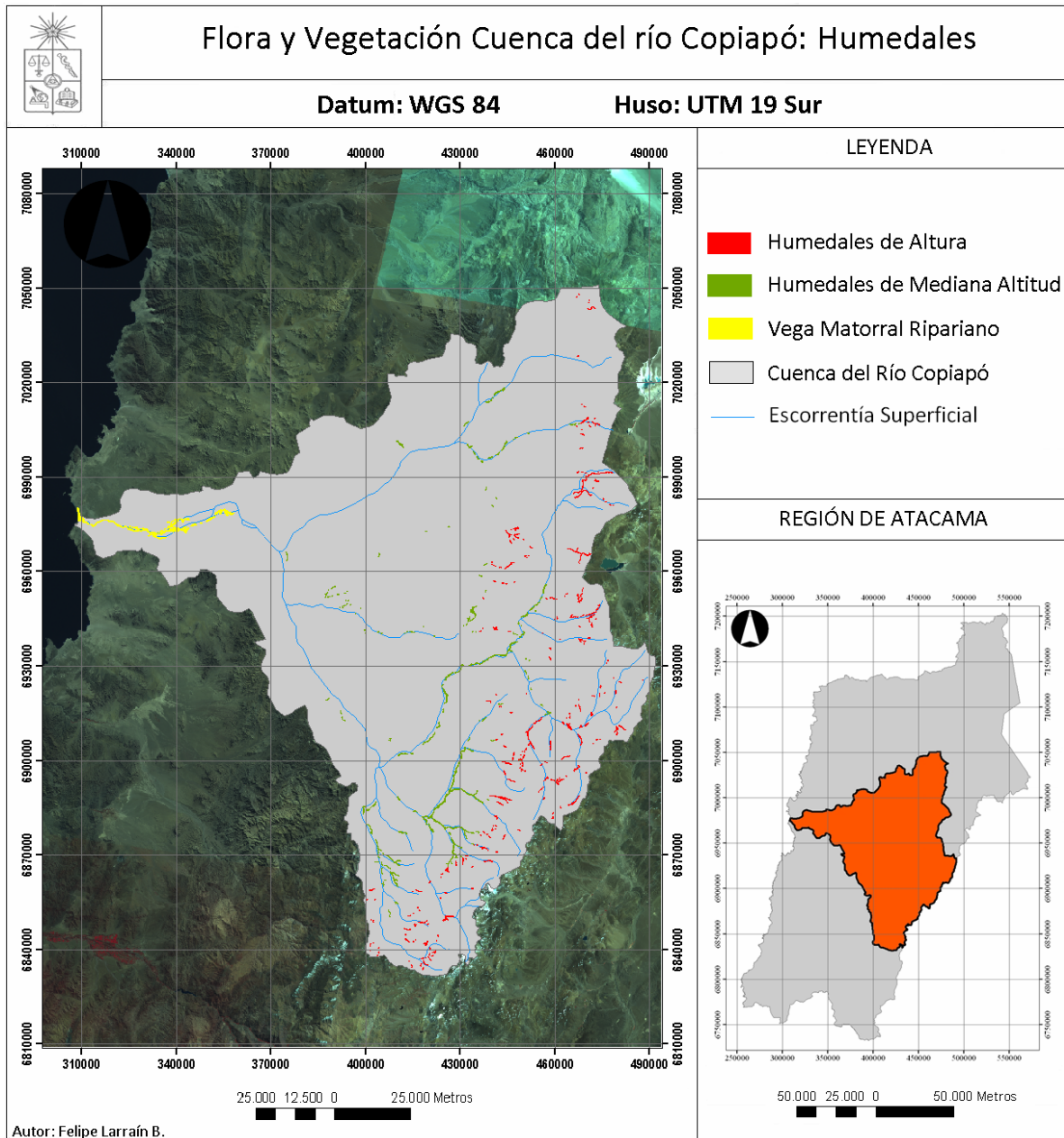


Figura 10. Vegetación azonal presente en la cuenca del río Copiapó

3.1.1.2.1. Humedales de mediana altitud. Vegas (Formaciones herbáceas húmedas densas)

Estas comunidades, cuya distribución geográfica es discreta y que se encuentran asociadas a afloramientos y cursos hídricos de carácter permanente, se encuentran ampliamente distribuidas en las subcuencas superiores del río Copaipó, especialmente por sobre los 2600-2650 m de altitud. Su principal característica es la existencia de una cubierta herbácea densa (75-90 % de cubrimiento) y una altura que dependiendo de las especies dominantes y la presión de uso, varía entre 5 a 25 cm. Las especies dominantes características corresponden a *Juncus balticus* (junquillo) y *Hordeum pubiflorum* (cebadilla) en aquellas vegas de menor altitud (3000-3250 m),

Estas formaciones como ya se mencionó, responden a condiciones particulares de humedad edáfica, y por ende su composición específica también resulta particular, registrando especies que no se encuentran en la vegetación del entorno más árido. Las especies registradas para este tipo de comunidades son las listadas en la Tabla 22.

Además de estas especies en sectores aledaños y/o de menor tenor hídrico, se desarrollan manchones de arbustos que interrumpen la homogeneidad de estas comunidades herbáceas, normalmente con la dominancia de una de las especies mencionadas en la Tabla 23.

Tabla 22. Especies detectadas en las vegas. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
<i>Acaena magellanica</i>	Pimpinela	Hierba perenne
<i>Apium andino</i>	Apio de cordillera	Hierba perenne
<i>Anagallis alternifolia</i>		Hierba perenne
<i>Astragalus</i> sp.	Hierba loca	Hierba perenne
<i>Bromus</i> sp.		Hierba perenne
<i>Calceolaria</i> sp.	Capachito	Hierba perenne
<i>Cardamine officinalis</i>	Berro	Hierba perenne
<i>Convolvulus arvensis</i>	Correhuela	Hierba perenne
<i>Eleocharis albibractea</i>		Hierba perenne
<i>Festuca</i> sp.	Pajonal	Hierba perenne
<i>Gnaphalium</i> sp.		Hierba perenne
<i>Hirshfeldia incana</i>	Mostacilla	Hierba anual
<i>Hordeum pubiflorum</i>	Cebadilla	Hierba perenne
<i>Juncus balticus</i>	Junquillo	Hierba perenne
<i>Juncus scheucherioides</i>		Hierba perenne
<i>Medicago lupulina</i>	Lupulina	Hierba anual
<i>Melilotus indica</i>	Trebillo	Hierba anual
<i>Mentha spicata</i>	Menta	Hierba perenne
<i>Mimulus luteus</i>	Placa	Hierba perenne
<i>Mimulus parviflorus</i>	Placa	Hierba perenne
<i>Muehlenbergia asperifolia</i>		Hierba perenne
<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Hierba del pato	Hierba perenne
<i>Nicotiana acuminata</i>	Tabaco cimarrón	Hierba anual
<i>Parentucellia viscosa</i>		Hierba perenne
<i>Plantago australis</i>		Hierba perenne
<i>Poa pratensis</i>	Piojillo	Hierba perenne
<i>Polypogon linearis</i>	Cola de ratón	Hierba anual
<i>Ranunculus cymbalaria</i>	Botón de oro	Hierba perenne
<i>Scirpus californicus</i>	Estoquillo	Hierba perenne
<i>Scirpus</i> sp.		Hierba perenne
<i>Sisyrinchium</i> sp.		Hierba perenne
<i>Sonchus</i> sp.	Ñilhue	Hierba anual
<i>Urtica mollis</i>	Ortiga	Hierba perenne
<i>Verónica anagallis-aquatica</i>	Verónica	Hierba perenne

Tabla 23. Especies detectadas en los sectores de matorrales aledaños a las vegas. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
<i>Baccharis salicifolia</i>	Daín	Arbusto
<i>Buddleja suaveolens</i>	Acerillo	Arbusto
<i>Cortaderia cubata</i>	Cortadera, Cola de zorro	Hierba perenne
<i>Escallonia angustifolia</i> var. <i>Coquimbensis</i>	Berraco	Arbusto
<i>Fabiana imbricada</i>	Tola	Arbusto
<i>Schinus polygamus</i>	Molle	Arbusto
<i>Stipa pogonathera</i>	Pajonal	Hierba perenne
<i>Tessaria absinthioides</i>	Brea	Hierba perenne

3.1.1.2.2. Humedales de altura

Estos sistemas azonales, similares a las vegas, se diferencian por las especies dominantes de estos cuadros de vegetación herbácea, en donde destacan *Carex gayana*, *Deyeuxia velutina*, *Deschampsia caespitosa*, y *Patosia clandestina* ("Vega en champa"), entre otras; en aquellos que se desarrollan a mayores altitudes, incluso en aquellas por sobre los 4000 m es posible encontrar *Oxychloe aff. andina*, especie característica de los bofedales de la zona norte del país. En estos sistemas de mayor altitud, especialmente por sobre los 3000 m la composición florística resulta particular, siendo habituales las especies de la Tabla 24.

Estos sistemas, dependiendo de la altitud a la que se ubiquen, la exposición y su disposición en la cuenca serán más o menos diversos, y según su grado de utilización se presentarán con mayor o menor grado de desarrollo, generalmente aquellos que se ubican en áreas con mayor tránsito se presentan con un mayor crecimiento acumulado, producto seguramente de una menor presión de pastoreo por parte de la fauna herbívora silvestre.

Tabla 24. Especies detectadas en los humedales de altura. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
<i>Acaena magellanica</i>	Pimpinela	Hierba perenne
<i>Anagallis alternifolia</i>		Hierba perenne
<i>Arenaria serpens</i>		Hierba perenne
<i>Bromus sp.</i>		Hierba perenne
<i>Calceolaria filicaulis.</i>	Capachito	Hierba perenne
<i>Cardamine officinalis</i>	Berro	Hierba perenne
<i>Carex gayana</i>	Pasto de vega	Hierba perenne
<i>Carex sp.</i>		Hierba perenne
<i>Deschampsia caespitosa</i>		Hierba perenne
<i>Deyeuxia velutina</i>	Pajonal	Hierba perenne
<i>Eleocharis albibracteata</i>		Hierba perenne
<i>Festuca sp.</i>	Pajonal	Hierba perenne
<i>Gentiana prostrata</i>		Hierba anual
<i>Gentianella coquimbensis</i>		Hierba perenne
<i>Hordeum pubiflorum</i>	Cebadilla	Hierba perenne
<i>Juncus balticus</i>	Junquillo	Hierba perenne
<i>Juncus scheucherioides</i>		Hierba perenne
<i>Mimulus depresus</i>	Placa	Hierba perenne
<i>Mimulus parviflorus</i>	Placa	Hierba perenne
<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Hierba del pato	Hierba perenne
<i>Oxychloe andina</i>		Hierba perenne
<i>Patosia clandestina</i>	Vega en champa	Hierba perenne
<i>Poa pratensis</i>	Piojillo	Hierba perenne
<i>Polypogon linearis</i>	Cola de ratón	Hierba anual
<i>Potamogeton strictus</i>	Hierba del pato	Hierba perenne
<i>Pratia repens</i>		Hierba perenne
<i>Puccinellia sp.</i>		Hierba perenne
<i>Ranunculus cymbalaria</i>	Botón de oro	Hierba perenne
<i>Scirpus acaulis</i>		Hierba perenne
<i>Verónica anagallis-aquatica</i>	Verónica	Hierba perenne
<i>Werneria pygmaea</i>		Hierba perenne

3.1.1.2.3. Vega Matorral ripariano. Matorrales hídricos (Formaciones arbustivas densas de cursos de agua).

Asociados a los cursos de agua, más o menos permanentes, de las porciones más bajas de la cuenca, habitualmente bajo los 2600 m de altitud, se desarrollan comunidades arbustivas altas y muy altas (de más de 1 m de altura), generalmente con altas densidades, sobre 50 % de cubrimiento, con un estrato herbáceo de pequeña extensión en los claros que ocasionalmente dejan los arbustos. Normalmente ocupan solo el fondo de las quebradas, con una forma lineal, de escaso ancho sobre el curso hídrico, pero de gran longitud relativa. Las especies características de estos sistemas se presentan en la Tabla 25.

En general se puede señalar que las especies dominantes típicas corresponden a *Schinus polygamus* (molle) en las porciones de menor altitud, en un rango intermedio *Escallonia angustifolia* var. *coquimbensis* (berraco) caracteriza a estas formaciones y en el límite altitudinal superior estos matorrales están compuestos principalmente por *Fabiana imbricata* (tola), cualquiera de ellos acompañados, casi invariablemente, por *Cortaderia jubata* (cortadera), *Tessaria absinthioides* (brea) y *Baccharis salicifolia* (daín). Estos sistemas vegetacionales, si bien son de pequeña extensión, como ya se ha señalado, en el contexto ambiental en que se ubican, resultan de gran importancia, especialmente en un sentido paisajístico, dado que interrumpen la monotonía del entorno, y como ambiente para la fauna, por la riqueza de fuentes alimentarias y de hábitat para las distintas especies presentes.

Tabla 25. Especies detectadas en los matorrales hídricos. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
<i>Agalinis linarioides</i>		Hierba perenne
<i>Baccharis salicifolia</i>	Daín	Arbusto
<i>Buddleja suaveolens</i>	Acerillo	Arbusto
<i>Cortaderia cubata</i>	Cortadera, Cola de zorro	Hierba perenne
<i>Equisetum bogotense</i>		Hierba perenne
<i>Escallonia angustifolia</i> var. <i>coquimbensis</i>	Berraco	Arbusto
<i>Fabiana imbricata</i>	Tola	Arbusto
<i>Geoffroea decorticans</i>	Chañar	Árbol
<i>Juncus balticus</i>		Hierba perenne
<i>Lycium minutifolium</i>	Carpiche	Arbusto
<i>Melilotus indicus</i>		Hierba anual
<i>Phragmites australis</i>	Carrizo	Hierba perenne
<i>Plantago major</i>	Llantén	Hierba anual
<i>Polypogon linearis</i>		Hierba anual
<i>Schinus polygamus</i>	Molle	Arbusto
<i>Scirpus cernuus</i>		Hierba perenne
<i>Tessaria absinthioides</i>	Brea	Hierba perenne

3.1.1.3. Flora local

La flora, entendida como el conjunto de entidades biológicas vegetales posibles de encontrar en este ámbito territorial, resulta bastante diversa, con un total de 188 especies registradas durante la campaña de terreno. En este sentido es necesario destacar que el momento en que se realizó esta actividad fue el más apropiado desde

el punto de vista del desarrollo de estas entidades, sin embargo, las condiciones ambientales de la presente temporada no fueron las más adecuadas, particularmente para los ambientes de menor altitud (Desierto florido de las serranías), en donde la participación de especies efímeras es mucho mayor que el registrado, especialmente durante los “eventos del Niño”. En el Anexo III se presenta el listado de la flora detectada en el área de estudio, registrándose además el nombre común conocido, estado de conservación y el tipo biológico para cada especie. En la Tabla 26 se presenta el resumen taxonómico del área.

Si se considera el área total de la cuenca, estos valores resultan bastante bajos, lo que se explica en que para esta evaluación se efectuó un recorrido simple, si bien representativo de los principales ambientes, durante una temporada relativamente inadecuada desde el punto de vista climático para la mayoría de las especies características de estos ambientes. Como ya se mencionó, esto es particularmente significativo para el sector que corresponde a las formaciones del Desierto Florido de las Serranías, en cuyas comunidades normalmente se desarrollan especies anuales efímeras que en esta oportunidad no pudieron ser detectadas ni siquiera como rastros de otras temporadas anteriores más favorables pluviométricamente.

Tabla 26. Resumen Taxonómico de la Flora presente en la cuenca del Río Copiapó (Diciembre, 2008).

DIVISIÓN	FAMILIAS			GÉNEROS			ESPECIES			
	CLASE	Copiapó	Chile	%	Copiapó	Chile	%	Copiapó	Chile	%
Polypodiophyta										
	<i>Sphenopsida</i>	1	-----	-----	1	-----	-----	2	-----	-----
Total Division		1	18	5,6	1	42	2,4	2	114	1,8
Pinophyta										
	<i>Gnetopsida</i>	1	-----	-----	1	-----	-----	1	-----	-----
Total Division		1	4	25,0	1	9	11,1	1	16	6,3
Magnoliophyta										
	<i>Liliopsida</i>	7	30	23,3	23	214	10,7	34	1069	3,2
	<i>Magnoliopsida</i>	46	132	34,1	108	743	14,5	151	3906	3,9
Total Division		53	162	32,7	131	957	13,7	185	4975	3,7
Total Área		55	184	29,9	133	1008	13,2	188	5105	3,7

3.1.1.3.1. Grado de singularidad de la Flora Local

La distribución de la flora en las distintas asociaciones vegetales presentes en el área está marcada por un alto grado de singularidad. En este sentido un 62,2 % de las especies detectadas corresponden a especies singulares, es decir, solo fueron detectadas en una comunidad vegetal, encontrándose en su mayoría en la formación de la estepa altoandina de coquimbo (61 especies), siendo la comunidad de “vegas”, la que presenta el mas alto número de entidades singulares en el área (43 especies), luego se encuentran aquellas comunidades correspondientes a la formación del desierto florido de las serranías (56 especies) en las que destacan las comunidades de Matorral de pingo-pingo y baylahuen con 32 especies y la comunidad del Matorral de retama con 20 entidades.

El número de entidades posibles de encontrar en dos o mas asociaciones disminuye drásticamente, encontrándose solo 52 especies (27,7%) en dos comunidades y solo

dos taxas en cinco comunidades vegetales (*Schinus polygamus* y *Baccharis salicifolia*) las que corresponden a las especies de mayor distribución espacial dentro de la cuenca. La Figura 11 muestra la variación en el número de especies presentes según el grado de singularidad. (mayor grado = especies singulares, menor grado = especies presentes en cinco comunidades).

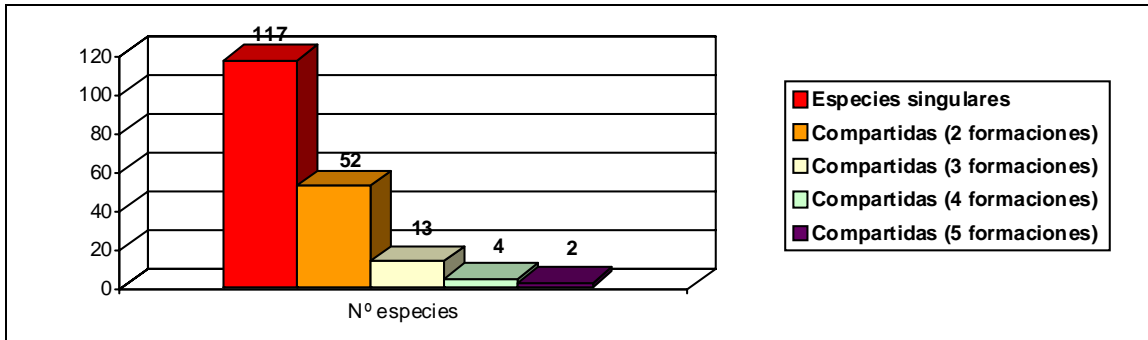


Figura 11. Nº especies presentes según grado de singularidad de la flora presente en la cuenca del Río Copiapó.

Esta situación se puede explicar por varios factores, uno de ellos corresponde a la marcada estratificación altitudinal en la cual se distribuyen las comunidades vegetales, determinando condiciones ambientales propias y diferenciadas unas de otras, lo que conduce a una marcada diferenciación en el cortejo florístico de cada asociación.

Finalmente, en base a los antecedentes señalados anteriormente, se puede decir que la flora presente en la cuenca del Río Copiapó presenta un alto grado de singularidad, por ende, las asociaciones vegetales presentes en el área son de una alta singularidad, lo que les confiere características particulares y un alto valor ambiental, a nivel local, a cada una de ellas. En la Tabla 27 se entrega un detalle de la distribución de las especies en cada asociación vegetal de acuerdo al grado de singularidad que la entidad presenta.

Tabla 27. Grado de singularidad y número de especies presentes en cada asociación vegetal, cuenca del río Copiapó, provincia de Copiapó, región de Atacama, Diciembre 2009.

Formación Vegetal										
Desierto Florido de las Serranías					Estepa Altoandina de Coquimbo					
Formación Vegetal					Formación Vegetal					
Matorral arborescente espinoso de Algarrobo - Churqui	Matorral de Pingo - pingo y Baylahuen	Matorral de Retama	Matorral hidrico	Matorral de altura de Espina de Cuerno y/o Pajonales Stipa chrysophylla	Matorral de Varilla debrava	Vegas	Zonas denudadas o Desierto de altura	Total	%	
	32	20	4	3	6	43	9	117	62,2	
2 asociaciones	1	31	23	6	15	11	9	8	52	27,7
3 asociaciones	1	7	2	3	8	8	4	6	13	6,9
4 asociaciones	1	4	3	2	2	2	1	1	4	2,1
5 asociaciones	2	2	2	2			2		2	1,1
Total	5	76	50	17	28	27	59	24	188	100

3.1.1.3.2. Estado de Conservación de la Flora Local

Del total de especies detectadas en la cuenca del río Copiapó, cuatro especies presentan problemas de conservación (Tabla 28), de las cuales dos, *Prosopis chilensis* (Figura 12) y *Pintoa chilensis* (Figura 13) se encuentran en categoría Vulnerable. Éstas se ubican en las partes bajas de la cuenca, dentro de la formación del desierto florido de las serranías. Cabe destacar que la especie *Pintoa chilensis* se presenta solamente en la comunidad del Matorral de retama, lo que otorga un mayor grado de importancia a esta comunidad por tratarse de una asociación con un alto grado de singularidad, de acuerdo al punto anterior.

Las siguiente especie, ubicada en las comunidades de Matorral de pingo - pingo - baylahuen y el Matorral de retama en la formación del desierto florido de las serranías, corresponde a la especie de la familia de las Cactáceas *Pyrrhocactus vallenarensis* es considerada como una especie Insuficientemente Conocida a nivel Regional.

Al considerar el número de especies con problemas de conservación presentes en cada comunidad vegetacional, destaca el Matorral de retama, asociación que concentra la totalidad de las especies con problemas de conservación detectadas para el área de estudio. En la Tabla 28 se entrega el listado de especies con problemas de conservación y su distribución en las distintas comunidades vegetacionales del área de estudio.

Cabe destacar que estos resultados no son definitivos, es decir que alguna de estas especies podría encontrarse en otra asociación que durante la campaña de terreno no fue detectada, principalmente por el tipo de muestreo que fue lineal, a lo largo de un recorrido que consideró para cada ambiente una sola subcuenca.

Tabla 28. Listado de especies con problemas de conservación y su distribución en las distintas comunidades vegetacionales de la cuenca del Río Copiapó, Diciembre 2008.

		Formación Vegetal			Frec.
Estado Conservación		Desierto Florido de las Serranías			
<i>Especie</i>		Asociación Vegetal			
		Matorral arborescente espinoso de Algarrobo - Churqui	Matorral de Pingo - pingo y Baylahuen	Matorral de Retama	
Insuficientemente conocida (Belmonte <i>et al</i>, 1998) (Regional; Squeo <i>et al</i>, 2008)					
	<i>Pyrrhocactus vallenarensis</i>		1	1	2
Rara (Regional; Benoit, 1989)					
	<i>Bulnesia chilensis</i>		1	1	2
Vulnerable (Benoit, 1989)					
	<i>Prosopis chilensis</i> *	1		1	2
	<i>Pintoa chilensis</i> **			1	1

*: Nacional; **: Regional

Nota: Ninguna de las especies vegetales vasculares de la cuenca han sido clasificadas como con problemas de conservación según Comité de clasificación de especies, menos aún por el libro rojo de UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus recursos).



Figura 12. Individuos de *Prosopis chilensis* en el sector de La Puerta.



Figura 13. Individuo de *Pintoa chilensis*.

3.1.2. Humedal de la desembocadura del río Copiapó

Para el área del humedal de Copiapó, se discriminó un total de 103 polígonos, ya sea por diferencias en cuanto a estructura y composición de la vegetación natural o por un uso de la tierra diferente a vegetación. Esta información se representa espacialmente en la Figura 14 y el detalle de cada unidad en el Anexo IV.

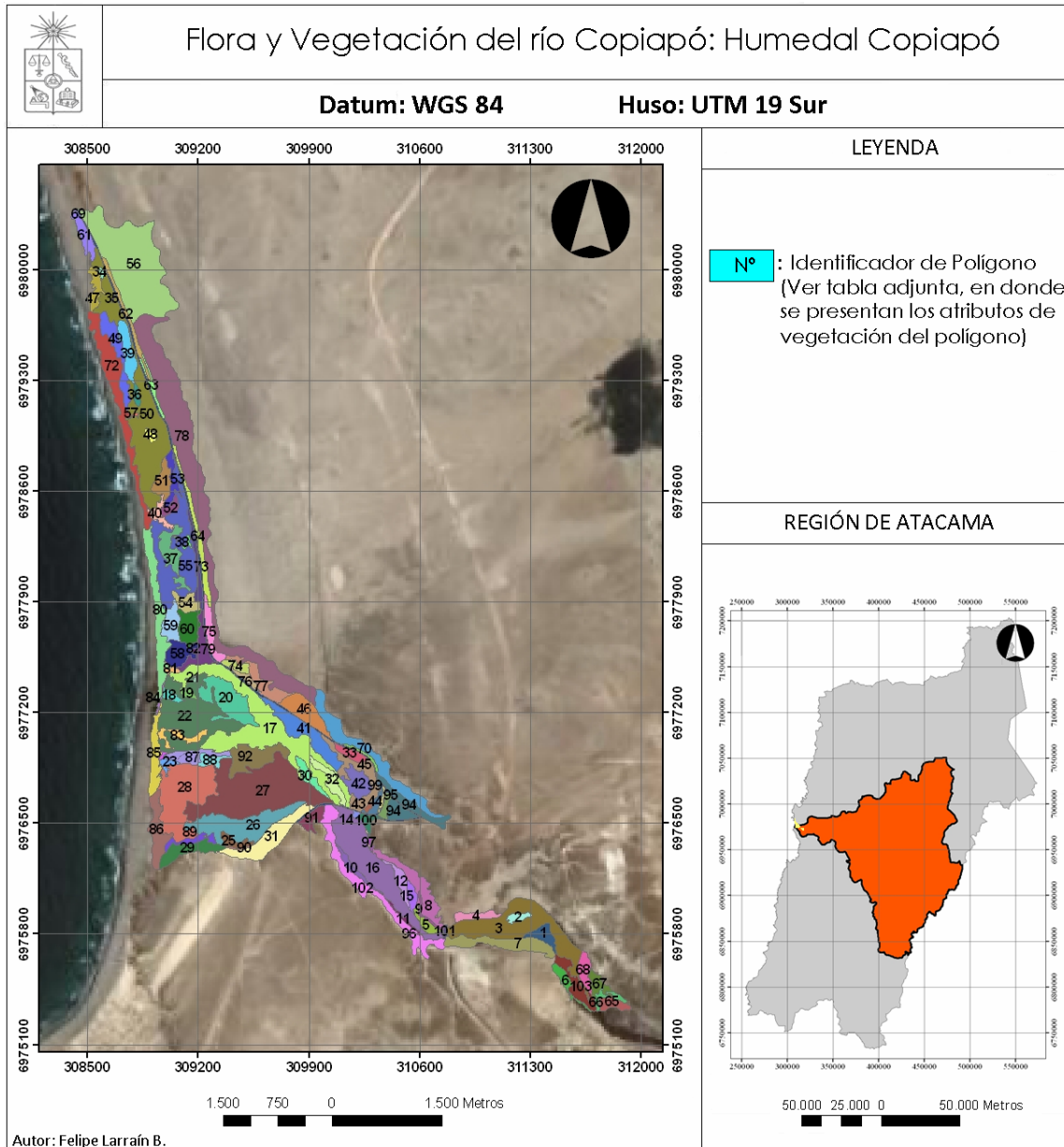


Figura 14. Cartografía de vegetación del humedal de la desembocadura del río Copiapó. Diciembre 2008. Ver detalle de las unidades en el Anexo IV.

En este sistema de vegetación azonal hídrica, se puede reconocer dos macroambientes, diferenciados por sus atributos físicos (edáficos, hídricos, salinidad) y

biológicos (vegetación) los cuales, a su vez, presentan importantes agrupaciones de polígonos diferenciadas por variaciones microambientales. A continuación se describen en términos generales estas asociaciones de polígonos que permiten establecer estas macro y microzonificaciones al interior de este sistema ambiental.

Macroambiente río Copiapó y planos de inundación sur

Este sector está relacionado directamente con la desembocadura del río Copiapó y su curso, involucrando a las riberas, además de los planos de inundación directamente al sur del curso inferior, entre la duna frontal y el camino que bordea a este sistema. Se caracteriza por la presencia de tres microambientes generales; los totorales-carrizales del curso del río, los planos de inundación relacionados al curso, desarrollados principalmente hacia el sur de él, y la duna frontal sur que limita a este macroambiente con la playa, hacia el oeste.

Macroambiente salinas norte

Ubicado al norte del canal de desagüe, corresponde a un sector en donde existen evidencias de una mayor salinidad, probablemente producto de inundaciones marinas, que se caracteriza por una elevada homogeneidad específica en la cual, prácticamente se desarrollan solo cuatro especies. Los ambientes particulares que se pueden discriminar corresponden a las lagunas salinas, ambientes hidricos en donde se desarrollan comunidades de plantas acuáticas, los planos de anegamiento salino temporal y la duna frontal norte que establece el límite de esta macroambiente con el ambiente marino.

3.1.2.1. Composición florística

Respecto a la flora local, a partir de la cartografía de vegetación y las especies establecidas como dominantes fisonómicas, se verificó la presencia de tres especies arbóreas, 11 especies arbustivas y 11 especies herbáceas, las cuales se presentan en la Tabla 29. De estas especies destacan las leñosas altas *Prosopis chilensis* (Vulnerable nacional; Benoit, 1989) y *Acacia caven*, cuyos individuos constituyen los grupos poblacionales ubicados más al norte por la costa.

Al incorporar las especies detectadas en los inventarios efectuados en los diferentes ambientes, esta composición aumenta pero con entidades de baja participación relativa. Así la flora local alcanza a 39 entidades pertenecientes a 16 familias (Tabla 30). De estas solo cinco especies son especies introducidas (alóctonas) denotando un alto grado de naturalidad, a pesar de las alteraciones notorias a este sistema.

Para establecer el grado de importancia de estas unidades de vegetación, en la Tabla 31 se presenta la información respecto de la superficie total de cada una de las primeras especies dominantes fisonómicas en ellas.

Tabla 29. Especies dominantes fisonómicas en los polígonos discriminados en la C.O.T. del humedal de la desembocadura del río Copiapó, diciembre 2009.

