



**CENTRO DE CIENCIAS AMBIENTALES EULA-CHILE**

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**



DIRECCION GENERAL DE AGUAS  
Centro de Información Recursos Hídricos  
Área de Documentación

## **INFORME ETAPA N°1**

# **“INFORME DE ANALISIS PARA EL MEDIO HIDRICO PARA LA REGION DE AYSÉN”**

**Concepción, Septiembre 2008**

**Índice**

<b>1</b>	<b>CUENCA DEL RÍO BAKER .....</b>	<b>5</b>
1.1	Hidrografía .....	6
1.2-	Glaciares .....	7
1.3-	Sistemas Lacustres.....	10
1.4	Hidrología .....	10
1.5	Clima .....	11
1.6	Geología.....	17
1.7	Hidrogeología .....	19
1.8	Geomorfología.....	20
1.8.1	Cordillera Principal (Cordillera de Los Andes) .....	23
1.8.2	Cordones Subandinos Orientales .....	25
1.8.3	Relieves Planiformes Orientales.....	25
1.9	Cobertura y Usos del Suelo.....	25
1.9.1	Usos del Suelo.....	25
1.9.2	Coberturas de Suelo .....	31
<b>2</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE PROGRAMAS DE MONITOREO .....</b>	<b>33</b>
2.1	Meteorología .....	33
2.1.1.	DGA.....	33
2.1.2	DMC .....	36
2.2	Hidrología .....	37
2.2.1	DGA.....	37
2.2.2	ENDESA .....	38
2.2.3	IRD.....	38

2.3	Calidad del Agua .....	38
2.3.1	DGA.....	39
2.3.2	CONAMA.....	42
2.3.3	SAG .....	44
2.3.4	Compañía Minera Cerro Bayo .....	45
2.4	Otra Información Importante .....	48
2.4.1	Morfología y batimetría de ríos y lagos.....	49
3-	FLORA Y FAUNA .....	52
3.1	Ictiofauna Nativa e Introducida .....	52
3.1.1	Pesca Deportiva .....	58
3.2	Macroinvertebrados Bénticos .....	61
3.3	Zooplancton.....	63
3.4	Diversidad de Especies .....	65
3.4.1.	Especies Endémicas .....	65
3.4.2.	Especies con Problemas de Conservación.....	66
3.4.3.	Especies Restringidas.....	66
3.4.4.	Especies Introducidas .....	67
3.5	Diversidad y Abundancia de Anfibios.....	67
3.6	Reptiles .....	69
3.7	Aves .....	69
3.8	Mamíferos .....	70
3.9	Fitoplancton.....	71
3.10	Antecedentes Vegetacionales .....	80
4	ANTEPROYECTO NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD DE AGUA CUENCA RÍO BAKER: IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL .....	81
4.1	Impacto sobre Calidad de las Aguas (ICA) .....	81

4.2	Índice de vulnerabilidad ambiental (VA)	82
4.3	Índice de Aporte Económico (AE)	83
4.4	Índice de Impacto Socio-Económico de la Norma (ISE)	84
5	Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica	87
5.1	Red de Áreas Protegidas Privadas (RAPP)	91
5.2	Zonas de Interés Turístico (ZOIT)	92
5.3	Sendero de Chile	95
6	CAMBIOS CLIMÁTICOS REGIONALES PARA FINES DEL SIGLO XXI	97
7	BIBLIOGRAFÍA DISPONIBLE PARA LA REGIÓN DE AYSÉN	101
7.1	Hidrología	101
7.2	Glaciología	101
7.3	Climatología-Meteorología	102
7.4	Geología	102
7.5	Geomorfología	103
7.6	Calidad del Agua	103
7.7	Flora y Fauna Terrestre	104
7.8	Flora y Fauna Acuática	104
7.8.1	Ictiofauna	104
7.9	Flora y fauna marina	114
7.10	Dimensión socioeconómica	114
7.11	Uso del suelo	114
7.12	Planificación territorial	114
7.13	Paisaje	115

## 1 CUENCA DEL RÍO BAKER

La Cuenca del Río Baker se encuentra localizada administrativamente en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y se desarrolla al oriente de la Cordillera Patagónica, entre los 45° 50' y los 47° 55' de Latitud Sur y entre los 71°00' y 73°30' de Longitud Oeste, abarcando una superficie total de 26.726 km<sup>2</sup> (IGM,1984), de los cuales solamente un poco más de 5.850 km<sup>2</sup> pertenecen a Argentina, por lo que la superficie correspondiente al territorio chileno abarca 20.900 km<sup>2</sup> aproximadamente (Figura 1).

Dentro de los cuerpos de agua más importantes, se encuentra el Lago General Carrera, el cual se denomina Lago Buenos Aires en territorio argentino. El Lago General Carrera posee una superficie total de 1.848 km<sup>2</sup>, siendo el más grande de Chile y el segundo de Sudamérica después del Titicaca.

El río Baker nace en el extremo sur del lago Bertrand, el cual es a su vez una especie de prolongación del Lago General Carrera. Desde este sector, el río Baker presenta una longitud de 170 km hasta su desembocadura. Sin embargo, cabe mencionar, que si se tomara en cuenta el recorrido de la gota que cae en el punto más alejado, la que viajaría desde el río Fénix Chico, el cual corresponde al tributario más a la cabecera del Lago General Carrera, el viaje abarcaría una longitud total de 370 km (TWINLATIN).

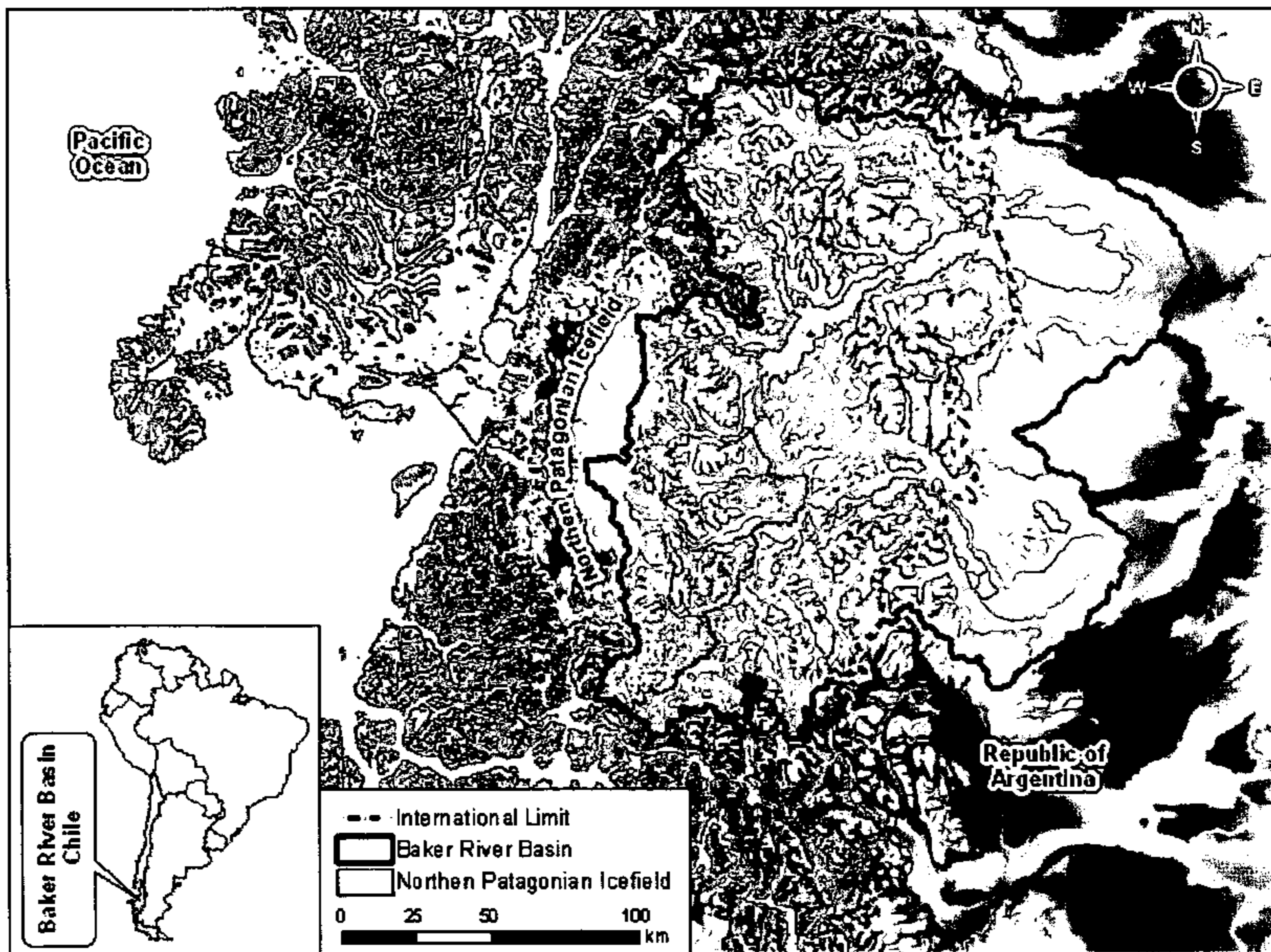


Figura 1. Ubicación y topografía de la cuenca del río  
Fuente: TWINLATIN

## 1.1 Hidrografía

Desde el punto de vista regional, las características hidrográficas son distintas a las del resto del país, ya que se encuentran evidencias de procesos hídricos dinámicos muy activos, en un medio morfológico en desequilibrio con las condiciones climáticas actuales y una fisiografía con topografía abrupta.

La mayoría de los cursos de agua están constituidos por ríos, riachuelos y arroyos que nacen en las montañas y cerros cubiertos de hielo y nieve todo el año, siendo los deshielos las fuentes naturales de esorrentía, además de los aportes realizados por las precipitaciones líquidas. A esto, se le suma el efecto de numerosos lagos y lagunas, los cuales tienen la capacidad de actuar como reguladores dentro del sistema hidrológico y como fuentes de alimentación de ríos.

El aspecto hidrográfico dominante dentro de la cuenca de río Baker es el Lago General Carrera. Este lago tiene una superficie total de 1.848 km<sup>2</sup>, de los cuales aproximadamente 850 km<sup>2</sup> están ubicados en Argentina. El lago se ubica a aproximadamente 200 m.s.n.m. y recibe la contribución de varios ríos y cauces, pero los aportes más importantes vienen del lado chileno, principalmente a través de una serie de tributarios ubicados en la ribera norte: Los ríos Ibáñez, Avellanos, Murta, Engaño y Leones. En la ribera sur, la principal contribución al lago proviene del río Jeinimeni. Muchos otros pequeños ríos y cauces existen en esta área, la mayor parte de los cuales se ubica hacia el oeste del Jeinimeni. A través de un corto desagüe, el lago General Carrera se conecta en el lado suroeste con el Lago Bertrand (50 km<sup>2</sup>), desde donde a su vez nace el río Baker.

En la Tabla 1 y Figura 2 se muestran los principales afluentes de la cuenca del río Baker, indicándose la superficie de sus cuencas así como la longitud de sus cauces principales (sin considerar las longitudes de lagos, en el caso de tributarios que los tengan en su curso).

**Tabla 1. Principales afluentes cuenca río Baker**

Ríos	Superficie (km <sup>2</sup> )	Longitud (km)
Río Ibáñez	2.377	88
Río Avellanos	368	38
Río Murta	843	56
Río Leones o Delta	886	28
Río Nef	700	35
Río Chacabuco	1.215	76
Río Colonia	1.492	20
Río Cochrane	2.967	24
Río Del Salto	1.271	65
Río de los Ñadis	973	50
Río Vargas	408	16
Río Ventisquero	1.030	17
Río Jeinimeni	1.355	50

Fuente: Proyecto TWINLATIN

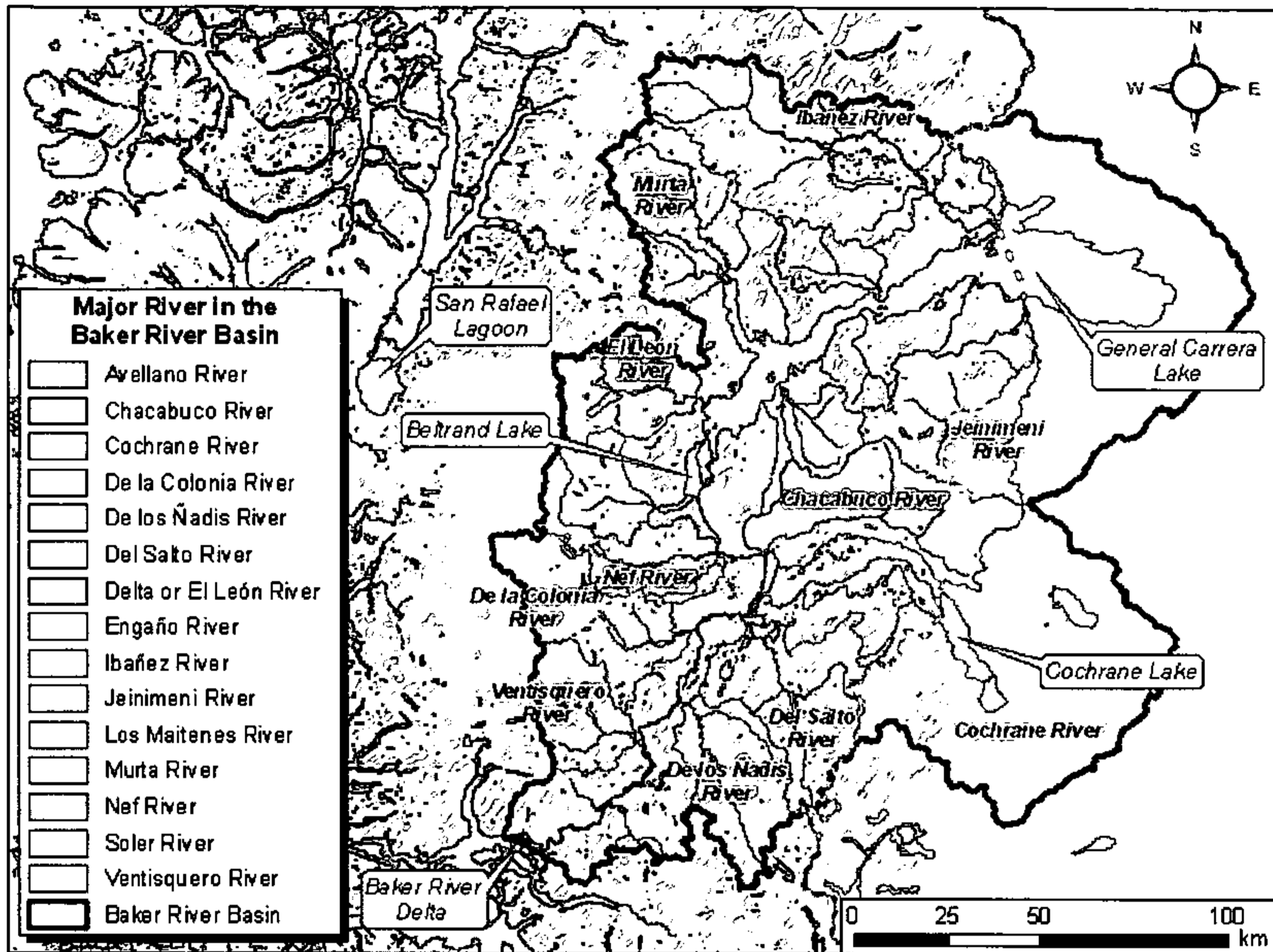


Figura 2. Lagos, tributarios y subcuencas más importantes de la cuenca del río Baker  
Fuente: TWINLATIN Project

## 1.2- Glaciares

Dentro de la cuenca del Baker, debido a la latitud y elevación a la cual se localiza, se encuentran una serie de glaciares de importancia, que integran el sistema de Campos de Hielo Norte, cuyo aporte hídrico es fundamental para la sustentabilidad de los numerosos ríos y lagos que nacen de él, sin dejar de lado su aporte sedimentario. Dentro de los glaciares que componen Campos de Hielo Norte se destacan los glaciares San Rafael, Leones, Nef, San Quintín y Soler. Estos glaciares se caracterizan por ubicarse en un clima templado y presentar un flujo glacial rápido; al término del glaciar, desembocando en el mar, en el caso del glaciar San Rafael, el hielo se mueve unos 16 metros por día (Koshima, 2002).

En Campos de Hielo Norte, Aniya (1988, en Rivera et al., 2000), generó el primer inventario de glaciares de la zona, tomando como base los trabajos pioneros de Lliboutry (1956). Se destacan las variaciones del glaciar San Rafael, el cual desde el siglo pasado tuvo un fuerte retroceso hasta la década del 30. Luego comenzó a avanzar, proceso que alcanzó un máximo hasta mediados de los años 60, a partir del cual empieza un rápido retroceso, alcanzando las máximas tasas en la década del 80, debido a que su frente se ubicó en una zona de gran profundidad de la laguna del mismo nombre (Warren, 1993).

En la década de los 90, las fuertes tasas de retroceso del Campo de Hielo Norte se redujeron, especialmente en el lado oriental, donde incluso dos glaciares experimentaron leves avances, lo cual fue analizado como una respuesta a un ciclo con anomalías pluviométricas positivas en la década de los 70. En el lado occidental de Campos de Hielo Norte, el comportamiento de los glaciares sería similar.