Leñosas Altas (árboles)	Nombre comun
AC: <i>Acacia caven</i>	Churqui
GD: <i>Geoffroea decorticans</i>	Chañar
PC: <i>Prosopis chilensis</i>	Algarrobo
Leñosas Bajas (arbustos)	
Ad: <i>Atriplex deserticola</i>	Cachiyuyo
Al: <i>Adesmia litoralis</i>	-----
Bl: <i>Baccharis salicifolia</i>	Daín
Fc: <i>Frankenia chilensis</i>	Hierba del salitre
Nc: <i>Nolana carnosa</i>	-----
Nd: <i>Nolana sedifolia</i>	-----
Ns: <i>Nolana salsoloides</i>	Sosa
Pf: <i>Polyachyrus fuscus</i>	Borlon de alforja
Ps: <i>Prosopis strombulifera</i>	Fortuna
Sf: <i>Sarcocornia fruticosa</i>	Sosa
Su: <i>Suaeda foliosa</i>	Sosa
Herbáceas (hierbas)	
cp: <i>Cristaria pinnata</i>	Malvilla
ct: <i>Cressa truxillense</i>	-----
ds: <i>Distichlis spicata</i>	Gramma
ja: <i>Juncus acutus</i>	Cachina
ml: <i>Malvella leprosa</i>	-----
pa: <i>Phragmites australis</i>	Carrizo
pc: <i>Phyla canescens</i>	Hierba de San José
rm: <i>Ruppia maritima</i>	-----
sc: <i>Scirpus californicus</i>	Estoquillo
ta: <i>Tessaria absinthioides</i>	Brea
ty: <i>Typha angustifolia</i>	Totora

Tabla 30. Especies de flora vascular detectadas en el humedal de la desembocadura del río Copiapó, Diciembre 2008.

Familia	Especie	Origen	Estado de conservación
Apocynaceae	<i>Skytanthus acutus</i>	Autóctona	Sin Problemas
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Autóctona	Sin Problemas
Asteraceae	<i>Polyachyrus fuscus</i>	Autóctona	Sin Problemas
Asteraceae	<i>Tessaria absinthioides</i>	Autóctona	Sin Problemas
Asteraceae	<i>Chuquiraga acicularis</i>	Autóctona	Sin Problemas
Asteraceae	<i>Encelia canescens</i>	Autóctona	Sin Problemas
Asteraceae	<i>Baccharis pingraea</i>	Autóctona	Sin Problemas
Boraginaceae	<i>Heliotropim floridum</i>	Autóctona	Sin Problemas
Cactaceae	<i>Eulychnia breviflora</i>	Autóctona	Sin Problemas
Chenopodiaceae	<i>Atriplex deserticola</i>	Autóctona	Sin Problemas
Chenopodiaceae	<i>Sarcocornia fruticosa</i>	Autóctona	Sin Problemas
Chenopodiaceae	<i>Suaeda divaricata</i>	Autóctona	Sin Problemas
Convolvulaceae	<i>Cressa truxilliense</i>	Alóctona	No aplica
Cyperaceae	<i>Scirpus californicus</i>	Autóctona	Sin Problemas
Cyperaceae	<i>Scirpus spoliatus</i>	Autóctona	Sin Problemas
Cyperaceae	<i>Cyperus sp.</i>	Autóctona	Sin Problemas
Ephedraceae	<i>Ephedra breana</i>	Autóctona	Sin Problemas
Fabaceae	<i>Acacia caven</i>	Autóctona	Sin Problemas
Fabaceae	<i>Adesmia litoralis</i>	Autóctona	Vulnerable regional*
Fabaceae	<i>Geoffroea decorticans</i>	Autóctona	Vulnerable regional*
Fabaceae	<i>Prosopis chilensis</i>	Autóctona	Vulnerable nacional**
Fabaceae	<i>Prosopis strombulifera</i>	Autóctona	Sin Problemas
Fabaceae	<i>Senna acuta</i>	Autóctona	Sin Problemas
Fabaceae	<i>Acacia karrhoo</i>	Alóctona	No aplica
Frankeniaceae	<i>Frankenia chilensis</i>	Autóctona	Sin Problemas
Juncaceae	<i>Juncus acutus</i>	Autóctona	Sin Problemas
Malvaceae	<i>Malvella leprosa</i>	Autóctona	Sin Problemas
Malvaceae	<i>Cristaria pinnata</i>	Autóctona	Sin Problemas
Nolanaceae	<i>Nolana carnososa</i>	Autóctona	Sin Problemas
Nolanaceae	<i>Nolana salsoloides</i>	Autóctona	Sin Problemas
Nolanaceae	<i>Nolana sedifolia</i>	Autóctona	Sin Problemas
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Autóctona	Sin Problemas
Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	Autóctona	Sin Problemas
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Alóctona	No aplica
Poaceae	<i>Muehlenbergia asperifolia</i>	Autóctona	Sin Problemas
Poaceae	<i>Cortaderia jubata</i>	Autóctona	Sin Problemas
Ruppiaceae	<i>Ruppia maritima</i>	Autóctona	Sin Problemas
Typhaceae	<i>Typha angustifolia</i>	Autóctona	Sin Problemas
Verbenaceae	<i>Phyla canescens</i>	Alóctona	No aplica

*: Squeo et al, 2008. **: Benoit, 1989

Tabla 31. Superficie total de cada una de las primeras especies dominantes.

Primera dominante	Area (ha)
<i>Suaeda foliosa</i>	0,88
<i>Prosopis strombulifera</i>	0,97
<i>Ruppia maritima</i>	1,12
<i>Polyachyrus fuscus</i>	1,17
<i>Nolana sedifolia</i>	2,96
<i>Acacia caven</i>	3,51
<i>Juncus acutus</i>	5,1
<i>Baccharis salicifolia</i>	6,06
<i>Geoffroea decorticans</i>	13
<i>Nolana salsoloides</i>	17,21
<i>Nolana carnosa</i>	19,43
<i>Distichlis spicata</i>	20,82
<i>Prosopis cfr. chilensis</i>	25,84
<i>Typha angustifolia</i>	43,4
<i>Tessaria absinthioides</i>	46,52
<i>Adesmia littoralis</i>	54,65
<i>Sarcocornia fruticosa</i>	59,42

En esta información, que corresponde a la primera especie del tipo biológico y su estrato de mayor tamaño en cada unidad, se puede establecer que la especie con mayor representación corresponde a *Sarcocornia fruticosa*, la cual principalmente se distribuye en el macroambiente de las salinas, pero no es exclusiva de él; en segundo lugar se encuentra *Adesmia littoralis*, especie arbustiva de gran tamaño que presenta una distribución restringida a los sistemas de arenales y dunarios entre la provincia de Elqui por el sur hasta este punto en la provincia de Copiapó, siendo estas unidades las que constituyen su límite de distribución norte; luego está *Tessaria absinthioides*, la cual se ubica en todos los macro y microambientes de este humedal, siendo particularmente relevante su participación en los ambientes de canal, en donde está ingresando, probablemente, al existir una menor columna de agua, invadiendo las agrupaciones de *Typha angustifolia* y *Phragmites australis*. Luego está la superficie que ocupa *Typha angustifolia*, la cual con una preferencia ambiental estricta por un alto tenor hídrico, se ubica en la zona en donde fluye el río Copiapó (aquí denominado canal) y por esta razón es la de mayor sensibilidad ambiental. Destacable es la alta participación de *Prosopis cfr. chilensis* y *Geoffroea decorticans*, normalmente con solo algunos individuos, salvo para la segunda la cual puntualmente llega a ser dominante absoluta, especies que tienen problemas de conservación, principalmente por su extracción por cambio de uso de la tierra, para fines agrícolas, lo cual hace que estas unidades adquieran especial relevancia, al igual que el caso de *Adesmia littoralis*.

A partir de estos datos, tanto de vegetación como de la flora componente, se puede señalar que este sistema azonal hídrico en la actualidad se presenta fuertemente heterogéneo con núcleos amplios en función del hidromorfismo y la salinidad, en torno a los cuales se desarrollan formaciones de vegetación de menor superficie pero con importantes elementos florísticos.

Estos elementos corresponden a tres especies leñosas con clasificaciones problemáticas en su estado de conservación, de las cuales solo una (*Prosopis chilensis*) de ellas es de carácter nacional (Benoit, 1989; Squeo et al, 2008).

3.2. Fauna

3.2.1. Cuenca del Río Copiapó

3.2.1.1. Riquezas específicas por taxa

En el área de estudio de la cuenca del Río Copiapó se registró un total de 116 especies nativas, de ellas 89 correspondieron a aves, 13 a mamíferos, 11 a reptiles, 3 a anfibios y en peces solo se detectó una especie exótica. La Tabla 32 entrega un detalle de las riquezas específicas, número de especies amenazadas, número de especies exóticas y número de especies endémicas.

Tabla 32. Composición específica de los vertebrados de la cuenca del Río Copiapó.

Taxa	Riqueza de especies	Número de especies amenazadas**	Número de especies exóticas	Número de especies endémicas
Aves	89	4	2	3
Mamíferos	13	8	8	3
Reptiles	11	8	0	10
Anfibios	3	3	0	1
Peces	0	0	0	0
Total	116	23	10	18

** Considera a todas las especies con problemas de conservación, de acuerdo a la Ley de Caza 19.473.

El estudio de fauna se centró en las áreas de mayor naturalidad, debido a la evidente pérdida de diversidad en los sectores de mayor impacto antrópico de la cuenca. En efecto solo en los remanentes naturales dentro del área ocupada principalmente por parronales es posible aún observar algunos representantes más particulares de la fauna, como reptiles. Respecto a la situación del área agrícola, ésta representa para la fauna una importante pérdida de hábitat.

A continuación se entrega una breve descripción por taxa:

Peces

De acuerdo a las referencias obtenidas en un estudio realizado por CADE, IDEPE, 2006, los peces nativos son actualmente escasos en el Río Copiapó, pero son abundantes las truchas *Salmo trutta* y *Oncorhynchus mykiss*. Por otro lado, la fauna nativa descrita para esta cuenca queda representada en la Tabla 33. Hay que tener en cuenta que de la lista de peces presentada en la Tabla 33, la mayor parte de estas especies son más comunes encontrarlas al sur del Río Huasco.

Tabla 33. Fauna íctica potencial (nativa y exótica) que puede estar presente en la Cuenca del Río Copiapó.

Nombre científico	Estado de conservación
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Vulnerable
<i>Cheirodon pisciculus</i>	Vulnerable
<i>Basilichthys microlepidotus</i>	Peligro de Extinción
<i>Cyprinus carpio</i>	No listada
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	No listada
<i>Gambusia affinis</i>	No listada
<i>Salmo trutta</i>	No listada

Fuente: CADE, IDEPE (2004).

Durante el recorrido por la Cuenca del Río Copiapó no se observaron especies nativas de peces. Solo se registró la presencia de una introducida *Salmo trutta* (trucha café) en Río Ramadillas y Tranque Lautaro. Respecto a la trucha café de origen europeo, ella fue observada en el tranque Lautaro y aguas arriba del mismo, en el sitio de Río Ramadillas, donde la presencia de pozones generaba un ambiente adecuado para la especie. La trucha no fue observada en otros cursos de la parte superior de la cuenca, muy probablemente por la alta escorrentía de los curso de agua y la falta de ambientes de aguas lénticas.

Por lo tanto, los resultados son acordes a la información bibliográfica, la que señala que gran parte de las especies nativas de Chile central ocurren a partir de la cuenca del Río Huasco al sur (para más detalle consultar Arratia 1981 para una síntesis de la distribución de especies nativas). Dos consideraciones son importantes para la cuenca:

- La desembocadura presenta una especie nativa *Mugil cephalus* o Lisa. En otras épocas del año podrían reportarse otras especies estuarinas como el Róbalo (*Eleginops maclovinus*) y el Puye (*Galaxias maculatus*).

- Otra potencial área con peces corresponde al sistema de Salares, donde podría ocurrir presencia del genero *Orestia* de distribución altiplánica, aunque se carece de antecedentes para el altiplano de la Región de Atacama. A la fecha el límite sur del genero corresponde al Salar de Ascotán en la Región de Antofagasta.

Anfibios

En el área de estudio se registró la presencia de tres anuros, todos ellos nativos de Chile. De ellos, solo *Bufo spinulosus* fue señalado para la cuenca de los ríos Manflas y

Montosa (Juan Carlos Torres-Mura & Iván Lazo com. pers.). Las otras dos especies fueron *Bufo atacamensis* (Figura 15), especie endémica de Chile, cuya presencia en la cuenca era poco clara, ya que sólo se contaba con el reporte de Cei (1962) para la ciudad de Copiapó, donde actualmente no hay río. De acuerdo a análisis con marcadores moleculares mitocondriales, se puede asegurar que *B. atacamensis* está presente en los sitios de junta del Manflas con el Copiapó (S5), Río Manflas 1 (S6), Río El Potro (S11) y Río Pulido 1 (S12). La otra especie de anuro correspondió a *Pleurodema thaul* (Figura 15), sapito de cuatro ojos. Esta especie se detectó en Río Figueroa, aproximadamente a 3000 msnm, la que es a la fecha, la población de mayor altura detectada para la especie (Correa et al. 2007). Futuros estudios deberían confirmar el estatus taxonómico de *B. spinulosus* en el Manflas y Montosa.

Tabla 34. Anfibios del área de estudio y su estado de conservación.

ESTADO DE CONSERVACIÓN LEY DE CAZA 19.473						
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	B	S	E	EC	
BUFONIDAE						
Sapo de Atacama	<i>Bufo atacamensis</i>		S	E	P	
Sapo espinoso	<i>Bufo spinulosus</i>	B		E	V	
LEPTODACTILIDAE						
Sapo de cuatro ojos	<i>Pleurodema thaul</i>			E	P	

Criterios Ley de Caza 19.473

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

EC= Estado de conservación, puede ser: **P**= En Peligro de Extinción, **V**= Vulnerables, **R**= Raras,

I= Inadecuadamente conocida, **F**= Fuera de Peligro



Figura 15. *Bufo atacamensis* y *Pleurodema thaul* (respectivamente) observados en área de estudio.

Reptiles

La fauna de reptiles estuvo compuesta por 11 especies (10 saurios y un colúbrido), todas nativas de Chile y todas endémicas a excepción de *Liolaemus vallecurensis*,

especie que habita en Argentina (Pincheira-Donoso & Nuñez, 2005). Destaca que parte importante de las especies se encuentra con alguna categoría de conservación (Tabla 35).

Tabla 35. Reptiles del área de estudio y su estado de conservación.

ESTADO DE CONSERVACIÓN LEY DE CAZA 19.473					
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	B	S	E	EC
TROPIDURIDAE					
Lagartija de Ortiz	<i>Liolaemus juanortizi</i>		S	E	P
Lagartija de Isabel	<i>Liolaemus isabela</i>		S	E	R
Lagartija de Rosenmann	<i>Liolaemus rosenmanni</i>		S	E	R
Lagartija de Plate	<i>Liolaemus platei</i>			E	R
Lagartija de Atacama	<i>Liolaemus atacamensis</i>		S	E	R
Lagartija	<i>Liolaemus vallecurensis</i>		S	E	
Lagarto de Muller	<i>Liolaemus lorenmulleri</i>		S	E	
Lagartija de dos manchas	<i>Liolaemus bisignatus</i>		S	E	R
Lagarto nítido	<i>Liolaemus nitidus</i>		S	E	V*
COLUBRIDAE					
Culebra de cola larga	<i>Philodryas chamissonis</i>	B		E	R
TEIIDAE					
Iguana	<i>Callopistes palluma</i>		S	E	V

* Especie Vulnerable en el área central de Chile. Se les asignó la misma categoría para el norte ya que no existen estudios de su ampliación de hábitat.

Criterios Ley de Caza 19.473

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

EC= Estado de conservación, puede ser: **P**= En Peligro de Extinción, **V**= Vulnerables, **R**= Raras,

I= Inadecuadamente conocida, **F**= Fuera de Peligro

A nivel de taxa destaca un claro patrón biogeográfico:

- Especies altoandinas: *Liolaemus juanortizi* (Figura 16), *L. isabela*, *L. rosenmanni*, *L. vallecurensis* (reportado por Iván Lazo para Montosa) y *L. lorenmulleri*.
- Especies costeras: *Microlophus atacamensis*, *Liolaemus bisignatus* y *Tachymenis chilensis*.
- Especie de la zona media: *Liolaemus platei*, *Liolaemus atacamensis*, *Philodryas chamissonis*, *Callopistes palluma* y *Liolaemus nitidus*.
- Ampliación de distribuciones. En la campaña se observó a *Liolaemus isabela* en el sector de Mina la Coipa y camino a la Pepa; la especie se reportaba más al norte del área de estudio, en la cuenca del Salar de Pedernales. *Liolaemus lorenmulleri* reportada para la cordillera de la IV Región (Cordillera de Doña Ana) fue colectada en el área norte de la cuenca de Copiapó, sector Quebrada San Andrés 2. Otra especie fue *L. rosenmanni*, reportada para el área del Parque Nacional Nevado Tres Cruces, siendo capturada en el área sur del área de estudio, sector de Pircas Negras. Finalmente hay que señalar la presencia de *Liolaemus nitidus*, especie característica de la zona central del país, la que había sido reportada por la costa hasta Carrizal Bajo (Moreno et al. 2002). La presencia de ella en el sector de Manflas, refuerza su presencia en la Región de

Atacama. También ha sido observada en la cordillera de Vallenar (Lobos com. pers.).



Figura 16. *Liolaemus juanortizi* observado en 11 sitios de la Cuenca del Río Copiapó.

Aves

En la presente campaña se registró la presencia de 89 especies de aves, las que se distribuyen en las siguientes familias: (6 Anseridae, 2 Cathartidae, 3 Accipitridae, 4 Falconidae, 3 Rallidae, 3 Caradriidae, 1 Threskiornithidae, 2 Thinocoridae, 1 Laridae, 1 Phalacrocoracidae, 6 Columbidae, 4 Scolopacidae, 1 Tytonidae, 2 Strigidae, 1 Caprimulgidae, 3 Trochilidae, 14 Furnariidae, 2 Rhynocryptidae, 9 Tyrannidae, 1 Phytotomidae, 3 Hurundinidae, 1 Troglodytidae, 1 Muscicapidae, 1 Mimidae, 1 Motacillidae, 13 Emberizidae). De ellas destacaron 4 especies amenazadas; 2 exóticas, el gorrión (*Passer domesticus*) y la paloma (*Columba livia*) y; 3 endémicas de Chile, la tenca (*Mimus thenca*), turca (*Pteroptochos megapodius*) y el tapaculo (*Scelorchilus albicollis*). La Tabla 36 señala las especies reportadas y sus respectivos estados de conservación.

Tabla 36. Aves del área de estudio y su estado de conservación.

ESTADO DE CONSERVACIÓN LEY DE CAZA 19.473					
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	B	S	E	EC
AVES					
ANSERIDAE					
ANSERINAE					
Piuquén	<i>Chloephaga melanoptera</i>				
ANATINAE					
Pato juarjual	<i>Lophonetta specularoides</i>				
Pato jergón chico	<i>Anas flavirostris</i>				
Pato colorado	<i>Anas cyanoptera</i>				
Pato jergón grande	<i>Anas georgica</i>				
Pato cortacorrientes	<i>Merganetta armata</i>		S		
CATHARTIDAE					
Condór	<i>Vultur gryphus</i>	B		E	V
Jote cabeza negra	<i>Coragyps atratus</i>				
ACCIPITRIDAE					
Aguilucho	<i>Buteo polyosoma</i>	B		E	
Peuco	<i>Parabuteo unicinctus</i>	B		E	
Aguila	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	B		E	
FALCONIDAE					
Tiuque	<i>Milvago chimango</i>	B		E	
Carancho cordillerano	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	B		E	
Halcón perdiguero	<i>Falco femoralis</i>	B		E	
Cernícalo	<i>Falco sparverius</i>	B		E	
RALLIDAE					
Pidén	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	B			
Tagua	<i>Fulica armillata</i>				
Tagua chica	<i>Fulica leucoptera</i>				
CHARADRIIDAE					
Queltehue	<i>Vanellus chilensis</i>	B		E	
Chorlo de campo	<i>Oreopholus ruficollis</i>	B	S		
Chorlo cordillerano	<i>Phegornis mitchellii</i>	B	S		
THRESKIORNITHINAE					
Bandurria	<i>Theristicus caudatus</i>	B			P
THINOCORIDAE					
Perdicita cordillerana	<i>Attagis gayi</i>		S		R
Perdicita cojón	<i>Thinocorus orbignyianus</i>		S		
LARIDAE					
Gaviota andina	<i>Larus serranus</i>		S		V
PHALACROCORACIDAE					
Garza chica	<i>Egretta thula</i>	B			
COLUMBIDAE					
Paloma de alas blanco	<i>Zenaida asiatica</i>				
Tórtola	<i>Zenaida auriculata</i>				
Tortolita cuyana	<i>Columbina picui</i>			E	
Tortolita quiguagua	<i>Columbina cruziana</i>		S		
Tortolita de la puna	<i>Metropelia aymara</i>		S		

Tabla 36. Aves del área de estudio y su estado de conservación. (Continuación)

Tortolita cordillerana	<i>Metropelia melanoptera</i>				
SCOLOPACINAE					
Becasina de la puna	<i>Gallinago andina</i>	B	S		
Becasina	<i>Gallinago paraguayae</i>	B			
Pitotoy chico	<i>Tringa flavipes</i>	B	S		
Playero de baird	<i>Calidris bairdii</i>	B			
TYTONIDAE					
Lechuza	<i>Tyto alba</i>	B		E	
STRIGIDAE					
Tucúquere	<i>Bubo virginianus</i>	B		E	
Chuncho	<i>Glaucidium nanum</i>	B		E	
CAPRIMULGIDAE					
Gallina ciega	<i>Caprimulgus longirostris</i>	B		E	
TROCHILIDAE					
Picaflor cordilleranao	<i>Oreotrochilus leucopleurus</i>	B		E	
Picaflor del norte	<i>Rhodopsis vesper</i>	B	S	E	
Picaflor gigante	<i>Patagona gigas</i>	B		E	
FURNARIIDAE					
Minero chico	<i>Geositta maritima</i>	B			
Minero grande	<i>Geositta isabellina</i>	B	S		
Minero cordillerano	<i>Geositta rufipennis</i>	B			
Minero	<i>Geositta cunicularia</i>	B			
Minero de la puna	<i>Geositta punensis</i>	B			
Bandurrilla	<i>Upucerthia dumetaria</i>	B	S		
Bandurrilla de pico recto	<i>Upucerthia ruficauda</i>	B	S		
Chiricoca	<i>Chilia melanura</i>	B			
Churrete acanelado	<i>Cinclodes fuscus</i>	B			
Churrete chico	<i>Cinclodes oustaleti</i>	B			
Churrete de alas blancas	<i>Cinclodes atacamensis</i>	B			
Trabajador	<i>Phleocryptes melanops</i>	B			
Tijeral	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	B			
Canastero chico	<i>Asthenes modesta</i>	B			
RHYNOCRYPTIDAE					
Turca	<i>Pteroptochos megapodius</i>	B			
Tapaculo	<i>Scelorchilus albicollis</i>	B			
TYRANNIDAE					
Mero gaucho	<i>Agriornis montana</i>	B		E	
Dormilona de nuca rojiza	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	B		E	
Dormilona fraile	<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	B		E	
Dormilona de frente negra	<i>Muscisaxicola frontalis</i>	B		E	
Dormilona cenicienta	<i>Muscisaxicola alpina</i>	B		E	
Dormilona tontita	<i>Muscisaxicola macloviana</i>	B		E	
Fío fío	<i>Elaenia albiceps</i>	B		E	
Cachudito	<i>Anairetes parulus</i>	B		E	
Colegial del norte	<i>Lessonia oreas</i>				
PHYTOTOMIDAE					
Rara	<i>Phytotoma rara</i>		S	E	
HURUNDINIDAE					

Tabla 36. Aves del área de estudio y su estado de conservación. (Continuación)

Golondrina chilena	<i>Tachycineta leucopyga</i>	B		E
Golondrina de dorso negro	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	B		E
Golondrina bermeja	<i>Hirundo rustica</i>	B	S	E
TROGLODYTIDAE				
Chercán	<i>Troglodytes aedon</i>	B		E
MUSCICAPIDAE				
Zorzal	<i>Turdus falcklandii</i>			
MIMIDAE				
Tenca	<i>Mimus thenca</i>	B		
MOTACILLIDAE				
Bailarín chico	<i>Anthus correndera</i>	B	S	E
EMBERIZIDAE				
Chirihue dorado	<i>Sicalis auriventris</i>		S	
Chirihue verdoso	<i>Sicalis olivascens</i>			
Chirihue	<i>Sicalis luteoventris</i>			
Chincol	<i>Zonotrichia capensis</i>	B		
Mirlo	<i>Molothrus bonariensis</i>			
Loica	<i>Sturnella loica</i>			E
Cometocino de gay	<i>Phrygilus gayi</i>			E
Cometocino del norte	<i>Phrygilus atriceps</i>			E
Yal	<i>Phrygilus fruticeti</i>			
Pájaro plomo	<i>Phrygilus unicolor</i>		S	
Diuca	<i>Diuca diuca</i>			
Jilguero negro	<i>Carduelis atratus</i>		S	
Jilguero cordillerano	<i>Carduelis uropygialis</i>		S	

Criterios Ley de Caza 19.473

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

EC= Estado de conservación, puede ser: **P**= En Peligro de Extinción, **V**= Vulnerables, **R**= Raras,

I= Inadecuadamente conocida, **F**= Fuera de Peligro

Dentro las aves observadas, destaca la presencia de la Bandurria (*Theristicus caudatus*) en Peligro de extinción, Cóndor (*Vultur gryphus*) Vulnerable, Gaviota Andina (*Larus serranus*) y la Perdicitita cordillerana (*Attagis gayi*) Rara (Figura 17).

En las aves observadas destacan los siguientes patrones biogeográficos:

- Especies de humedales: garza chica, garza grande, huairavo, blanquillo, taguas, patos, bandurria, pidén, entre otros.
- Especies de la depresión intermedia: jote, tiuque, tórtola, turca, tapaculo, tenca, canastero, fio fio, chincol, entre otras.
- Especies de ambientes de altura: puquén, cóndor, carancho cordillerano, gaviota andina, tórtola cordillera, perdicitita cojón, minero grande, chirihue dorado, entre otras.



Figura 17. Perdicitita cordillerana (*Attagis gayi*) observada en Quebrada Las Guanacas.

Mamíferos

En las prospecciones se registró un total de 13 especies de mamíferos con 8 de ellas amenazadas, 8 exóticas y 3 endémicas (Tabla 37). De ellos, 6 corresponden al orden Rodentia, 1 a Didelphimorphia, 4 a Carnívora, 2 Artiodactyla. Las especies introducidas corresponden a la laucha (*Mus musculus*), rata negra (*Rattus rattus*), liebre (*Lepus capensis*), conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y ganado doméstico (cabra, burro, caballo y oveja). Las especies endémicas son ratón orejudo de Darwin (*Phyllotis darwini*), ratón chinchilla común (*Abrocoma bennetti*) y la llaca (*Thylamys elegans*).

Tabla 37. Roedores del área de estudio y su estado de conservación.

ESTADO DE CONSERVACIÓN LEY DE CAZA 19.473					
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	B	S	E	EC
RODENTIA					
Ratoncito andino	<i>Abrothrix andinus</i>				
Ratón orejudo amarillo	<i>Phyllotis xanthopygus</i>		S		
Ratón orejudo de Darwin	<i>Phyllotis darwini</i>				
Ratón chinchilla común	<i>Abrocoma bennetti</i>				I*
Tuco tuco de la puna	<i>Ctenomys cf. Opimus</i>		S		
Vizcacha	<i>Lagidium viscacia</i>		S		P
DIDELPHIMORPHIA					
Llaca	<i>Thylamys elegans</i>	B		E	R
CARNIVORA					
Zorro culpeo	<i>Pseudalopex culpaeus</i>			E	I
Zorro chilla	<i>Pseudalopex griseus</i>			E	I
Puma	<i>Puma concolor</i>			E	P
Colo colo	<i>Lynchailurus colocolo</i>	B	S	E	P
ARTIODACTYLA					
Guanaco	<i>Lama guanicoe</i>		S		P
Vicuña	<i>Vicugna vicugna</i>		S		P

* Especie Vulnerable en el área central de Chile. Se considerará vulnerable en el norte ya que no existen estudios de su ampliación de distribución.

Criterios Ley de Caza 19.473

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

EC= Estado de conservación, puede ser: **P**= En Peligro de Extinción, **V**= Vulnerables, **R**= Raras,

I= Inadecuadamente conocida, **F**= Fuera de Peligro

Desde un punto biogeográfico los mamíferos del área del estudio se pueden caracterizar en:

Especies de ambientes de altura: *Abrothrix andinus* (ratoncito andino), *Phyllotis xanthopygus vaccarum* (ratón orejudo amarillo), *Ctenomys cf opimus* (tuco tuco), *Lagidium viscacia* (viscacha), *Puma concolor* (puma), *Lama gaunicoe* (guanaco), *Vicugna vicugna* (vicuña), *Lynchailurus colocola* (gato colo colo), *Pseudalopex culpaeus* (zorro culpeo), *Pseudalopex griseus* (zorro chilla).

Especies de ambientes bajos a intermedios (hasta los 2000 msnm): *Phyllotis darwini* (ratón orejudo de Darwin), *Abrocoma bennetti* (ratón chinchilla común) (Figura 18), *Thylamys elegans* (yaca), *Pseudalopex culpaeus* (zorro culpeo), *Pseudalopex griseus* (zorro chilla).

Otro aspecto relevante es la mezcla de biotas mediterráneas (ratón chinchilla y yaca), norteñas (vicuña, tuco tuco, ratón orejudo amarillo) y de amplia distribución (guanaco, puma, zorros) lo que demuestra que la cuenca es un ecotono para mamíferos característico de ambientes desérticos y mediterráneos.



Figura 18. Ratón chinchilla común (*Abrocoma benetti*) capturado en Sitio Piedra Colgada 1.

3.2.1.2. Patrones distribucionales de los taxa

3.2.1.2.1. Taxa y altura

En la cuenca del Río Copiapó se observó que solo los mamíferos presentaron una correlación significativa y positiva con la altura ($r=0,92$; $p=0,03$) es decir a mayor altura se incrementa el número de especies (Figura 19). Los reptiles y anfibios presentaron correlaciones negativas pero no significativa con la altura ($r=-0,77$; $p=0,12$ para reptiles y $r=-0,15$; $p=0,81$ para anfibios). En aves hubo una correlación positiva suave y no significativa ($r=0,02$; $p=0,97$). En su totalidad los vertebrados presentaron una correlación positiva y no significativa ($r=0,13$; $p=0,83$).

En relación al número de especies amenazadas, ellas fueron estandarizadas de modo que se estimó el porcentaje de especies amenazadas en cada sitio de muestreo en relación al total de especies registradas en cada sitio (% de especies amenazadas). El análisis por tramos altitudinales muestra una alta representatividad en cada tramo (fluctúa entre un 16 a 21%), con una ligera tendencia positiva pero no significativa ($r=0,27$; $p=0,6$); es decir se observa un ligero incremento de especies amenazadas en los sitios de mayor altura (Figura 20).