No obstante, el glaciar San Quintín, ubicado inmediatamente al sur del glaciar San Rafael, experimentó una disminución en su tasa de retroceso a fines de la década de los ochenta y principio de los noventa, con un pequeño avance entre 1991 y 1993. Luego, este glaciar comenzó una acelerada pérdida de masa en 1994, causada por el retroceso de su lengua sur en su lago proglaciar (Rivera *et al*, 2000). Por último, otros glaciares pertenecientes al Campo de Hielo Norte, como el Reicher, Gualas, Nef y Steffen, han experimentado la desintegración de sus lenguas en los respectivos lagos proglaciares, debido al drástico incremento de la tasa de desprendimiento de témpanos que se generan en frentes que flotan o aumentan sus velocidades. Esta condición se agudiza al disminuir el espesor de hielo, sometido a fuerte ablación y adelgazamiento global que afectan esta área (Rosenblüth *et al*, 1997).

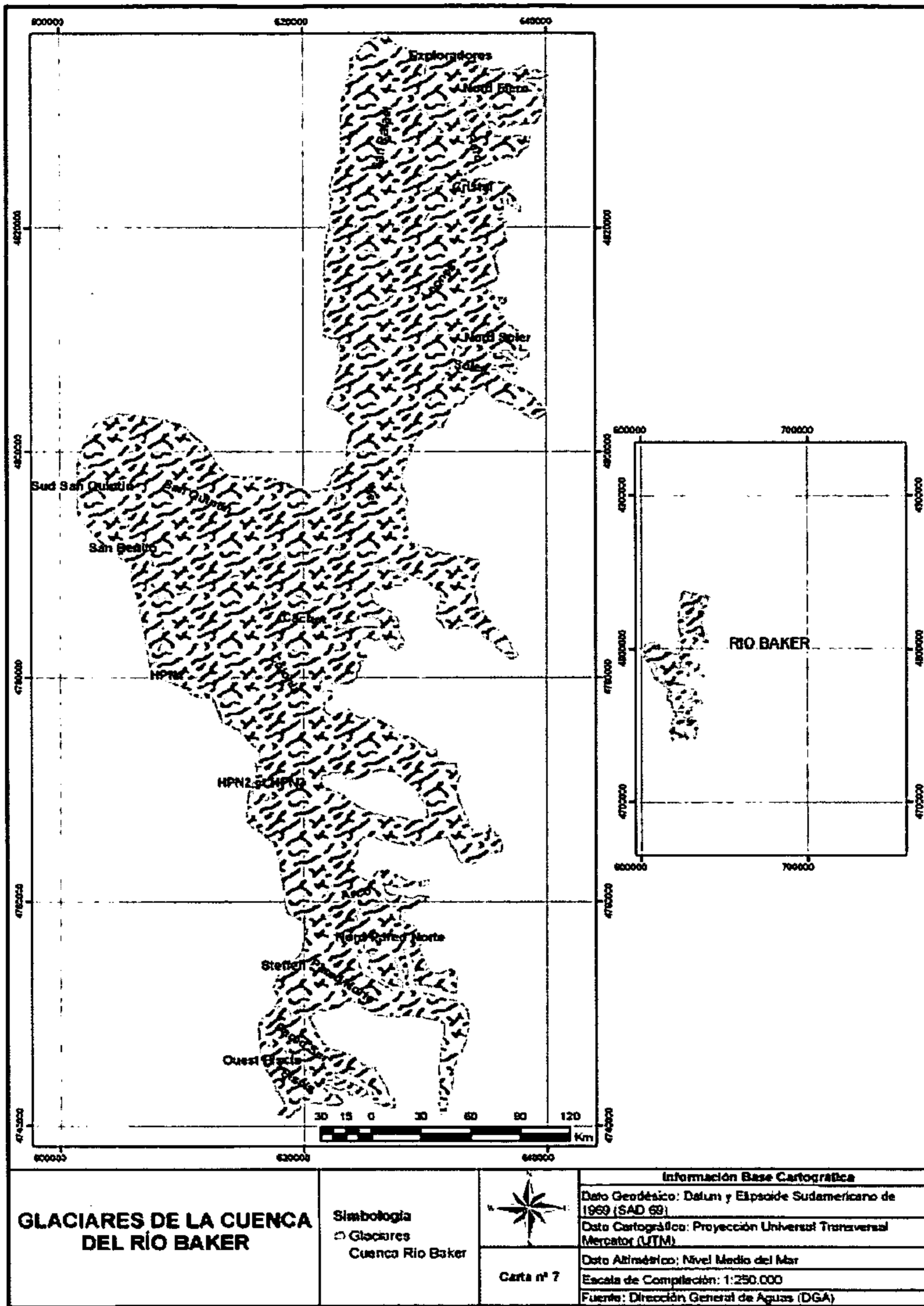
Las variaciones de los glaciares que componen Campo de Hielo Norte durante los últimos 60 años indican que los éstos tienen una tendencia hacia el retroceso, en donde se han visto mayormente afectados algunos más que otros. Esta tendencia al retroceso se ha fortalecido desde los años noventa. La pérdida del área frontal debida a la recesión ascendió a los 100 km<sup>2</sup> en 60 años, cerca de un tercio del cual se debió al Glaciar San Quintín, el más grande de Campos de Hielo Norte. El glaciar vecino al mar, el San Rafael, retrocedió la misma cantidad que el glaciar San Quintín hasta el año 1990, sin embargo, durante los años 1990 al 2000, su posición terminal ha permanecido más o menos igual, con un ciclo de estancamiento, avance y retroceso. Este comportamiento de los glaciares San Rafael y San Quintín durante los años 1990 al 2000 puede ser explicado por el control topográfico ejercido por el ancho del fiordo, con algunas influencias de profundidad como ocurre en el Glaciar San Rafael (Aniya, 2007)

Matsumoto *et al* (2005) estudiaron las características del régimen hidrológico debido al desarrollo de lagos proglaciares en el Glaciar Soler. Comparando los regímenes de un cauce proveniente del Glaciar Soler en la Patagonia, el cual fue observado antes (1985) y después (1998) del inicio del desarrollo proglaciar del lago (1992) debido a retrocesos de larga escala, encontraron las siguientes diferencias: a) Aumento en la velocidad de flujo del glaciar, b) Avance en el tiempo de ocurrencia de la descarga máxima diaria, c) Ocurrencia de crecidas debido a drenajes repentinos desde los lagos, d) Disminución en el rango de variación de la conductividad eléctrica, e) Correlación positiva entre la descarga y la conductividad eléctrica y f) Escalonamiento de los aumentos diurnos en hidrogramas.

Las diferencias en el flujo del glaciar y la variación de la descarga de la corriente puede ser resultado del cambio en las características hidráulicas del sistema de drenaje glaciar debido al adelgazamiento del glaciar y/o al desarrollo de lagos.

La Figura 3 muestra los glaciares de la cuenca del río Baker.





**Figura 3. Glaciares de la cuenca del río Baker**  
 Fuente: Dirección General de Aguas

### 1.3- Sistemas Lacustres

En cuanto a los sistemas lacustres insertos dentro de la cuenca del río Baker, destacan siguiendo una orientación Norte-Sur, los lagos General Carrera, Bertrand y Cochrane respectivamente.

**Tabla 2:** Principales Sistemas Lacustres de la Cuenca del río Baker

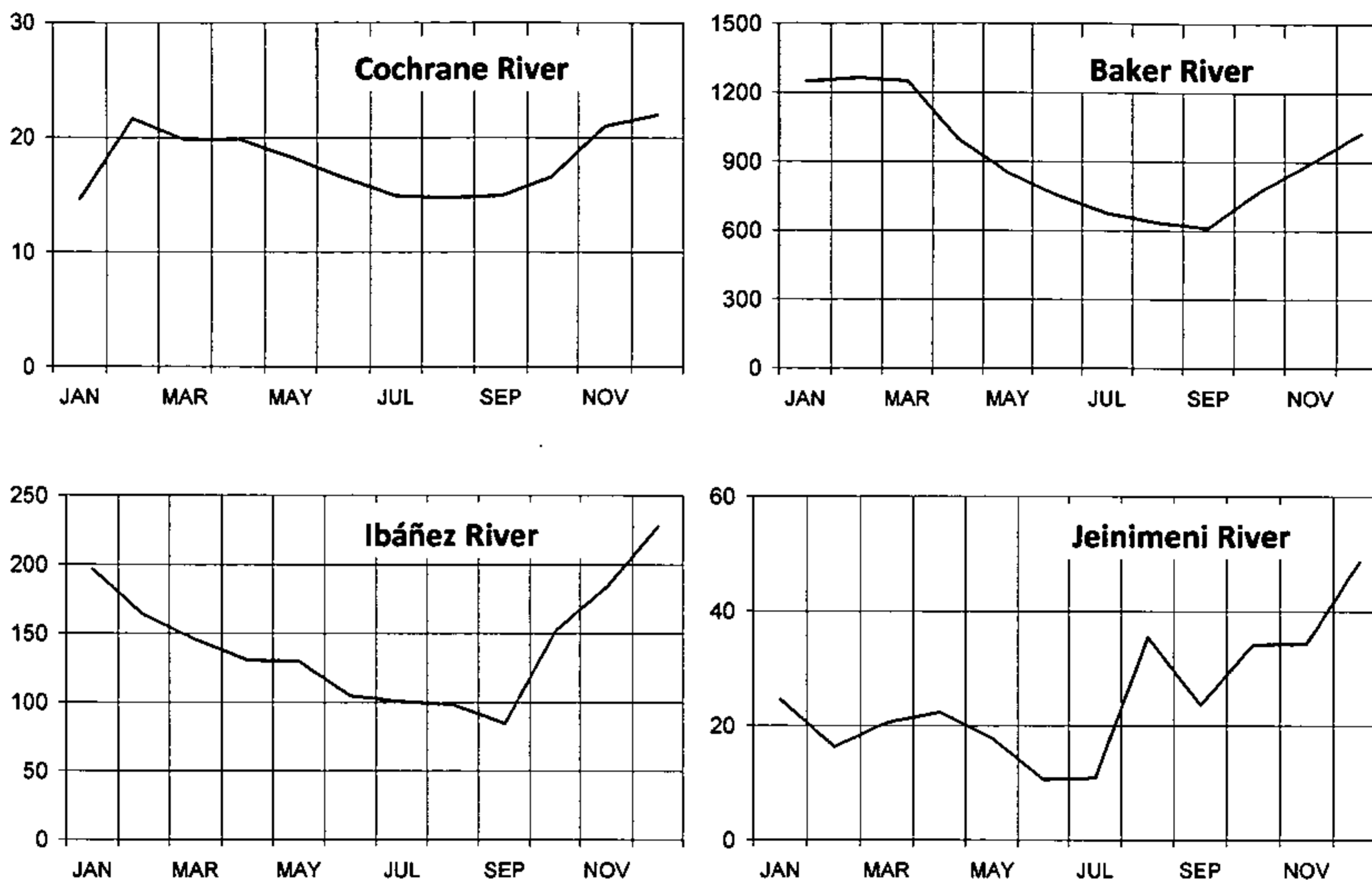
Lago	Superficie (km <sup>2</sup> )	Comuna
Lago General Carrera	1.850	Chile Chico
Lago Bertrand	48,1	Chile Chico
Lago Cochrane	174	Cochrane

Fuente: Proyecto TWINLATIN – WP06

Más adelante se presenta una descripción de cada uno de estos sistemas lacustres.

### 1.4 Hidrología

El régimen hidrológico de la red de ríos en la cuenca del río Baker es del tipo mixto, con contribuciones del derretimiento de nieve y glaciares y directamente desde la lluvia. La importancia relativa de estas contribuciones varía ampliamente y es altamente dependiente de la estación del año, la altura, y de la ubicación geográfica. El río Ibáñez constituye el tributario más importante en la ribera norte del Lago General Carrera. Éste se origina a partir de un glaciar que baja del macizo glaciar del Volcán Hudson. El río Murta, debido a su longitud y tasa de descarga, se constituye junto al río Ibáñez como uno de los tributarios más importantes del Lago General Carrera. Éste último recibe las aguas de numerosos cauces de pequeños glaciares. En la ribera sur del Lago General Carrera, el río Jeinimeni es el tributario más importante, siendo su tasa de descarga altamente variable a través del año. Altos caudales, debido al derretimiento de glaciares y nieves, se observan típicamente en diciembre, mientras que las lluvias de invierno contribuyen a los altos valores entre julio y septiembre. El río Del Baño se ubica al oeste de la localidad de Chile Chico. Esta pequeña subcuenca es monitoreada por la DGA debido a su importancia estratégica en las actividades de minería y regadío. Su régimen hidrológico es similar al del río Jeinimeni. El río Cochrane es un tributario del río Baker y se unen 24 km aguas abajo, al este desde su fuente, el lago Cochrane. El río avanza a través de una gran depresión que empieza en la Patagonia y entra entre el río Chacabuco (hacia el norte) y las montañas Esmeralda (hacia el sur). El río Baker brota desde el Lago Bertrand, el cual recibe el agua drenada desde el lago General Carrera. La estación fluviométrica en el primer segmento del río, aguas abajo del lago Bertrand (Sector de Angostura), muestra claramente el poder regulador de estos lagos en la hidrología del alto Baker. Los tributarios más importantes en este segmento son los ríos Nef y Chacabuco. La combinación en la contribución de los derretimientos de hielo y nieve, y de las lluvias de verano, lleva a los valores *peak* durante la estación estival (Febrero)



**Figura 4.** Caudal medio mensual ( $m^3/s$ ) para los ríos más importantes de la Cuenca del río Baker  
Fuente: Dirección General de Aguas

### 1.5 Clima

Esta región recibe durante todo el año una fuerte influencia del frente polar; las perturbaciones originadas en este frente imparten una característica lluviosa a toda la zona insular y a la vertiente occidental, produciendo que las precipitaciones sean de tipo frontal y orográfica (IREN-CORFO, 1979).

El sector trasandino presenta características continentales, con una considerable amplitud térmica y una menor precipitación. La declinación de las precipitaciones hacia el sector oriental tiene su origen en la descarga de humedad que ocurre en la vertiente occidental de la Cordillera de Los Andes y en la posible existencia de vientos transmontanos tipo Föhn, que descienden hacia el oriente (IREN-CORFO, 1979).

La cuenca del río Baker se encuentra localizada principalmente entre dos zonas climáticas, correspondientes a la Zona Climática Frío – Húmeda Austral y a la Zona del Sistema Patagónico-Estepárica. La primera zona se caracteriza por presentar un clima oceánico muy húmedo y con una notable constancia térmica a través del año. La segunda zona, en cambio, posee un clima más árido y con mayores oscilaciones térmicas anuales, recibiendo fuertes influencias de los bioclimas limítrofes del territorio argentino. La humedad relativa va decreciendo hacia el Sur en la parte trasandina, llegando en localidades como Chile Chico a valores levemente superiores al 50%. A esto se agrega la fuerte disminución de las precipitaciones, asociada a temperaturas relativamente

elevadas debido a la influencia favorable del lago General Carrera, lo que condiciona características xerotérmicas particulares (Hajek y De Castri 1976).

El clima que se desarrolla en la vertiente oriental del macizo andino es una paulatina transición hacia la zona de estepa fría, en donde la pluviosidad va decreciendo hacia el oriente desde los 2.000 a los 600 mm anuales. En cuanto a la temperatura media anual, ésta fluctúa alrededor de los 9°C; generalmente la temperatura no presenta grandes variaciones, a excepción de dos zonas; la primera corresponde al sector en donde se encuentra ubicado el Campo de Hielo Norte, donde se presenta una disminución de las temperaturas producto de la gran masa de hielo que se emplaza en este lugar. La segunda zona corresponde al sureste del lago general Carrera, en donde se encuentra un sector de microclima con temperaturas agradables, influenciado por el lago (Salas, 2004). El sector de Chile Chico se destaca como un núcleo cálido generándose un microclima térmico que parece ser producto de la condición orográfica del área. Por otro lado, las temperaturas medias a partir de Campo de Hielo Sur, difícilmente logran superar los 12 °C en el mes de enero o en época estival.

**Tabla 3. Estaciones Meteorológicas de la Cuenca del Río Baker, Temperatura Media Anual**

Estación	Latitud S	Longitud W	Período de datos	Temperatura media (°C)
Puerto Ibáñez	46° 17'	71° 56'	1994 – 2007	11,2
Bahía Murta	46° 27'	72° 40'	1997 - 2007	9,5
Chile Chico	46° 32'	71° 42'	1994 – 2004	9,7
Puerto Guadal	46° 50'	72° 43'	1993 – 2007	10,6
Aeródromo Cochrane	47° 14'	72° 34'	1998	12,6
Río Baker en Angostura Chacabuco	47° 08'	72° 43'	2003 – 2005	7,7

Fuente: Dirección General de Aguas

**Tabla 4. Estaciones Meteorológicas de la Cuenca del Río Baker, Precipitación Media Anual**

Estación	Latitud S	Longitud W	Período de datos	Precipitación anual (mm)
Villas Cerro Castillo	46 ° 07'	72° 02'	1980– 2007	301,16
Río Ibáñez en Desembocadura	46° 16'	71° 59'	2007	184,0
Río Ibáñez	46° 17'	71° 56'	1991 - 2007	499,61
Bahía Murta	46° 27'	72° 40'	1993 – 2007	1195,35
Puerto Guadal	46° 50'	72° 43'	1993 - 2007	558,59
Chile Chico	46° 32'	71° 42'	1963 – 2004	252,40
Estancia Chacabuco	47° 06'	72° 29'	1993 – 2007	174,79
Río Cochrane en Cochrane	47° 15'	72° 33'	2004 – 2007	106,73
Aeródromo Cochrane	47° 14'	72° 34'	1997- 1998	98,55
Río Baker en Angostura Chacabuco	47° 08'	72° 43'	2003 – 2007	399,08
Caleta Tortel	47° 47'	73° 32'	2002 – 2007	1447,27
Puerto Bertrand	47° 01'	72° 49'	1961 – 1975	1159,53

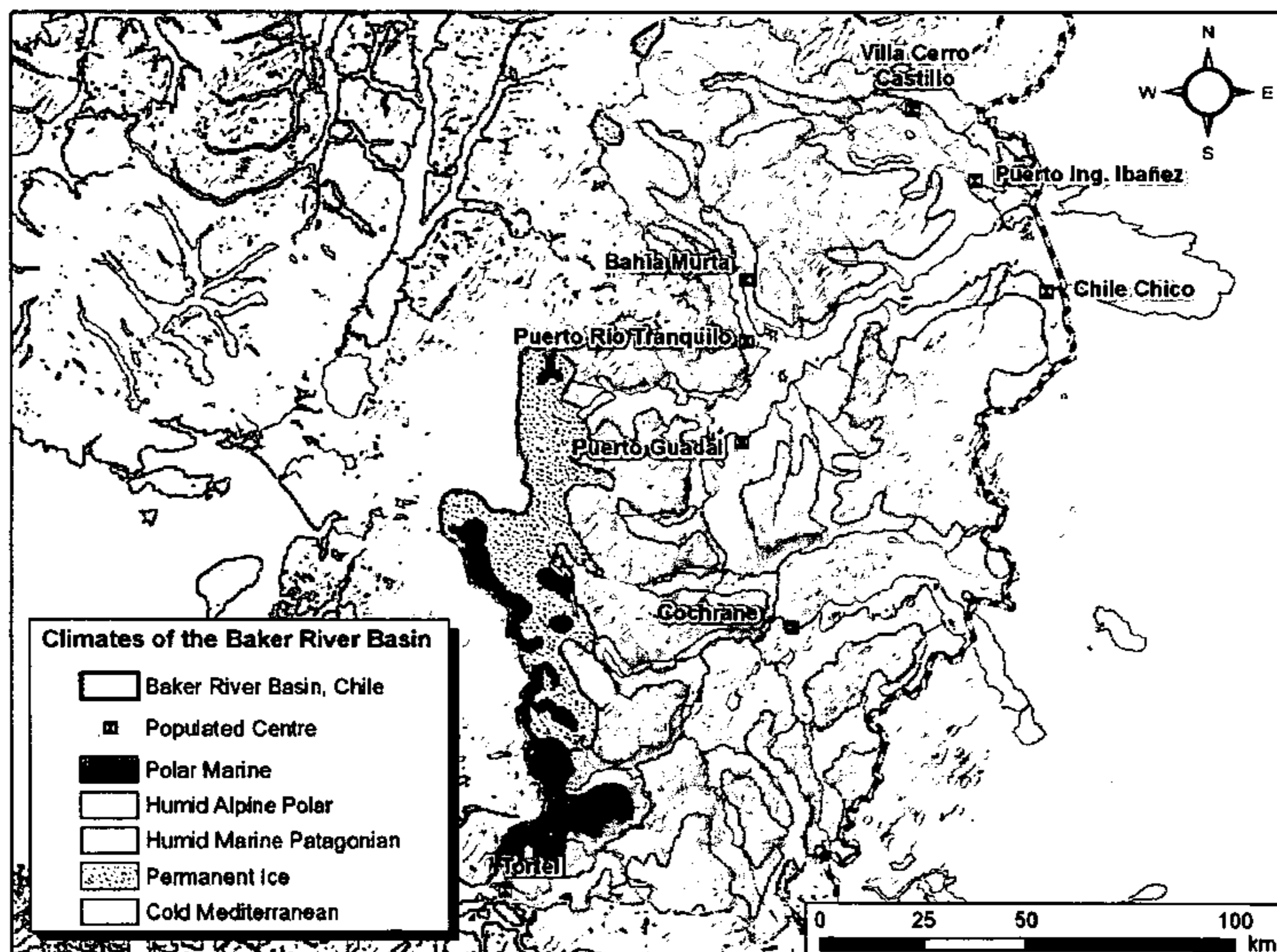
Fuente: Dirección General de Aguas

Tres de los cinco principales tipos de clima de Köppen se encuentran en la cuenca. La clase de clima "Frio" es representada por el EFH ("Clima polar de alta montaña") y se presenta principalmente en el área norte de los campos de hielo patagónicos. Sin embargo, la mayor parte de la cuenca pertenece a un clima templado, el cual se representa por los tipos Cfs ("Océánico frío") y Cfbs ("Clima oceánico"), donde existen precipitaciones a lo largo de todo el año en ambos tipos, pero se distribuyen con mayor regularidad hacia la costa. Finalmente la clase de clima "Seco", es representada por el clima tipo Bsk's ("Latitud media, Estepa semiárida con precipitaciones en invierno"). Este es típico en el área alrededor de Chile Chico ([http://www.puc.cl/sw\\_educ/geografia/cartografiainteractiva](http://www.puc.cl/sw_educ/geografia/cartografiainteractiva)).

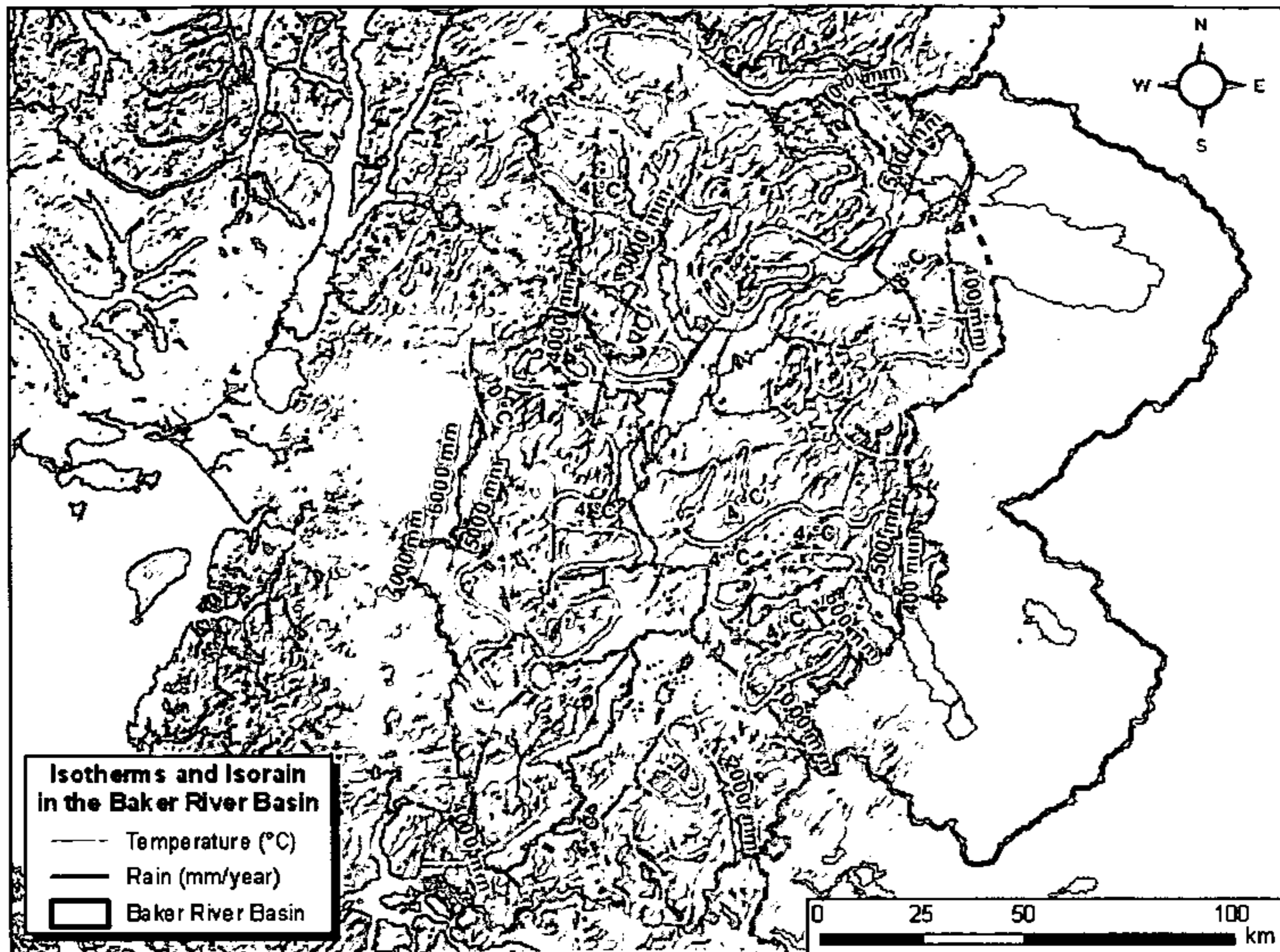
El mapa agroclimático de Chile (INIA, 1989) presenta cinco clases principales de climas en la cuenca del río Baker:

- a) Clima Marino Polar, representado en la Cuenca por el agroclima Cerro Benete.
- b) Clima Polar Alpino Húmedo, representado en la Cuenca por el agroclima de la Cordillera Austral
- c) Clima Marino Húmedo Patagónico, representado por el agroclima del río Baker
- d) Clima Polar Alpino, representado en la Cuenca por el agroclima "Hielo Perpetuo"
- e) Clima Mediterráneo Frío, representado en la Cuenca por el agroclima "Chile Chico".

La Figura 5 muestra la distribución geográfica de los climas en la cuenca del río Baker. La temperatura y precipitación anual se muestran en la Figura 6.



**Figura 5.** Principales tipos de clima de la cuenca del río Baker de acuerdo al mapa agroclimático de Chile  
Fuente: INIA (1989)



**Figura 6. Temperatura y precipitación media anual en la cuenca del río Baker**

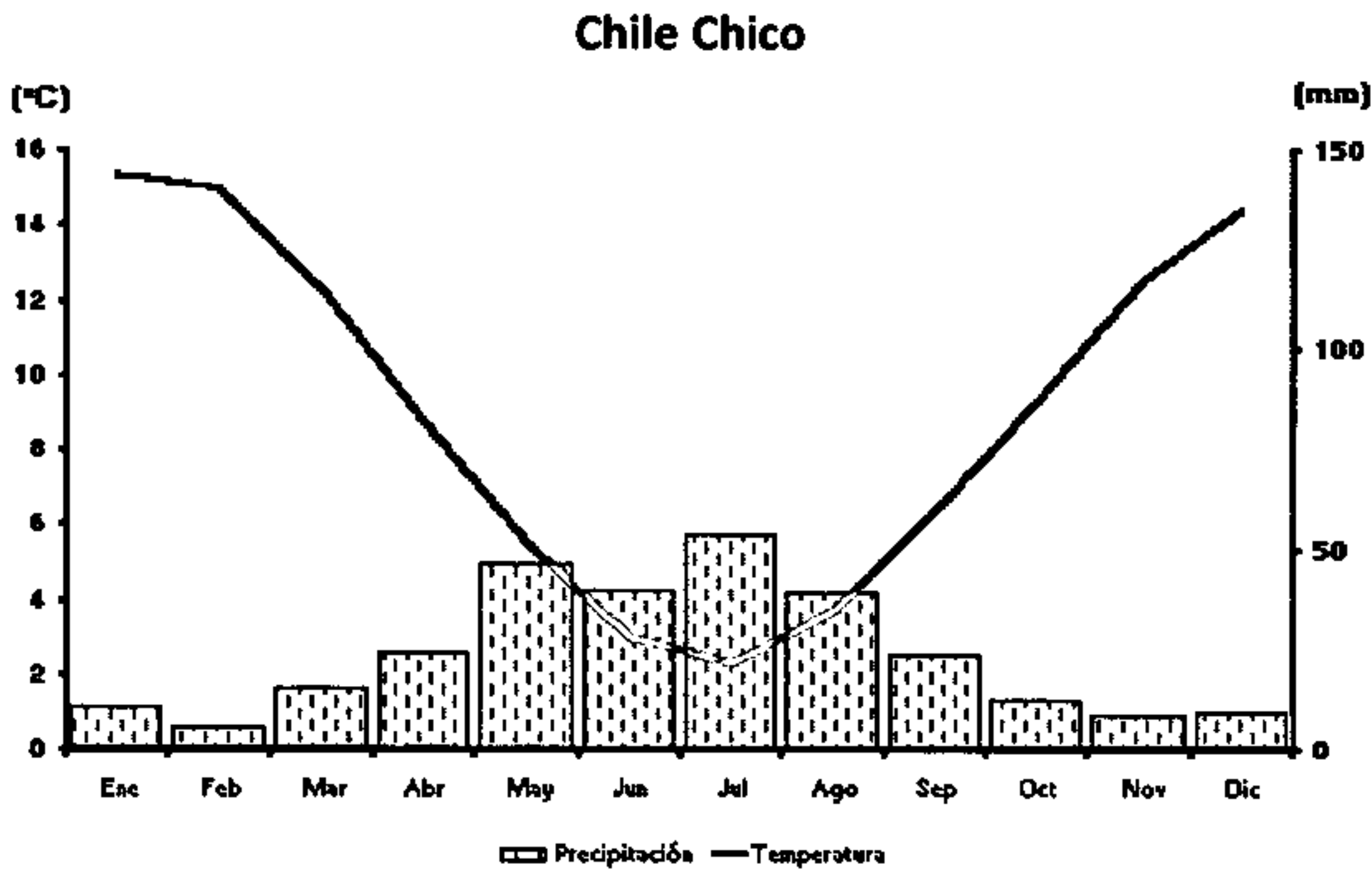
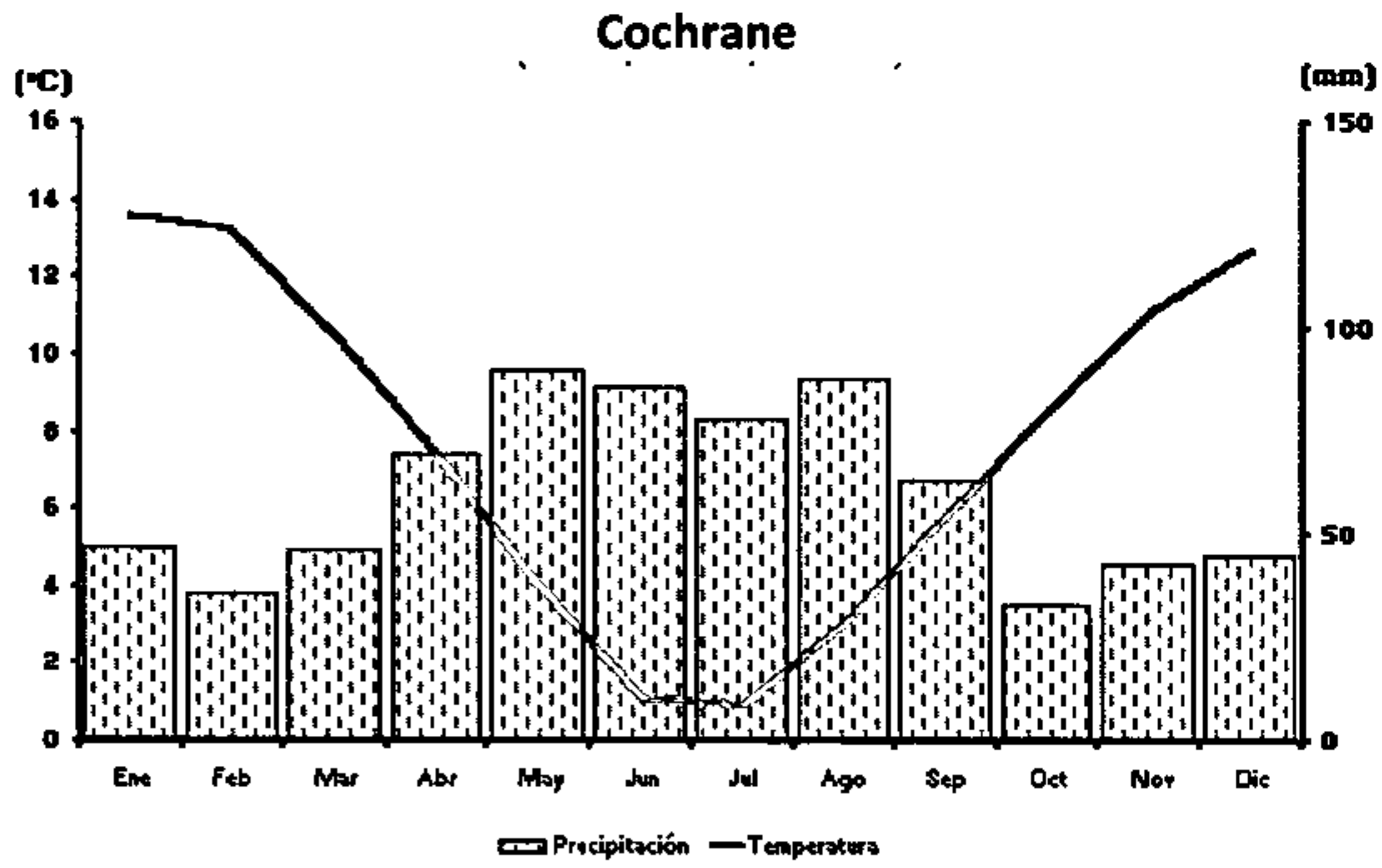
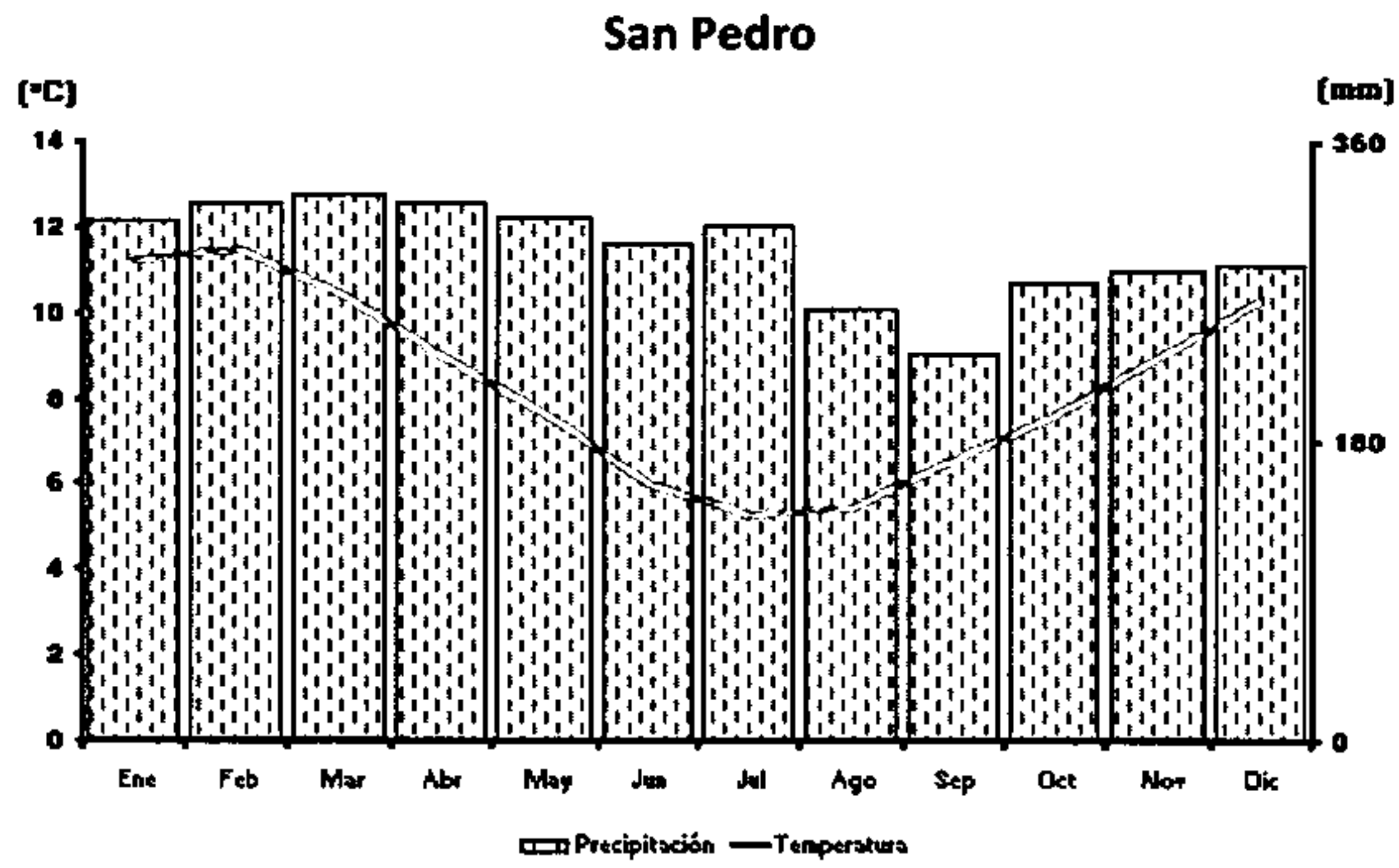
Fuente: DGA (1987)