Otro aspecto interesante dice relación con las especies endémicas a nivel nacional, donde se observa que el mayor porcentaje se encuentra entre los 500 a los 2500 msnm (Figura 21), lo que es concordante con la distribución de la mayoría de ellas (principalmente especies mediterráneas), mientras que los ambientes de alturas comparten especies altiplánicas y los de zonas bajas presentan vertebrados asociados a la costa (de amplia distribución).

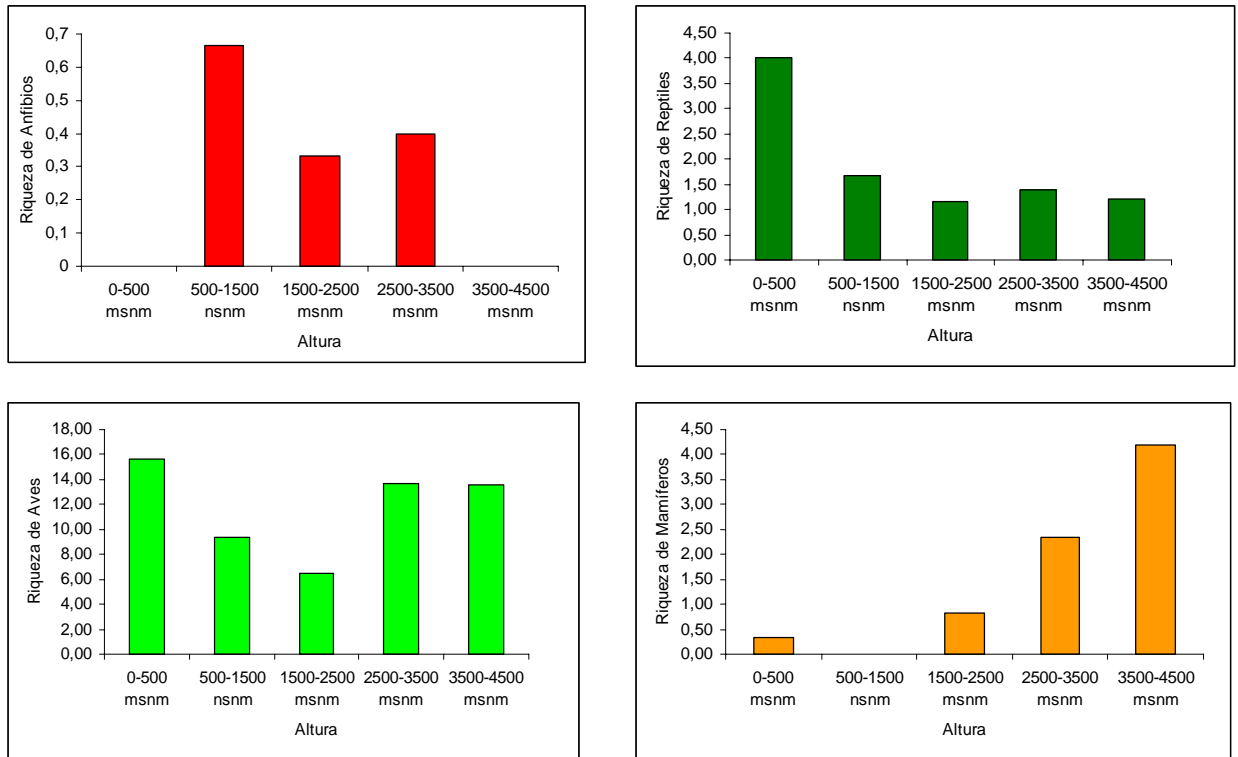


Figura 19. Distribución altitudinal de taxa en la cuenca del Río Copiapó.

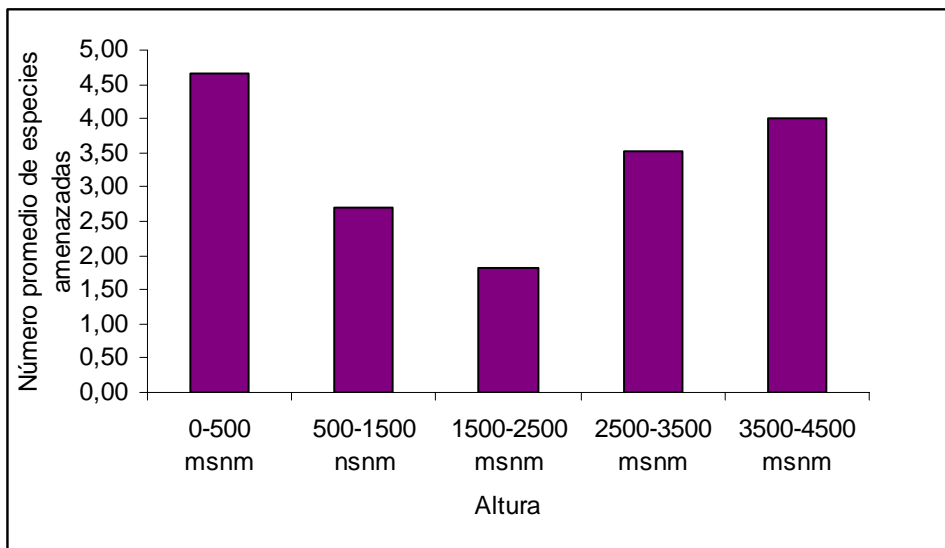


Figura 20. Distribución del porcentaje de especies amenazadas por tramos altitudinales.

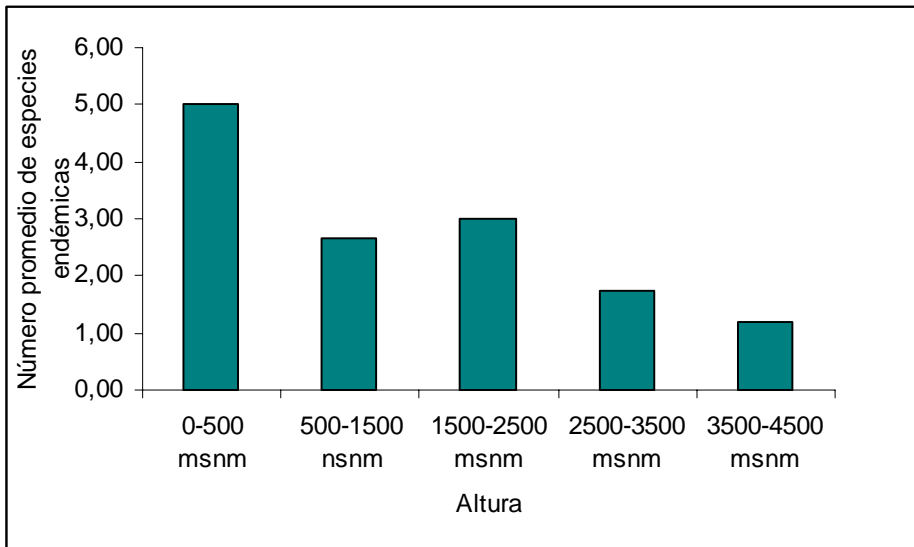


Figura 21. Distribución de los porcentajes de especies endémicas por tramos altitudinales

Otro aspecto interesante dice relación con los niveles de invasibilidad de vertebrados en la cuenca, los que en términos generales son bajos (menos de 1%), salvo el tramo entre los 500 a los 1500 msnm. que alcanza a niveles promedios de 5 especies exóticas (Figura 22). Es interesante hacer notar que el mayor porcentaje de especies exóticas ocurre en el tramo de mayor perturbación antrópica, situación que se corresponde con los patrones generales de especies introducidas (Levine y D`Antonio 1999, Paul y Meyer 2001, Kennedy et al. 2002, Pauchard et al. 2006). La tendencia general es a una relación inversa entre número de especies exóticas y altura, pero no significativa ($r=-0,29$; $p=0,6$).

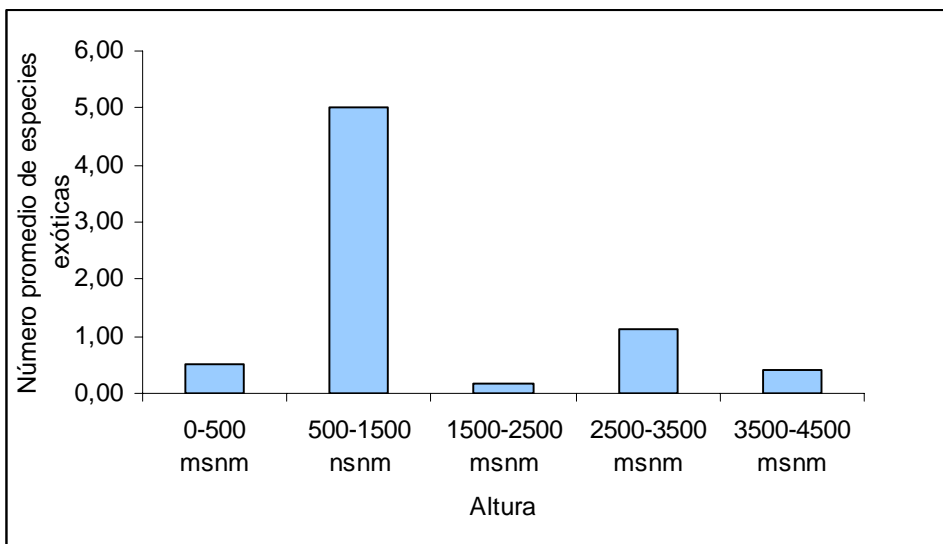


Figura 22. Porcentaje de especies exóticas por altitud.

3.2.1.3. Valoración ambiental

3.2.1.3.1. Análisis por subcuencas

La Figura 23 resume los atributos de riqueza específica, número de especies amenazadas, número de especies exóticas y número de especies endémicas para cada subcuenca. A nivel de riquezas destacan la subcuenca del Río Copiapó bajo (considera la desembocadura del río) y el sector de Manflas un área de acceso restringido (no obstante cabe señalar que son los dos sitios más estudiados y ello podría explicar el mayor número de registros de especies). Respecto a las especies amenazadas se observa una situación semejante, en especies exóticas los mayores registros son para la cuenca del Manflas y luego el Copiapó medio y en especies endémicas los valores más altos son para Manflas seguido de Copiapó bajo, Copiapó medio y Río Pulido.

En términos generales, se puede señalar que las subcuencas del Río Copiapó bajo y Manflas presentaron los indicadores más altos, para el resto de las subcuencas la situación tiende a ser parecida; salvo la subcuenca de Paipote que presenta los indicadores más bajos, lo que es concordante con la aridez más acentuada de esa área.

El Anexo V detalla los sitios de muestreo dentro de cada subcuenca y los valores de la Figura 23.

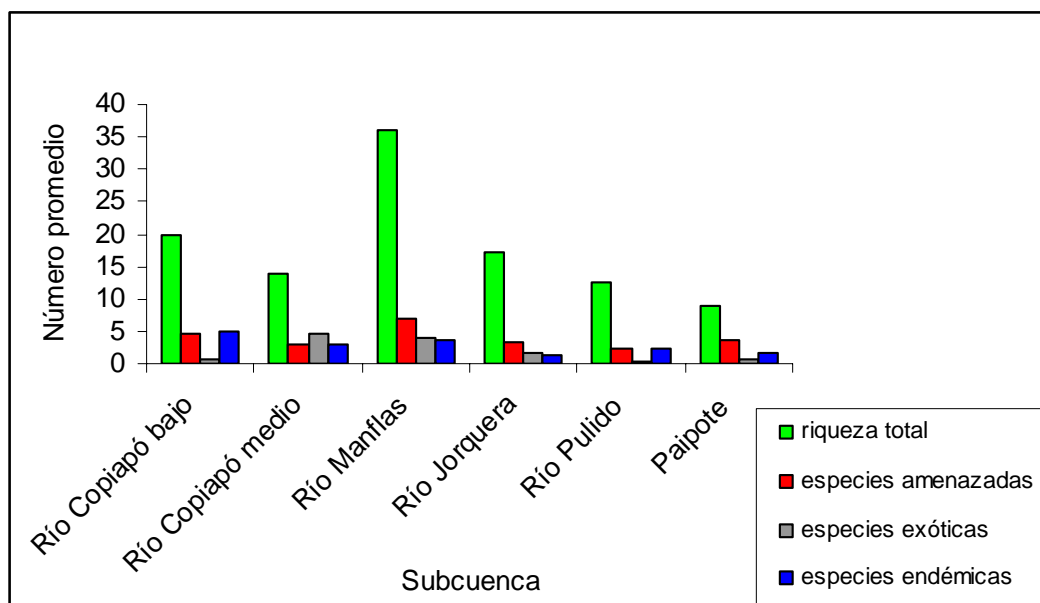


Figura 23. Resumen de riqueza total, número de especies amenazadas, especies exóticas y endémicas por subcuencas.

Subcuenca del Copiapó Bajo

Con el índice de Horn (con un límite de aceptación de un 40% y basado en la riqueza de especies vertebradas) se obtuvo una alta similitud de riqueza de vertebrados en los tres sitios prospectados, los que corresponden a bosques de chañares, por lo tanto hay

una similitud entre los sitios prospectados. Si bien no se pudo acceder al sector de María Isabel, esta localidad habría que considerarla asociada a las últimas. En estos sitios destacó la presencia de especies amenazadas y endémicas, así como la presencia de fauna más mediterránea (ratón chinchilla, ratón orejudo de Darwin, tenca, loica, entre otras). Actualmente los sitios estudiados son remanentes de las formaciones originales y se encuentran sometidos a una fuerte presión antrópica.

Subcuenca del Copiapó Medio

Esta subcuenca solo fue muestreada en el tranque artificial Lautaro y en la junta de los ríos Copiapó y Manflas. Ello obedeció a que parte importante de ella se encuentra transformada a áreas agrícolas (parronales), por lo que en términos generales no representa hábitat de relevancia para vertebrados, al menos a la escala del presente estudio.

No obstante, los sitios muestreados tuvieron cierta relevancia. Por una parte el Tranque Lautaro es un humedal artificial que representa un ambiente propicio para aves y en la junta de los Ríos Manflas con Copiapó se detectó la presencia de anfibios con alto grado de amenaza, en lo que representa probablemente un remanente de los ambientes propios de la cuenca media, por hoy altamente perturbada.

Subcuenca del Río Manflas

Parte importante del área se encuentra al interior de una hacienda privada, razón por la cual no se pudo acceder. No obstante, se obtuvo información confiable para el análisis (Juan Carlos Torres-Mura com. pers.). Probablemente lo restringido del acceso y la heterogeneidad de hábitat, permiten entender la alta biodiversidad del área, donde destacan especies amenazadas relevantes para la región. Del análisis del estudio mencionado, se puede observar la ocurrencia de especies de altura, de origen mediterráneo y otras propias de la región.

Subcuenca del Río Jorquera

En la Figura 24 , el índice de Horn (con un límite de aceptación de un 40%) permite discriminar tres grupos de localidades en la subcuenca (localidades que difieren en la composición de vertebrados; heterogeneidad de comunidades vertebradas).

Un primer clado o agrupamiento (A) reúne a localidades que presentan vegas altoandinas singulares (Cachitos con alta naturalidad, Río Figueroa con una vega asociada a lagunas y Quebrada las Guanacas con fauna altoandina relevante). Un segundo clado (B) reúne a localidad altoandinas precordilleranas del sector norte de la cuenca y el tercer clado (C) a ambientes altoandinos de prepuna del área norte de la cuenca. La disimilitud de los grupos de localidades, indica la heterogeneidad de la composición faunística de los sitios y en cierto grado es un indicador de la alta biodiversidad en esta cuenca (en especial la diferencia entre sectores).

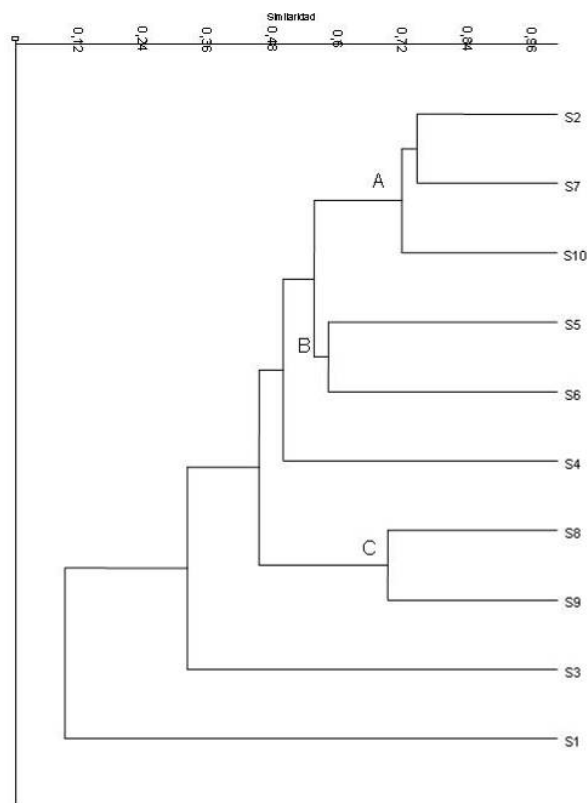


Figura 24. Similitud ecológica (índice de Horn) de las localidades muestreadas en la subcuenca del Río Jorquera. S1 Río Jorquera, S2 Río Cachitos, S3 Junta ríos de La Gallina y Pircas Negras, S4 Río Turbio 1, S5 Río Turbio 2, S6 Río Figueroa 1, S7 Río Figueroa 2, S8 Caspiche, S9 Mina Refugio y S10 Quebrada la Guanaca.

Subcuenca del Río Pulido

En la Figura 25 , el índice de Horn (con un límite de aceptación de un 40%) permite discriminar cuatro grupos de localidades en la subcuenca (heterogeneidad de las comunidades vertebradas).

Un primer clado o agrupamiento (A) agrupa a localidades de altura del sur de la cuenca. Un segundo clado (B) corresponde a la Cuenca de Montosa, paralela a Manflas y que al igual que ella presenta un acceso restringido lo que ha favorecido la conservación de biodiversidad en el sector. Un tercer clado (C) agrupa a localidades de altura media del sur de la cuenca y un cuarto clado (D) reúne también a localidades de altura media del sur de la cuenca; en efecto los cluster A y D presentan una similitud cercana al 40%.

Dentro de la cuenca destaca el sector de Montosa, donde el acceso restringido y la heterogeneidad de ambientes han favorecido la presencia de una importante comunidad de vertebrados, en el contexto de la biodiversidad regional.

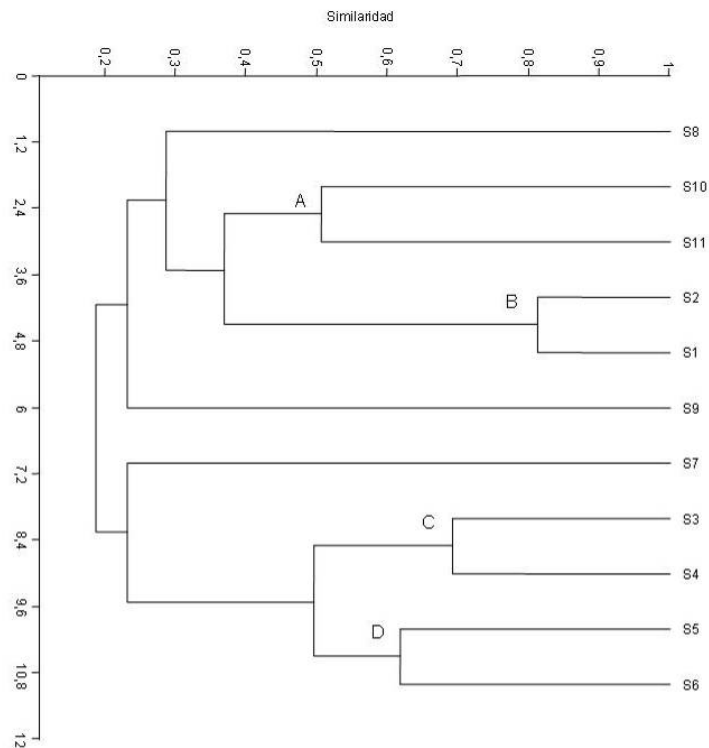


Figura 25. Similitud ecológica (índice de Horn) de las localidades muestreadas en la subcuenca del Río Pulido. S1 Montosa 1, S2 Montosa 2, S3 Río El Potro, S4 Río Pulido 1, S5 Río Pulido 2, S6 Río Ramadillas, S7 Río Pulido 3, S8 Río Pulido 4, S9 Río Pircas Coloradas 1, S10 Río Pircas Coloradas 2 y S11 Vega en Pircas Coloradas.

Subcuenca de Paipote

En la Figura 26, el índice de Horn (con un límite de aceptación de un 40%) permite discriminar solo 1 grupo de localidades en la subcuenca (homogeneidad en la comunidades vertebradas) (A) la que corresponde a ambientes de altura del sector norte del área de estudio. Si bien el resto de localidades no es significativo para el análisis, ellas se diferencian del único clado por corresponder a localidades de menor altura. La subcuenca de Paipote se diferencia del resto de subcuencas por la falta de cursos o cuerpos de agua de mayor envergadura, siendo la restricción hídrica la más notoria de la Cuenca del Copiapó.

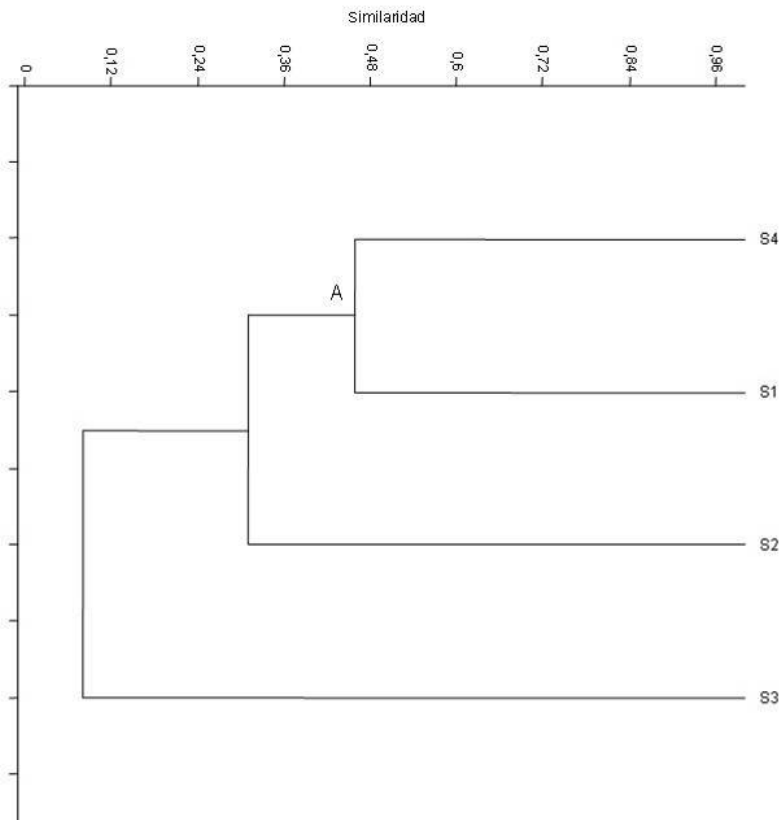


Figura 26. Similitud ecológica (índice de Horn) de las localidades muestreadas en la subcuenca de Paipote. S1 La Coipa, S2 Quebrada San Andrés 1, S3 Quebrada San Andrés 2, S4 Camino La Pepa.

3.2.1.3.2. Índice de impacto humano

La Figura 27 muestra el resultado del análisis de Sanderson et al. (2002), que calcula el índice de impacto humano para la cuenca del Río Copiapó. El análisis es claro en mostrar que las principales áreas de impactos se ubican en la zona baja y media de la cuenca. En las partes superiores los impactos principalmente se asocian a la red de caminos (accesibilidad) y salares (probablemente el satélite los interpreta como suelos consolidados o urbanos). A lo anterior habría que considerar impactos más locales como los generados por la ganadería en las vegas y algunas explotaciones mineras difíciles de representar en un análisis de carácter global. No obstante, de acuerdo al análisis de Sanderson et al. (2002), existe una fuerte relación entre grado de impacto humano e impacto a la naturalidad de los ecosistemas.

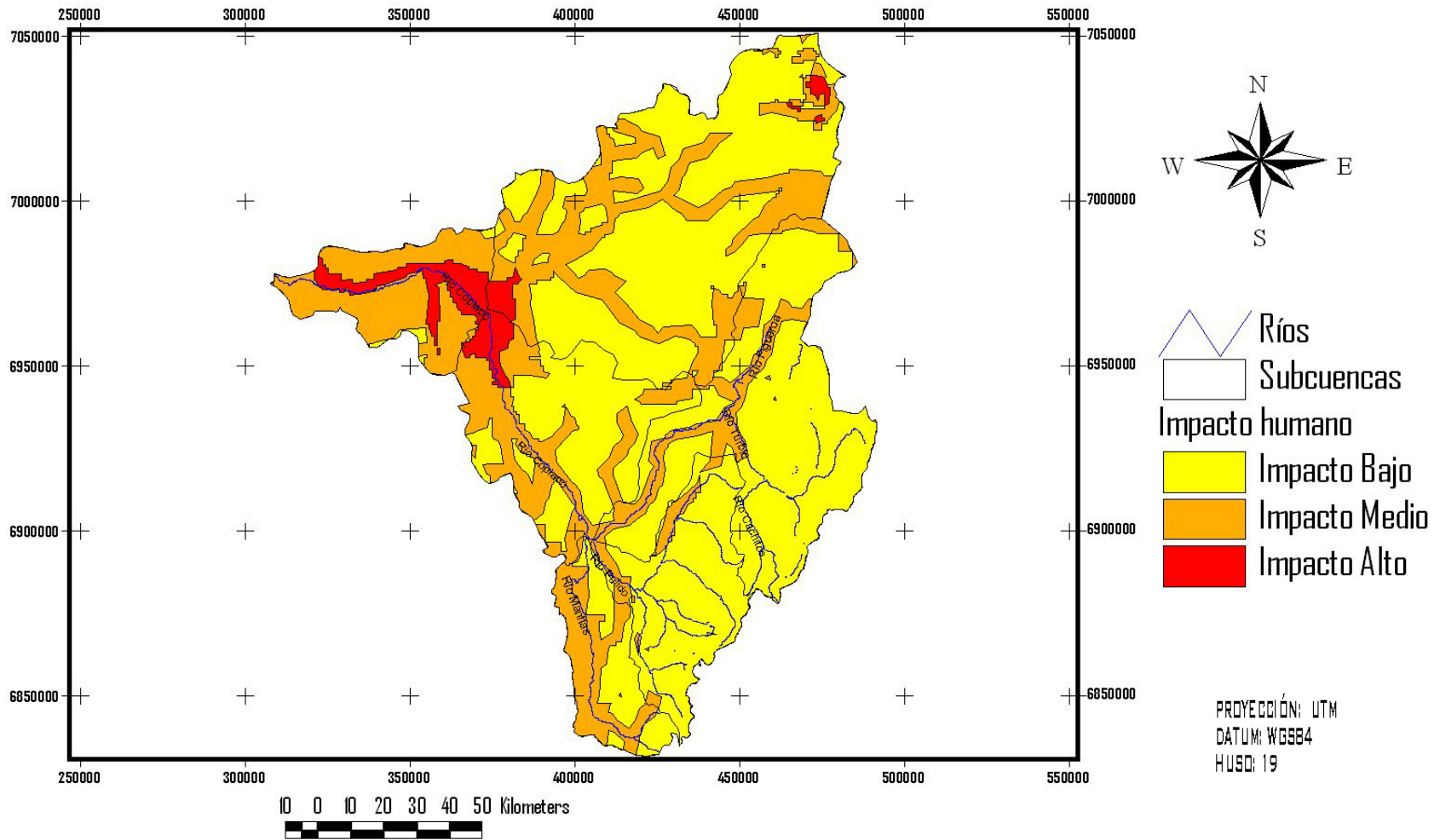


Figura 27. Índice de Impacto Humano para la Cuenca del Río Copiapó, basado en Sanderson et al. (2002).

3.2.1.3.3. Sensibilidad Ambiental

La Figura 28 representa las riquezas específicas registradas en los puntos de muestreos del presente estudio, para las subcuencas de estudio. De acuerdo a los resultados se puede señalar que la subcuencas del Río Copiapó Bajo, Pulido y Manflas presentaron los indicadores más altos; para el resto de las subcuencas la situación tiende a ser parecida; salvo la subcuenca de Paipote que presenta los indicadores más bajos, lo que es concordante con la aridez más acentuada de esa área.

La Figura 29 representa los niveles de amenazas presentes en las subcuencas del área de estudio, los que fueron agrupados en tres niveles (alto, medio y bajo) de acuerdo al número de especies detectadas. De acuerdo a los resultados, se puede señalar que la subcuencas del Río Copiapó Bajo y Manflas presentan en promedio los valores más altos de especies amenazadas, lo que es coincidente con que ambas presentan los valores mas altos de riquezas específicas. Aquí es importante hacer notar que la subcuenca del Río Copiapó Bajo es la que presenta los impactos antrópicos más altos; dada por la mayor densidad poblacional en esta zona, situación que sugiere la necesidad de tomar medidas correctoras del daño ambiental (principalmente por sustitución de habitat) en esa área.

La distribución del número de especies endémicas se entrega en la Figura 30. En general los valores más altos de especies endémicas se localizaron hasta los 2500 msnm; lo que coincide con el carácter de mediterráneas de la mayor parte de ellas.

En la Figura 31 se representa la distribución de los vertebrados exóticos más ampliamente distribuidos en la cuenca: conejo, liebre, burros asilvestrados y cabras. Se puede observar que el conejo ha invadido principalmente hasta los 2500 msnm y que en los ambientes de altura es reemplazado por la liebre. Dos especies domésticas; las cabras y burros se encuentran a lo largo de la cuenca, y se localizaron en gran parte de las vegas del área de estudio. La crianza extensiva de estas especies en humedales (vegas, bofedales) representa un posible impacto directo a las áreas húmedas del área (sobrepastoreo, desplazamiento de especies nativas). En Chile rara vez las especies domesticas han sido consideradas en los listados de especies invasoras, siendo que en los Estado Unidos, por ejemplo, son consideradas, como es el caso de burros y cabras que generan efectos adversos sobre la vegetación natural (Dukes & Money 2004).

El análisis de sensibilidad Figura 32 (síntesis de los atributos considerados en el presente estudio; riqueza de vertebrados, número de especies endémicas y el número de especies amenazadas para cada uno de los sitios) permite señalar que la subcuenca del Copiapó Bajo presenta niveles de sensibilidad alta a media dentro de un área altamente intervenida; la parte sur de la subcuenca del Copiapó Medio presenta sensibilidad media por la presencia del Tranque Lautaro que alberga fundamentalmente aves y la junta de los Ríos Copiapó y Manflas. La subcuenca de Manflas y el sector de Montosa en la subcuenca de Pulido, aparecen con sensibilidad alta a media, en la subcuenca del Jorquera destaca el sector de la vega del río Cachitos que aparece como una zona relevante para vertebrados. En la subcuenca del Jorquera destacan las áreas de Río Figueroa, y Sector la Guanaca en Mina Refugio. Finalmente en la subcuenca de Paipote, de modo general se puede señalar que la sensibilidad para fauna es media.

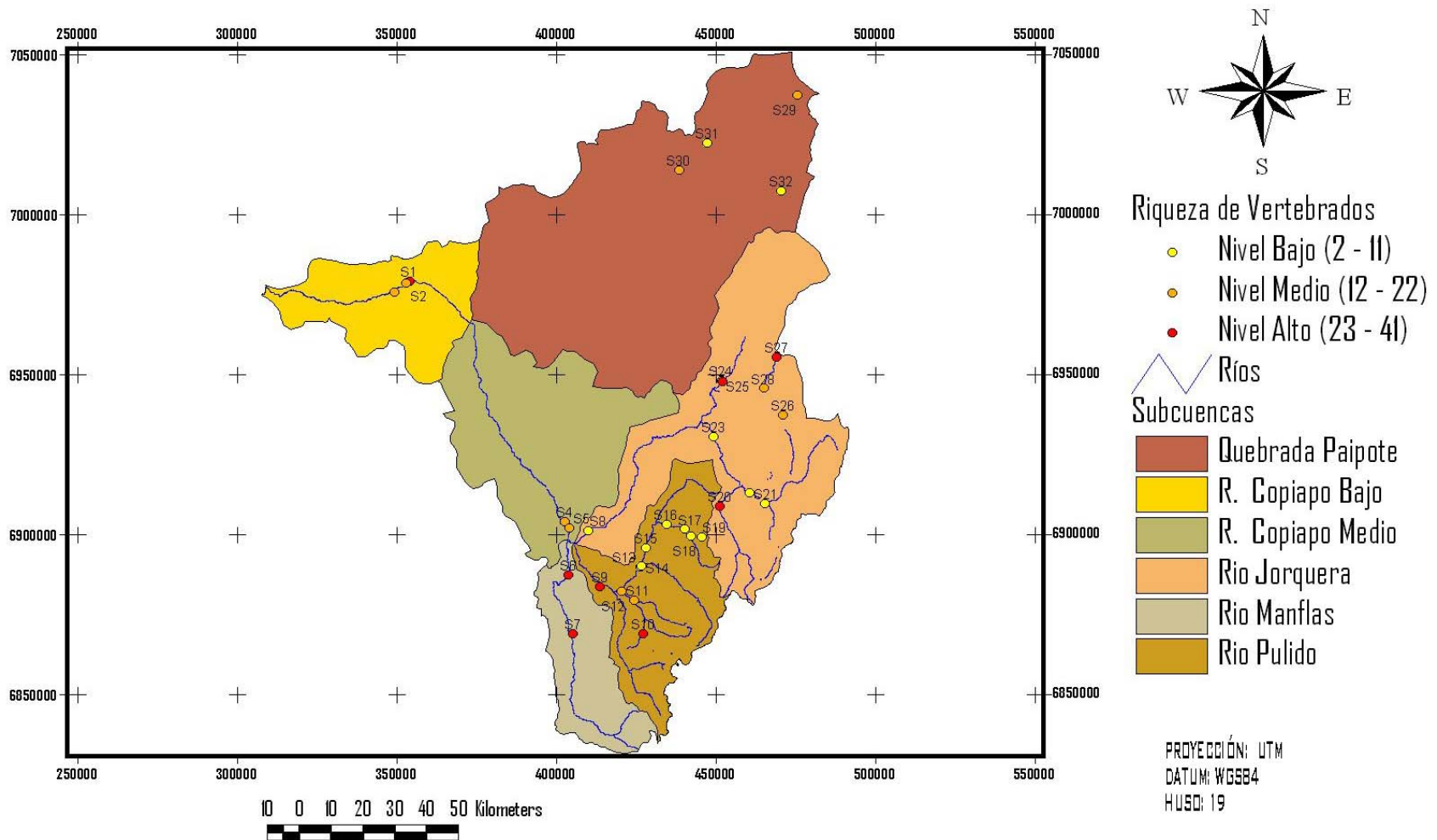


Figura 28. Riqueza de vertebrados nativos de las subcuencas del Río Copiapó.

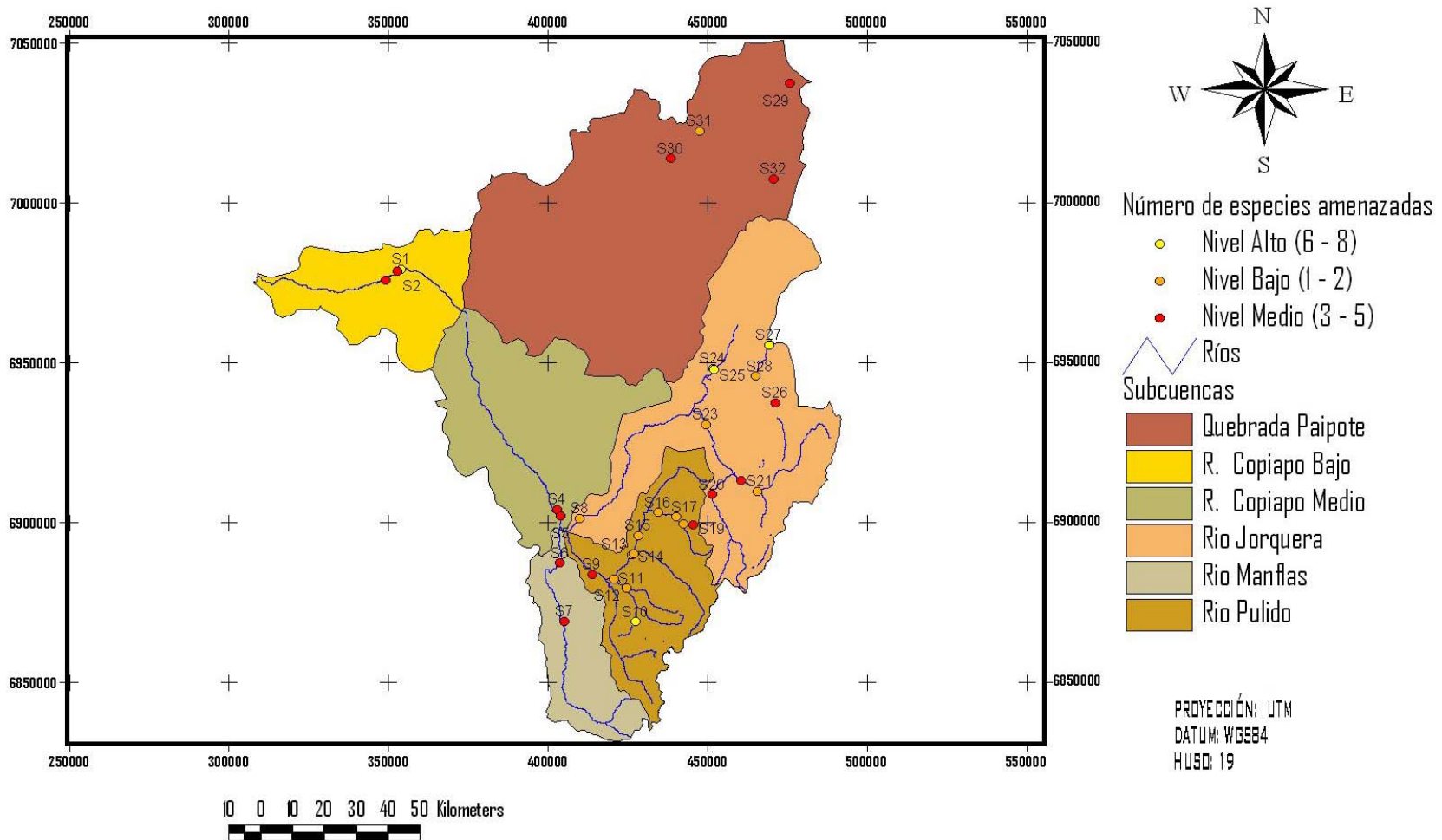


Figura 29. Número de especies amenazadas de vertebrados nativos de las subcuencas del Río Copiapó.

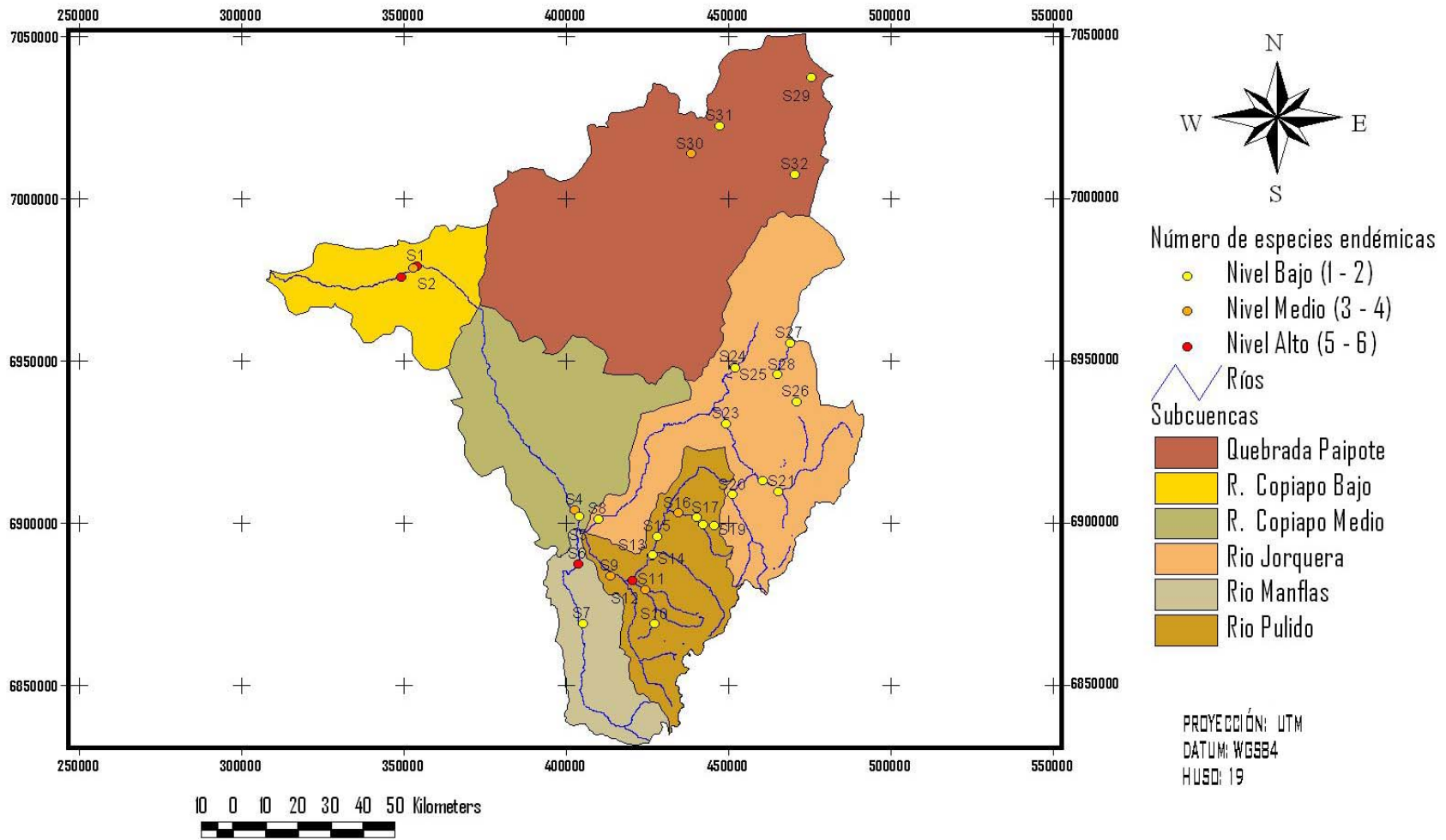


Figura 30. Número de especies endémicas de vertebrados nativos de las subcuencas del Río Copiapó.

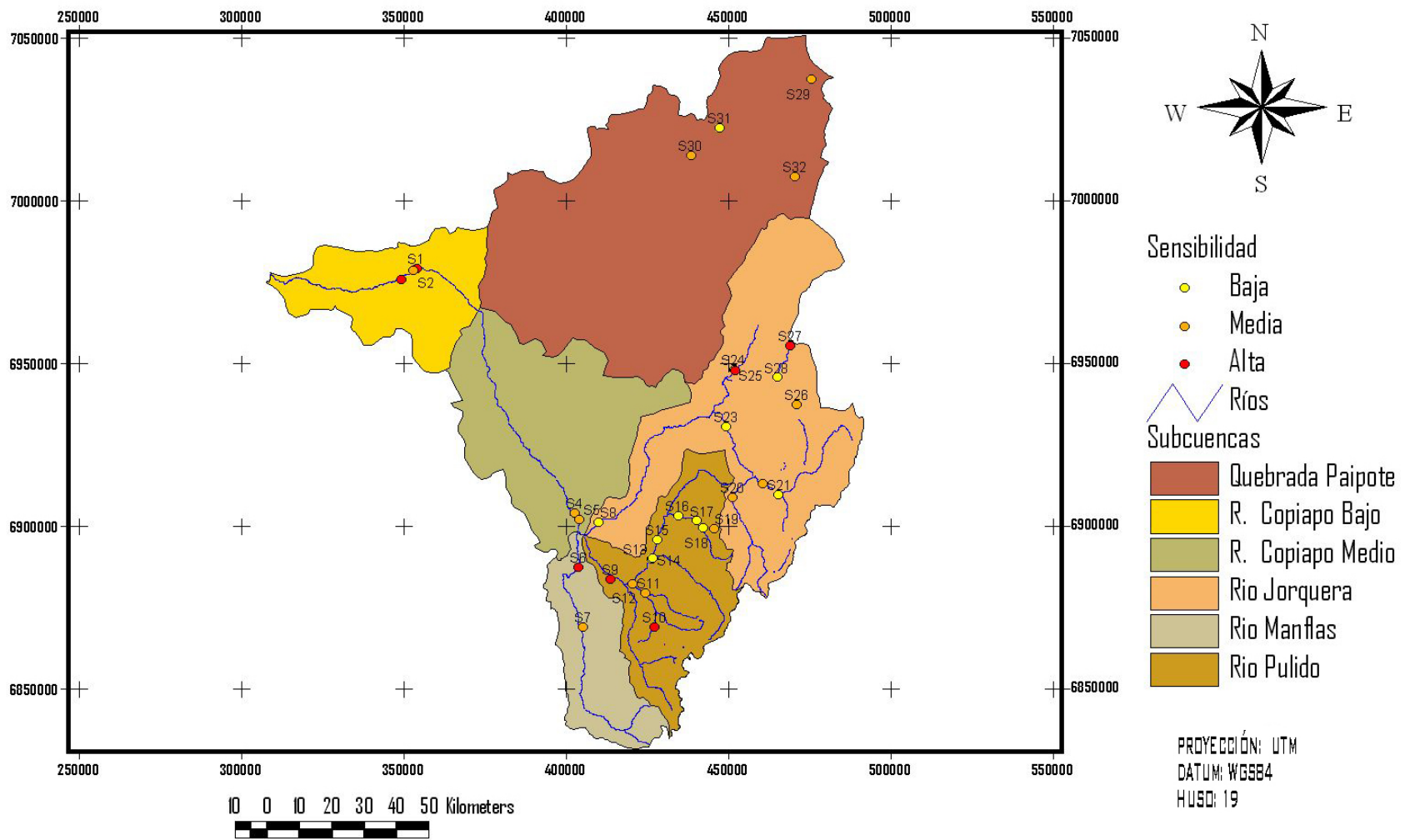


Figura 32. Sensibilidad ambiental de vertebrados de la cuenca del Copiapó.

3.2.1.3.4. Prioridades Ambientales

Con el objetivo de sintetizar la información generada, se procedió a definir prioridades ambientales (síntesis de la sensibilidad ambiental y el impacto ambiental), con el objetivo de orientar los esfuerzos en la gestión ambiental. El análisis de las prioridades ambientales por fauna se entrega en la Figura 33. Cabe consignar que el análisis se realizó para puntos de muestreos (32 sitios), los que fueron extrapolados a áreas (polígonos) con el objetivo de pensar en las prioridades ambientales como protección de cuencas o microcuencas, para ello los puntos de muestreos fueron extrapolados según criterio de experto (de acuerdo a lo observado durante el recorrido por la cuenca), criterio de altitud y formaciones vegetacionales. De acuerdo al análisis se puede señalar que:

- La subcuenca del Copiapó Bajo es de alta prioridad (en especial bosques de Chañares) y debido a los fuertes grados de perturbación antrópica (agricultura, urbanización, desecación) se requiere de medidas ambientales de protección y reparación (e.g. evaluación del estado de los chañares, medidas de restauración del río, riego, reforestación, incorporación de las comunidades Coyas en las estrategias de protección; reconversión en prácticas agrícolas y uso del agua).
- La subcuenca del Copiapó Medio es de baja prioridad debido a la fuerte transformación del uso por actividades agrícolas y mineras. Sí destaca el tranque artificial Lautaro por su función de hábitat para aves acuáticas. Se sugiere la protección del tranque como humedal para aves acuáticas.
- La subcuenca de Manflas es de alta prioridad, se requiere acciones de protección (e.g. área protegida, planes de manejo, generación de inventarios de flora y fauna, análisis de biodiversidad).
- En la subcuenca de Pulido destacan dos áreas; sector Montosa y Vega Río Cachito donde se requiere de acciones de protección (e.g. protección de áreas, planes de manejo, generación de inventarios de flora y fauna, control de ganadería).
- En la subcuenca del Jorquera destacan los sectores de Río Figueroa que requiere de acciones de protección (e.g. protección de sitios, protección y monitoreo de la vega, planes de manejo) y sector la Guanaca en Mina Refugio que requiere de acciones de protección debido a posibles impactos mineros (e.g. protección de vega, seguimiento de especies banderas como el guanaco y reptiles).
- En la subcuenca de Paipote la prioridad es media (de acuerdo a la fauna observada), donde se requiere de acciones de restauración de la vega fundamentalmente, como es el caso de Vega San Andrés la que es cruzada por la ruta internacional vía Salar de Maricunga.

De acuerdo al criterio de experto, se corrigieron los siguientes sitios:

- Quebrada Las Guanacas y Mina Refugio, de media prioridad ambiental a alta prioridad ya que se encuentra en un sector minero (no identificado en carta de impacto humano).
- Vegas Pircas Coloradas, Río Cachitos y Río Turbio, de media prioridad ambiental a alta prioridad ya que son sitios con una alta actividad ganadera (no bien representada en carta de impacto humano, por escala de trabajo).

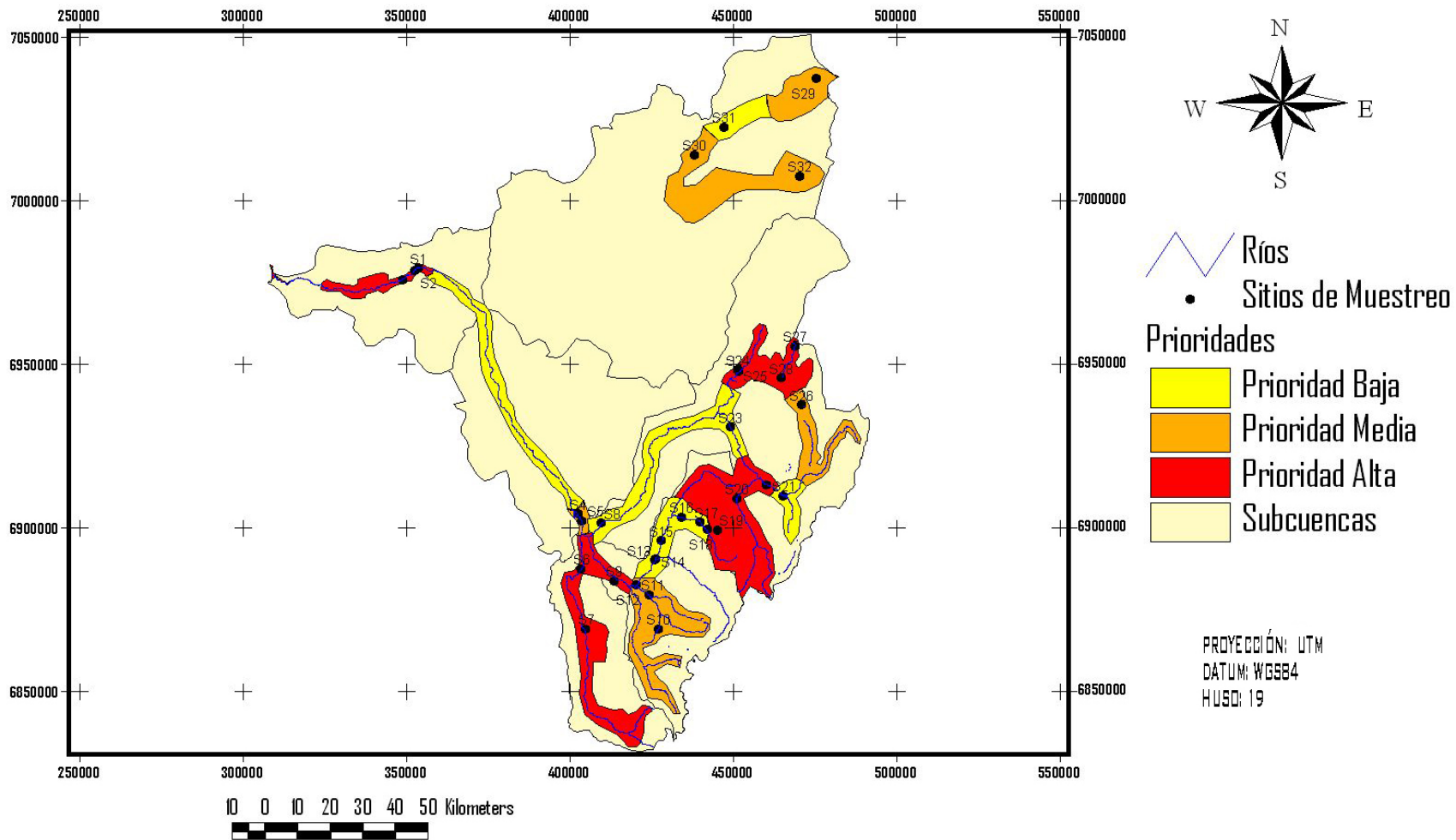


Figura 33 Prioridades ambientales para la cuenca del Río Copiapó.

3.2.2. Humedal de la desembocadura del Río Copiapó

3.2.2.1. Unidades de Fauna

Se establecieron tres unidades de fauna generales (Figura 34) para los cuales se tomó como base la clasificación vegetacional realizada por el equipo de flora y vegetación en el marco de este proyecto. A continuación se presenta una breve descripción de éstas:

- Fauna asociada a Totorales y Cuerpos de Agua: esta unidad de fauna corresponde a animales cuyo hábitat principal corresponde a vegetación dominada por totoras (*Typha angustifolia*), en los cuerpos de agua dulce y/o en las lagunas esporádicas que se forman en las salinas, ya sea porque su alimento principal se encuentra en estos sitios, porque se reproducen en éstos o los utilizan como lugares de descanso. En la Figura 34 esta unidad aparece representadas por dos sub unidades: por Totorales y por Cuerpos de Agua. En ella es posible encontrar representantes de peces como la lisa (Mugilidae), especies de aves como el siete colores (Tyrannidae), churrete y trabajador (Furnaridae), patos (Anatidae), huairavo y garzas (Ardeidae), piden y taguas (Rallidae), blanquillo y picurio (Podicipedidae), entre otros.
- Fauna asociada a Dunas y Playa: esta unidad de fauna corresponde a animales que habitan en zonas con vegetación dunaria o carentes de vegetación (como lo son las playas de arena). Está compuesta por numerosas especies que habitan, se reproducen y/o se alimenta en las dunas y playas. De las aves destacan: chorlos (Charadriidae), gaviotas y gaviotines (Laridae) playeros y zarapito (Scolopacidae), entre otros.
- Fauna asociada a Vegetación de Borde: esta unidad de fauna corresponde a animales que habitan en las zonas arbustivas del área de estudio. Esta unidad de fauna contiene las formaciones vegetacionales dominadas por *Sarcocornia fruticosa* y *Tessaria absinthioides*, incluyéndose también bosquetes de *Geoffroea decorticans* y *Prosopis chilensis*. Está compuesta por numerosas especies que habitan y se alimenta en estos arbustos, de los mamíferos destacan los zorros (Canidae), de las aves el canastero común (Furnaridae), cometocino de gay y platero (Emberizidae), de los reptiles las culebras (Culebridae), iguana chilena (Teiidae), entre otros.

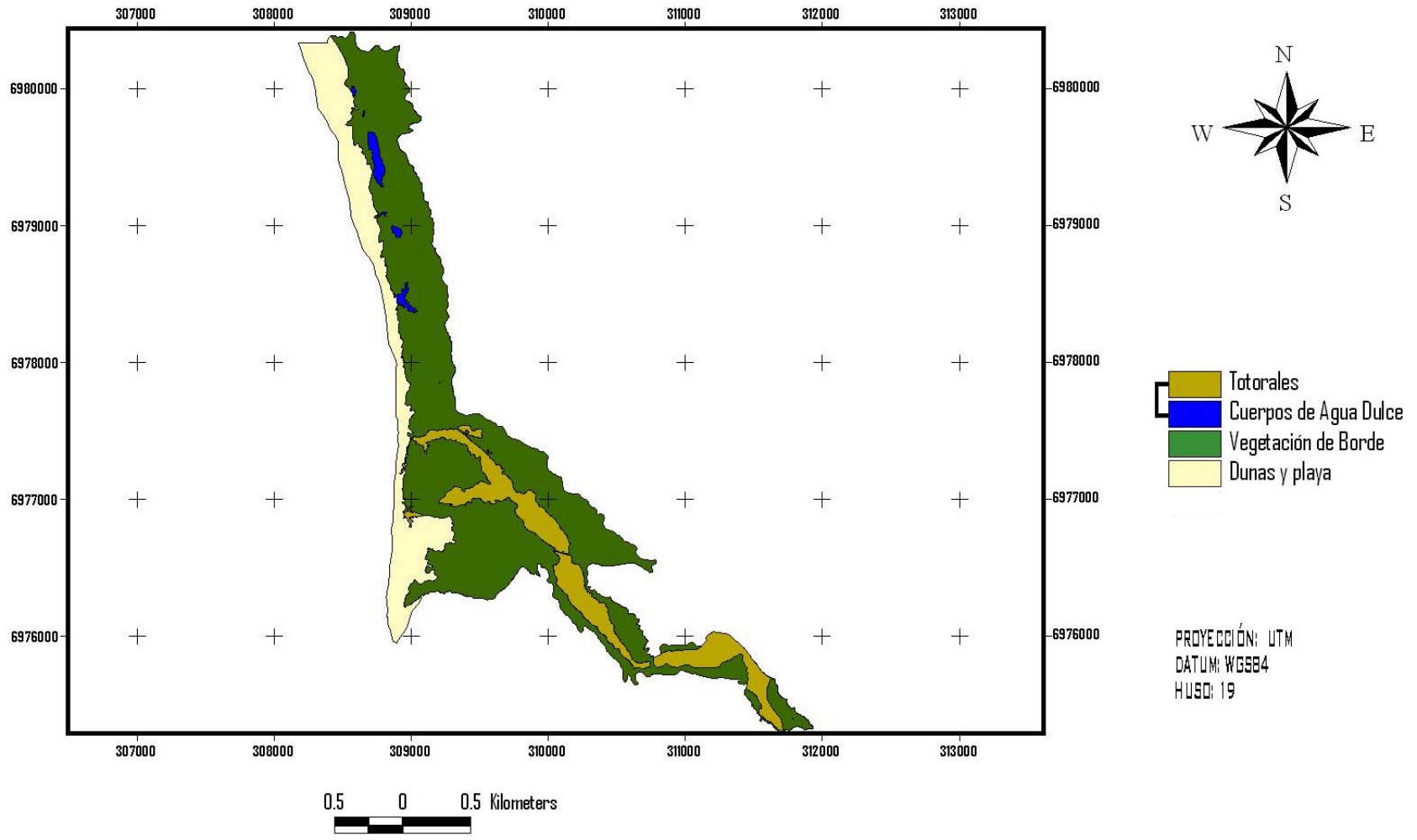


Figura 34. Unidades de fauna presentes en el humedal del estuario de la desembocadura del río Copiapó.

3.2.2.2. Riqueza de Especies y Estados de Conservación

Se reporta un total de 100 especies de vertebrados pertenecientes a cuatro Clases: Peces (Actinopterygii), Reptiles, Aves y Mamíferos, los cuales se detallan en la Tabla 38. No se detectó la presencia de Anfibios.

Las unidades de fauna Dunas-Playas y Totoral-Cuerpos de Agua Dulce presentaron cantidades de especies similares, mientras que la unidad Vegetación de Borde fue la unidad con mayor número de especies. A continuación se detalla la composición de la riqueza de especies de vertebrados presentes en el humedal.

Tabla 38. Especies de vertebrados de cada Clase presentes en las tres unidades de fauna del humedal de la desembocadura del Río Copiapó

Clase	Nº total de Especies	Unidades de Fauna		
		D y P	T y CA	VB
PECES	1	-	1	-
ANFIBIOS	0	-	-	-
REPTILES	6	2	-	6
AVES	82	43	48	46
MAMÍFEROS	11	4	-	10
Total	100	49	49	62

D y P= Dunas y Playa, T y CA= Totoral y Cuerpos de Agua, VB= Vegetación de Borde

De los peces solamente se encontró la lisa (*Mugil cephalus*) la cual se encuentra clasificada como fuera de peligro por Habit *et al.* (2006) y bajo menor preocupación por IUCN (2006).

Se encontró un total de 6 especies de reptiles pertenecientes a 3 familias, las cuales son todas de origen nativo (Tabla 39). De las especies encontradas es destacable que tres especies se encuentran en estado de conservación vulnerable, mientras que las otras tres están catalogadas como raras.

Tabla 39. Estado de conservación de los reptiles presentes en las tres unidades de fauna del humedal de la desembocadura del Río Copiapó*.

Nombre común	Nombre científico	Estados de Conservación SAG**				Unidades de Fauna		
		B	S	E	EC	D y P	T y CA	VB
COLUBRIDAE								
Culebra de cola larga	<i>Philodryas chamissonis</i>	B		E	R			X
Culebra de cola corta	<i>Tachymenis chilensis</i>	B		E	V			X
TEIIDAE								
Iguana chilena	<i>Callopistes palluma</i>		S	E	V			X
TROPIDURIDAE								
Lagartija de dos manchas	<i>Liolaemus bisignatus</i>		S	E	R	X		X
Lagartija de Plate	<i>Liolaemus platei</i>			E	R	X		X
Corredor de Atacama	<i>Microlophus atacamensis</i>		S	E	V			X

*D y P= Dunas y Playa, T y CA= Totoral y Cuerpos de Agua, VB= Vegetación de Borde

**Criterios Ley de Caza 19.473: B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria; S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas; E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales; EC= Estado de conservación, puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, I= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro

La Clase Aves se encontró representada por 82 especies, pertenecientes a 26 familias (Tabla 40), siendo el grupo de vertebrados con más especies. Todas corresponden a especies de origen nativo.