La Figura 7 muestra el diagrama climático de tres estaciones del área, ubicadas aproximadamente a través de la línea este-oeste

Desde el punto de vista de los cuerpos de aguas y el dominio y provincias climáticas al cual pertenecen, se pueden identificar seis ecorregiones:

- 1.- Ecorregión del Dominio Nival
- 2.- Ecorregión del Dominio Tundra
- 3.- Ecorregión de la Provincia Templada
- 4.- Ecorregiones de las Provincias Templada Húmeda Intermedia y Templada Húmeda de Verano Frío y Mésico
- 5.- Ecorregión de la Provincia Boreal Húmeda
- 6.- Ecorregión de la Provincia Estepárica Fría

La Figura 8 muestra la distribución de las ecorregiones en la cuenca del río Baker.



**Figura 7.** Diagrama climático de tres estaciones del área  
 (San Pedro se ubica al oeste de Caleta Tortel, en el Archipiélago)  
 Fuentes: DMC y [www.atmosfera.cl](http://www.atmosfera.cl)

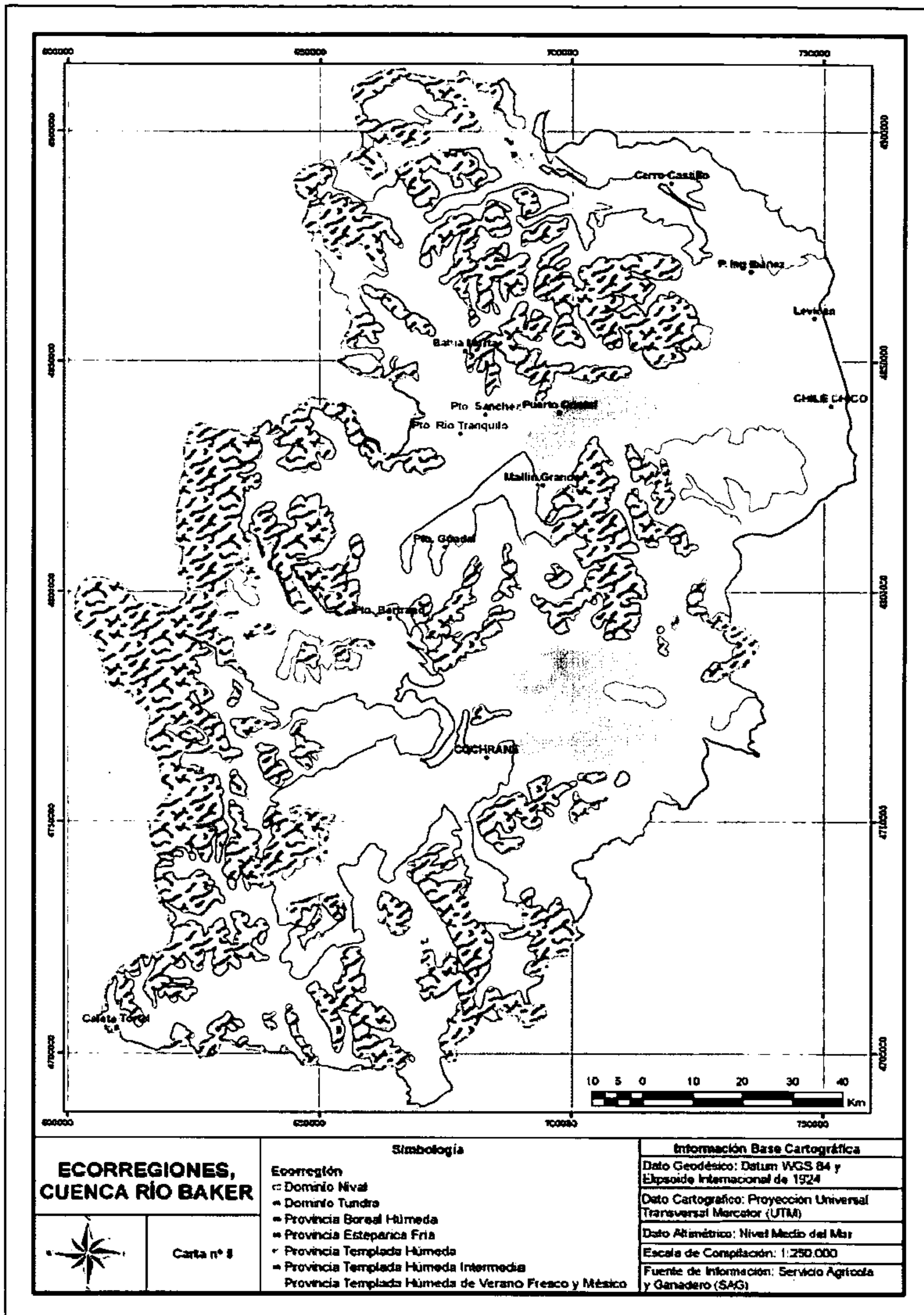


Figura 8. Ecorregiones de la cuenca del río Baker  
Fuente: Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)



## 1.6 Geología

La cuenca del río Baker se encuentra conformada desde el punto de vista geológico por tres dominios principales, formado por rocas metamórficas y paleozoicas; el dominio central, se encuentra integrado por el Batolito Patagónico, perteneciente a las edades del Jurásico-Mioceno y por rocas volcánicas del Mioceno-Reciente. Por otro lado, el dominio oriental se encuentra localizado en la pre-cordillera, formado por rocas volcánicas con intercalaciones de rocas sedimentarias con edades meso-cenozoicas. En el dominio central, se depositaron en el Mioceno rocas volcánicas y subvolcánicas félsicas (tobas, lavas y stocks dacíticos, riolíticos y andesíticos). En cuanto a la actividad volcánica reciente, ésta se encuentra conformada por estrato – volcanes de composición dominante basáltica a andesítica-basáltica. El dominio oriental, por su parte, se desarrolló entre el Jurásico Superior y Cretácico Superior una intensa actividad volcánica y subvolcánica de carácter predominantemente félsica (tobas, lavas riolíticas y dacíticas con intercalaciones de andesitas y basaltos). Las rocas volcánicas generadas presentan intercalaciones sedimentarias marinas, entre las que se destacan las calizas y lutitas de edad neocomiana. Entre el Mioceno y el Plioceno, se desarrolla una actividad sedimentario volcánica, la cual en el Mioceno Inferior a Medio, se encuentra representada por rocas sedimentarias marinas y continentales, con intercalaciones volcánicas predominantemente basálticas (Palacios, 1997, en Salas, 2004).

En los sectores comprendidos entre Mina Silva y Mina Rosillo, cercanos a la localidad de Puerto Cristal en la ribera norte del Lago General Carrera, se identifican fundamentalmente dos grupos de rocas: rocas estratificadas y rocas intrusivas. En cuanto a las primeras, existe en el área un complejo metamórfico de edad precámbrica; este complejo consta de dos unidades litológicas muy diferenciadas de filitas y calizas marmorizadas, en donde a esta última unidad autores como Quensel le asignan una edad mesozoica. En la zona W de este sector, separada de la unidad anterior por un faldeo cubierto de escombros de falda, aflora la caliza marmorizada que constituye la roca huésped del yacimiento; este tipo de roca se presenta por lo general de color blanco y muy pura, como producto del metamorfismo regional, que recrystalizó la calcita transformándola en mármol. Estas calcitas se presentan muy fracturadas y en las zonas con mineralización toma un color caféplomizo producto de la oxidación de minerales como la limonita de Fe principalmente.

En cuanto a las rocas intrusivas, en la parte sur del área mencionada anteriormente, aparece intruyendo al complejo metamórfico, un macizo granodiorítico que en general lleva un contacto EW, pero en las zonas de las calizas posee una apófisis que se prolonga en forma de filón hacia el N con una inclinación que varía entre 75° y 90° hacia el W.

Las zonas mineralizadas (zonas de alteración, prospectos y minas) se presentan en dos dominios tectónicos-estratigráfico, correspondiendo a esquistos y mármoles del Complejo Metamórfico Andino Oriental y rocas volcánicas de la formación Ibáñez, donde se conoce mineralización metálica esencialmente de Pb-Zn y Au-Ag, y no metálica de CaCO<sub>3</sub>. En los esquistos la mineralización es vetiforme y lenticular, con mena de cobre y ocasionalmente de Zn y Au (en pirita, calcopirita, magnetopirita, pirrotina, calcosina, hornita, blenda, óxidos de cobre y sulfuros oxidados). En los mármoles la mineralización es en gran parte estratoligada y diseminada y localmente, en bolsones irregulares, vetiforme y lenticular. Las rocas volcánicas de la Formación Ibáñez exhiben mineralización de tipo epitermal, como se destaca en la mina Furioso, recientemente explotada por un período corto de tiempo (menos de 2 años).

La historia post-Paleozoico muestra que desde el Jurásico medio, la actividad ígnea en esta latitud estuvo controlada por una zona de subducción profunda hacia el E, a lo largo del margen Pacífico. Las rocas plutónicas pertenecientes al batolito patagónico y al Jurásico medio a superior, como las riolitas y dacitas de la Formación Ibáñez, se introducen de manera discordante cubriendo el basamento Paleozoico, alcanzando un espesor sobre los 2.600 m. La Formación Ibáñez se encuentra en concordancia cubierta por fósiles marinos y arenas pertenecientes a la Formación Coyhaique del Neocomiano, la cual marca un régimen suavemente extensional del arco trasero, el que pudo haber existido a través de mucho tiempo en el Mesozoico reciente.

Por lo tanto, en la cuenca del Baker se presentan tres unidades: metamórficas, volcánicosedimentarias e intrusivo-ígneas. La primera unidad corresponde a un complejo constituido por metareniscas, esquistos, pizarras y filitas que afloran en el sector sur oriental del Lago General Carrera hasta más al sur del límite regional. Este complejo metamórfico presenta una foliación predominante N-20° W con buzamientos que varían entre los 20 y 40° al NW, asignándosele una edad Paleozoica superior.

Los procesos tectónicos que han afectado a la unidad metamórfica han sido diferenciales, traduciéndose en pliegues apretados e incluso volcados para luego pasar a otros sectores con plegamientos muy suaves y de gran expansión.

La segunda Unidad, correspondiente a Unidades Volcánicas, se presenta ampliamente repartida, encontrándose dos formaciones principales en la cuenca. La primera corresponde a la Formación Elizalde, siendo la más antigua. Posee una data que pertenece al Jurásico, y está compuesta principalmente por volcanitas de carácter riolítico o dacítico tales como tobas, tobas brechosas o brechas volcánicas con algunas intercalaciones de lavas brechosas que afloran en la región andina oriental hasta el lago Cochrane.

La tercera Unidad corresponde a las Unidades Sedimentarias, representadas en la cuenca por la Serie sedimentaria Guadal, localizada al Sur del lago General Carrera y al Este de Puerto Guadal. Los afloramientos muestran una serie de areniscas, limonitas y conglomerados de clastos volcánicos andesíticos y rocas efusivas, probablemente continentales, las que podrían ser el techo de la Formación Volcánica Divisadero, lo que indica que la Serie posee una transgresión marina del Oligoceno-Mioceno; la data de esta Formación se basa en la abundancia de fauna mamífera fósil del Mioceno medio.

La Unidad de las Rocas Intrusivas presenta un gran desarrollo constituido por el Batolito Patagónico y Diques y Filones; el primero se encuentra asociado con migmatitas y rocas metamórficas y cuerpos graníticos propiamente tales, evidenciando en forma nítida el contacto entre el batolito y la roca encajante; el segundo, constituye mantos andesíticos que están presentes en casi todas las Formaciones preexistentes, pudiendo guardar relación con las mineralizaciones, tal como ocurre en el sector occidental del Puerto Ibáñez.

En cuanto a las anomalías geoquímicas, éstas corresponden a zonas con concentraciones minerales fuera del promedio, las cuales se encuentran ubicadas en las cercanías de Puerto Ibáñez, en la costa sur del lago General Carrera, en el valle Chacabuco y en las cercanías de la desembocadura de los ríos Cochrane y Del Salto.

## 1.7 Hidrogeología

Para caracterizar las aguas subterráneas se recurrió a la información obtenida del mapa hidrogeológico, escala 1: 1.000.000, del año 1987 de la Dirección General de Aguas, siendo ésta la única fuente de información disponible. A continuación se establecen las características hidrogeológicas de la cuenca del río Baker.

El sector comprendido por la cuenca del río Ibáñez posee en su mayoría una permeabilidad muy baja a ausente. Está constituido por rocas volcánicas del Cretácico mixto sedimentario – volcánico, correspondientes a coladas y depósitos piroclásticos riolíticos, dacíticos, andesíticos y basálticos, no presentando en general características acuíferas. En este sector también se encuentra la presencia de rocas metamórficas y sedimentarias con una importancia hidrogeológica relativa nula, con permeabilidad muy baja a ausente en roca, cuya formación principal corresponde al Paleozoico metamórfico. Sin embargo, en sectores cercanos a la ribera del río Ibáñez y a la localidad de Puerto Ingeniero Ibáñez, la ocurrencia de aguas subterráneas posee un tipo de permeabilidad primaria en formación porosa, con importancia hidrogeológica relativa alta a media. Está constituida por rellenos de depósitos no consolidados pertenecientes al Cuaternario, representados por sedimentos fluviales, glaciales, aluviales y lacustres, siendo sus acuíferos de extensión variable y generalmente estratificados, de napas libres a semiconfinadas.

Entre las localidades de Puerto Guadal y Chile Chico, se encuentran tres escenarios distintos en cuanto a la ocurrencia de las aguas subterráneas. En el sector de Puerto Guadal y sus alrededores, se observa la presencia de acuíferos con una permeabilidad muy baja a ausente, cuya importancia desde el punto de vista hidrogeológico es nula, constituidos por rocas metamórficas y sedimentarias pertenecientes al Paleozoico metamórfico, compuestas por metareniscas, pizarras, filitas, gneisses y el Basamento Impermeable perteneciente a la Cordillera Andina Patagónica.

En el sector de Puerto Bertrand, se generan las mismas condiciones mencionadas anteriormente, con la única diferencia que en el sector ribereño al Lago Bertrand y en el inicio del río Baker, se encuentra la presencia de acuíferos libres o semiconfinados, cuya permeabilidad se caracteriza por ser del orden primario en formación porosa, siendo su importancia hidrogeológica alta a media. Están constituidos por materiales de relleno de depósitos no consolidados como sedimentos fluviales, glaciales y lacustres, principalmente pertenecientes al Cuaternario.

En la localidad de Chile Chico, la permeabilidad del acuífero es muy baja a ausente en roca, constituyéndose de rocas sedimentarias y mixtas sedimentario-volcánicas, correspondientes a brechas, coladas, tobas e ignimbritas con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas y conglomerados pertenecientes al Terciario sedimentario-volcánico y al Cretácico mixto sedimentario y volcánico. Por lo general, no se presentan características acuíferas. Sin embargo, en el sector del río Jeinimeni, se encuentra la presencia de acuíferos libres o semiconfinados de permeabilidad primaria en formación porosa, cuya importancia desde el punto de vista hidrogeológicos es alto a medio, compuestos por rellenos de depósitos no consolidados pertenecientes al Cuaternario no consolidado.

En el área comprendida entre las localidades de Cochrane y la Colonia, la ocurrencia de las aguas subterráneas se asocia a una permeabilidad muy baja a ausente, en roca, por lo que su importancia hidrogeológica es nula, encontrándose compuesta por rocas metamórficas y sedimentarias del Paleozoico metamórfico, caracterizadas por metareniscas, pizarras, anfíbolitas,

lutitas, cuarcitas y basamento impermeable del Maestro Andino Patagónico con algunas intercalaciones de rocas plutónicas e hipabisales pertenecientes al Jurásico – Terciario plutónico, cuya importancia hidrogeológica es nula y su permeabilidad muy baja en roca. Sin embargo, en la confluencia de los ríos Colonia y Baker, se presenta un acuífero de carácter libre o semiconfinado, el cual posee una permeabilidad primaria en formación porosa, compuesta por materiales de relleno de depósitos no consolidados tales como sedimentos fluviales, aluviales, aluvionales y glaciales del Cuaternario no consolidados; generalmente este tipo de acuíferos se encuentran estratificados con napas libres o semiconfinadas, de permeabilidad variable y calidad química variable.

El curso inferior de la cuenca del Baker, posee características similares a los sectores mencionados con anterioridad; la ocurrencia de las aguas subterráneas presentan una permeabilidad muy baja a ausente en roca, cuya importancia es nula desde el punto de vista hidrogeológico, ya que se encuentra compuesto por rocas plutónicas e hipabisales pertenecientes al Jurásico-Terciario plutónico, el cual se caracteriza por presentar rocas intrusivas graníticas del Basamento Impermeable del Maestro Andino Patagónico.

La Figura 9 muestra la hidrogeología de la cuenca del río Baker

## **1.8 Geomorfología**

Los principales aspectos geomorfológicos que se asocian a la cuenca del río Baker, son el desarrollo en los relieves de la Unidad Morfológica de la Cordillera Principal, la cual se encuentra ubicada al oriente de la zona de archipiélagos de la XI Región. En la naciente del río Baker, en el desagüe del lago Bertrand, el perfil transversal del valle se caracteriza por un fondo relativamente plano a llano, sus vertientes son paredes subverticales y sus superficies están desprovistas de mantos de derrubios importantes.

Las zonas inundadas del sector recuerdan que divagan las formas de esa agrupación regional por el valle central de hundimiento tectónico; en la zona de bloque hundido prevalece la sedimentación, explicada por la actividad de relleno que presenta el curso inferior del río Baker. La cabecera de esta cuenca está ubicada en bloques levantados, manifiestos de una activa e intensa erosión geológica, con enérgico desarrollo de sistemas torrenciales y derrumbes en masa (Börgel 1983).

El río Ibáñez ubica su cuenca de recepción en un conjunto de nevados muy cercanos a la vertiente pacífica y su drenaje, en consecuencia, se orienta hacia el Este, en dirección hacia el lago General Carrera. Esta inversión de drenaje del río Ibáñez implica la presencia de un muro orográfico en el Oeste, imposibilitando la salida de Puerto Ingeniero Ibáñez en esa dirección. El fondo de valle del río Baker se caracteriza por presentar suelos muy heterogéneos: en las zonas montañosas, los suelos son principalmente de origen volcánico; en cordones montañosos rocosos, el suelo es incipiente, producido por material rocoso por lo general, y en algunos sectores se puede encontrar la presencia de capas de ceniza además de sistemas cerrados de áreas deprimidas con saturación permanente. Los valles y terrazas fluviales, deben su origen a sedimentos glaciales y fluvio-glaciales. En cuanto a los sectores más bajos del valle, se encuentran suelos aluviales recientes y suelos de origen lacustre, los cuales, por lo general son de color gris. La capacidad de uso del suelo permite establecer un dominio de superficies no aptas para el desarrollo de

vegetación, por lo que los suelos con capacidad productiva sólo se encuentran en zonas puntuales (Muñoz *et al.* 2006).

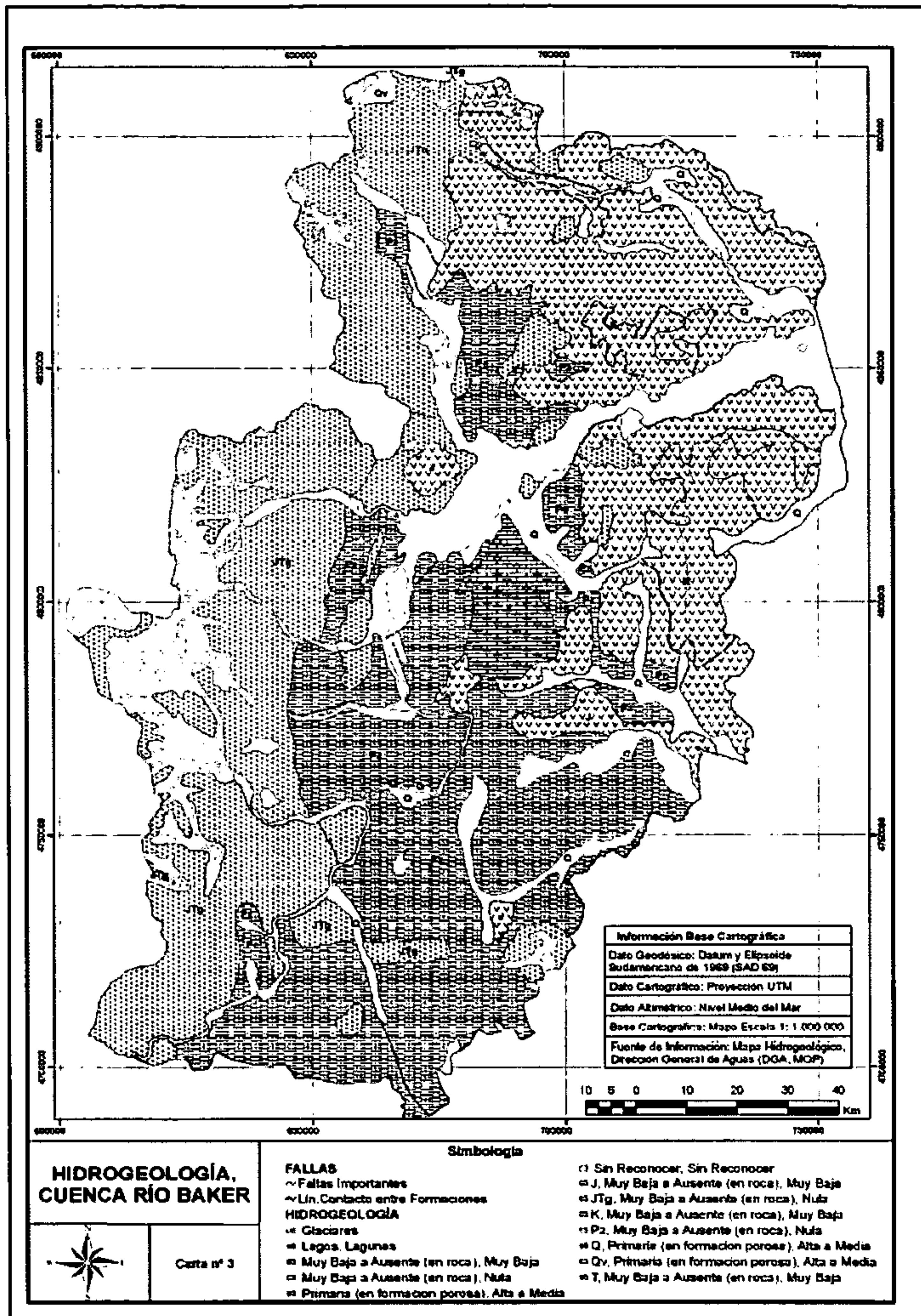


Figura 9 Hidrogeología de la cuenca del río Baker  
Fuente: Dirección General de Aguas

El río Baker conforma un gran valle glaciar. Por ello la característica más notable, desde el punto de vista morfológico, la constituye el papel fundamental que han jugado los procesos glaciares que han afectado la Cordillera Principal. Característica evidenciada por un paisaje predominantemente glacial, con topografía abrupta con grandes desniveles, estrechas gargantas, fuertes pendientes y circos glaciares en las partes altas de la cordillera. Los sectores montañosos presentan escasez de planos depositacionales y gran cantidad de lagos y lagunas, todo lo cual forma parte de procesos erosivos de origen glacial.

Más hacia el sur, por la comuna de Cochrane, la geomorfología está determinada por la Cordillera Patagónica, caracterizándose por una activa acción glacial y deposicional del Campo de Hielo Norte, cuyas lenguas orientales alimentan una serie de tributarios del río Baker, como los ríos Nef, Colonia y Ventisquero, entre los más importantes.

Al sur del lago Cochrane, el macizo andino se estrecha a sólo 40 km de ancho, debido al profundo avance hacia el Este que experimentan algunos fiordos del Pacífico. En este sector, la Cordillera Esmeralda se desprende en forma de arco, desde la ribera Sur del lago Cochrane, continúa al Sur en una serie de cumbres superiores a los 2.000 ms.n.m., y culmina en el extremo Sur, junto al lago O'Higgins, en el gran Cordón Nevado (Börgel 1983).

Entre los lagos General Carrera y Cochrane, la orografía patagónica se reduce a algunas cumbres parcialmente encadenadas, desde las cuales se descuelgan ventisqueros pequeños que alimentan tributarios menores de los ríos Zeballos y Jeinimeni, y los afluentes septentrionales del río Chacabuco, principal tributario del río Baker. Aquí imperan las peores condiciones de aislamiento humano en todo el territorio descrito, en donde Chile Chico, junto al lago General Carrera, mantiene comunicaciones terrestres regulares solamente hacia el Este.

En el borde costero más occidental del lago General Carrera se encuentra el límite entre las cordilleras patagónicas del Pacífico situadas al oeste y las cordilleras patagónicas orientales situadas hacia el este. Como consecuencia de este límite, se ha propuesto para las dos subregiones de cordilleras patagónicas, que toda la faja cordillerana situada al sur del lago restablece la continuidad orográfica, interrumpida por esta depresión lacustre, para las cordilleras continentales orientales (Börgel 1983).

La línea de costa elevada más prominente se presenta como una serie de terrazas y deltas levantados, extendiéndose por los arcos morrénicos que contienen las orillas de los lagos General Carrera y Cochrane hacia el Este, entre los actuales campos de hielo cercanos al Cordón de los Ñadis, a una distancia de 150 km (Turner et al. 2005).

En la ribera occidental del lago General Carrera, los remanentes se encuentran cerca de los 100 m sobre el nivel actual del lago, marcado por una terraza cuyo ancho fluctúa entre los 10 y 100 m. La línea de costa puede trazarse en un campo entre la parte meridional de la cuenca ocupada por los valles de los ríos Colonia y Nef, cercanos a Campo de Hielo, dentro de la cuenca del lago Cochrane, y a lo largo de los flancos del valle del río Baker. Las terrazas revelan una variedad de sedimentos de origen lacustre, principalmente compuestas por gravas y arenas, como se presentan expuestas en la ribera meridional del lago General Carrera en Chile Chico. A 30 km de exposición del río Chacabuco y a 2 km sobre la confluencia con el río Baker, se revela una horizontalidad de los sedimentos arenosos, a menudo presentando ondulación y estructuras de carga, cubiertos por una unidad sin estructura, de carácter subangular (Turner et al. 2005). Una segunda línea de costa

más alta, se encuentra ubicada a una altitud de 390 a 484 m alrededor de los flancos y valles que rodean al lago General Carrera, siendo levemente más altos en el valle meridional del lago Cochrane (entre 498 y 512 m).

Por otro lado, hacia la Comuna de Tortel y a partir de su confluencia con río de Los Ñadis, el río ocupa extensas zonas de inundación (planicies de inundación), que corresponden a llanuras aluviales, en las cuales los tributarios conforman deltas, cuyas superficies son suaves y planas con sectores de vegas y mallines. Existe la presencia de sedimentos fluvioglaciales en zonas de baja topografía constituidos por rodados y arenas correspondientes a sedimentos modernos de relleno en cauces montañosos (Muñoz *et al.* 2006).

En definitiva, la cuenca del Baker está constituida por tres Unidades Fisiográficas principales: Cordillera Principal, Cordones Subandinos Orientales y Relieves Planiformes Orientales; a continuación se detallan las características más relevantes de cada unidad fisiográfica (IREN-CORFO, 1979), que se muestran en la Figura 10.

### **1.8.1 Cordillera Principal (Cordillera de Los Andes)**

Presenta una topografía abrupta y quebrada, con grandes desniveles salvados por estrechas gargantas, o por cascadas, así como escasos y reducidos planos deposicionales intermontanos, todo esto producido por el efecto de una intensa y prolongada erosión glacial que rebajó la topografía original. Los sedimentos generados en este proceso fueron erradicados por el hielo y el agua hacia las partes bajas, tanto hacia el occidente como hacia el oriente y a la plataforma continental. Los cordones montañosos más altos presentan grandes sectores cubiertos por glaciares y campos de hielo, los cuales afluyen en formas de lenguas hacia las partes más bajas. Otros amplios sectores están desprovistos de hielo y vegetación, presentando una espesa cubierta detrítica generada in situ por desagregación físico-mecánica de la roca. La existencia de este manto clástico y la alta humedad conllevan a fenómenos de deslizamientos, tanto rápidos como lentos, los que afectan a las laderas y rellenan las partes bajas de los fondos de valles intermontanos.

Son frecuentes los conos coluviales, formados al pie de las laderas por caída o rodadura de fragmentos sueltos desde las partes, producto de la gelifracción, que se caracterizan por ser de materiales angulosos y de variado tamaño. Son también comunes los conos de deyección, tanto torrenciales (compuestos de materiales más gruesos) como de sedimentación tranquila (materiales finos y medios dispuestos en capas y/o lentes). Entre los depósitos asociados a las aguas corrientes, se distinguen niveles aterrazados de terrazas aluviales, compuestos por estratos de arenas y rodados con escasa a nula pendiente, y depósitos fluvioglaciales de muy poca extensión. En relación con las formas de sedimentación glacial, se reconocen lomajes morrénicos, conformados por todo tipo de clastos rocosos, dispuestos desordenadamente, correspondientes a re-avances menores post-glaciales y tardi-glaciales, situándose a corta distancia de los frentes glaciares.

Por último y haciendo referencia al volcanismo, la migración magmática ha generado una serie de conos volcánicos, con un conjunto de conos parásitos y cráteres adventicios, presentando por lo general un cuerpo glaciario, produciendo a la vez el relleno de los valles aledaños a través de flujos de barro y lava, así como nubes eolo-cineríticas que han cubierto el sector centro oriental prodigando material parental para la evolución edáfica.