Según las clasificaciones de la UICN sólo 3 especies están catalogadas bajo amenaza cercana (NT) (pelicano, guanay y gaviotín monja) y todo el resto se considera de menor preocupación (LC). Mientras que según la clasificación del SAG, para la zona norte, hay una especie catalogada en peligro (bandurria), 3 especies vulnerables (guanay, gaviota garuma y gaviotín monja), 2 especies son raras (pato gargantillo y perdicita cojón) y una inadecuadamente conocida (Nuco).

Tabla 40. Estado de conservación de las aves presentes en las tres unidades de fauna del humedal de la desembocadura del Río Copiapó

Nombre común	Nombre científico	Estados de conservación				IUCN	Unidades de Fauna		
		SAG					D y P	T y CA	VB
		B	S	E	EC				
PODICIPEDIDAE									
Blanquillo	<i>Podiceps occipitalis</i>			E		LC		X	
Picurio	<i>Podilymbus podiceps</i>		S	E		LC		X	
Huala	<i>Podiceps major</i>			E					
PELECANIDAE									
Pelicano	<i>Pelecanus thagus</i>	B		E		NT	X	X	
PHALACROCORACIDAE									
Yeco	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>				CAC	LC	X	X	
Guanay	<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	B			V	NT	X		
CATHARTIDAE									
Jote de cabeza negra	<i>Coragyps atratus</i>					LC	X	X	X
Jote de cabeza colorada	<i>Cathartes aura</i>	B				LC	X	X	X
ARDEIDAE									
Garza grande	<i>Casmerodius albus</i>	B				LC		X	
Garza chica	<i>Egretta thula</i>	B				LC		X	
Garza boyera	<i>Bubulcus ibis</i>	B				LC		X	X
Huairavo	<i>Nycticorax nycticorax</i>			E		LC		X	X
THRESKIORNITIDAE									
Bandurria	<i>Theristicus melanopis</i>	B			P	LC	X	X	X
ANSERIDAE									
Pato real	<i>Anas sibilatrix</i>					LC		X	X
Pato jergón grande	<i>Anas georgica</i>					LC		X	X
Pato jergón chico	<i>Anas flavirostris</i>					LC		X	X
Pato colorado	<i>Anas cyanoptera</i>					LC		X	X
Pato gargantillo	<i>Anas bahamensis</i>		S		R	LC		X	X
ACCIPITRIDAE									
Vari	<i>Circus cinereus</i>	B		E		LC	X	X	X
Aguilucho	<i>Buteo polyosoma</i>	B		E		LC	X	X	X
FALCONIDAE									
Carancho cordillerano	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	B		E		LC			X
Traro	<i>Caracara plancus</i>					LC	X		X
Tiuque	<i>Milvago chimango</i>	B		E		LC	X		X
Cernícalo	<i>Falco sparverius</i>	B		E		LC			X

Tabla 40. Estado de conservación de las aves presentes en las tres unidades de fauna del humedal de la desembocadura del Río Copiapó (Continuación).

RALLIDAE								
Pidén	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	B				LC		X
Tagüita del norte	<i>Gallinula chloropus</i>		S			LC		X
Tagua	<i>Fulica armillata</i>					LC		X
Tagua chica	<i>Fulica leucoptera</i>					LC		X
Tagua de frente roja	<i>Fulica rufifrons</i>		S			LC		X
CHARADRIIDAE								
Queltehue	<i>Vanellus chilensis</i>	B		E		LC		X
Chorlo ártico	<i>Pluvialis squatarola</i>	B	S			LC	X	
Chorlo nevado	<i>Charadrius alexandrinus</i>	B	S			LC	X	
HAEMATOPODIDAE								
Pilpilén	<i>Haematopus palliatus</i>			E		LC	X	
Pilpilén negro	<i>Haematopus ater</i>		S	E		LC	X	
SCOLOPACIDAE								
Pitotoy grande	<i>Tringa melanoleuca</i>	B	S			LC	X	X
Pitotoy chico	<i>Tringa flavipes</i>	B	S			LC	X	X
Zarapito	<i>Numenius phaeopus</i>	B				LC	X	X
Playero vuelvepedras	<i>Arenaria interpres</i>	B	S			LC	X	
Playero blanco	<i>Calidris alba</i>	B				LC	X	
Playero de Baird	<i>Calidris bairdii</i>	B				LC	X	X
THINOCORIDAE								
Perdicita cojón	<i>Thinocorus orbignyianus</i>		S		R	LC	X	X
LARIDAE								
Gaviota garuma	<i>Larus modestus</i>		S		V	LC	X	X
Gaviota peruana	<i>Larus belcheri</i>		S			LC	X	X
Gaviota dominicana	<i>Larus dominicanus</i>			E		LC	X	X
Gaviota de Franklin	<i>Larus pipixcan</i>	B				LC	X	X
Gaviotín sudamericano	<i>Sterna hirundinacea</i>		S			LC	X	X
Gaviotín boreal	<i>Sterna hirundo</i>		S			LC	X	X
Gaviotín monja	<i>Larosterna inca</i>		S		V	NT	X	X
RYNCHOPIDAE								
Rayador	<i>Rynchops niger</i>		S			LC	X	X
COLUMBIDAE								
Tortolita cuyana	<i>Columbina picui</i>			E		LC		X
Tórtola	<i>Zenaida auriculata</i>					LC		X
STRIGIDAE								
Pequén	<i>Athene cunicularia</i>	B		E		LC	X	X
Nuco	<i>Asio flammeus</i>	B		E	I	LC		X
TROCHILIDAE								
Picaflor del norte	<i>Rhodopis vesper</i>	B	S	E		LC		X
FURNARIIDAE								
Minero	<i>Geositta cunicularia</i>	B				LC	X	X
Minero chico	<i>Geositta maritima</i>	B				LC	X	X
Minero grande	<i>Geositta isabellina</i>	B				LC		X
Bandurrilla	<i>Upucerthia dumetaria</i>	B	S			LC	X	X
Churrete acanelado	<i>Cinclodes fuscus</i>	B				LC		X
Churrete chico	<i>Cinclodes oustaleti</i>	B				LC		X
Tijeral	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	B				LC		X

Tabla 40. Estado de conservación de las aves presentes en las tres unidades de fauna del humedal de la desembocadura del Río Copiapó (Continuación).

Canastero	<i>Asthenes humicola</i>	B				LC			X
Trabajador	<i>Phleocryptes melanops</i>	B				LC		X	
TYRANNIDAE									
Mero gaucho	<i>Agriornis montana</i>			E		LC	X		X
Dormilona de nuca rojiza	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	B		E		LC	X	X	X
Dormilona tontita	<i>Muscisaxicola macloviana</i>	B		E		LC	X	X	X
Colegial	<i>Lessonia rufa</i>	B		E		LC	X	X	
Colegial del norte	<i>Lessonia oreas</i>	B		E		LC	X	X	
Siete-colores	<i>Tachuris rubrigastra</i>	B		E		LC		X	
Cachudito	<i>Anairetes parulus</i>	B		E		LC			X
HIRUNDINIDAE									
Golondrina chilena	<i>Tachycineta meyeri</i>	B		E		LC	X	X	X
Golondrina de dorso negro	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	B		E		LC	X	X	X
Golondrina bermeja	<i>Hirundo rustica</i>	B	S	E		LC	X	X	X
TROGLODITIDAE									
Chercán	<i>Troglodytes aedon</i>	B		E		LC			X
Chercán de las vegas	<i>Cistothorus platensis</i>	B	S	E		LC		X	X
MOTACILLIDAE									
Bailarín chico	<i>Anthus correndera</i>	B	S	E		LC	X		X
EMBERIZIDAE									
Chirihue	<i>Sicalis luteola</i>					LC			X
Chincol	<i>Zonotrichia capensis</i>	B				LC	X		X
Cometocino de Gay	<i>Phrygilus gayi</i>			E		LC			X
Platero	<i>Phrygilus alaudinus</i>		S			LC			X
Diuca	<i>Diuca diuca</i>					LC			X
ICTERIDAE									
Trile	<i>Agelaius thilius</i>	B				LC		X	

D y P= Dunas y Playa, **T y CA=** Totoral y Cuerpos de Agua, **VB=** Vegetación de Borde

Criterios Ley de Caza 19.473:

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

EC= Estado de conservación, puede ser: **P=** En Peligro de Extinción, **V=** Vulnerables, **R=** Raras, **I=** Inadecuadamente conocida, **F=** Fuera de Peligro

NT= Amenaza cercana, **LC=** Menor preocupación

Se encontró un total de 11 especies de mamíferos pertenecientes a 8 familias (Tabla 41), de las cuales 3 corresponden a especies de origen exótico. Según las clasificaciones de la UICN todas las especies de mamíferos encontradas en el área del humedal están consideradas como de menor preocupación (LC). Mientras que según la clasificación del SAG, para la zona norte, hay una especie catalogada en peligro de extinción (guanaco), 1 especie es rara (Ilaca) y 2 inadecuadamente conocidas (zorro culpeo y zorro Chilla). No obstante la presencia de guanaco (*Lama guanicoe*) correspondería a individuos que transitan esporádicamente por la zona y no existen evidencias de un uso habitual.

Tabla 41. Estado de conservación de los mamíferos presentes en los tres hábitats del humedal de la desembocadura del Río Copiapó.

Nombre común	Nombre científico	Estados de Conservación				IUCN	Unidades de Fauna		
		SAG					D y P	T y CA	VB
		B	S	E	EC				
CAMELIDAE									
Guanaco	<i>Lama guanicoe</i>		S		P	LC		X	
BOVIDAE									
Cabra	<i>Capra sp.</i>				Exótica			X	
CANIDAE									
Zorro culpeo	<i>Pseudalopex culpaeus</i>			E	I	LC	X	X	
Zorro chilla	<i>Pseudalopex griseus</i>			E	I	LC	X	X	
DIDELPHIDAE									
Llaca	<i>Thylamys elegans</i>	B		E	R	LC		X	
LEPORIDAE									
Liebre	<i>Lepus capensis</i>				Exótica		X	X	
CRICETIDAE									
Laucha olivácea	<i>Abrothrix olivaceus</i>					LC		X	
Ratón colilarga	<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>					LC		X	
Ratón orejudo de Darwin	<i>Phyllotis darwini</i>					LC		X	
MURIDAE									
Laucha	<i>Mus musculus</i>				Exótica			X	
Lobo de mar	<i>Otaria flavescens</i>						X		

D y P= Dunas y Playa, T y CA= Totoral y Cuerpos de Agua, VB= Vegetación de Borde

Criterios Ley de Caza 19.473:

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

EC= Estado de conservación, puede ser: **P=** En Peligro de Extinción, **V=** Vulnerables, **R=** Raras, **I=** Inadecuadamente conocida, **F=** Fuera de Peligro

NT= Amenaza cercana, **LC=** Menor preocupación

3.2.2.3. Situación geográfica e importancia del humedal para la fauna vertebrada

El humedal de la desembocadura del Río Copiapó representa una situación azonal, debido a su ubicación en uno de los desiertos más áridos del mundo, lo cual le otorga características de isla de biodiversidad, resultando muy vulnerable frente a especies invasoras. Hacia el norte del Copiapó el próximo corresponde a la desembocadura del Río Loa (altamente degradado y ubicado a 650 km del sitio). Hacia el sur del Copiapó (Chile central), específicamente a partir del humedal de Carrizal Bajo (a unos 90 km del sitio) y de la desembocadura del Río Huasco (a unos 130 km del sitio), la red de zonas húmedas es mayor, aunque con un alto grado de perturbación por la mayor ocupación humana del territorio (por ejemplo humedales costeros de Región de Coquimbo).

Esta situación dentro del desierto de Atacama, representa una ubicación estratégica desde el punto de vista de las especies migratorias. En el humedal es posible encontrar al menos 15 especies migratorias, representantes de 7 Familias, durante las distintas estaciones del año (Tabla 42), cantidad que debiera aumentar si es que se realizan estudios específicos en la escala temporal.

Tabla 42. Aves migratorias presentes en el humedal de la desembocadura del Río Copiapó

Nombre común	Nombre científico
ANSERIDAE	
Pato gargantillo	<i>Anas bahamensis</i>
CHARADRIIDAE	
Chorlo ártico	<i>Pluvialis squatarola</i>
SCOLOPACIDAE	
Pitotoy grande	<i>Tringa melanoleuca</i>
Pitotoy chico	<i>Tringa flavipes</i>
Zarapito	<i>Numenius phaeopus</i>
Playero vuelvepedras	<i>Arenaria interpres</i>
Playero blanco	<i>Calidris alba</i>
Playero de Baird	<i>Calidris bairdii</i>
LARIDAE	
Gaviota de Franklin	<i>Larus pipixcan</i>
Gaviotín boreal	<i>Sterna hirundo</i>
RYNCHOPIDAE	
Rayador	<i>Rynchops niger</i>
TYRANNIDAE	
Dormilona de nuca rojiza	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>
Dormilona tontita	<i>Muscisaxicola macloviana</i>
HIRUNDINIDAE	
Golondrina de dorso negro	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>
Golondrina bermeja	<i>Hirundo rustica</i>

Dada la alta singularidad de los humedales costeros de la región de Atacama (son pocos y se insertan en un área desértica) y su grado de amenaza, una estrategia novedosa sería incorporarlos como una red de humedales de Atacama, formada por la desembocadura del Copiapó, Humedal de Carrizal Bajo y Desembocadura del Huasco. Sin duda en su conjunto se genera una situación de mayor relevancia en torno a los criterios considerados para la definición de las IBAs (García & Díaz 2007). En el caso de la desembocadura del Huasco se cuenta con información de biodiversidad de aves (Olivares 2005) y en el caso de Carrizal Bajo habría que consultar antecedentes a CONAF dado el carácter de Parque Nacional del área de Llanos de Challe donde se inserta el humedal.

3.2.3. Análisis Bacteriológico de las aguas

Los resultados de las muestras de agua se presentan en la Tabla 43. Los requisitos bacteriológicos de la Norma Chilena N° 1333 son: El contenido de coliformes fecales en agua de riego destinadas al cultivo de verduras y frutas que se desarrollan a ras de suelo y que habitualmente se consumen en estado crudo, debe ser menor o igual a 1000 coliformes fecales cada 100 ml. De lo cual se deduce que el Río Copiapó, a la altura de la desembocadura contiene mayor cantidad de coliformes fecales de los permitidos por dicha norma. Esto debido probablemente al uso recreativo que se hace de las pequeñas lagunas que se forman en el humedal, lo cual genera además que exista una gran cantidad de basura acumulada en ese sector.

Tabla 43. Coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* presentes en las estaciones de muestreo de agua del humedal de la desembocadura del Río Copiapó

Nombre de la Estación	Coliformes totales	Coliformes Fecales	Escherichia coli
Río en el Puente	$1,3 \times 10^5$	$2,2 \times 10^2$	$2,2 \times 10^2$
Río en la desembocadura	$1,3 \times 10^4$	$3,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^3$
Laguna Grande	< 2	< 2	< 2

Límite de Detección, Técnica Número Mas Probable: NMP/100ml = 2 ; NMP/ 100ml = < 2 (significa ausencia)

Niveles altos de coliformes fecales no representan necesariamente un problema directo mayor para la fauna acuática. De hecho, en algunos casos la cantidad de aves acuáticas se relaciona positivamente con la cantidad de coliformes (Hoyer et al. 2006), probablemente porque esta variable se asocia, a su vez, a los niveles de eutroficación de los humedales. Un ejemplo de esa situación en Chile es el tranque de tratamiento de aguas servidas La Cadellada en la Región Metropolitana, que posee un alta diversidad de especies de aves (Aguirre 1994).

Sin embargo, de manera indirecta, la eutroficación a la que se asocia el alto recuento de coliformes, puede dar lugar a problemas ecosistémicos o episodios de enfermedades como botulismo.

Por otro lado, el hecho de que las aves acuáticas tienen el potencial de diseminar patógenos (Graczyk et al. 2008), hace que situaciones como la del humedal del río Copiapó representen un desafío mayor de manejo, ya que la contaminación no sólo está confinada a un área reducida sino que se está exportando a áreas vecinas. Esto implica que en áreas de concentración de aves acuáticas es mayor la necesidad de mantener un ambiente libre de contaminación.

3.2.4. Estado de Conservación del Humedal

3.2.4.1. Invasiones Biológicas

De las 99 especies de vertebrados presentes en el área de estudio, sólo 3 especies de mamíferos son de origen exótico (cabra, liebre y laucha). La mayoría de las introducciones de animales han sido negativas para la biodiversidad. En terrenos insulares o aislados como Chile, la probabilidad de éxito que tienen las especies introducidas son altas por su carácter de especies generalistas y por lo general comensales del hombre (Muñoz & Yañez 2000). Sin embargo, no se evidenció una situación grave producida por la invasión biológica de alguna de estas especies, aunque llama la atención la alta frecuencia en que fue encontrada la liebre, especie ampliamente distribuida en la cuenca (Figura 31) (se detectó también en el altiplano de la región).

Gran parte de los individuos de lauchas (*Mus musculus*) fueron encontrados en las cercanías de viviendas de personas que se dedican a la crianza de ganado caprino. Aunque no se evidenció sobrepastoreo, las cabras (*Caprus sp.*) podrían convertirse en una seria amenaza para el humedal, ya que en altas densidades pueden ser muy dañinas para la vegetación que cubre la superficie y responsables en gran medida de la erosión (Peralta, 1975).

3.3. Paisaje Turístico

Desde el punto de vista paisajístico y de atractivos turísticos, existen en la cuenca cuatro atractivos focales: el humedal de la desembocadura, el sector del río Figueroa, el río Manflas y el Parque Nacional Nevado Tres Cruces. Si bien es cierto que el último se encuentra en lo que es el comienzo del Altiplano chileno y por ende no está dentro de la cuenca hidrográfica, el

Parque representa una gran oportunidad de desarrollo ecoturístico de la parte alta de la cuenca.

3.3.1. Atractivos Focales

Humedal de la Desembocadura del río Copiapó

El sector del humedal tiene una superficie aproximada de 300 ha desde el puente que va a Puerto Viejo. Es un sector de mucho contraste entre el sector bajo y húmedo, y los sectores de laderas que son secos y con escasa vegetación. Se combinan varios elementos paisajísticos interesantes (Figura 35), como sectores con árboles (principalmente chañares y algunos algarrobos), sectores abiertos donde domina la brea, el sector húmedo del totoral, las dunas, las salinas del sector norte y las terrazas en los bordes de la caja del río.

Este sector está siendo utilizado por turistas que llegan por los caminos habilitados en el sector de las lagunas, lo cual ha generado una gran acumulación de basuras (Figura 35). Se verificó también el ingreso de vehículos doble tracción a las dunas para acceder a la playa.

La desembocadura es interesante también como punto de observación de la fauna (ver sección 3.2.2 en este informe) ya que es posible observar gran cantidad de aves, principalmente en los sectores de las lagunas y las salinas. Las aves más llamativas que se pueden observar son patos gargantillos y en la playa los pelícanos, gaviotas garuma y rayadores.

Es importante hacer notar que en el sector se encontró un letrero de la Secretaría Regional Ministerial de Bienes Nacionales que indica el valor del lugar como patrimonio para futuras generaciones (ver registro fotográfico digital). Sin embargo no existe al parecer ninguna regulación del uso que el público pueda hacer de este sector.

Río Figueroa

El sector del río Figueroa (sitios 24 y 25 en Figura 33), está ubicado en la cuenca del río Jorquera y destaca como un lugar singular debido al flujo lento del agua, lo que genera un habitat propicio para las aves (Figura 36). En los sectores rocosos de las laderas abruptas es posible observar vizcachas y en los sectores bajos gran cantidad de aves, entre las que destacan el piauquén, pato jergón chico, pato juarjual y la dormilona.

Este sector tiene una alta naturalidad y se encuentra protegido por lo difícil del acceso. Sin embargo existe en el lugar una exploración minera en curso, por lo cual se debiera poner atención a su conservación y estudio de su posible uso como atractivo ecoturístico.

Río Manflas

El sector del río Manflas se encuentra en el extremo sur de la cuenca, es de propiedad privada (Hacienda Manflas), y solo se puede acceder a caballo, ya que no existen caminos habilitados para vehículos (Figura 37). El hecho de encontrarse en el extremo sur hace que la precipitación anual sea de las más altas entre las subcuencas (Tabla 1). El trazado del Sendero de Chile pasa por este sector de norte a sur.

Parque Nacional Nevado Tres Cruces

Dentro del Parque se encuentran dos sectores interesantes como atractivos, que son la laguna Santa Rosa en el Salar de Maricunga (Figura 38), y la laguna del Negro Francisco. Estos se complementan con la laguna verde (4200 m), el cerro Tres Cruces (6749 m) y el volcán Ojos del Salado para constituir una zona de gran potencial para el desarrollo de un turismo de interés especial. En ambos sectores del Parque es posible apreciar gran cantidad de fauna silvestre atractiva, como parinas (flamencos) y vicuñas, y ambos cuentan con refugios de CONAF.



Figura 35. Vistas de la desembocadura del río Copiapó.



Figura 36. Vistas del sector del río Figueroa.



Figura 37. Vista del sector del río Manflas.



Figura 38. Vista de la laguna Santa Rosa, en el Parque Nevado Tres Cruces. Se alcanza a apreciar el refugio de CONAF.

3.3.2. Atractivos secundarios

Los atractivos secundarios son principalmente sectores de remanentes de especies arbóreas nativas, las cuales se encuentran en una cobertura muy baja con respecto a lo que ocurría antes de la colonización española. Cabe recordar que la ciudad de Copiapó fue fundada con el nombre de San Francisco de la Selva. En el sector de **Piedra Colgada** se encuentra un remanente muy denso (Figura 39) el cual ha logrado subsistir gracias a la protección que el dueño de la propiedad (Comercial Agrícola Valle Piedra Colgada) ha decidido dar al lugar. Muy cercano al sector de bosque más denso, dentro de la misma propiedad, se encuentra un grupo de chañares de aproximadamente 10 m de altura (Figura 39).

Con menos densidad de árboles, pero muy interesante por la presencia de algarrobos de gran tamaño, es el sector de **La Puerta** (coordenadas 6.999.617 N y 435.202 O) (Figura 40). En el sector se encuentra intervención humana, con un tranque de acumulación que se usa para regar alfalfa.

Otro atractivo secundario es el sector de la **Hacienda María Luisa** (coordenadas 6.974.161 N y 324.180 O) (Figura 41), donde se encuentran remanentes de chañares en la caja del río. Lamentablemente el administrador de la hacienda no permitió al equipo técnico de este estudio visitar este sector.

Aparte de los remanentes de bosques, existen sectores muy atractivos en los **Tramos Altos** de la cuenca (sobre XX m), lo cual se pudo observar en los recorridos por los pasos entre Río Pulido-Río Cachitos y en Quebrada de Paipote-La Puerta (Figura 42). En estos sectores se encuentran comunidades de plantas que van variando con la altura desde árboles a arbustos y luego se observan vegas y bofedales. La diferente mineralogía de las montañas genera gran diversidad de colores, lo que contrasta con un cielo de azul intenso y los diferentes colores de la vegetación.

Un atractivo que no ha sido aprovechado es la existencia en la cuenca de gran cantidad de sitios arqueológicos y la presencia de comunidades Coya. Para estas últimas el desarrollo ecoturístico representaría una buena oportunidad de complementar sus ingresos.



Figura 39. Remanente de chañares en sector Piedra Colgada



Figura 40 Remanente de algarrobos y chañares en sector La Puerta



Figura 41 Remanente de chañares en sector Hacienda María Luisa.



Figura 42. Tramos altos de Río Pulido-Río Cachitos (arriba) y Quebrada Paipote-La Puerta (abajo).

3.3.3. Atractivos complementarios

No existe en la cuenca un desarrollo turístico importante, a pesar de encontrarse la capital regional dentro de ella. Solo en Copiapó es posible encontrar infraestructura hotelera desarrollada, la cual se encuentra bastante copada por la presencia de empresas mineras en el cuenca. Podría decirse que Puerto Viejo y especialmente Bahía Inglesa podrían permitir un desarrollo turístico en el sector de la desembocadura. De hecho el Servicio Nacional de Turismo destaca en su sitio web a la Región de Atacama como “costa y playas”, por lo cual un desarrollo ecoturístico debiera acoplarse a estos atractivos ya conocidos. En este sentido debieran habilitarse senderos, miradores y centros de interpretación que permitieran a los turistas apreciar la riqueza paisajística de la zona.

4. DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES

4.1 Relevancia Ambiental a Nivel de Cuenca

4.1.1. Flora y Vegetación

La cuenca del Río Copiapó corresponde a un ambiente altamente representativo de la vegetación precordillerana y alto-andina de la región de Atacama, con un buen estado de conservación. Esta vegetación se caracteriza por una marcada zonación altitudinal, en la cual las distintas asociaciones están claramente diferenciadas tanto por las especies dominantes que determinan fisonomías características, como por la flora acompañante.

La flora local detectada presenta una alta diversidad (188 especies) y una elevada singularidad en cada una de las asociaciones zonales (Figura 11) y azonales, lo cual determina un alto valor ambiental para cada una de ellas. Se debe tener presente que la temporada climática en la que se efectuó esta evaluación no permitió el establecimiento y desarrollo de un importante tipo de especies que dependen de un buen suministro de precipitaciones, por lo cual se estima que la diversidad de la cuenca debe ser aún mayor.

Interesante resulta la presencia del Matorral arborescente espinoso de algarrobo – churqui (*Prosopis chilensis-Acacia caven*), asociación vegetal característica de la región de los Bosques y matorrales espinosos de Chile centro norte (ambiente mediterráneo) y que en el Valle del río Copiapó encontraría actualmente su límite norte de distribución, al menos con una fisonomía característica, ya que en otros sectores de la región habría sido eliminada para plantaciones frutales o para extracción de combustible. Debido al carácter de especie vulnerable del algarrobo, el valor de esta asociación resulta aún mayor.

Del mismo modo, la asociación Matorral de retama (*Bulnesia chilensis*), se encuentra asociada a *Pintoa chilensis*, como dominante fisonómica, especie considerada con problemas de conservación, lo cual sumado al alto número de especies singulares (20), determina un alto valor ambiental al menos para el componente flora y vegetación en la región.

Respecto a los ambientes azonales, tanto los matorrales hídricos como las vegas y humedales de altura, representan zonas características en donde se interrumpen las condiciones ambientales generales del área, de una marcada aridez y temperaturas extremas, y en los cuales es posible encontrar vegetación y flora característica, que además permite el ensamble con comunidades faunísticas, principalmente por su aporte de alimentación y condiciones de hábitat, determinando sitios de elevado interés, principalmente por el manejo que de ellos debe mantenerse para conservar toda el área. Se debe tener en cuenta que el aporte hídrico casi permanente que tienen estos sistemas es fundamental para su sustentabilidad y cualquier alteración del régimen hidrológico puede llevar a su degradación, como así mismo el pastoreo que de ellos realiza la fauna herbívora, silvestre y doméstica, la cual debe mantenerse en su nivel óptimo ya que en caso contrario, tanto por sobrepastoreo como por subutilización, estos sistemas, especialmente las vegas, pueden degradarse y disminuir su productividad global.

4.1.2. Fauna

La biodiversidad ha sido definida por el Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD), como la variabilidad entre los organismos vivientes, desde todas las fuentes incluyendo ecosistemas terrestres, marinos y dulceacuícolas. Además considera todos los complejos ecológicos de los cuales ellos son parte (diversidad dentro de especies, entre especies y ecosistemas) (CBD 1992). Por ello es importante considerar para la cuenca que la mera protección de especies es

insuficiente en un contexto global (caso de los bosques de chañar y las comunidades asociadas a ella). La pérdida de biodiversidad altera el funcionamiento de los ecosistemas haciéndolos más vulnerables a los impactos y alteraciones, menos resilientes, y menos capaces de suministrar los servicios necesarios a la humanidad.

En el presente trabajo el levantamiento de datos de terreno solo pudo ser desarrollado en el mes de Diciembre del año 2008. Sin embargo se prefirió usar información real más que bibliográfica, por las limitaciones de esta última (distribuciones gruesas de especies, carencia de criterios sobre los microhábitat, actualización de la información). En este contexto, de acuerdo a Teder *et al.* (2007), el modo de aproximarse al análisis de la biodiversidad es aún poco claro, siendo prioritario consensuarlos. Sí bien en países desarrollados es posible producir datos de alta complejidad, en general hay una carencia de información básica, de la que Chile no es la excepción.

Pereira y Cooper (2006) han sugerido focalizar los análisis de biodiversidad a dos niveles: taxa (debería proveer información acerca de la condición de los ecosistemas) y ecosistemas (debería proveer información del uso de la tierra), donde se deberían pesquisar las tendencias de los cambios. En el mismo sentido Teder *et al.* (2007) han propuesto: (1) crear un registro de taxa y ecosistemas (dentro de áreas de estudios) partiendo de niveles básicos como la ausencia-presencia, (2) generar información espacial sobre la distribución de taxa y ecosistemas y (3) caracterizar el estado de las taxa y ecosistemas. En este contexto se enfocó el presente reporte de vertebrados, dentro de una región relevante por ser un área de transición entre ambientes mediterráneos, desérticos y de altura.

La fauna vertebrada de la Región de Atacama destaca por diversos atributos como la presencia de especies amenazadas y presencia de endemismos (Figura 23), y diversos orígenes biogeográficos (mediterránea, altiplánica, norteña, ver sección 3.2.1.1). Sin embargo, en algunas taxa es bastante desconocida, en las cuales por ejemplo aún no están claros los límites de distribución de varias especies. En varios casos existen dudas taxonómicas: (como el roedor *Ctenomys* de las tierras altas, el roedor *Phyllotis xanthophigus vacarum* y su relación con el resto del genero, presencia de otras especies de roedores, estatus taxonómico del género *Bufo* dentro de los anfibios, en especial sectores de mayor altura como Montosa y Pulido, estatus taxonómico del genero de lagartos *Liolaemus*).

Un aspecto preocupante son los altos niveles de impactos antrópicos en la subcuenca del Copiapó Medio. Entre el Tranque Lautaro (748 msnm) y la desembocadura prácticamente no existe el río, lo cual se puede apreciar en la no existencia de humedales en este sector en la Figura 10. Ceí (1962) describía la presencia de anfibios en el Río Copiapó a la salida de la ciudad del mismo nombre; en Serranía Poblete miembros de la comunidad Coya señalan recordar la presencia de anfibios en el sector, cuando el río aún fluía.

Respecto a las áreas singulares para fauna, destaca la cuenca inferior del Copiapó, en los remanentes de bosques de Chañar, donde la sensibilidad fue alta por riqueza de especies y presencia de especies amenazadas y endémicas (Figura 23). Sin embargo, el alto grado de perturbación antrópica pone en serio peligro a estos ambientes, requiriéndose de medidas de restauración urgente las que incluso son de nivel ecosistémico pues por ejemplo los bosques de chañar del sector de la Comunidad Serranía Poblete se están secando al parecer por falta de agua en los niveles freáticos. En el caso de los sectores altos de la cuenca, las principales amenazas corresponden a la minería y a la ganadería extensiva que se realiza en gran parte de las vegas de altura. De los sitios que requieren medidas de protección orientadas a la conservación y preservación destacan los sectores de Río Montosa, Río Manflas, Río Figueroa, Río Cachitos y Quebrada Guanaca en Mina Refugio. En todas ellas sería aconsejable la realización de estudios específicos y el desarrollo de un análisis estratégico orientado a su incorporación en instrumentos legales de protección.