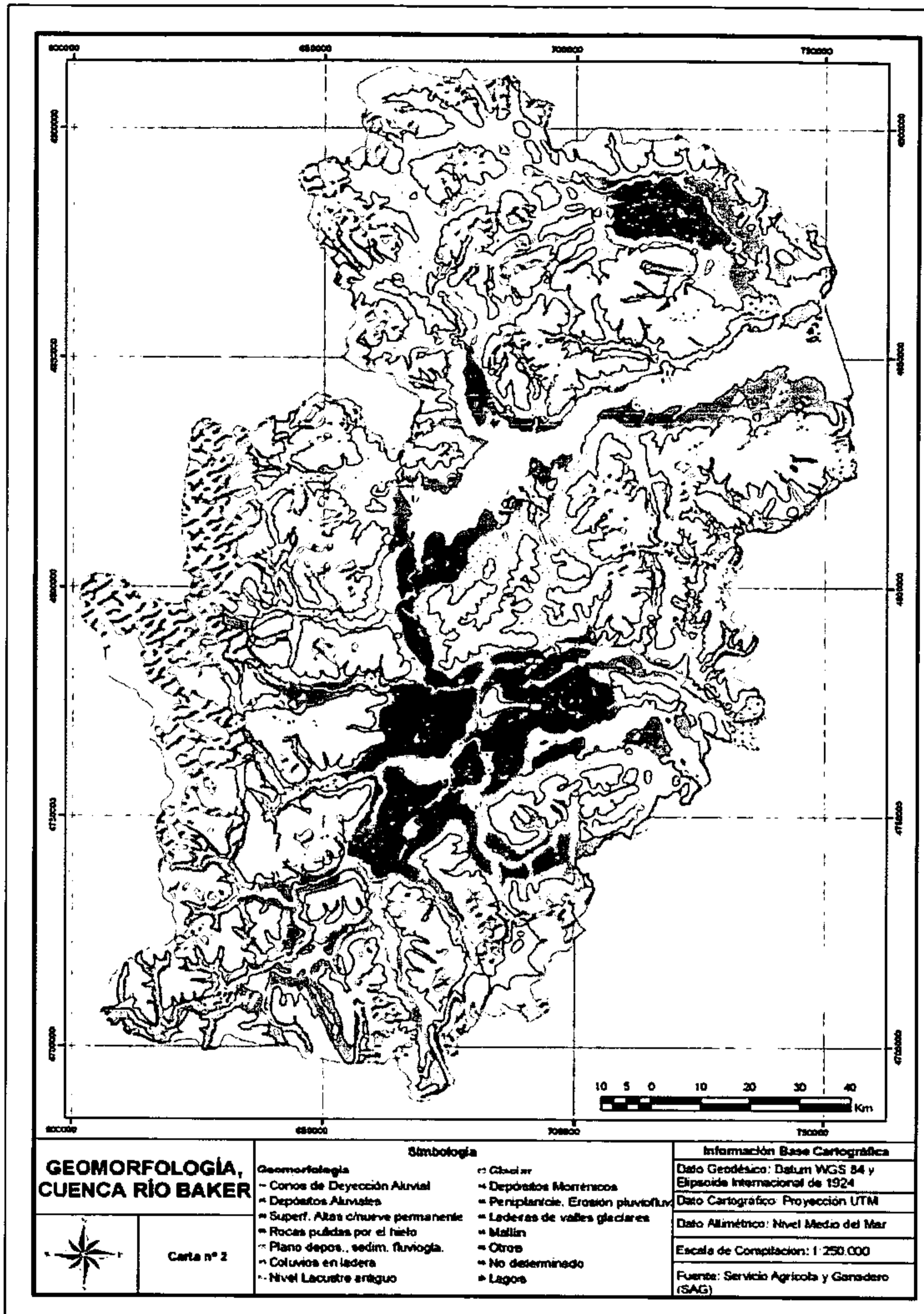


Figura 10. Geomorfología de la cuenca del río Baker  
 Fuente: Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)



## **1.8.2 Cordones Subandinos Orientales**

Estos cordones se ajustan con los extremos occidentales de los relieves pampeanos, constituyendo una franja de transición. En este sentido, se trasciende de formas y procesos glaciales y periglaciales, a formas y procesos pluvio-fluviales, aún cuando se reconocen cadenas montañosas con típica morfología glacial, como es el caso de la cordillera Cerro Castillo. Las laderas de este tipo de relieve, a diferencia del sector andino, presentan perfiles tanto rectos como escalonados en función de la diferente resistencia de las capas de las rocas, ofreciendo tanto pendientes fuertes como suaves, en frente y dorsos de cuevas, respectivamente.

Los valles son más amplios y se desarrolla en ellos una serie de formas en gran parte poligenéticas. Las laderas de los valles presentan en sus bases conos coluviales y lupas de deslizamiento frecuentes, ofreciendo un contacto roca – relleno suavizado por dichos depósitos en forma de un piedmont angosto.

El relleno sedimentario de los fondos de valle, así como algunos costados de los mismos, corresponde a materiales de origen glacial (morrenas mediales, laterales y frontales), fluvio-glaciales (planos deposicionales aterrazados por erosión lateral) y fluvial (sedimentos glaciales y fluvio-glaciales retransportados, retrabajados y redepositados por cursos de agua actuales).

## **1.8.3 Relieves Planiformes Orientales**

Este tipo de unidad fisiográfica ocupa una pequeña superficie en comparación con las otras unidades anteriormente señaladas, localizándose en Chile Chico y el extremo oriental del valle del río Chacabuco.

Corresponden a planos deposicionales constituidos fundamentalmente por depósitos de origen fluvio-glacial y glacial propiamente tal. En este sentido la topografía tabular de estos relieves se ve interrumpida por la presencia de lomajes y cordones morrénicos; se agrega a estos sedimentos la existencia de espesos bancos de arcillas, limos y arenas finamente estratificadas, de origen lagunar. En estas superficies se han generado nuevas unidades derivadas de algunas condiciones locales de mal drenaje, las que reciben el nombre de “mallines”. Paralelamente, la erosión fluvial ha detallado en estos materiales algunos niveles de terrazas, aunque de reducidas dimensiones.

## **1.9 Cobertura y Usos del Suelo**

### **1.9.1 Usos del Suelo**

De acuerdo a lo establecido por IREN en 1979 se definieron las siete siguientes categorías para definir usos de suelo:

- 1.- Estepa:** corresponde a la “pampa”, la cual se encuentra localizada en franjas discontinuas en el sector oriental. Son suelos que presentan una cubierta vegetal en donde predomina el coirón, la cual se desarrolla en condiciones de semi-aridez. Generalmente este tipo de suelo es usado para ganadería.

- 2.- **Praderas:** están conformadas en su mayoría por pastos introducidos, presentándose también especies herbáceas nativas, pero en menor cantidad. Entre las primeras se destacan el pasto ovillo, el pasto miel y trébol blanco; entre las segundas, se encuentran el trébol chileno y otras especies. Este tipo de suelo es utilizado principalmente para ganadería.
- 3.- **Praderas con Palizada Muerta:** se diferencia de la anterior solamente estar presente la palizada muerta, que corresponde a los restos del bosque original. Su uso también es para la actividad ganadera.
- 4.- **Monte:** envuelve un conjunto de condiciones que van desde áreas de bosque de baja densidad a áreas de matorrales, pasando por el bosque "achaparrado". Su uso es principalmente ganadero y forestal.
- 5.- **Bosque:** corresponde a terrenos forestales compuestos por especies nativas o exóticas que presentan una alta densidad.
- 6.- **Terrenos sin uso:** acoge una serie de condiciones entre las cuales se cuentan las cajas de los ríos, espejos de agua, terrenos rocosos, áreas urbanas, etc.
- 7.- **Terrenos no reconocidos.**

Otra clasificación de usos de suelos es la establecida en el estudio ejecutado por Bienes Nacionales en el año 2005, en el cual se realiza un catastro para cada comuna y una actualización a nivel regional. A continuación se presentan los usos de suelo para cada Comuna inserta en la Cuenca del Río Baker.

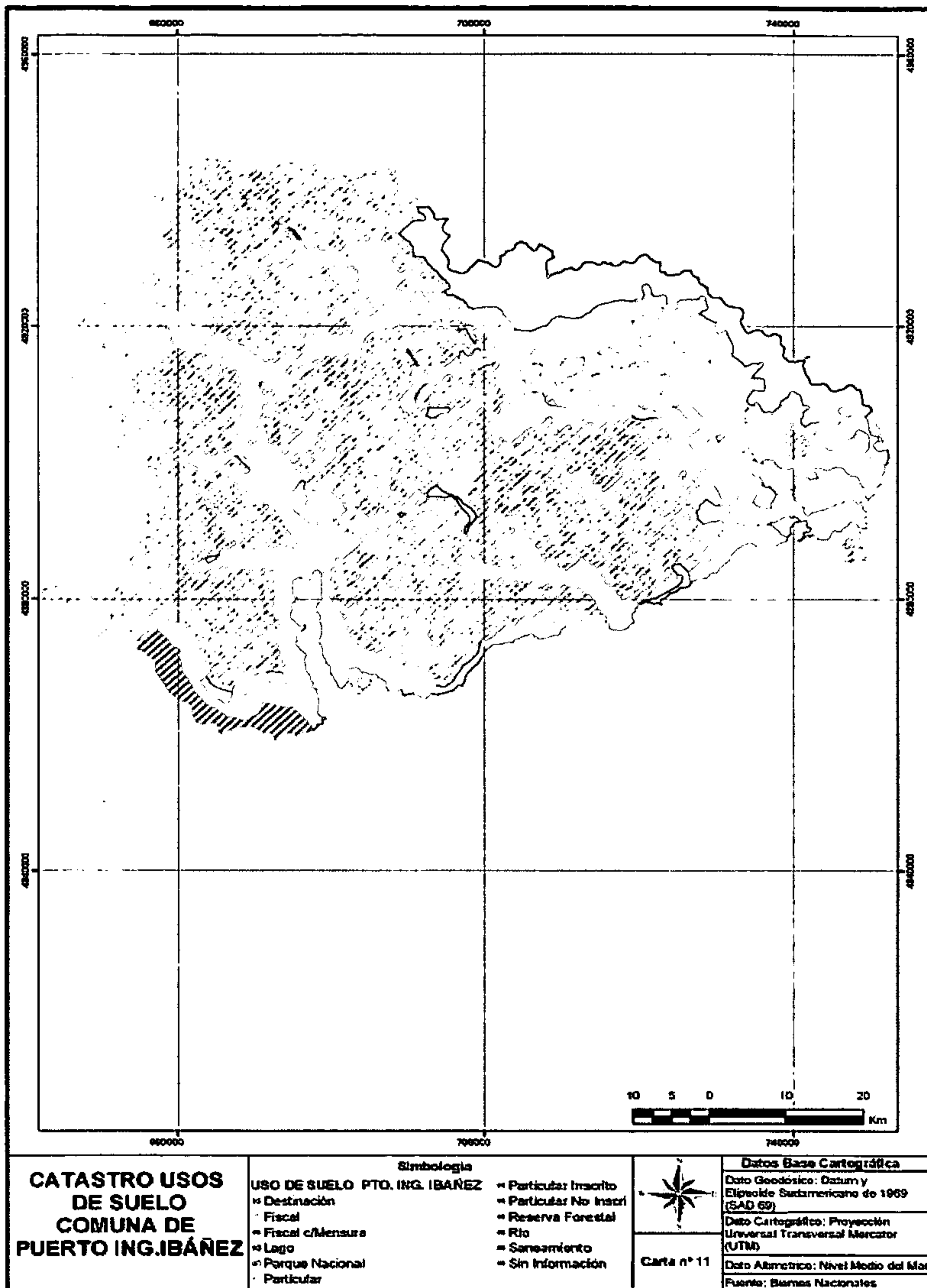


Figura 11. Catastro usos de suelo – Comuna de Puerto Ingeniero Ibáñez  
Fuente: Bienes Nacionales

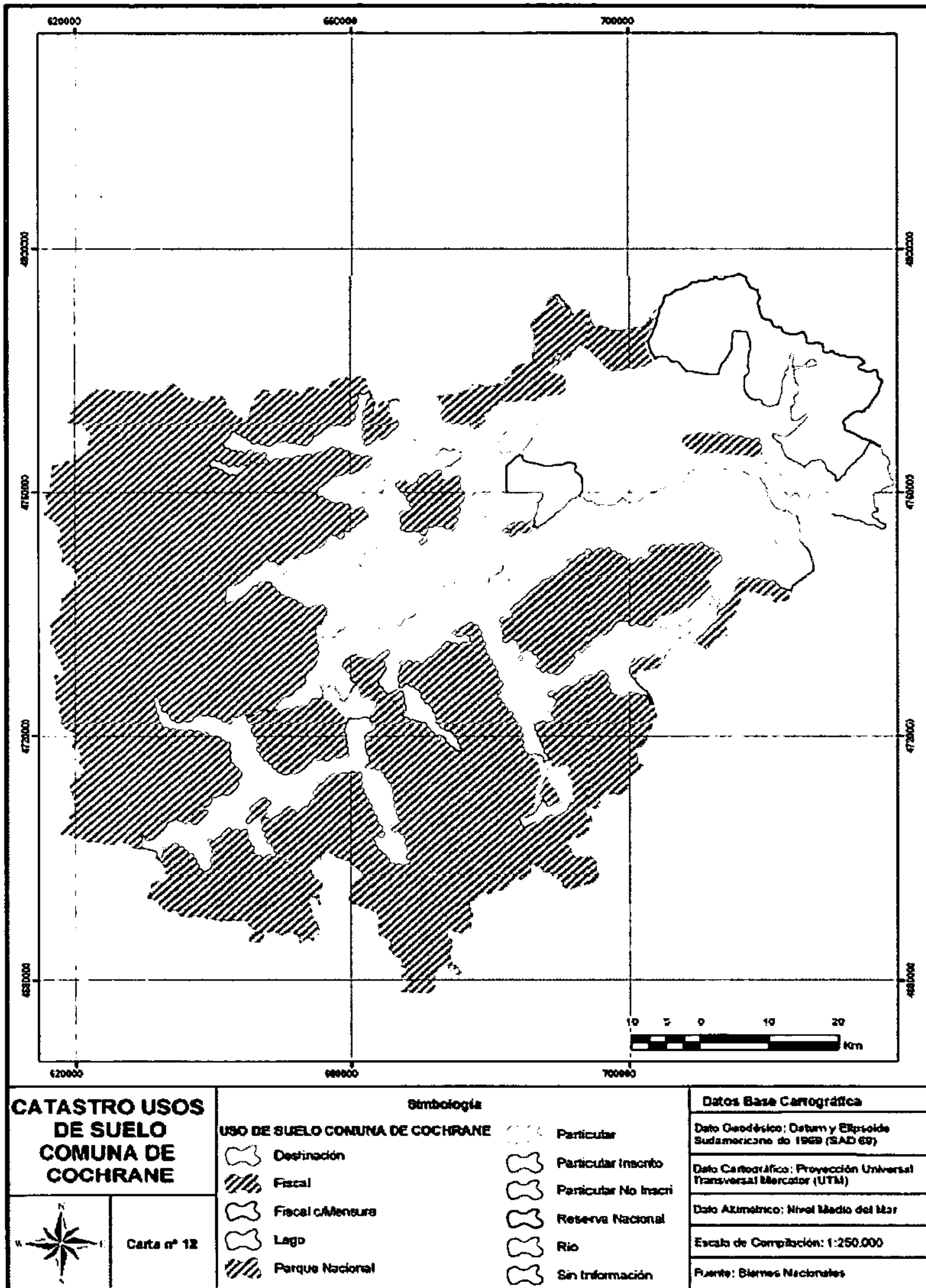


Figura 12. Catastro usos de suelo comuna de Cochrane  
Fuente: Bienes Nacionales

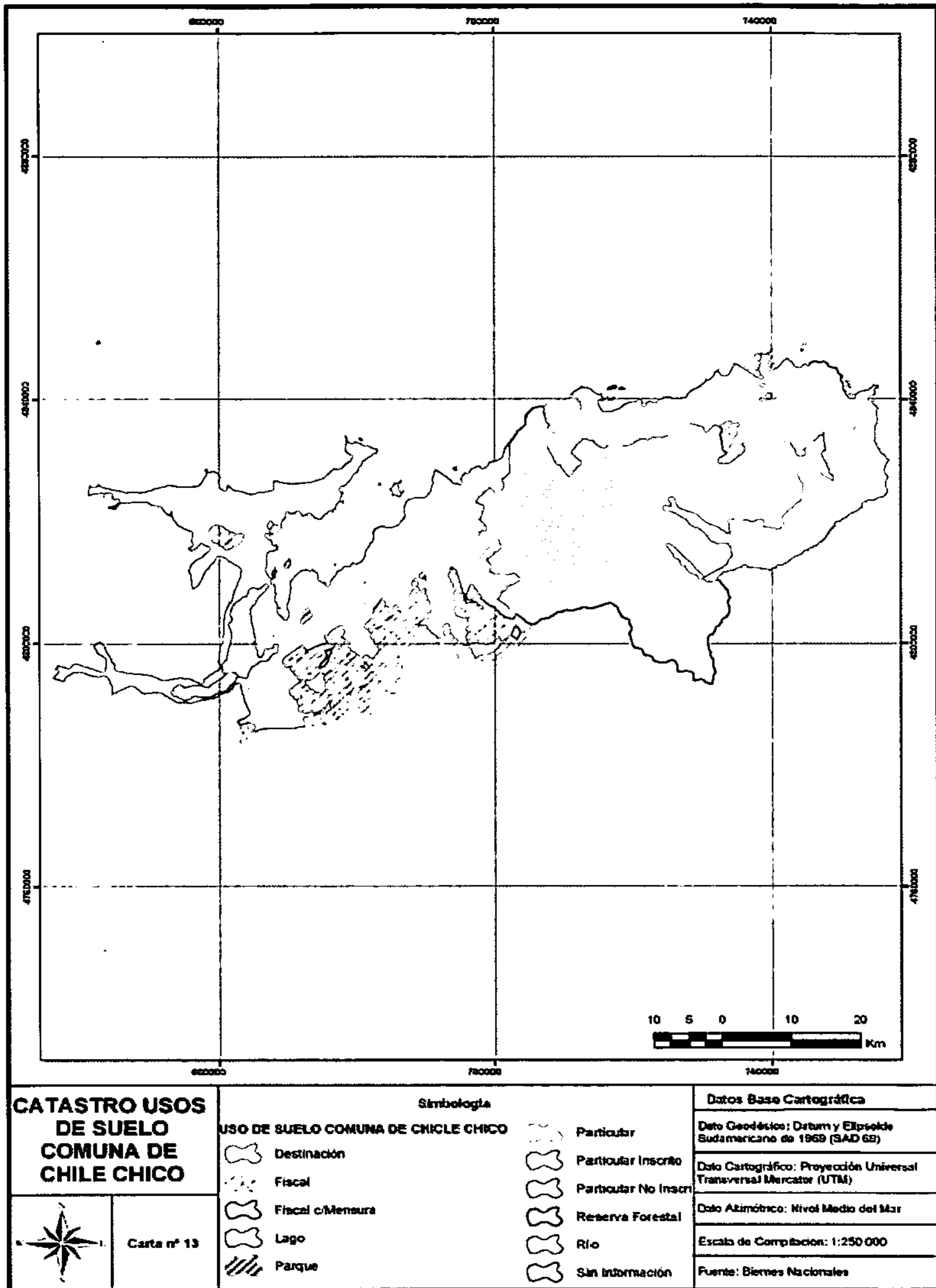


Figura 13. Catastro usos de suelo – Comuna de Chile Chico  
Fuente: Bienes Nacionales