A modo de síntesis dentro de la fauna del área destaca:

- Los cursos de agua superficiales son relevantes para la fauna estrictamente acuática (aves acuáticas, anfibios) y para la fauna terrestre que se beneficia de los aportes de los medios acuáticos (ejemplo reptiles que se alimentan de insectos cuyos ciclos ocurren en el agua).
- Un aspecto preocupante es la creciente canalización de los cursos de aguas (ejemplo Río Jorquera) y la pérdida de riberas, donde habitan fundamentalmente anfibios. Un aspecto importante de futuras restauraciones ambientales dice relación con la recreación de riberas, que son claves para la mantención de ecosistemas acuáticos (sitios de reproducción de peces y anfibios, zonas ricas en invertebrados base de la cadena trófica).
- Potencial pérdida de áreas singulares como Vega del Río Figueroa (que alberga a la población de mayor altitud conocida del sapo de cuatro ojos), y vega la Guanaca en Mina Refugio.
- Necesidad de evaluaciones ambientales integradas para áreas de la cuenca y no parcializadas como sucede con los estudios de impacto ambiental; ello es importante para fauna de mayor desplazamiento (guanacos, vicuñas) y para aquella de distribución restringida (reptiles por ejemplo).
- Posicionar en la discusión de los humedales de la Región de Atacama a todos los humedales de altura, los que aún conservan grados importantes de naturalidad. Si bien los salares altiplánicos no fueron incorporados en este estudio, ellos representan áreas de gran relevancia para la biodiversidad de la región.

4.1.3. Paisaje Turístico

La cuenca del río Copiapó es interesante desde el punto de vista turístico, a pesar que en la actualidad solo se ha explotado el sector costero. Sin embargo, este hecho representa una oportunidad, ya que puede ser utilizado como punto de partida para desarrollar el ecoturismo en la cuenca. Los atractivos focales de la cuenca son la Desembocadura, el río Manflas, el río Figueroa, y el Parque Nacional Nevado Tres Cruces. Este último a pesar de no estar dentro de la cuenca hidrográfica se incluye por su gran atractivo y porque el acceso a este parque se realiza a través de la cuenca del río Copiapó. Los atractivos secundarios están constituidos principalmente por remanentes de bosque en los sectores medio y bajo de la cuenca, donde todavía quedan algunos buenos representantes de chañares y algarrobos.

Un desarrollo ecoturístico de la cuenca representaría una valorización desde el punto de vista ambiental, ya que la comunidad tomaría razón sobre el valor de la conservación de los recursos naturales que quedan en la zona.

Aunque los atractivos culturales no alcanzaron a ser incluidos en este estudio por lo breve del plazo de ejecución, es importante resaltar en la zona la presencia de numerosos sitios arqueológicos. Además destaca la presencia de las comunidades Coya, las cuales representan una oportunidad de desarrollo del etnoturismo.

4.1.4. Priorización de sectores de relevancia ambiental

La Tabla 44 resume la valoración de los sectores más relevantes de la cuenca que pueden ubicarse en la Figura 43, según los puntos de vista de la fauna, la flora y vegetación, y el paisaje turístico. Estos tres índices parciales fueron sumados y luego se dividió en tres clases, según lo cual destacan como de relevancia alta los sectores de la Desembocadura, Hacienda María Isabel, Hacienda María Luisa-Piedra Colgada, Río Manflas, Río Cachitos y Río Figueroa. Las coordenadas de cada área se encuentran en el Anexo VI. Dentro de los sectores con relevancia ambiental media, hay dos que alcanzan la máxima relevancia desde alguno de los tres aspectos considerados.

Tabla 44. Relevancia ambiental según la sumatoria de los índices de relevancia desde los puntos de vista de fauna, flora y paisaje.

No.	Sectores	Relevancia*					Ambiental**	Prioridad
		Fauna	Flora	Paisaje	Suma			
1	Desembocadura	3	3	3	9		3	Alta
2	Hacienda María Isabel	3	3	2	8		3	Alta
3	Hacienda María Luisa-Piedra Colgada	3	3	2	8		3	Alta
4	Copiapó Medio	1	1	1	3		1	Baja
5	Embalse Lautaro	2	1	1	4		1	Media
6	Río Manflas	3	3	3	9		3	Alta
7	Río Montosa	3	2	2	7		2	Media
8	Río del Potro-Río de los Helados	2	1	1	4		1	Media
9	Río Vizcachas de Pulido	1	2	2	5		2	Baja
10	Pircas Coloradas	1	1	2	4		1	Baja
11	Río Cachitos	3	3	2	8		3	Alta
12	Río Nevado-Río de la Gallina	2	1	1	4		1	Baja
13	Río Figueroa	3	3	3	9		3	Alta
14	Río Jorquera	1	2	1	4		1	Baja
15	La Puerta	2	3	2	7		2	Media
16	Q. San Andrés	1	2	1	4		1	Baja
17	Codocedo-La Coipa	2	1	2	5		2	Media
18	Cerro Caspiche-Refugio	2	1	1	4		1	Baja

*Relevancia: 3, alta; 2, media; 1, baja. **Relevancia ambiental: 8-9, alta; 5-7, media; 3-4, baja.

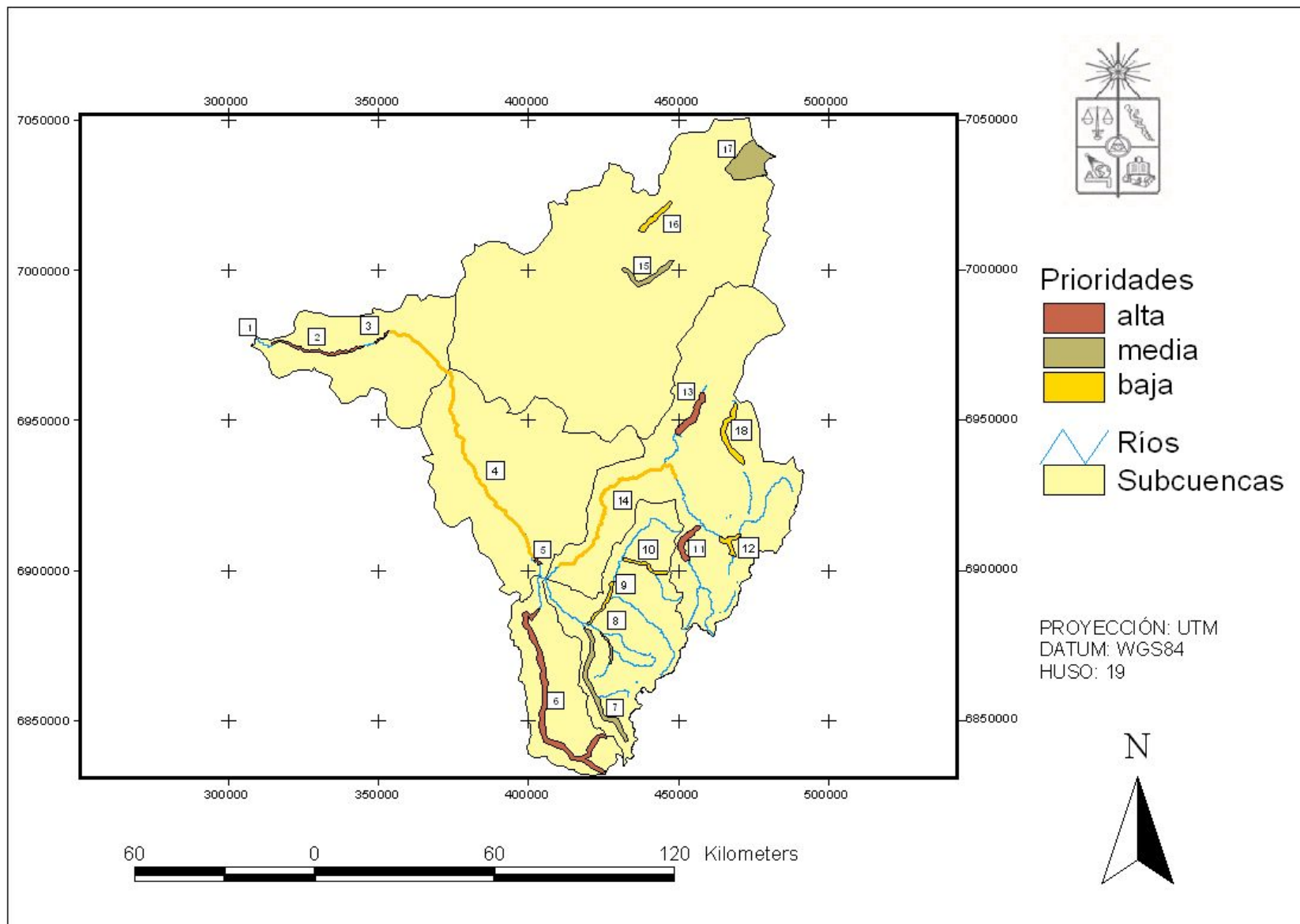


Figura 43. Areas de relevancia ambiental vinculadas al agua en la cuenca del río Copiapó. Los nombres de cada área están contenidos en la Tabla 44 y las coordenadas en el Anexo VI.

A continuación se describen las características de flora y fauna de las áreas definidas como altamente relevantes en la Tabla 44. Las características de paisaje de estas áreas se encuentran detalladas en la sección 3.3.

Desembocadura

Flora y Vegetación

La desembocadura del río Copiapó como sistema corresponde a una situación singular, en donde producto de un suministro elevado y permanente de agua, se desarrolla un tipo de vegetación, que si bien es cierto existe en prácticamente todas las desembocaduras de sistemas hidrográficos, especialmente hacia el sur del país, este es el último con una cierta conectividad con la desembocadura del río Loa, distante 650 km en línea recta hacia el norte.

Internamente, presenta formaciones hidrófilas y halófilas, con una alta variedad de cuadros de vegetación, lo que la hace heterogénea y con una mayor diversidad que los sistemas azonales hídricos de más al sur (Carrizal Bajo, Punta Teatinos⁴). Respecto a las especies componentes, se detectó una especie en Peligro a nivel nacional (*Prosopis chilensis*, algarrobo), además de dos especies vulnerables a nivel regional, *Geoffroea decorticans* (Chañar) y *Adesmia litorales*. Se debieran implementar medidas de protección de estas especies más vulnerables, junto con iniciar un programa de monitoreo de su abundancia y estado. Otras recomendaciones respecto al humedal de la Desembocadura están contenidos en la sección 4.2.1.

Fauna

El humedal de la desembocadura del Río Copiapó presenta una alta relevancia desde el punto de vista de la fauna, debido a que se trata de una situación azonal y se ubica en uno de los desiertos más áridos del mundo, lo cual le otorga características de isla de biodiversidad. Por otro lado, representa una ubicación estratégica desde el punto de vista de las especies migratorias. En el humedal es posible encontrar al menos 15 especies migratorias.

Con respecto a la fauna presente en la desembocadura, destaca su importancia por la presencia de 6 reptiles, todos nativos y con problemas de conservación, de acuerdo a la Ley de Caza 19.473. Las 6 especies están asociadas principalmente a la vegetación de borde (Figura 34). *P. chamissonis*, *L. bisignatus* y *L. platei* se encuentran clasificadas como especies Raras; *T. chilensis*, *C. palluma* y *M. atacamensis*, Vulnerables. Por otro lado, las aves estuvieron representadas en 82 especies, todas nativas, 7 especies se encuentran con problemas de conservación: *T. melanosis* está clasificada en Peligro de Extinción; *P. bougainvillii*, *L. modestus* y *L. inca*, vulnerables; *A. bahamensis* y *T. orbignyianus*, Raras y *A. flammeus*, Inadecuadamente Conocida. Con respecto a los mamíferos, se observaron 11 especies, la mayoría asociada a la vegetación de borde. De ellas, 8 son nativas y 4 se encuentran con problemas de conservación: *L. guanicoe*, se clasifica en Peligro de Extinción; *P. culpaeus* y *P. griseus*, Inadecuadamente Conocidos y *T. elegans*, especie endémica y clasificada como Rara.

Hacienda María Isabel y Hacienda María Luisa-Piedra Colgada

Flora y Vegetación Hacienda María Isabel

Esta sección del río Copiapó se presenta con amplias terrazas en donde aún persisten remanentes de formaciones de vegetación silvestre, con una estructura arbustiva alta, dominadas por *Geoffroea decorticans* (Chañar), las cuales en términos de extensión resultan representativas de esta tipología de vegetación, probablemente la original.

⁴ Observaciones del autor (L.Faúndez)

Además de esta especie, la dominante del sector, clasificada regionalmente como vulnerable, existen importantes grupos de *Prosopis chilensis* en el entorno inmediato e individuos de algarrobo esporádicos, especie vulnerable a nivel nacional y en peligro a nivel regional.

Flora y Vegetación Hacienda María Luisa-Piedra Colgada

En este sector, un área con un elevado grado de intervención agrícola, se encuentra un sector con remanentes de la vegetación original, al igual que en María Isabel, pero con una estructura arbórea significativa (sobre 15 m de altura, en un pequeño grupo). La mayor proporción de esta vegetación silvestre presenta un porte arbóreo bajo (2-4 m de altura promedio) pero con sus copas con un cubrimiento completo de la superficie (100%). Ambos sectores serían altamente singulares y representativos de una situación muy cercana a la vegetación original de las terrazas de inundación del lecho del río Copiapó y en esto radica su alta relevancia, incluso como para ser prioritaria su inclusión en algún tipo de área protegida. El área del lecho del río se encuentra seca, y según comentarios del encargado del campo, el río dejó de correr en superficie hace aproximadamente 8 años. De continuar esta situación, existe un potencial impacto en este sector que se puede traducir en pérdida de estas formaciones.

En el sector de Serranía Poblete (comunidad Coya muy cercana a la hacienda María Luisa) se observó que una población de chañares de 2-3 m de alto se están secando. No fue posible en este estudio determinar la razón por la cual se estarían secando, pero esto es algo en lo que debiera ponerse gran atención en futuros estudios.

Fauna

La subcuenca del Copiapó Bajo (Hacienda María Luisa-Piedra Colgada y Hacienda María Isabel), presenta niveles de sensibilidad alta a media dentro de un área altamente intervenida. En esta área se encuentran bosques de Chañares en una zona mediterránea con una alta riqueza de especies, elevado número de especies amenazadas y especies endémicas de Chile. Actualmente los sitios estudiados son remanentes de las formaciones originales y se encuentran sometidos a una fuerte presión antrópica. Se requiere de medidas ambientales de protección y reparación como evaluación del estado de los chañares, medidas de restauración del río, riego, reforestación, incorporación de las comunidades Coyas en las estrategias de protección; reconversión en prácticas agrícolas y uso del agua.

Si bien no se pudo acceder al sector de la Hacienda María Isabel, esta localidad habría que considerarla asociada a Piedra Colgada y Serranía Poblete. En estos sitios destacó la presencia de 4 reptiles, todos ellos endémicos y con problemas de conservación, de acuerdo a la Ley de caza 19.473: *L. platei*, *L. atacamensis* y *P. chamissonis* se encuentran clasificadas como Raras y *C. palluma*, Vulnerable. Con respecto a los mamíferos, se observó la presencia de *A. bennetti*, especie endémica e Inadecuadamente Conocida de acuerdo a la Ley de Caza. Se observó 29 especies de aves, de ellas, *T. melanosis* se encuentra en Peligro de Extinción y *M. thenca* como especie endémica de Chile.

Río Manflas

Flora y Vegetación

El río Manflas en su curso desde el fin de la zona agrícola hacia arriba, sobre los 1450 m, presenta una marcada estratificación de la vegetación, desde las formaciones del desierto florido de las serranías, pasando por la estepa altoandina de Coquimbo, hasta llegar a los desiertos de altura, con las formaciones de vegetación típicas de estas ecoregiones. De este modo, en esta subcuenca es posible encontrar prácticamente toda la diversidad de la

precordillera y cordillera andina, con especies con problemas de conservación a nivel regional, tales como: *Prosopis chilensis*, *Equisetum giganteum* (en peligro); *Buddleja suaveolens*, *Geoffroea decorticans*, *Pyrrhocactus eriosyzoides*, *Salix humboltiana* (vulnerables) y *Adesmia kingii* (insuficientemente conocida).

Otra de las particularidades de esta subcuenca es el buen estado de la vegetación, ya que cuenta con un manejo conservativo, en donde no se permite la cosecha de leña ni la fabricación de carbón, el pastoreo es controlado y no existe ganado caprino, con lo cual la estructura de la vegetación alcanza sus máximos de altura y cubrimiento.

Fauna

Al igual que en los resultados obtenidos en la subcuenca del Río Copiapó bajo, el Río Manflas presenta los indicadores de sensibilidad más elevados (alta riqueza de especies, especies amenazadas y endémicas).

Probablemente por lo restringido del acceso y la heterogeneidad de hábitat es que se puede observar especies de altura, de origen mediterráneo y otras propias de la región. La presente subcuenca es de alta prioridad, por lo que se requiere acciones de protección como protección del área, manejo, generación de inventarios de fauna, análisis de biodiversidad.

Se observaron 5 especies de reptiles, todas endémicas y 4 amenazadas de acuerdo a la Ley de Caza 19.473. *L. juanortizi*, se encuentra en Peligro de Extinción; *L. rozenmanni*, *L. atacamensis* y *P. chamissonis* son consideradas Raras. *L. nitidus*, se encuentra Vulnerable en la zona central de Chile y no está clasificada en el norte. Con respecto a los mamíferos, se observaron 7 especies, de las cuales 4 están amenazadas. *L. viscacia*, *P. concolor* y *L. guanicoe*, se encuentran clasificadas en Peligro de Extinción. *P. culpaeus*, se encuentra Inadecuadamente Conocido. Se observaron 49 aves, de ellas, *A. gayi* se encuentra Rara de acuerdo a la Ley de caza y *M. thenca* es una especie endémica. De los 3 anfibios observados en toda la Cuenca del Río Copiapó, las 3 especies se encuentran en la presente subcuenca del Río Manflas. *B. atacamensis* y *P. thaul*, se clasifican en Peligro de Extinción y *B. spinulosus*, se encuentra Vulnerable. Solo *B. atacamensis* es endémica de Chile.

Río Cachitos

Flora y Vegetación

Esta porción de la cuenca superior del río Jorquera se caracteriza por incluir la porción norte de la estepa altoandina de Coquimbo en sus fases de mayor elevación, con grandes sistemas azonales hídricos, los cuales por su estado y composición, resultan singulares y representativos, insertos en una zona de uso ganadero de la etnia Coya, por lo cual debería ser supervisado e incluirse en un programa de uso controlado. Existen importantes formaciones de *Adesmia hystrix*, *Adesmia aegiceras* y *Stipa* (= *Jarava*) *atacamensis*. Destaca la presencia de *Carex vallis-pulchrae*, especie insuficientemente conocida, a la fecha registrada en Atacama sólo para la provincia del Huasco.

Fauna

El Río Cachitos se encuentra dentro de la subcuenca del Río Jorquera donde se distinguen tres agrupamientos; uno de ellos son los sitios que presentan vegas altoandinas singulares. En este grupo se encuentra el Río Cachitos, lugar con elevada naturalidad y con bajo impacto humano. Por otro lado, en el análisis de sensibilidad, aparece como una zona relevante para vertebrados (de acuerdo a los atributos considerados en el presente estudio: riqueza de vertebrados, número de especies endémicas y el número de especies amenazadas). Por esta razón el Río Cachitos es de elevada importancia para la fauna, por lo que se recomienda la protección de sus vegas y seguimiento de las especies que ahí habitan.

Se observó una especie de reptil, *L. juanortizi*, endémica y amenazada. De acuerdo a la Ley de Caza 19.473, esta especie se clasifica en Peligro de Extinción. Con respecto a los mamíferos, se observó 5 especies, de ellas, 3 amenazadas; *L. viscacia* y *L. guanicoe*, se encuentran en Peligro de Extinción y *P. culpaeus*, Inadecuadamente Conocida. Se observaron 21 aves, ninguna de ellas con problemas de conservación.

Río Figueroa

Flora y Vegetación

Al igual que el sistema del río Cachitos, el río Figueroa contiene grandes formaciones de vegetación azonal hídrica, especialmente en su parte media, con vegas de mediana elevación, las cuales se encuentran fuertemente utilizadas, mientras que su porción superior existen vegas altoandinas y sistemas en cojín ("bofedales"), incluso es posible encontrar tramos de su curso en donde disminuye la velocidad de escurrimiento formándose espejos de agua con extensas y abundantes formaciones de macrófitas (plantas acuáticas, sumergidas y emergentes), las cuales resultan altamente singulares ya que normalmente estas especies son esporádicas, dados los regímenes lóticos de la mayoría de los sistemas hidrográficos permanentes en la región.

Fauna

Al igual que el Río Cachitos, el Río Figueroa se encuentra dentro de la subcuenca del Río Jorquera. Corresponde a un sitio que presenta una gran vega altoandina asociada a lagunas y fauna muy relevante.

En el Río Figueroa se observó una especie de reptil; *L. juanortizi*, en Peligro de Extinción de acuerdo a la Ley de Caza 19.473 y endémico. Con respecto a los mamíferos, se observaron 6 especies, 4 amenazadas; *L. viscacia*, *L. guanicoe* y *P. concolor* en Peligro de Extinción y *P. culpaeus* Inadecuadamente Conocido. Se observó 22 especies de aves, de ellas, una se encuentra amenazada; *V. gryphus*, especie Vulnerable. Finalmente cabe destacar la presencia de un anfibio, *P. thaul*, especie que se encuentra en Peligro de Extinción, por otro lado, esta especie se detectó, aproximadamente a 3.000 msnm, la que es a la fecha, la población de mayor altura detectada (Correa et al. 2007). Por lo anterior se requiere de acciones de protección para el Río Figueroa como la protección de sitios, monitoreo de la vega y planes de manejo.

Río Montosa

Fauna

Se pueden distinguir cuatro grupos de localidades en la subcuenca del Río Pulido por heterogeneidad de las comunidades vertebradas. Dentro de estas, está la subcuenca de Montosa, paralela a Manflas y que al igual que ella presenta un acceso restringido lo que ha favorecido la conservación de biodiversidad en el sector y presenta un bajo impacto humano, lo que ha favorecido a una importante comunidad de vertebrados. En el sector del río Montosa destaca la fauna por su alta riqueza, elevado número de especies amenazadas y un nivel medio de especies endémicas. Al igual que en los sitios anteriores de alta prioridad ambiental, se requiere de acciones de protección de estas áreas, planes de manejo, generación de inventarios de fauna, y control de ganadería.

Se observó en el sector del Río Montosa 3 especies de reptiles, de ellas, dos son endémicas (*C. palluma* y *L. lorenmuelleri*). *C. palluma* está clasificada como Vulnerable, por otro lado, *L.*

lorenzmuelleri y *L. vallecurensis* no se encuentran clasificados en el norte de Chile por la Ley de caza 19.473, sin embargo, en el litoral central se encuentran Vulnerable y Rara respectivamente. Con respecto a los mamíferos, se observó 7 especies, de ellas, *L. viscacia*, *L. guanicoe* y *P. concolor* en Peligro de Extinción; *P. culpaeus* Inadecuadamente Conocido y *T. elegans*, especie endémica y Rara. En aves, se observó 46 especies, 2 endémicas (*M. thenca* y *P. megapodius*) y dos especies amenazadas; *V. gryphus* clasificada Vulnerable y *A. gayi*, Rara. Con respecto a los anfibios, se observó una especie, *B. spinulosus*, especie clasificada como Vulnerable.

La Puerta

Flora y Vegetación

En este sector, en la terraza aluvial de la quebrada, se desarrolla una importante formación de *Prosopis flexuosa* (algarrobo), constituida de individuos adultos de tamaño medio (4-8 m de altura), con algunos aislados gran tamaño (12 m), acompañada de grupos de *Geoffroea decorticans* (chañar) de desarrollo variable, que en conjunto alcanzan un cubrimiento sobre el 50 % de la superficie, constituyéndose en un remanente de vegetación freatófita (que obtiene su suministro hídrico de napas subterráneas), exclusivo (singular) y que no tiene similar en la región y sólo se puede nuevamente observar en los sectores poblados del entorno del salar de San Pedro de Atacama.

Además la especie principal (*P. flexuosa*) está considerada como vulnerable a nivel nacional y en peligro a nivel regional. La especie acompañante (*G. decorticans*) está clasificada como vulnerable a nivel regional

Fauna

Cabe señalar que el equipo de fauna no muestreó el sector de La Puerta, por lo cual su relevancia desde ese aspecto es producto de una extrapolación de sitios similares. Es decir, su importancia desde el punto de vista de la fauna podría ser aún mayor.

4.1.5. Recomendaciones generales a nivel de cuenca

Como recomendación general se puede señalar la necesidad de tomar acciones para cuantificar y controlar el uso del agua por parte de la minería y la agricultura. Es importante aclarar que los caudales definidos por la legislación y calculados en este estudio son solo reglas de manejo hidráulica, que intentan preservar los ecosistemas acuáticos, los que *per se* se caracterizan por una alta complejidad ecológica. En los últimos años se ha intentado incorporar modelos de simulación de hábitat, como el desarrollado por el USGS de los Estados Unidos mediante el desarrollo del software PHABSIM, que intentan predecir los cambios en la calidad de hábitat para especies objetivas. Futuros estudios en la cuenca deberían considerar este tipo de enfoques que incluyen información biológica e hidráulica.

En los seis sectores denificados como de alta relevancia (Tabla 44) debieran implementarse acciones de conservación ya que representan una conjunción de las mejores características ambientales de la cuenca.

El uso ganadero debiera ser controlado, por lo que se recomienda hacer estudios de capacidad de carga de caprinos y ovinos en los sectores más altos de la cuenca.

En las áreas de recarga se observó que existe extracción de leña, por lo cual se debieran emprender acciones para sensibilizar a la población sobre los perjuicios que esto representa. Si es que existen herramientas legales en este sentido debieran usarse para lograr conservar

estos sectores que constituyen fundamentalmente la vegetación zonal. Especial importancia tiene la zona del matorral de *Bulnesia chilensis* (retama) (Figura 8), la cual es una especie catalogada como Rara a nivel regional, y donde además se encuentra la *Pintoa chilensis*, catalogada como Vulnerable a nivel nacional. Esta zona coincide con la de mayor desarrollo de la actividad agrícola. A pesar de ser estas especies características de formaciones zonales, mientras la agricultura afecta principalmente a formaciones azonales (vegas), es preocupante la presión que supone la actividad antrópica sobre las zonas de laderas.

Cabe destacar que durante el recorrido por la cuenca, el equipo técnico pudo constatar a través de conversaciones con miembros de las comunidades Coya, que estas organizaciones a pesar de su reciente instauración, se encuentran desarrollando un rol muy importante en la conservación de los recursos naturales, ya que han denunciado en varias ocasiones intervenciones mineras no autorizadas. Por este motivo, sería aconsejable incluir estas organizaciones en un plan estratégico a nivel de cuenca.

4.2 Humedal de la Desembocadura del Río Copiapó

4.2.1 Flora y Vegetación

El humedal de la desembocadura del río Copiapó, al igual que muchos sistemas de vegetación azonal hídrica, corresponde a un sistema único, en una matriz desértica, constituyéndose en un hito fundamental para el funcionamiento de los sistemas biológicos del área geográfica en que se inserta. Dada la dependencia estricta del balance hídrico, la vegetación y las especies que la componen responden directamente a las variaciones tanto en el contenido de agua en el suelo o sustrato, como a la humedad relativa de la atmósfera circundante.

El contenido de sales en el sustrato es otro de los factores físicos que tienen relevancia e ingerencia directa en el estado y condición de los sistemas vegetacionales en la desembocadura del río Copiapó, el cual determina sinérgicamente con el contenido de agua del suelo, la distribución de los diferentes cuadros de vegetación que se delimitaron.

De este modo, el agua en el suelo, que depende del curso superficial del río Copiapó y de los aportes subterráneos, regula el funcionamiento de este sistema. A la fecha la vegetación hidrófila se encuentra restringida a la zona saturada y con inundación permanente, en donde la columna de agua está presente, resultando la de mayor sensibilidad ante variaciones en el contenido hídrico del sistema. Las demás formaciones de vegetación presentan una menor dependencia del nivel hídrico y una mayor resistencia a la salinidad (altos contenidos de sales solubles en el perfil).

Así los polígonos dominados por *Typha angustifolia* (totora) y/o *Phragmites australis* (carrizo) son los de mayor sensibilidad ambiental y pueden ser empleados como indicadores de cambio. Esto es, por una parte en la medida que se presenten sanos y vigorosos se encontrarán en óptimas condiciones para su desarrollo, o bien, en la medida que se presente débiles y senescentes y otras especies de las formaciones del entorno empiecen a colonizar estos sectores, significará que ha disminuido el contenido de agua y/o aumentado la salinidad. Si llegan a cambiar los límites de los polígonos, es decir si se amplía o restringe la superficie que ocupan estas formaciones, implica que los cambios son más drásticos aún.

De este modo en un programa de monitoreo y seguimiento de este sistema azonal, el sector escogido deben ser estas formaciones y sus ecotonos, sin perjuicio de establecer otros puntos de interés para otros factores físicos y/o biológicos.

4.2.2 Fauna

La zona de la desembocadura del río Copiapó destaca por la presencia de 100 especies (82 aves, 11 mamíferos, 6 reptiles y un pez) y el bajo número de especies exóticas. Se distinguieron tres zonas (Dunas y Playa, Totoral y Cuerpos de Agua, y Vegetación de Borde), dentro de las cuales la Vegetación de Borde presentó la mayor riqueza de especies, principalmente por la presencia de mamíferos y reptiles. Sin embargo, de todos modos existe dependencia de estos grupos a la mantención de un flujo constante de agua, resultando evidente para especies como dormilonas (*Muscisaxicola sp.*) las que se alimentan de diversos invertebrados que necesitan el Totoral y los Cuerpos de Agua en sus ciclos biológicos. Por lo tanto, al igual que para la vegetación, los límites de este último sector son relevantes de considerar para un plan de monitoreo.

Muy probablemente el principal sitio de descanso y alimentación de aves migratorias de agua dulce (e.g. rayador) hacia el norte del río Copiapó es la desembocadura del río Lluta (1200 km al norte), y hacia el sur, la desembocadura del río Maipo (800 km al sur). De no existir el

humedal del río Copiapó, es probable que algunas de ellas tuvieran dificultades para recorrer de una vez los 2000 km entre estos sitios.

En el caso de las especies marinas (e.g. gaviota de Franklin), la restricción es menor ya que tienen muchas más opciones de paradas de descanso y alimentación, aunque la presencia de zonas de agua dulce son siempre atractivas ya que les permiten a las aves bañarse y quitarse la sal del plumaje.

La real relevancia del estuario del río Copiapó para las aves migratorias todavía debe evaluarse ya que los datos con que se cuenta son muy escasos. Por ejemplo, llama la atención que no se hayan registrado algunas especies migratorias importantes como el Gaviotín Elegante (*Sterna elegans*), aunque esto se puede deber a la falta de muestreos. Es necesaria una evaluación a lo largo del año puesto que muchas aves migratorias utilizan rutas y/o sitios distintos durante sus viajes al sur y al norte (Aparicio 2006, Myers et al. 1990)

La incorporación de la desembocadura del Copiapó dentro de alguna instancia de conservación efectiva representaría una iniciativa importante, dada la singularidad de los humedales localizados en ambientes desérticos. En este contexto, el área se ubica dentro del bioma Subtropical del Pacífico señalado como de interés de protección de áreas IBAs para Chile, y de modo más específico en una condición azonal para el área geográfica donde se ubica (desierto costero de Atacama). Según la revisión de las características del humedal y los criterios que deben cumplirse para constituir un área de importancia para las aves (AICAs o IBAs), el humedal no cumple con los criterios específicos. No obstante, existe un vacío importante de información para un análisis más específico de las aves del humedal y en especial de las variaciones temporales de ellas. Del mismo modo la trayectoria ambiental del humedal (salud del ecosistema) no fue posible de estimar debido a la carencia de información satelital (con una adecuada resolución especial) disponible para este estudio.

Desde un punto de vista de la información disponible, sería importante poder considerar el desarrollo de un programa de monitoreo temporal del mismo, que considere al menos las cuatro estaciones del año, y de modo más intensivo la época de arribo de especies migratorias (idealmente registros mensuales entre abril y junio y entre septiembre y diciembre). Otro aspecto fundamental es considerar la adopción de medidas mínimas que permitan la presencia de aves en el área (prohibición de circulación de vehículos 4x4 en la playa, uso de las lagunas por bañistas, clausurar huellas que ingresan al humedal, regulación de la ganadería, necesidad de guardaparque, entre otras). Finalmente, no deberían olvidarse otras instancias de conservación tales como la generación de áreas protegidas estatales, sitios prioritarios o lugares de interés científico, dada la mayor cercanía conceptual de nuestra legislación con estas categorías.

4.2.3 Recomendaciones generales sobre el humedal de la Desembocadura del río Copiapó

Dada la alta relevancia del humedal de la desembocadura del río Copiapó desde el punto de vista de la vegetación, la fauna y el turismo, es recomendable su conservación. A pesar de la gran cantidad de turistas que lo visitan, el sitio mantiene un alto grado de naturalidad, lo cual facilitaría su conservación.

Un monitoreo temporal del humedal desde el punto de vista de la vegetación debiera orientarse a establecer los límites de los polígonos dominados por *Typha angustifolia* (totora) y *Phragmites australis* (carrizo), las cuales son especies que crecen solo en ambientes inundados. El tamaño de esta microzona de canal determinaría en gran medida el funcionamiento del sistema completo. También muy importante dentro de la flora son la presencia de una especie con problemas a nivel nacional (*Prosopis chilensis*) y por ser este sitio el límite costero norte de *Acacia caven*.

Un monitoreo temporal del humedal desde el punto de vista de la fauna debería orientarse al estudio de los taxa presentes en el sitio y a la evolución temporal del ecosistema. Para ello se recomienda las siguientes acciones:

- Censos de aves en los biotopos definidos para el humedal, de carácter estacional por al menos 10 años. El objetivo es detectar las especies comunes y ocasionales del área, evaluar variaciones estacionales e interanuales en la desembocadura (efectos del fenómeno del Niño en las comunidad de aves)
- Monitoreo general de vertebrados (anfibios, reptiles, mamíferos), al menos estacionalmente por 10 años, en los biotopos definidos. Se deberían implementar metodologías que permitan analizar abundancias de los vertebrados de cada grupo.
- Estudio limnológico (microalgas, zoobentos, peces, variables físico – químicas) de los cuerpos de agua del humedal. Al menos estacionalmente por 10 años.
- Registro de variables ambientales por medio de estación metereológica (temperatura, humedad, vientos, entre otros).
- Integrar monitoreos de aves en otros humedales costeros de la región (Huasco, Carrizal Bajo), de modo de poder establecer análisis comparativos entre ellos y evaluar cómo distintas situaciones afectan a las aves (diferencias en distancias a centros poblados, áreas agrícolas, caminos, etc.)
- Obtención de información satelital que permita analizar la dinámica de la vegetación del humedal (comparando las coberturas pasadas, actuales y futuras).
- Implementación de medidas que favorezcan a la biota del humedal en el corto plazo: cierre y regulación de accesos al humedal, prohibición de circulación de vehículos doble tracción en la playa, guardaparque y caseta de educación ambiental, restricción de uso de lagunas como balnearios populares, prohibición de uso del fuego en el área, señalética y basureros.

Es importante destacar la relevancia del humedal de la desembocadura tanto desde el punto de vista de la fauna como de la vegetación, dada su ubicación geográfica, ya que representa el límite norte de los valles transversales, y se encuentra a considerable distancia de otros humedales hacia el norte y el sur, por lo cual constituye un punto estratégico para las aves migratorias.

5. BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, J. 1994. Nidificación de aves acuáticas en Tranque Fundo San Rafael. Boletín Chileno de Ornitología 1:2-7.

Aparicio, A. 2006. Abundance, distribution and migration chronology of shorebirds on exposed sandy beaches of south central Chile. En: Boere, G.C., Galbraith, C.A. & Stroud, D.A. (eds). Waterbirds around the world: 188. The Stationery Office, Edinburgh, UK.

Araya, B. y Millie, G. 1988. Guía de campo de las Aves de Chile. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 389 pp.

Arratia, G. 1981. Géneros de peces de aguas continentales de Chile. Publicación Ocasional N° 34, Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 108 p.

Baeza, M., E. Barrera, J. Flores, C. Ramirez y R. Rodríguez. 1998. Categorías de Conservación de Pteridophyta nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 23 - 46.

Belmonte, E., L. Faúndez, J. Flores, A. Hoffmann, M. Muñoz & S. Teillier. 1998. Categorías de conservación de cactáceas nativas de Chile. Boletín Museo Nacional de Historia Natural 47: 69-89.

Benoit, I. 1989 (Ed.). Libro rojo de la flora terrestre de Chile. CONAF, Santiago, Chile. 157 p.

Bibby, CJ; Collar, NJ; Crosby, MJ; Gead, MJ; Imboden, CH; Johnson, TH; Stattersfield, AJ. & Thirgood, SJ. 1992. Putting biodiversity on the map: priority areas for global conservation. ICBP International Council for Bird Preservation, Cambridge, U.K.

CADE-IDEPE Consultores en Ingeniería. 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Dirección general de aguas. Gobierno de Chile. 201 pp.

Campos, H. 1986. Mamíferos Terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia, Chile. 248 pp.

Campos, H; Dazarola, G; Dyer, B; Fuentes, L; Gavilan, J; Huaquin, L; Martinez, G; Melendez R; Pequeño, G; Ponce, F; Ruiz, V; Sielfeld, W; Soto, D; Vega, R. & Vila, I. 1998. Categorías de conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 101-122.

Ceballos-Lascuráin, H. 1998. Ecoturismo, naturaleza y desarrollo sostenible. Editorial Diana, D.F., México. 185p.

Cei, J.M. 1962. Batracios de Chile. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 128 pp.

Consultora Enviromental & Science Ltda, biodiversidad y desarrollo. 2008. Proyecto de explotación Minera Purén. Programa de seguimiento ambiental para flora y fauna.

Correa, C; Sallaberry, M; Jara-Arancio, P; Lobos, G; Soto, E. & Mendez, M. 2008. Amphibia, Anura, Bufonidae, *Rhinella atacamensis*: Altitudinal distribution extensión, new records and Geographic distribution map. Check List. 4 (4): 478-484.

Di Castri F (1968) Equisse écologique du Chili. Biologie de l' Amerique australe. En: Debouteville CI & D Rapaport (eds) Editions du centre national de la Recherche Scientifique: 7-52. Paris, France.

Díaz, N. 1984. Sapos y ranas, las 35 especies chilenas. Naturaleza, Chile. 3:8-13.

Dirección General de Agua (DGA). 1987. Análisis y evaluación de los recursos hidrogeológicos valle del río Copiapó - III región: modelación de los recursos hídricos. Departamento de Hidrología, Alamos y Peralta Ingenieros Consultores y IPLA e HIDRELEC.

Dirección General de Agua (DGA). 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del río Copiapó. Realizado por Cade-Idepe Consultores en Ingeniería.

Dirección General de Aguas (DGA). 2003. Evaluación de los recursos hídricos subterráneos del valle del río Copiapó, Departamento de Estudios y Planificación. Informe Técnico. S.I.T. N° 87.

Dirección Meteorológica de Chile (DMC). S/a. Climas de Chile, Región de Atacama. Leído el 02 de diciembre del 2008 en http://www.meteochile.cl/climas/climas_tercera_region.html

Donoso-Barros, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile. Santiago. 458 pp.

Donoso-Barros, R. 1970. Catálogo Herpetológico Chileno. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 31: 49-124.

Duarte, W; Feito, R; Jara, C; Moreno, C. & Orellana, A 1971. Ictiofauna del sistema hidrográfico del Río Maipo. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat., Chile 32: 227 – 268.

Dukes, JS. & Mooney, HA. 2004. Disruption of ecosystem processes in western North America by invasive species. Revista Chilena de Historia Natural 77: 411-437.

Dyer, B. 2000. Systematic review and biogeography of the freshwater fishes of Chile. Estud. Oceanol. 19: 77 – 98.

Eigenmann, C. 1927. The fresh-water fishes of Chile. Mem. Nat. Acad. Sci. 22: 1-63.

Espíldora, B., Brown E., Cabrera, G. y P. Isensee. 1975. Elementos de Hidrología. Universidad de Chile, Facultad de Cs. Físicas y Matemáticas, Departamento de Hidrología.

Estades, C.F. 2001. Proyecto validación de procedimientos técnicos administrativos para listar especies en categoría de conservación. Informe sobre validación técnica de procedimiento. Universidad de Chile. 61 pp.

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

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

Gajardo, R. 1983. Sistema Básico de Clasificación de la Vegetación Nativa Chilena. U. de Chile-Conaf, Stgo. 316 p. 13 mapas.

Gajardo, R. 1994. La Vegetación Natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago. 165 pp.

- García, S. & D. Díaz (eds) 2007. Important bird areas in Chile. Manual de referencia para la identificación de sitios. Birdlife Internacional. 42 pp.
- Garreaud, R., Vuille, M., Compagnucci, R. & Marengo, J. 2007. Present day South American Climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 3: 1-10.
- Gaymer C., Rojas U. Squeo f., Luna-Jorquera G., Cortés A., Arancio G., Dumont C., Cortéz m, Hiriart D. & David López, 2008. AMCP-MU Isla Grande de Atacama: Flora y Fauna Marina y Terrestre, 12: 223 – 249, In: Squeo F. Arancio G. & J. Gutiérrez (eds), Libro Rojo de la Flora nativa de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama, ediciones Universidad de La Serena, Chile.
- GESAM Consultores, SERNAPESCA., 2006 Obtención de Información Para La Clasificación de la Fauna Acuática Continental.
- Golder Associates. 2006. Diagnóstico de los Recursos Hídricos de la Cuenca del río Copiapó y Proposición de un modelo de Explotación Sustentable. INFORME FINAL.
- Goodall, J.D; Johnson, A.W. y Philippi, R.A. 1946, 1951. Las Aves de Chile. Vol. I y II. Platt Establecimientos Gráfico S.A., Buenos Aires.
- Goodall, J.D; Johnson, A.W. y Philippi, R.A. 1957. Suplemento de las Aves de Chile. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires.
- Goodall, J.D; Johnson, A.W. y Philippi, R.A. 1964. Suplemento de las Aves de Chile. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires.
- Graczyk, T.K. A.C. Majewska & K.J. Schwab. 2008. The role of birds in dissemination of human waterborne enteropathogens. *Trends in Parasitology* 24: 55-59.
- Habit, E., Dyer, B. & I. Vila. 2006. Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. *Gayana* 70 (1): 100-113 pp.
- Hellmayr, C.E. 1932. The Birds of Chile. Field Museum of Natural History, Publication 308, Zoological series XIX, Estados Unidos. 472 pp.
- Hoyer, M.V., J.L. Donze, E.J. Schulz, D.J. Willis & D.E. Canfield. 2006. Total coliform and *Escherichia coli* counts in 99 Florida lakes with relations to some common limnological factors. *Lake and Reservoir Management* 22: 141-150.
- Instituto Geográfico Militar (IGM). 1984. Geografía de Chile. Tomo VIII, Hidrografía.
- Iriarte, JA; Lobos, G y Jaksic, F. 2005. Invasives vertebrates species in Chile and their control and monitoring by governmental agencies. *Revista Chilena de Historia Natural* 78: 143-154.
- IUCN, 2006. [en línea]. 2006 IUCN Red List of Threatened Species. Disponible en el WWW: <http://www.iucnredlist.org/> Citado: 10 de Enero del 2008
- Jaksic F & R Medel. 1990. Objective recognition of guilds: testing for statistically significant species cluster. *Oecologia (Berl.)* 82: 87-92.
- Johnson, A.W. 1965, 1967. The Birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia and Peru. Vol. 1 y 2. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires. 447 pp.

- Johnson, A.W. 1972. Supplement to the Birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia and Peru. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires. 116 pp.
- Kennedy, Naeem, S; Howe, KM; Knops, JM; Tilman, D & Reich, P. 2002. Biodiversity as a barrier to ecological invasion. *Nature* 417: 636-638.
- Lazo, I. y Silva, E. 1993. Diagnóstico de la ornitología en Chile y recopilación de la literatura científica publicada desde 1970 a 1992. *Revista Chilena de Historia Natural, Chile.* 66:103-118.
- Levine, J & D´Antonio, CM. 1999. Elton revisited: a review of evidence linking diversity and invasibility. *Oikos* 87: 15-26.
- Lobos, G; Cattán, P.E y Lopez, M. 1999. Antecedentes de la ecología trófica del sapo africano *Xenopus laevis* en la zona central de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile.* 48: 7-18.
- Luna-Jorquera, G & M. Cortez (2007) Estudio del ensamble de aves y mamíferos marinos al interior del Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama. CEAZA, Coquimbo. 34 pp.
- Mann, G. 1954. Vida de los Peces en Aguas Chilenas. Ministerio de Agricultura, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 342 pp.
- Mann, G. 1978. Los pequeños Mamíferos de Chile. *Gayana, Zoología.* 40: 1-342.
- Martínez, D & G. González 2004. Las Aves de Chile. La Nueva Guía de Campo. Ediciones del Naturalista, 620 pp.
- Mella, J. 2005. Guía de Campo Reptiles de Chile: zona central. Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda, Chile. 147 pp.
- Miller, S.D. y Rottman, J. 1976. Guía para el reconocimiento de Mamíferos Chilenos. Editorial Gabriela Mistral, Santiago.
- Moreno R; Moreno J; Ortiz J.C; Victoriano P y Torres-Pérez F. 2002. Herpetofauna del Parque Nacional Llanos de Challe (III Región, Chile). *Gayana* 66 (1): 7-10.
- Mueller-Dombois, D & H Ellemberg. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons, Inc. New York, EE.UU. 547 pp
- Muñoz, A. & J Yañez (Eds.). 2000. Mamíferos de Chile. Centro de Estudios Agrarios y Ambientales (CEA) Ediciones, Valdivia, Chile. viii + 464 pp.
- Myers N, R., Mittermeir, CG., Mittermeir, GA., da Fonseca & J. Kent (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Myers, J.P., Sallaberry, M., Ortiz, E., Castro, G., Gordon, L.M., Maron, J.L., Schick, C.T., Tabilo, E., Antas, P.T.Z. & Below, T. 1990. Migration routes of new world Sanderling (*Calidris alba*). *Auk* 107: 172–180.
- Naturaleza educativa S/A. Geología, GEODINÁMICA INTERNA, Tectónica de placas - 6ª parte. Leído 26 de noviembre en: http://www.natureduca.com/geol_geodinint_tectonica6.php
- Nuñez, H y Jaksic, F. 1992. Lista comentada de los Reptiles Terrestres de Chile Continental. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile.* 43: 63-91.

Núñez, H. 1991. Geographical data of Chilean Lizards and Snakes in the Museo Nacional de Historia Natural de Chile. Smithsonian Herpetological Information Service. 91: 1-29.

Núñez, H; Maldonado, V. y Pérez, R. 1997. Reunión de trabajo con especialistas en herpetología para categorización de especies según estado de conservación. Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural de Chile. 329: 12-19.

Olivares, F. 2005. Dinámica espacio temporal del ensamble avial del humedal de la desembocadura del río Huasco (28° 27'S- 71°12'O) durante el período 2004 -2005. Tesis para optar a título de biólogo marino, Iquique, Universidad Arturo Prat, Departamento Ciencias del Mar, 178 pp.

Osgood, W.H. 1943. The Mammals of Chile. Field Museum of Natural History, zoology. 30: 1-268.

Pauchard, A; Aguayo, A; Peña, E & Urrutia, R. 2006. Multiple effects of urbanization on the biodiversity of developing countries: the case of a fast-growing metropolitan area (Concepción, Chile). Biological Conservation 127: 272-281.

Paul, MJ & Meyer, JL. 2001. Streams in the urban landscape. Annual Review of Ecology and Systematics 32: 333-365.

Pequeño, G. 1995. Peces. En: Simonetti JA, MTK Arroyo, AE Spotorno & E Lozada (eds) Diversidad Biológica de Chile: 302-313. Comité Nacional de Diversidad Biológica, Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología, Santiago, Chile.

Peralta, M. 1975. Usos, clasificación y conservación de suelos. Servicio Agrícola y Ganadero. Gobierno de Chile. Santiago. 340 pp.

Pereira, HM. & COOPER, HD. 2006. Towards the global monitoring of biodiversity change. Trends in Ecology & Evolution 21: 123-129.

Philippi, R.A. 1964. Catálogo de las Aves Chilenas con su distribución geográfica. Investigaciones zoológicas Chilenas. 11: 1-79.

Pincheira-Donoso, D. & H. Núñez. 2005. Las especies chilenas del género *Liolaemus* Wiegmann. 1834 (Iguania: Tropiduridae: Liolaeminae). Taxonomía, sistemática y evolución. Publicación Ocasional, Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 59: 1-486.

Pine, R. H; Miller, S.D y Schamberger, M.L. 1979. Contributions to the mammalogy of Chile. Mammalia. 43:339-376.

Rau J, Zuleta C, Gantz A, Saiz F, Cortes A, Yates L, Spotorno A & Couve E. 1998. Biodiversidad de artrópodos y vertebrados terrestres del Norte Grande de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 71: 527-554.

Rau, J. 1982. Situación de la bibliografía e información relativa a mamíferos Chilenos. Publicación ocasional, Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 38: 29-51.

Ravenna, P., S. Teiller, J. Macaya, R. Rodríguez y O. Zöllner. 1998. Categorías de Conservación de las plantas bulbosas nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 47 - 68.

Rottman, J. 1995. Guía de identificación de Aves de ambientes acuáticos. UNORCH, Chile. 80 pp.

- Rottman, J. 1995. Guía de identificación de Aves de ambientes acuáticos. UNORCH, Chile. 80 pp.
- Rouse, J.W., Haas, R.W., Schell, J.A., Deering, D.H. Y Harlan, J.C. (1974): Monitoring the vernal Advancement and retrogradacion (Greenwave effect) of natural vegetation. Type III Final Report. NASA/GSFCT. Geenbelt, MD. USA.
- Ruiz, V. y Marchant, M. 2004. Ictiofauna de aguas continentales chilenas. Universidad de Concepción. Chile. 356 pp.
- SAG, 2003. Cartilla de Caza. Servicio Agrícola y Ganadero, Departamento de los Recursos Naturales Renovables. 56 pp.
- Sanderson, EW; Jaiteh, M; Levy, MA; Redford, KN; Wannebo, AV & Woolmer, G. 2002. The human footprint and the last of the wild. *BioScience* 52:891-904.
- Sernageomin. 1999. Estudio Hidrogeológico del valle del Río Copiapó. Segmento Embalse Lautaro – Piedra Colgada.
- Squeo F, Arancio G y Gutiérrez J. (Eds.). 2008. Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: región de Atacama. Ed. U. de la Serena. 466 p.
- Squeo, F., Arancio, G. Cortés, A. Hiriart, D. & D. López. 2006. Estudio de Línea Base de Recursos Bióticos Terrestres del AMCP Isla Grande de Atacama (Punta Morro – Desembocadura del Río Copiapó). Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, La Serena, Chile. 111 pp.
- Tamayo, M. y Frassinetti, D. 1980. Catálogo de los mamíferos fósiles y vivientes de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile.* 37: 323-399.
- Teder, T; Moora, M; Roosaluuste, E; Zobel, C; Partel, M; Kõljalg, R. & Zobel, M. 2007. Monitoring of biological diversity: a common – ground approach. *Conservation Biology* 21 (2): 313-317.
- Valencia, J. y Veloso, A. 1981. Zoogeografía de los Saurios de Chile, proposiciones para un esquema ecológico de distribución. *Medio ambiente* 5. (1-2): 5-14.
- Veloso, A. y Navarro, J. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de Anfibios y Reptiles de Chile. *Bolletinodel Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino.* 6: 481-539.
- Vidal, M. y Labra, A. 2008. Herpetología de Chile. Editorial Science Verlage, Santiago de Chile. 600 pp.
- Vila I, Fuentes L y Contreras M. 1999. Peces límnicos de Chile. *Boletín del Museo de Historia Natural, Chile,* 48: 61- 75.

6. ANEXOS

Anexo I. Resultados de monitoreo de calidad de aguas realizada por el SERNAGEOMIN entre 1995 y 1997. En gris mediciones fuera de norma.

Tramo	N ° Punto	Norte	Este	Fecha de muestreo	Mg	Na	Fe	Mn	SO4	Cl	B	TSD	Pb	pH	F
Río Manflas	136	6899372	403496	31-Ene_97											
	137	6895929	403820	31-Ene_97											
Río Pulido	126	6884791	415089	30-Ene_97											
	127	6886820	412367	30-Ene_97											
Río Jorquera	86	6897561	406114	08-May-96											
	135	6898713	407757	31-Ene_97											
Lautaro - La Puerta	5	6921041	391148	08-Ago-95											
	45	6907069	401081	07-Nov-95											
	46	6914110	398124	07-Nov-95											
	47	6915646	396952	08-Nov-95											
	48	6916879	394953	08-Nov-95											
	72	6905150	401450	10-Ene-96											
	73	6910006	400229	10-Ene-96											
	74	6912818	396518	10-Ene-96											
	100	6900487	404746	16-Ene-97											
	101	6906624	401052	16-Ene-97											
	102	6920132	392359	16-Ene-97											
	103	6921041	391148	16-Ene-97											
	104	6920913	390520	16-Ene-97											
	105	6920543	390848	16-Ene-97											
La Puerta - Mal Paso	10	6949936	376702	09-Ago95											
	11	6948337	367138	09-Ago95											
	29	6952212	375313	11-Ago-95											
	30	6946928	376634	11-Ago-95											
	31	6940988	378410	11-Ago-95											
	32	6938721	378906	11-Ago-95											
	33	6935263	381189	11-Ago-95											
	34	6929197	383953	11-Ago-95											
	35	6924682	387450	11-Ago-95											
	49	6927896	385819	08-Nov-95											
	50	6931870	382450	08-Nov-95											

Tramo	N ^o Punto	Norte	Este	Fecha de muestreo	Mg	Na	Fe	Mn	SO4	Cl	B	TSD	Pb	pH	F
La Puerta - Mal Paso	51	6945315	376603	09-Nov-95											
	52	6953654	374592	09-Nov-95											
	77	6931870	382450	11-Ene-96											
	78	6946539	376437	11-Ene-96											
	83	6924253	388053	5-Oct-96											
	92	6927896	385819	08-May-96											
	106	6948059	376959	16-Ene-97											
	107	6947906	376904	16-Ene-97											
	108	6949696	376835	16-Ene-97											
	109	6952709	374810	17-Ene-97											
	110	6953189	374440	17-Ene-97											
	111	6951694	375400	17-Ene-97											
	112	6954143	374757	17-Ene-97											
113	6954965	374891	17-Ene-97												
Mal Paso - Ciudad de Copiapó	23	6970077	368786	10-Ago-95											
	25	6968646	370892	11-Ago-95											
	26	6966981	373583	11-Ago-95											
	27	6962300	375000	11-Ago-95											
	28	6955843	375232	11-Ago-95											
	53	6958953	374512	09-Nov-95											
	54	6966344	374131	10-Nov-95											
	79	6955843	375232	11-Ene-96											
	84	6969112	370813	13-May-97											
	85	6969370	369853	13-May-97											
	89	6967055	373498	08-May-96											
	90	6959433	374223	08-May-96											
	91	6955970	375299	08-May-96											
	114	6957535	375023	28-Ene-97											
	115	6959433	374223	28-Ene-97											
	116	6967618	371861	28-Ene-97											
	117	6961201	374686	29-Ene-97											
	118	6960778	374416	29-Ene-97											
	119	6970179	366067	29-Ene-97											
128	6968597	372453	30-Ene-97												
129	6971623	369738	30-Ene-97												
130	6968646	370892	30-Ene-97												
131	6955970	375299	30-Ene-97												

	N ° Punto	Norte	Este	Fecha de muestreo	Mg	Na	Fe	Mn	SO4	Cl	B	TSD	Pb	pH	F
	132	6970563	370403	30-Ene_97											
	133	6970999	368046	30-Ene_97											
	134	6971166	368992	30-Ene_97											

Tramo	N ° Punto	Norte	Este	Fecha de muestreo	Mg	Na	Fe	Mn	SO4	Cl	B	TSD	Pb	pH	F
Ciudad de Copiapó - Piedra Colgada	14	6977755	361399	10-Ago-95											
	16	6981063	352563	10-Ago-95											
	17	6980547	355134	10-Ago-95											
	18	6980952	358566	10-Ago-95											
	19	6980463	359484	10-Ago-95											
	20	6974386	364248	10-Ago-95											
	21	6975825	364308	10-Ago-95											
	22	6974479	365801	10-Ago-95											
	24	6972550	367050	11-Ago-95											
	55	6974995	365083	10-Nov-95											
	56	6974704	362984	10-Nov-95											
	57	6976748	361821	10-Nov-95											
	58	6976980	361650	10-Nov-95											
	59	6978449	361312	10-Nov-95											
	60	6979194	359812	10-Nov-95											
	61	6978883	358255	10-Nov-95											
	62	6979830	359770	10-Nov-95											
	63	6979911	357254	10-Nov-95											
	64	6976013	363591	10-Nov-95											
	65	6975386	364908	10-Nov-95											
	81	6979911	357254	11-Ene-96											
	88	6977328	361526	08-May-96											
	121	6974400	363258	29-Ene_97											
	122	6974704	362984	29-Ene_97											
	123	6976624	362733	29-Ene_97											
	124	6980176	360267	29-Ene_97											
125	6980157	358311	29-Ene_97												
138	6978608	356644	31-Ene_97												

	139	6980562	355163	31-Ene_97													
	140	6980185	354788	31-Ene_97													
Piedra Colgada - Angostura	15	6977511	352140	10-Ago-95													
	82	6977511	352140	11-Ene-96													
	87	6976563	345062	08-May-96													
	141	6977611	350182	31-Ene_97													
	142	6976009	344774	31-Ene_97													
	143	6975803	343401	01-Feb-97													

Fuente SERNAGEOMIN, 1999.

Anexo II

Sitios de muestreo para vertebrados en la cuenca del Río Copiapó.

Numero	SITIOS	COORDENADAS (UTM, WGS 84)		
		Oeste	Norte	ALTITUD
S1	Piedra Colgada 1	353894	6979282	265
S2	Piedra Colgada 2	352786	6978514	253
S3	Serranía Pobrete	349104	6975677	233
S4	Tranque Lautaro	402709	6904097	748
S5	Junta Río Manflas y Copiapó	403946	6901921	1161
S6	Río Manflas 1	403705	6887270	1470
S7	Río Manflas 2	405083	6868962	2890
S8	Río Jorquera	409933	6901230	1325
S9	Río Montosa 1	413679	6883657	1662
S10	Río Montosa 2	427305	6868848	2800
S11	Río El Potro	424384	6879332	2014
S12	Río Pulido 1	420438	6882338	2013
S13	Río Pulido 2	426249	6889941	2095
S14	Río Ramadillas	426618	6890214	2092
S15	Río Pulido 3	428157	6895891	2353
S16	Río Pulido 4	434487	6903023	2778
S17	Río Pircas Coloradas 1	440111	6901588	2999
S18	Río Pircas Coloradas 2	442304	6899444	2971
S19	Vega Pircas Coloradas	445457	6899132	3700
S20	Río Cachitos	451259	6908684	3278
S21	Junta Río de la Gallina y Pircas Negras	465366	6909647	3289
S22	Río Turbio 1	460512	6913042	3159
S23	Río Turbio 2	449300	6930640	2814
S24	Río Figueroa 1, roquerío	451680	6948176	3006
S25	Río Figueroa 2, vega	451928	6947724	2904
S26	Caspiche	471030	6937429	4300
S27	Mina Refugio (pancho guanaco)	469050	6955485	3900
S28	Quebrada las Guanacas	465004	6945674	3586
S29	Sector Mina La Coipa (Mina Purén)	475585	7037305	4180
S30	Quebrada San Andrés 1	438469	7013830	2398
S31	Quebrada San Andrés 2	447357	7022428	2668
S32	Sector La Pepa	470496	7007483	3327

Anexo III

Listado Florístico de la Cuenca del Río Copiapó, Provincia de Copiapó, Región de Atacama, Diciembre 2008.