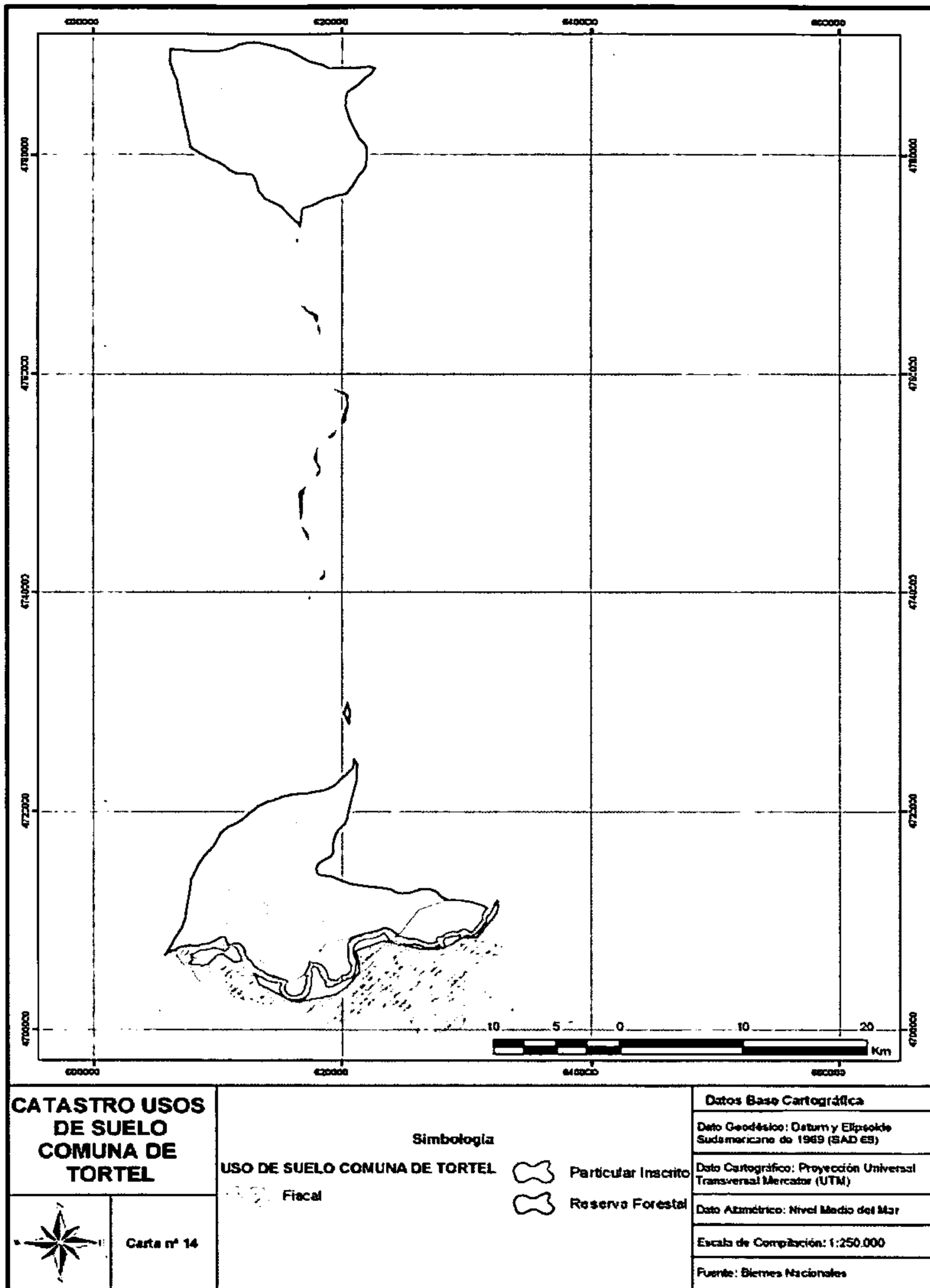
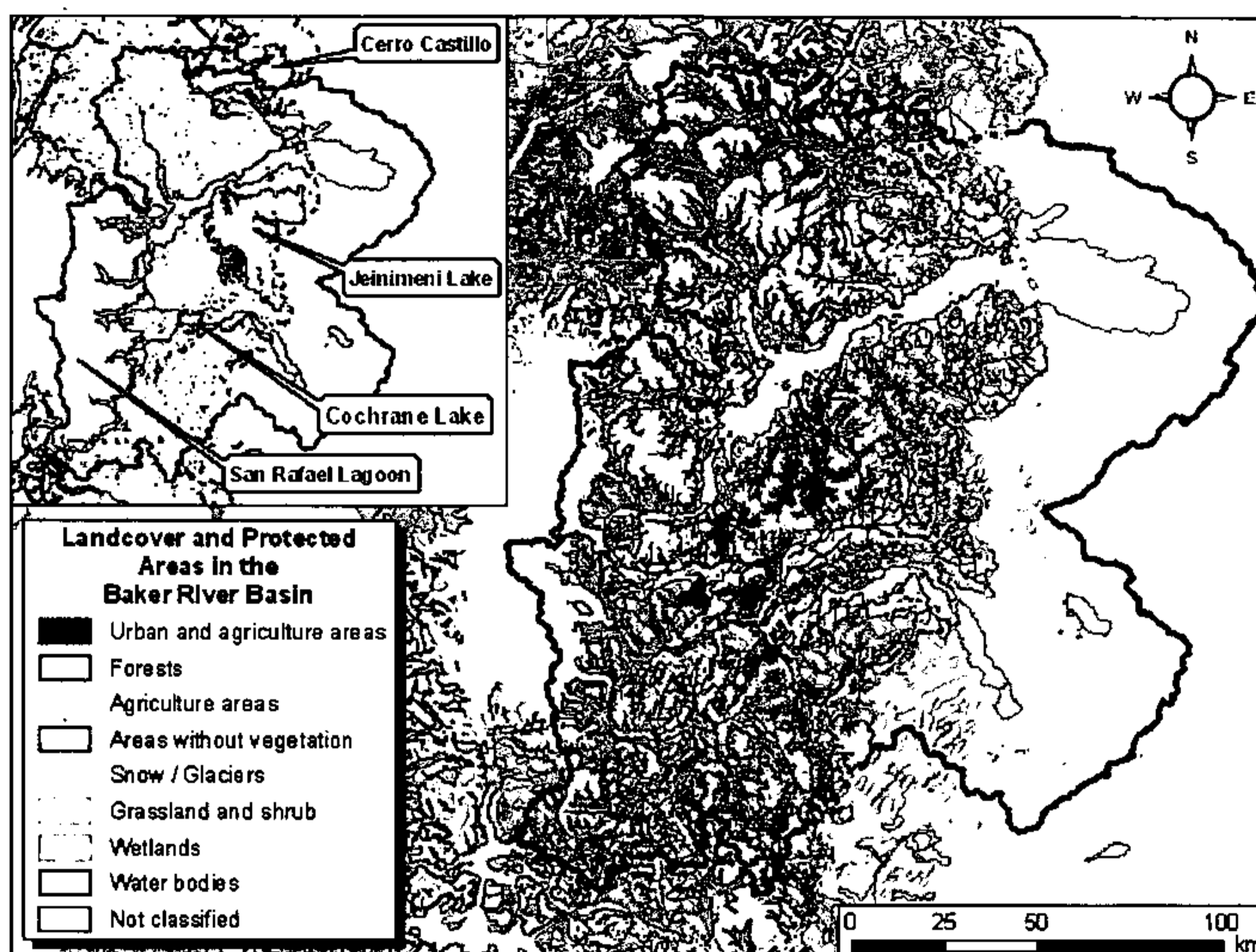


Figura 14. Catastro usos de suelo – Comuna de Tortel  
Fuente: Bienes Nacionales

## 1.9.2 Coberturas de Suelo

Una descripción general de los diversos tipos de coberturas de suelo y usos de suelo en la parte Chilena de la cuenca del río Baker se muestra en la Figura 15. Esta descripción se basa en el inventario nacional realizado por CONAF (1997). La superficie total cubierta por los distintos tipos se muestra en la Tabla 5.



**Figura 15.** Usos de suelo y Coberturas de suelo en la Cuenca del río Baker  
Fuente: CONAF (1997)

Tabla 5. Clasificación de usos de suelos según Catastro de Bosque Nativo de CONAF en la cuenca del río Baker. (Fuente: CONAF)

Uso	Superficie (km <sup>2</sup> )	Superficie en %
Áreas Urbanas – Zonas Industriales	4,95	0,02
Terrenos Agrícolas	34,30	0,16
Praderas y Matorrales	2.866,07	13,71
Bosques	4.275,46	20,46
Humedales	152,63	0,73
Áreas Desprovistas de Vegetación	4.131,47	19,77
Nieves y Glaciares	4.776,38	22,86
Aguas Continentales	1.742,14	8,34
Otros con Vegetación	2.843,19	13,60
Áreas no Reconocidas	72,29	0,35
<b>Total</b>	<b>20.898,88</b>	<b>100</b>

En base a lo anterior, se aprecia el predominio de las zonas con nieves y glaciares y las zonas con bosque, con un 22,9 % y un 20,5 %, respectivamente. Se desprende de lo anterior que las áreas utilizadas por actividad humana son muy bajas en comparación al total de la cuenca, por lo que se puede inferir que el impacto producido por éstas es bajo desde el punto de vista ambiental.

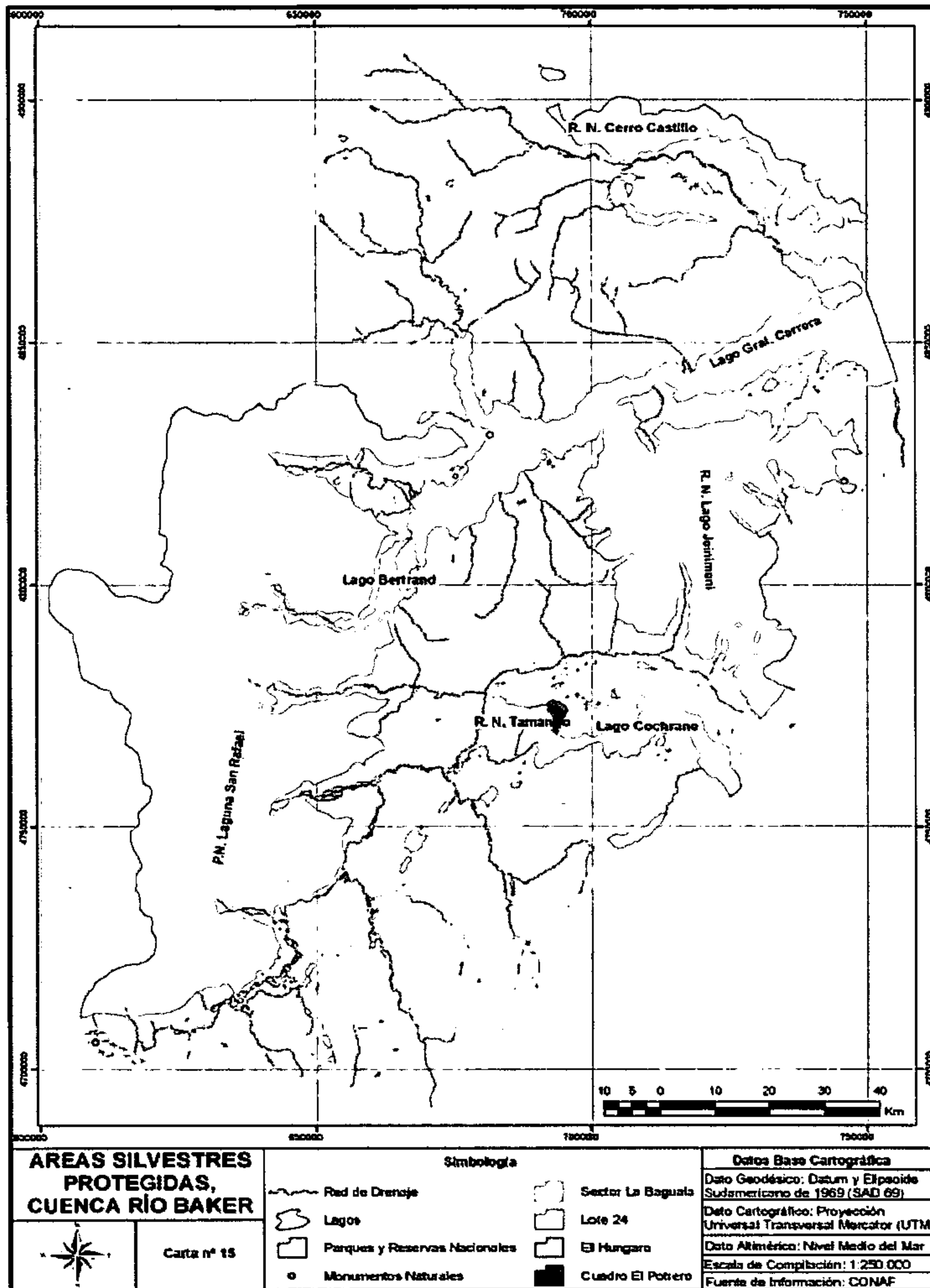


Figura 16. Áreas silvestres protegidas, Cuenca río Baker  
Fuente. CONAF



## **2 DESCRIPCIÓN DE PROGRAMAS DE MONITOREO**

Debido a la aislación geográfica de la cuenca, su complicada topografía, las condiciones climáticas y su baja densidad de habitantes, la información de monitoreo disponible en la cuenca del río Baker es escasa, comparada con otras cuencas chilenas que se ubican más al norte.

### **2.1 Meteorología**

Los datos meteorológicos en la cuenca están disponibles a partir de varias fuentes. Las más importantes son la Dirección General de Aguas (DGA) y la Dirección Meteorológica de Chile (DMC). A continuación se describen algunas de las principales redes de monitoreo meteorológico para la cuenca, junto con el estado de las estaciones, los parámetros monitoreados y la disponibilidad de los datos con los cuales se cuenta.

#### **2.1.1. DGA**

La red de monitoreo ha sido establecida de modo de proveer información importante para el estudio y manejo de los recursos hídricos de la cuenca. Las primeras mediciones datan del año 1961. Inicialmente, la red fue operada por la compañía de electricidad Endesa, que en esos días era propiedad del Estado. La red fue transferida a la DGA en septiembre de 2002, con la firma de un convenio, y la operación de las estaciones por parte de la DGA se inició el 2003.

La red consiste de ocho estaciones ubicadas dentro de la cuenca del río Baker, en las cuales se obtiene la precipitación diaria (Figura 17). De estas ocho estaciones, en la actualidad siete están activas. Las series de tiempo de aproximadamente tres estaciones adicionales, ubicadas en la vecindad de la cuenca del río Baker, también pueden entregar información de interés y pueden ser utilizadas para procedimientos de interpolación espacial o para el establecimiento de tendencias regionales en los patrones de precipitación. Más recientemente, cuatro de los pluviómetros de la DGA dentro de la cuenca han sido equipados con equipos de transmisión satelital, entregando de esta forma información a nivel horario, en tiempo real.

La distribución espacial de la red de monitoreo (Figura 18) muestra que las estaciones se encuentran ubicadas principalmente en zonas de baja altura, y generalmente cercanas a asentamientos urbanos. De esta forma, la red de monitoreo actual no considera los gradientes de altitud que existen dentro de la cuenca. Este hecho complica el establecimiento de balances de agua a nivel de cuenca y subcuenca, y limita las posibilidades para la aplicación de modelos.