DIVISIÓN					
CLASE					
FAMILIA					
Espece	Nombre vernacular	Origen	Est. Conser.	Forma de Vida	
POLYPODIOPHYTA					
SPHENOPSISIDA					
EQUISETACEAE					
<i>Equisetum bogotense</i> H.B.K.	yerba del platero;	Autóctona	SI (IC)	Gr	
<i>Equisetum giganteum</i> L.	limpia plata; canutillo	Autóctona	SI (EP)	Gr	
PINOPHYTA					
GNETOPSISIDA					
EPHEDRACEAE					
<i>Ephedra breana</i> Phil.	pingo - pingo	Autóctona	SP	naF	
MAGNOLIOPHYTA					
LILIOPSIDA					
AMARYLLIDACEAE					
<i>Astroemeria andina</i> Phil.	lirio	Autóctona	SI (FP)	Gr	
CYPERACEAE					
<i>Carex gayana</i> Desv.	pasto de vega	Autóctona	SI	Gr	
<i>Carex</i> sp.	----	Autóctona	SI	Gr	
<i>Eleocharis albibracteata</i> Nees et Meyen ex Kunth	----	Autóctona	SI	Gr	
<i>Scirpus acaulis</i> Phil.	----	Autóctona	SI(IC)	Gr	
<i>Scirpus asper</i> J. et K. Presl	estoquillo; ñocha	Autóctona	SI(IC)	Gr	
<i>Scirpus californicus</i> (C.A. Mey.) Steud.	estoquillo; ñocha	Autóctona	SI	Gr	
<i>Scirpus cernuus</i> Vahl	----	Autóctona	SI	Gr	
<i>Scirpus</i> sp.	----	Autóctona	SI	Gr	
IRIDACEAE					
<i>Sisyrinchium azureum</i> Phil..	----	Autóctona	SI(IC)	Gr	
JUNCACEAE					
<i>Juncus balticus</i> Willd. var. <i>montanus</i>	junquillo	Autóctona	SI	Gr	
<i>Juncus scheuchzerioides</i> Gaud.	----	Autóctona	SI(NE)	Gr	
<i>Oxychloe aff. andina</i> Phil.	pak'o; pak'o macho	Autóctona	SI	Kc	
<i>Patosia clandestina</i> (Phil.) Buch.	vega en champa	Autóctona	SI	Kc	
POACEAE					
<i>Bromus setifolius</i> J. Presl	----	Autóctona	SI	H	
<i>Bromus</i> sp.	----	Autóctona	SI	H	
<i>Cortaderia jubata</i> (Lemoine) Stapf	cortadera	Autóctona	SI	H	
<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. Beauv.	paja de agua	Autóctona	SI	H	
<i>Deyeuxia velutina</i> Nees et Meyen	pajonal	Autóctona	SI	H	
<i>Festuca</i> sp.	pajonal	Autóctona	SI	H	
<i>Hordeum pubiflorum</i> Hook. f.	cebadilla	Autóctona	SI(IC)	H	

DIVISIÓN					
CLASE					
FAMILIA					
Especie	Nombre vernacular	Origen	Est. Conser.	Forma de Vida	
<i>Muhlenbergia asperifolia</i> (Nees et Meyen ex Trin.) Parodi	----	Autóctona	SI	Gr	
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	chepica	Alóctona	NC	Gr	
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	carrizo	Autóctona	SI	Gr	
<i>Poa pratensis</i> L.	piojillo	Alóctona	NC	H	
<i>Polypogon linearis</i> Trin.	cola de ratón	Autóctona	SI	H	
<i>Puccinellia</i> sp.	----	Autóctona	SI	Gr	
<i>Stipa atacamensis</i> Parodi	paja; pajonal	Autóctona	SI	H	
<i>Stipa chrysophylla</i> Desv.	pajonal	Autóctona	SI	H	
<i>Stipa pogonathera</i> Desv.	pajonal	Autóctona	SI	H	
<i>Stipa speciosa</i> Trin. et Rupr.	pajonal	Autóctona	SI	H	
<i>Stipa tortuosa</i> Desv.	nudillo	Autóctona	SI	H	
POTAMOGETONACEAE					
<i>Potamogeton strictus</i> Phil.	hierba del pato	Autóctona	SI	hs	
TYPHACEAE					
<i>Typha angustifolia</i> L.	totora	Autóctona	SI	Gr	
MAGNOLIOPSIDA					
ANACARDIACEAE					
<i>Schinus molle</i> L.	pimiento boliviano	Autóctona	SP	meF	
<i>Schinus polygamus</i> (Cav.) Cabr.	huingán; molle	Autóctona	SP	naF	
APIACEAE					
<i>Apium andinum</i> Phil.	apio de cordillera	Autóctona	SI	H	
<i>Azorella cryptantha</i> (Clos) Reiche	llaretilla	Autóctona	SP	Cp	
<i>Azorella madreporica</i> Clos	llareta	Autóctona	SP	Cp	
<i>Gymnophyton flexuosum</i> Clos	bío-bío	Autóctona	SP	C	
ASCLEPIADACEAE					
<i>Cynanchum viride</i> (Phil.) Reiche	----	Autóctona	SI	K	
ASTERACEAE					
<i>Baccharis salicifolia</i> (R. et P.) Pers.	chilca; daín	Autóctona	SP	naF	
<i>Centaurea cachinalensis</i> Phil.	flor del minero	Autóctona	SP	C	
<i>Chaetanthera acerosa</i> (Remy) B. et H. ex Griseb.	flor de la puna	Autóctona	SI	Gc	
<i>Chaetanthera glabrata</i> (DC.) Meigen	chinita	Autóctona	SI	T	
<i>Chaetanthera lanata</i> (Phil.) Johnst.	china; chinita	Autóctona	SI	H	
<i>Chaetanthera linearis</i> Poepp. ex Less.	chinita	Autóctona	SI	T	
<i>Chaetanthera minuta</i> (Phil.) Cabr.	flor de la puna	Autóctona	SI	T	
<i>Chaetanthera pulvinata</i> (Phil.) Haum.	flor de la puna	Autóctona	SI	Gc	
<i>Chaetanthera</i> sp.	flor de la puna	Autóctona	SI	H	
<i>Chaetanthera sphaeroidalis</i> (Reiche) Hicken	flor de puna	Autóctona	SI	Gc	
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	huilmo	Autóctona	SI	T	
<i>Doniophyton patagonicum</i> (Phil.) Hieron.	----	Autóctona	SI	T	
<i>Gnaphalium</i> sp.	----	Autóctona	SI	H	
<i>Haplopappus baylahuen</i> Remy	baylahuén	Autóctona	SP	C	
<i>Hypochoeris acaulis</i> (Remy) Britton	----	Autóctona	SI	H	
<i>Leucheria polyclados</i> (Remy) Reiche	----	Autóctona	SI	H	

DIVISIÓN

CLASE

FAMILIA

Especie	Nombre vernacular	Origen	Est. Conser.	Forma de Vida
<i>Pachylaena rosea</i> Johnst.	mano de león	Autóctona	SI	Gr
<i>Perezia atacamensis</i> (Phil.) Reiche	marancel	Autóctona	SI	H
<i>Perityle emoryi</i> Torr.	margarita; manzanilla	Autóctona	SI	T
<i>Polyachyrus carduoides</i> Phil.	borlón de alforja	Autóctona	SP	C
<i>Proustia ilicifolia</i> H. et A.	olivillo	Autóctona	SP	naF
<i>Spilanthes leiocarpa</i> DC.	-----	Alóctona	NC	H
<i>Senecio johnstonianus</i> Cabr.	pata de pajarito	Autóctona	SI	K
<i>Senecio oreophyton</i> Remy	chachacoma	Autóctona	SP	C
<i>Senecio proteus</i> Remy	----	Autóctona	SP	C
<i>Senecio sp.</i>	----	Autóctona	SP	C
<i>Senecio volckmannii</i> Phil.	----	Autóctona	SP	C
<i>Sonchus sp.</i>	ñilhue	Autóctona	SI	T
<i>Tessaria absinthioides</i> (H. et A.) DC.	brea	Autóctona	SI	Gr
<i>Werneria pygmaea</i> Gill. ex H. et A.	----	Autóctona	SI	Gr
BIGNONIACEAE				
<i>Argyria potentillifolia</i> DC.	----	Autóctona	SI	Gt
<i>Argyria sp.</i>	----	Autóctona	SI	Gt
BORAGINACEAE				
<i>Cryptantha sp.</i>	ortiguilla	Autóctona	SI	T
<i>Heliotropium chenopodiaceum</i> (A.DC.) Clos	----	Autóctona	SP	C
BRASSICACEAE				
<i>Descurainia sp.</i>	----	Autóctona	SI	T
<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagrése - Fossat	mostacilla	Alóctona	NC	T
<i>Menonvillea cuneata</i> (Gill. et Hook.) Rollins	----	Autóctona	SI	Gr
<i>Nasturtium officinale</i> R. Br.	berro	Alóctona	NC	Gr
<i>Schizopetalon rupestre</i> (Barn.) Reiche	----	Autóctona	SI	T
BUDDLEJACEAE				
<i>Buddleja suaveolens</i> Kunth et Bouché	acerillo	Autóctona	SP	naF
CACTACEAE				
<i>Eriocyce spinibarbis</i> Riit.	sandillón	Autóctona	SI	SK
<i>Opuntia glomerata</i> Haw.	tunilla	Autóctona	SI	SK
<i>Pyrrhocactus vallenarensis</i> F. Ritter	quisquito	Autóctona	IC®	SK
CALYCERACEAE				
<i>Nastanthus caespitosus</i> (Phil.) Reiche	repollo de cordillera	Autóctona	SI	T
CAMPANULACEAE				
<i>Pratia repens</i> Gaud.	----	Autóctona	SI	H
CARYOPHYLLACEAE				
<i>Arenaria serpens</i> H.B.K.	----	Autóctona	SI	Khpr
<i>Spergularia pissisii</i> (Phil.) Johnst.	----	Autóctona	SI	H
<i>Spergularia sp.</i>	----	Autóctona	SI	Khpr
CHENOPODIACEAE				
<i>Atriplex deserticola</i> Phil.	cachiyuyo	Autóctona	SP	naF
<i>Atriplex imbricata</i> (Moq.) Dietr.	cachiyuyo chico	Autóctona	SI	naF
<i>Bassia hyssopifolia</i> (Pallas) O.K.	----	Alóctona	NC	H

DIVISIÓN

CLASE

FAMILIA

Especie	Nombre vernacular	Origen	Est. Conser.	Forma de Vida
<i>Chenopodium murale</i> L.	quinhuilla	Alóctona	NC	T

CONVOLVULACEAE

<i>Convolvulus arvensis</i> L.	correhuela	Alóctona	NC	Gr
--------------------------------	------------	----------	----	----

EUPHORBIACEAE

<i>Euphorbia collina</i> Phil.	pichoa	Autóctona	SI	H
--------------------------------	--------	-----------	----	---

FABACEAE

<i>Acacia caven</i> (Mol.) Mol.	espino; churqui	Autóctona	SP	miF
<i>Adesmia aegiceras</i> Phil.	cuerno; espina de cuerno	Autóctona	SP	C
<i>Adesmia aphylla</i> Clos	panza de burro	Autóctona	SP	naF
<i>Adesmia argyrophylla</i> Phil.	varilla	Autóctona	SP	naF
<i>Adesmia bracteata</i> H. et A.	----	Autóctona	SP	C
<i>Adesmia echinus</i> K. Presl	espina de cuerno	Autóctona	SP	C
<i>Adesmia hystrix</i> Phil.	varilla brava	Autóctona	SP	naF
<i>Adesmia kingii</i> Phil.	----	Autóctona	SP	C
<i>Adesmia sp. 1</i>	-----	Autóctona	SP	naF
<i>Adesmia sp. 2</i>	----	Autóctona	SP	H
<i>Adesmia sp. 3</i>		Autóctona	SP	C
<i>Adesmia spuma</i> Werd. ex Burk.	----	Autóctona	SI	H
<i>Adesmia subterranea</i> Clos	cuerno	Autóctona	SP	naF
<i>Astragalus sp.</i>	yerba loca	Autóctona	SI	H
<i>Geoffroea decorticans</i> (Gill. ex H. et A.) Burk.	chañar	Autóctona	SP	naF
<i>Hoffmanseggia glauca</i> (Ort.) Eifert	----	Autóctona	SI	Gr
<i>Lupinus microcarpus</i> Sims	hierba del traro	Autóctona	SI	T
<i>Medicago lupulina</i> L.	lupulina	Alóctona	NC	T
<i>Melilotus indica</i> (L.) All.	trevillo amarillo	Alóctona	NC	T
<i>Prosopis chilensis</i> (Mol.) Stuntz	algarrobo	Autóctona	V	meF
<i>Prosopis flexuosa</i> DC	algarrobo	Autóctona	V	meF
<i>Prosopis strombulifera</i> (Lam.) Benth.	retortón, fortuna	Autóctona	V	C
<i>Senna urmenetae</i> (Phil.) Irw. et Barneby	alcaparra	Autóctona	SP	naF

GENTIANACEAE

<i>Gentiana prostrata</i> Haenke	----	Autóctona	SI	T
<i>Gentianella coquimbensis</i> (Briq.) Martic. et Quezada	----	Autóctona	SI	H

HALORAGACEAE

<i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vell.) Verdc.	hierba del pato	Autóctona	SI	hs
--	-----------------	-----------	----	----

HYDROPHYLLACEAE

<i>Phacelia cumingii</i> (Benth.) A. Gray	cuncuna	Autóctona	SI	T
---	---------	-----------	----	---

KRAMERIACEAE

<i>Krameria cistoidea</i> H. et A.	pacul	Autóctona	SP	C
------------------------------------	-------	-----------	----	---

LAMIACEAE

<i>Kurzamra pulchella</i> (Clos.) O.K.	poleo de cordillera	Autóctona	SI	Gr
<i>Mentha citrata</i> Ehrh.	hierba buena	Alóctona	NC	Gr
<i>Mentha spicata</i> L.	menta	Alóctona	NC	Gr

LOASACEAE

<i>Cajophora coronata</i> (Gill. ex Arn.) H. et A.	ortiga caballuna	Autóctona	SI	T
--	------------------	-----------	----	---

DIVISIÓN

CLASE

FAMILIA

Especie	Nombre vernacular	Origen	Est. Conser.	Forma de Vida
---------	-------------------	--------	--------------	---------------

LYTHRACEAE

<i>Pleurophora pungens</i> D. Don	pico de ganilla	Autóctona	SP	C
-----------------------------------	-----------------	-----------	----	---

MALESHERBIACEAE

<i>Malesherbia lactea</i> Phil.	----	Autóctona	SI	Gr
<i>Malesherbia lirana</i> Gay var. <i>bracteata</i>	----	Autóctona	SI	H
<i>Malesherbia lirana</i> Gay	----	Autóctona	SI	H
<i>Malesherbia multiflora</i> Ricardi	----	Autóctona	SI	T
<i>Malesherbia rugosa</i> Gay	----	Autóctona	SI	H

MALPIGHIACEAE

<i>Dinemagonum gayanum</i> A.H.L. Juss.	----	Autóctona	SP	C
<i>Dinemandra glaberrima</i> A.H.L. Juss.	----	Autóctona	SP	C

MALVACEAE

<i>Cristaria andicola</i> Gay	malvilla	Autóctona	SI	H
<i>Cristaria cyanea</i> Phil. ex E. Baker	malvilla	Autóctona	SI	T
<i>Nototriche holosericea</i> A.W. Hill	----	Autóctona	SI	H

NOLANACEAE

<i>Nolana leptophylla</i> (Miers) Johnst.	suspiro	Autóctona	SP	C
---	---------	-----------	----	---

ONAGRACEAE

<i>Gayophytum micranthum</i> H. et A.	----	Autóctona	SI	T
<i>Ludwigia peploides</i> (H.B.K.) Raven ssp. <i>montevicensis</i>	----	Autóctona	SI	hf

OXALIDACEAE

<i>Oxalis</i> sp.	vinagrillo	Autóctona	SI	T
-------------------	------------	-----------	----	---

PLANTAGINACEAE

<i>Plantago australis</i> Lam.	----	Autóctona	SI	H
<i>Plantago major</i> L.	llantén	Alóctona	NC	H

POLEMONIACEAE

<i>Gilia crassifolia</i> Benth.	----	Autóctona	SI	T
---------------------------------	------	-----------	----	---

POLYGONACEAE

<i>Chorizanthe commisuralis</i> Remy	dichilla	Autóctona	SI	T
<i>Muehlenbeckia hastulata</i> (J.E. Sm.) Johnst.	quilo; mollaca	Autóctona	SP	Cl
<i>Oxytheca dendroidea</i> Nutt. ssp. <i>chilensis</i>	----	Autóctona	SI	T

PORTULACACEAE

<i>Calandrinia calycina</i> Phil.	renilla	Autóctona	SI	T
<i>Calandrinia discolor</i> Schrad.	renilla	Autóctona	SI	K
<i>Calandrinia picta</i> Gill. ex Arn.	----	Autóctona	SI	Gr
<i>Calandrinia salsoloides</i> Barn.	aguanosa	Autóctona	SI	K
<i>Calandrinia sericea</i> H. et A.	----	Autóctona	SI	H
<i>Lenzia chamaepitys</i> Phil.	----	Autóctona	SI	Gr

PRIMULACEAE

<i>Anagallis alternifolia</i> Cav.	----	Autóctona	SI	H
------------------------------------	------	-----------	----	---

RANUNCULACEAE

<i>Ranunculus cymbalaria</i> Pursh	botón de oro	Autóctona	SI	Khpr
------------------------------------	--------------	-----------	----	------

ROSACEAE

DIVISIÓN					
CLASE					
FAMILIA					
Espece	Nombre vernacular	Origen	Est. Conser.	Forma de Vida	
<i>Acaena magellanica</i> (Lam.) Vahl	pimpinela	Autóctona	SI	Cs	
RUBIACEAE					
<i>Cruckshanksia hymenodon</i> H. et A.	rosita de cordillera	Autóctona	SI	H	
<i>Oreopolus glacialis</i> (P. et E.) Ricardi	rosa de la cordillera	Autóctona	SI	H	
SALICACEAE					
<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	sauce amargo	Autóctona	SP	meF	
SAXIFRAGACEAE					
<i>Escallonia angustifolia</i> K. Presl. var. <i>coquimbensis</i>	berraco	Autóctona	SP	naF	
SCROPHULARIACEAE					
<i>Agalinis linarioides</i> (Cham. et Schlecht.) D'Arcy	----	Autóctona	SI	K	
<i>Calceolaria filicaulis</i> Clos	----	Autóctona	SI	H	
<i>Calceolaria pinifolia</i> Cav.	capachito	Autóctona	SP	C	
<i>Calceolaria</i> sp.	capachito	Autóctona	SP	K	
<i>Mimulus depressus</i> Phil.	placa	Autóctona	SI	Gr	
<i>Mimulus glabratus</i> H.B.K. var. <i>parviflorus</i>	berro amarillo; placa	Autóctona	SI	Gr	
<i>Mimulus luteus</i> L.	----	Autóctona	SI	Gr	
<i>Parentucellia viscosa</i> (L.) Caruel	----	Alóctona	NC	H	
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	verónica	Alóctona	NC	Gr	
SOLANACEAE					
<i>Fabiana imbricata</i> R. et P.	tola	Autóctona	SP	naF	
<i>Jaborosa caulescens</i> Gill. et Hook. var. <i>bipinnatifida</i>	----	Autóctona	SI	Gr	
<i>Lycium minutifolium</i> Remy	carpiche	Autóctona	SP	naF	
<i>Nicotiana acuminata</i> (Graham) Hook.	tabaco cimarrón	Autóctona	SI	T	
<i>Phrodus microphyllus</i> (Miers) Miers	----	Autóctona	SP	C	
<i>Schizanthus integrifolius</i> Phil.	pajarito	Autóctona	SI	T	
<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav. var. <i>leprosum</i>	jaboncillo; tomatillo	Autóctona	SI	Gr	
<i>Solanum phyllanthum</i> Cav.	tomatillo; chavalongo	Autóctona	SI	T	
<i>Trechonaetes laciniata</i> Miers.	----	Autóctona	SI(IC)	H	
URTICACEAE					
<i>Urtica mollis</i> Steud.	ortiga	Autóctona	SI	H	
VERBENACEAE					
<i>Junellia uniflora</i> (Phil.) Mold.	----	Autóctona	SP	Ck	
<i>Phyla reptans</i> (H.B.K.) Greene	----	Alóctona	NC	Khpr	
<i>Verbena bonariensis</i> L.	tres esquinas	Autóctona	SI	T	
VIVIANIACEAE					
<i>Viviania marifolia</i> Cav.	oreganillo	Autóctona	SP	C	
ZYGOPHYLLACEAE					
<i>Bulnesia chilensis</i> Gay	retama	Autóctona	SP	naF	
<i>Pintoa chilensis</i> Gay		Autóctona	V(EP)	C	

Anexo IV

Atributos de los polígonos de vegetación discriminados en el humedal de la desembocadura del río Copiapó, diciembre 2008

Nº	Vegetación Actual	Especies Dominantes	Perimetro (km)	Area (ha)
1	(LB) ₃ (H) ₃ H ₄	GD, ta, ds	0,43	1,48
2	(H) ₄ H ₄	ta, ds	0,27	0,68
3	(H) ₆	ty pa	2,11	12,06
4	(LB) ₃ (H) ₃ H ₃	Bs, ta, ds	0,43	1,20
5	LA ₃ LA ₂ (LB) ₂ (H) ₃ H ₃	GD, GD, BS Ad, ta, ds	0,37	0,96
6	(LB) ₂ LB ₃	GD, Sf Fc	0,58	1,13
7	LB ₂	Ns	1,03	4,51
8	LB ₂	Ns	1,21	4,30
9	ZI	Camino	0,43	0,47
10	LA ₅ H ₅	GD ds	0,59	1,01
11	LA ₅ (LB) ₃ (H) ₂ H ₃	GD, Bs, Ad, ta, ds	0,43	0,43
12	(H) ₃ H ₅	ta, ds	0,53	1,34
13	LA ₃ H ₂ H ₃	GD ta ds	0,21	0,11
14	LA ₅ H ₃	GD ds	0,11	0,16
15	H ₂	ds	0,32	0,88
16	(H) ₆	ty pa	1,64	12,32
17	(H) ₅	ty pa	3,76	18,13
18	(H) ₂ H ₅	ta, ds	0,28	0,61
19	(H) ₂ H ₅	ta, ds	0,23	0,47
20	(H) ₂ H ₅	ta, ds	1,10	5,87
21	(H) ₂ H ₅	ta, ds	0,11	0,07
22	(H) ₄ H ₄	ta, ds	2,79	12,98
23	(H) ₄ H ₄	ta, ds	0,44	0,60
24	H ₂ H ₄	ta, ds ml	0,18	0,16
25	(H) ₃ H ₃ H ₂	ja, ta, ds	0,38	1,01
26	H ₃ H ₃	ta, ds	1,38	8,09
27	(LB) ₁ (H) ₄ H ₄	PC, ta, ds	1,93	19,81

Atributos de los polígonos de vegetación discriminados en el humedal de la desembocadura del río Copiapó, diciembre 2008 (Continuación)

Nº	Vegetación Actual	Especies Dominantes	Perimetro (km)	Area (ha)
28	H ₄ H ₂	ds ta	1,53	11,90
29	LB ₂	Nd	0,70	2,79
30	(H) ₄	ta, sc, ty	0,52	1,36
31	LB ₃	Nr, Su	1,00	5,27
32	(H) ₄	ta, sc, ty	0,60	1,76
33	(A) ₄ (H) ₃ H ₄ LB ₂	GD, ta, ds ct, Sf	0,32	1,06
34	Salina	Sales	0,12	0,17
35	Salina	Sales	0,06	0,04
36	LB ₄	Sf	0,20	0,42
37	LB ₄ H ₂	Sf, ds	1,03	3,00
38	Salina	Sales	0,21	0,21
39	Salina	Sales	0,58	2,41
40	H ₃	rm ds	0,57	1,04
41	(LB) ₃ (H) ₂ H ₃ H ₅	Bs, ja, ta, ds	1,04	4,86
42	(H) ₄ H ₄	ta, ds	0,53	2,45
43	LB ₄ (H) ₃ H ₅	Sf, ta, ds	1,31	4,04
44	H ₅	ds	0,44	0,82
45	(A) ₅ (H) ₂ H ₂ (B) ₂	GD, ta, ds, Ad, Sf	0,42	0,41
46	(A) ₄ (B) ₃ H ₃ H ₄ LB ₂	PC GD, Bs, ta, ds, Fc	0,63	3,50
47	H ₄	ds ct	0,53	1,54
48	LB ₄	Sf	0,17	0,42
49	H ₄	ds ct	0,97	3,13
50	LB ₅ H ₄	Sf, ds	3,32	16,56
51	LB ₃ H ₂	Sf, ds	0,44	1,85
52	LB ₄ H ₂	Sf, ds	0,29	0,78
53	LB ₄ H ₂	Sf, ds	0,62	1,45
54	(LB) ₄ H ₃ H ₃	Sf, ta, ds	0,38	1,49
55	LB ₄ H ₂ H ₅	Sf, ta, ds ct	3,02	10,56
27	(B) ₁ (H) ₄ H ₄	PC, ta, ds	1,93	19,81

Atributos de los polígonos de vegetación discriminados en el humedal de la desembocadura del río Copiapó, diciembre 2008 (Continuación)

Nº	Vegetación Actual	Especies Dominantes	Perimetro (km)	Area (ha)
56	Ⓕ ₂ Ⓕ ₃ H ₃	Al, Nr, cp	1,56	21,33
57	H ₃	rm ds	0,13	0,08
58	H ₂ H ₃ H̄ ₂	ta, ds, pc	0,52	2,35
59	H ₃ H ₃ H̄ ₂	ta, ds, pc	0,48	2,11
60	Ⓕ ₂ H ₄ H ₅ H ₂	PC, ta, ds, pc	0,47	2,53
61	H ₄	ds ct	0,51	1,77
62	Ⓕ ₂ Ⓕ ₃ H ₃	Al, Nr, cp	1,08	1,58
63	Ⓕ ₃ H ₅	sf, ds ct	0,77	0,83
64	Ⓕ ₂ Ⓕ ₃ H ₃	Al, Nr, cp	1,35	2,49
65	Ⓕ ₁ [H] ₃ H ₅	Aa, ta, ds	0,34	1,18
66	Ⓕ ₅ [H] ₂ H ₂	GD, ta, ds	0,53	0,85
67	Ⓕ ₃ Ⓕ ₂	GD, sf	0,50	1,25
68	Ⓕ ₃ [Ⓕ] ₄ H ₅	GD, ta, ds	0,42	1,50
69	ZI	Camino	0,13	0,10
70	Ⓕ ₁ Ⓕ ₂ H ₃	Nc Sf, Fc, ds	1,64	6,85
71	(H) ₅	ty	0,07	0,03
72	Ⓕ ₃ H ₂	Sf, ds	2,09	7,94
73	(H) ₁ H ₃ H ₅	ja,ta, ds	0,84	1,57
74	(H) ₂ H ₃ H ₄	ty pa ja, ta, ds	0,36	0,86
75	(H) ₁ H ₃ H ₅	ja,ta, ds	0,62	1,85
76	[H] ₂ H ₃ H ₄	ja, ta, ds	0,33	0,67
77	Ⓕ ₅ H ₃ H ₄	Al, ta, ds	0,92	2,69
78	Ⓕ ₂ Ⓕ ₃ H ₃	Al, Nr, cp	4,12	26,56
79	ZI	Camino	7,07	4,99
80	Ⓕ ₂ H ₃ H ₂	Sf, ta, ds ct	1,61	5,64
81	H ₃ H ₅	ta, ds	0,26	0,36
82	H ₄ H ₅ H̄ ₂	ta, ds, pc	0,81	2,49

Atributos de los polígonos de vegetación discriminados en el humedal de la desembocadura del río Copiapó, diciembre 2008 (Final).

Nº	Vegetación Actual	Especies Dominantes	Perimetro (km)	Area (ha)
83	$\overline{LB}_2 H_2 H_4$	AC, ta, ds	0,70	1,39
84	Agua	Agua río copiapó desembocadura	0,38	0,23
85	$H_3 \overline{H}_2$	ta, cr ds	0,94	2,77
86	$\overline{LB}_2 H_2$	Nr, Ns, ct	0,82	3,49
87	$\overline{LB}_2 H_2 H_4$	AC, ta, ds	0,66	2,12
88	$LB_4 H_1 H_2$	Ps ta ds	0,38	0,97
89	$LB_2 \overline{LB}_1$	Pf Ns, Fc	0,61	1,17
90	$LB_3 \overline{H}_3 H_4$	Ns Sa, ta, ds	0,22	0,17
91	LB_2	Ns	0,41	1,37
92	$LB_2 \overline{H}_3 H_5$	Sf, ja, ds,	0,87	4,44
93	ZI	Infraestructura (casa y corrales)	0,02	0,01
94	LB_3	Nr	1,15	3,82
95	\overline{LB}_3	Su	0,27	0,64
96	$\overline{LB}_2 LB_3$	GD, Sf Fc	0,06	0,04
97	LB_2	Nd	0,19	0,17
98	$\overline{LA}_4 H_3 H_4$	GD, ta, ds	0,13	0,18
99	\overline{LB}_3	Su	0,26	0,24
100	H_5	ds	0,36	0,78
101	ZI	Infraestructura (Puente)	0,14	0,19
102	LB_2	Ns	1,98	6,86
103	$\overline{LA}_2 \overline{LB}_3 \overline{H}_3 H_3$	GD, Bs,ta, ds	0,81	2,43
Superficie Total Humedal de Copiapó evaluada			332,06	

Anexo V

Localidades muestreadas dentro de cada subcuenca

Río Copiapó bajo	Piedra Colgada 1
	Piedra Colgada 2
	Serranía Pobrete
Río Copiapó medio	Tranque Lautaro
	Junta Río Manflas y Copiapó
Río Manflas	Río Manflas 1
	Río Manflas 2
Río Jorquera	Río Jorquera
	Río Cachitos
	Junta Río de la Gallina y Pircas Negras
	Río Turbio 1
	Río Turbio 2
	Río Figueroa 1, roqueríos
	Río Figueroa 2, vega
	Caspiche
	Mina Refugio (pancho guanaco)
Quebrada las Guanacas	
Río Pulido	Río Montosa 1
	Río Montosa 2
	Río El Potro
	Río Pulido 1
	Río Pulido 2
	Río Ramadillas
	Río Pulido 3
	Río Pulido 4
	Río Pircas Coloradas 1
	Río Pircas Coloradas 2
	Vega Pircas Coloradas

Resumen de riqueza total, número de especies amenazadas, especies exóticas y endémicas por subcuencas.

subcuencas	riqueza total	especies amenazadas	Especies exóticas	especies endémicas
Río Copiapó Bajo	20	4,7	0,5	5,0
Río Copiapó Medio	14	3	4,5	3,0
Río Manflas	36	7	4	3,5
Río Jorquera	17,3	3,2	1,50	1,2
Río Pulido	12,7	2,2	0,4	2,4
Paipote	9	3,5	0,75	1,8

Anexo VI

Coordenadas UTM de los puntos de muestreo

No. Polígono	Punto	Este	Norte	ALTURA (m)
2	788	324180	6974161	109
3	773	353070	6979057	262
6	510	405083	6868962	2890
8	502	424384	6879332	2014
8	509	427305	6868848	2800
9	501	420438	6882338	2013
9	503	426618	6890214	2092
9	505	428157	6895891	2353
10	508	434487	6903023	2778
10	512	442304	6899444	2971
10	513	440111	6901588	2999
11	515	451259	6908684	3278
12	516	465366	6909647	3289
13	514	451680	6948176	3006
13	705	455058	6950443	3235
15	756	447750	7002775	2521
15	764	436701	6994941	2041
15	770	431878	7000456	1743
16	506	438469	7013830	2398
16	507	447357	7022428	2668
17	520	475585	7037305	4180
17	740	478080	7031606	4200
18	517	465004	6945674	3586
18	519	469050	6955485	3900
18	521	471030	6937429	4300