	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	
1											VILLA CERRO CASTILLO
2											PUERTO IBAÑEZ
3											CHILE CHICO
4											PUERTO GUADAL
5											PUERTO BERTRAND
6											BAHIA MURTA
7											ESTANCIA VALLE CHACABUCO
8											CALETA TORTEL
9											COCHRANE
10											ENTRADA BAKER
11											LAGO YARGAS
12											PUERTO CRISTAL
13											RIO IBAÑEZ EN DESEMBOCADURA
14											RIO COCHRANE EN COCHRANE
15											AERODROMO COCHRANE
16											RIO BAKER EN ANGSTURA CHACABUCO

Figura 17. Disponibilidad de series diarias de precipitación en la Cuenca del río Baker (incluye ex estaciones ENDESA)  
Fuente: TWINLATIN

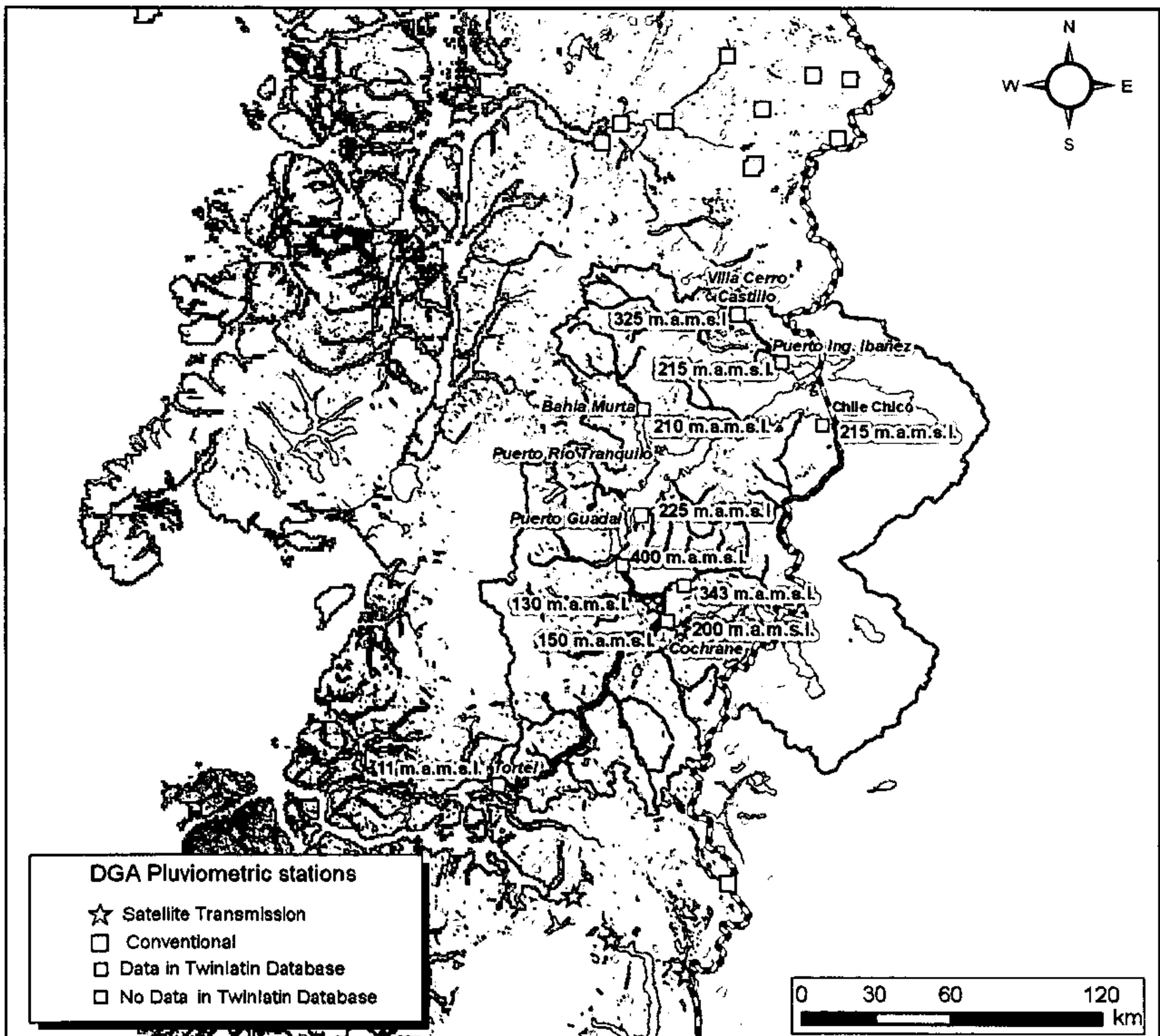


Figura 18. Estaciones de precipitación (diarias y horarias) de la DGA  
Fuente: TWINLATIN

Actualmente, la DGA tiene estaciones de registro de evaporación, dirección del viento, humedad relativa y temperaturas extremas, las cuales se muestran en la Figura 19. La Figura 20 muestra la disponibilidad de datos para estas estaciones.

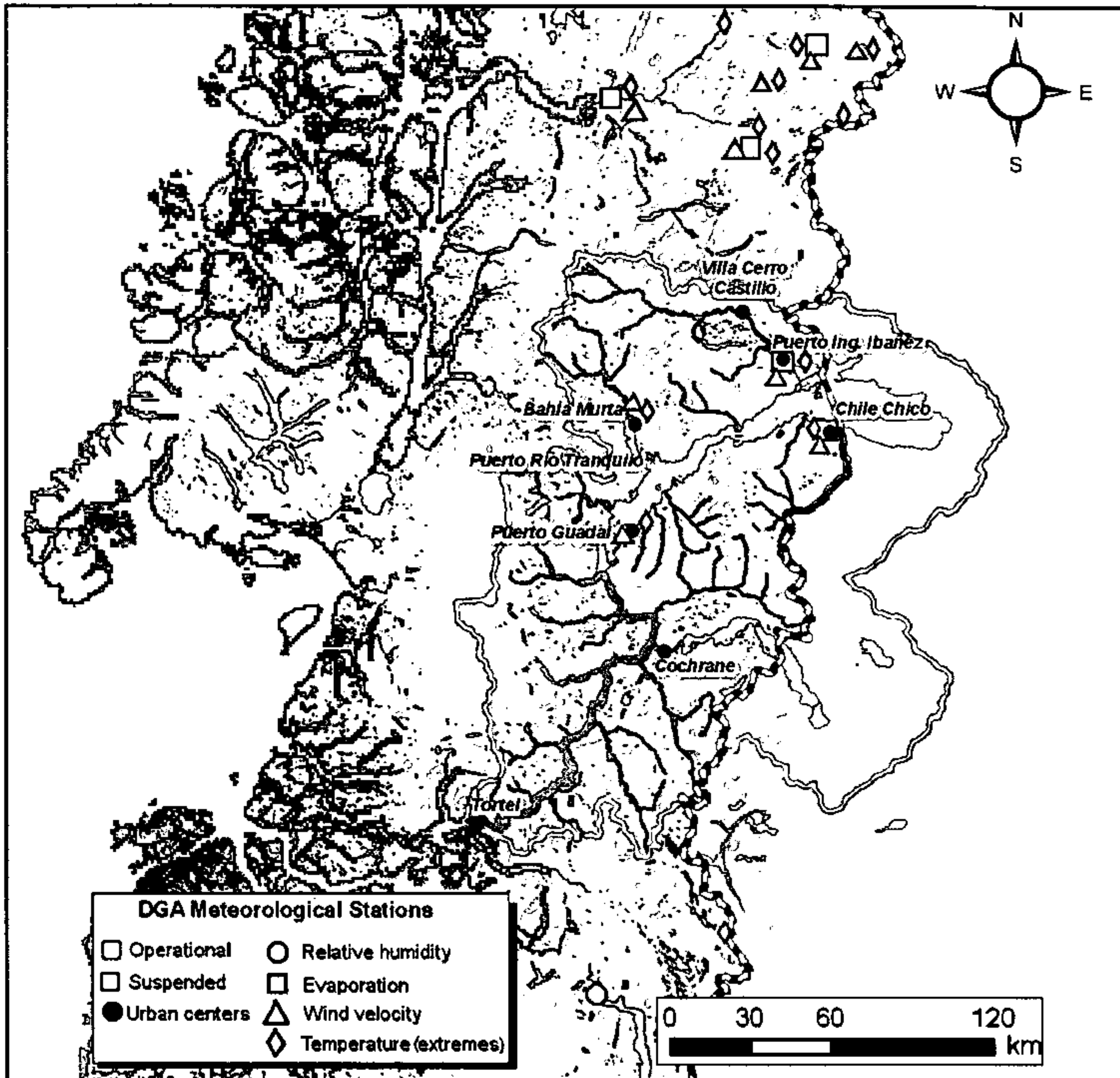


Figura 19. Estaciones meteorológicas de la DGA  
 Fuente: TWINLATIN

	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	
EVAPORATION	1										PUERTO IBAÑEZ BAHIA MURTA CHILE CHICO PUERTO GUADAL
	2										
	3										
	4										
RELATIVE HUMIDITY	1										CHILE CHICO
	2										
EXTREME TEMPERATURES	1										PUERTO IBAÑEZ
	2										BAHIA MURTA
	3										CHILE CHICO
	4										PUERTO GUADAL
	5										AERODROMO COCHRANE
VIND	1										PUERTO IBAÑEZ
	2										CHILE CHICO

Figura 20. Disponibilidad de series de variables meteorológicas en la Cuenca del río Baker (incluye ex estaciones ENDESA)  
 Fuente: TWINLATIN

Las series diarias pueden ser obtenidas del Banco Nacional de Aguas (BNA) perteneciente a la DGA. Usuarios privados pagan \$250 por un dato anual, \$70 por uno mensual y \$15 por uno diario (en pesos chilenos). Los datos de las estaciones con transmisión satelital pueden ser descargados gratuitamente desde la pagina (<http://dgasatel.moptt.cl/>).

### 2.1.2 DMC

La DMC, como parte de la Dirección General de Aeronáutica Civil, opera cinco estaciones meteorológicas en la Región de Aysén. De éstas, sólo dos se ubican dentro de la cuenca del río Baker, mientras que las otras tres se ubican al norte de la región. La información disponible de esta red consiste en precipitaciones diarias y temperaturas máximas y mínimas, así como viento, presión, cobertura nubosa, humedad y horas de sol. En general, las series de tiempo se remontan como máximo a 1970, con la excepción de la estación de Puerto Aysén, la cual fue discontinuada en 1995. Existe una estación adicional, la cual es administrada, pero no operada por la DMC. Se ubica en Villa O'Higgins (al Sur de la Cuenca) y registra precipitaciones diarias y temperaturas extremas (en operación desde 1996)

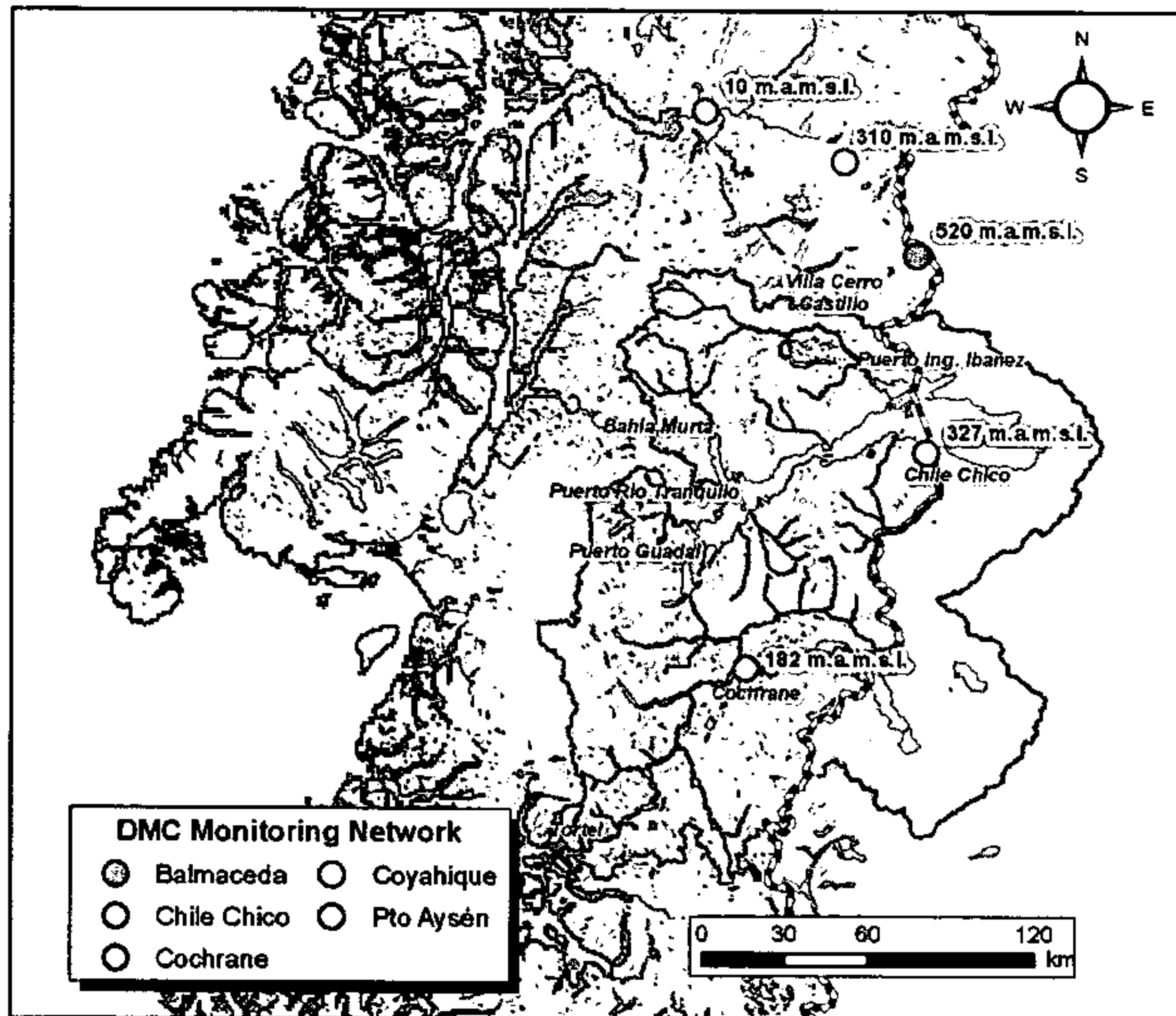


Figura 21. Red de monitoreo meteorológico (DMC) de la región de Aysén  
Fuente: TWINLATIN

	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	
1													BALMACEDA
2													CHILE CHICO
3													PUERTO AYSÉN
4													LORD COCHRANE
5													TTE. VIDAL (COYHAIQUE)

Figura 22. Disponibilidad de series de precipitación (DMC) en la Cuenca del río Baker  
Fuente: TWINLATIN



Figura 23. Disponibilidad de series de temperatura máxima y mínima (DMC) en la Cuenca del río Baker

Fuente: TWINLATIN

## 2.2 Hidrología

### 2.2.1 DGA

Casi toda la información hidrológica (caudales diarios y niveles de agua) es generada a partir de la red de estaciones fluviométricas de la DGA, y se encuentra en el BNA. En la cuenca del río Baker, la institución posee información a partir de limnigrafos tradicionales, la cual se remonta a 1970. La distribución espacial de la red de monitoreo se muestra en la Figura 24. En la actualidad, nueve estaciones son operadas en la cuenca. De éstas, seis han sido equipadas recientemente con capacidad de transmisión satelital y registran información a nivel horario, trasmitiéndola en tiempo real.

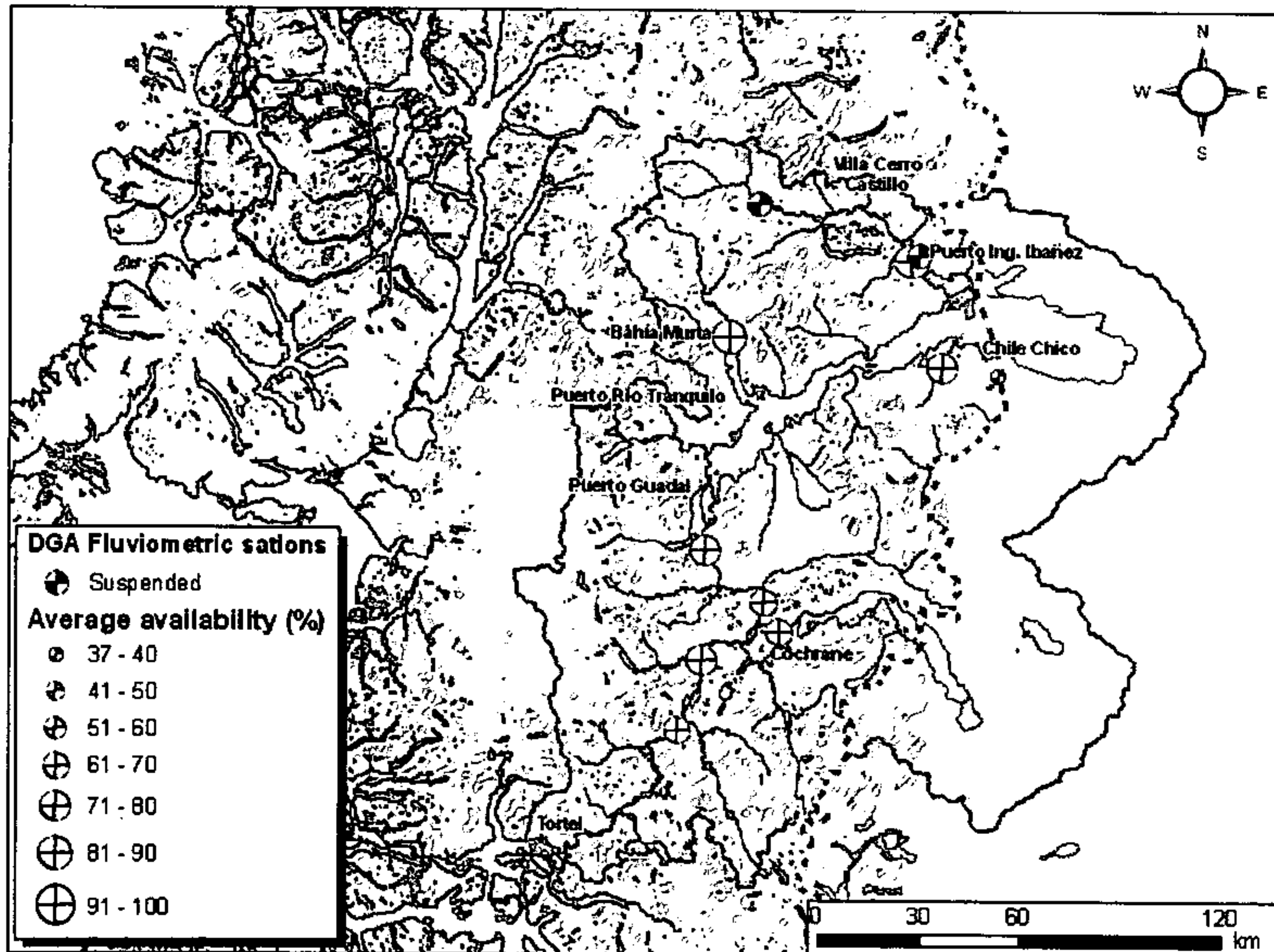


Figura 24. Red fluviométrica de la DGA en la cuenca del río Baker

Fuente: TWINLATIN

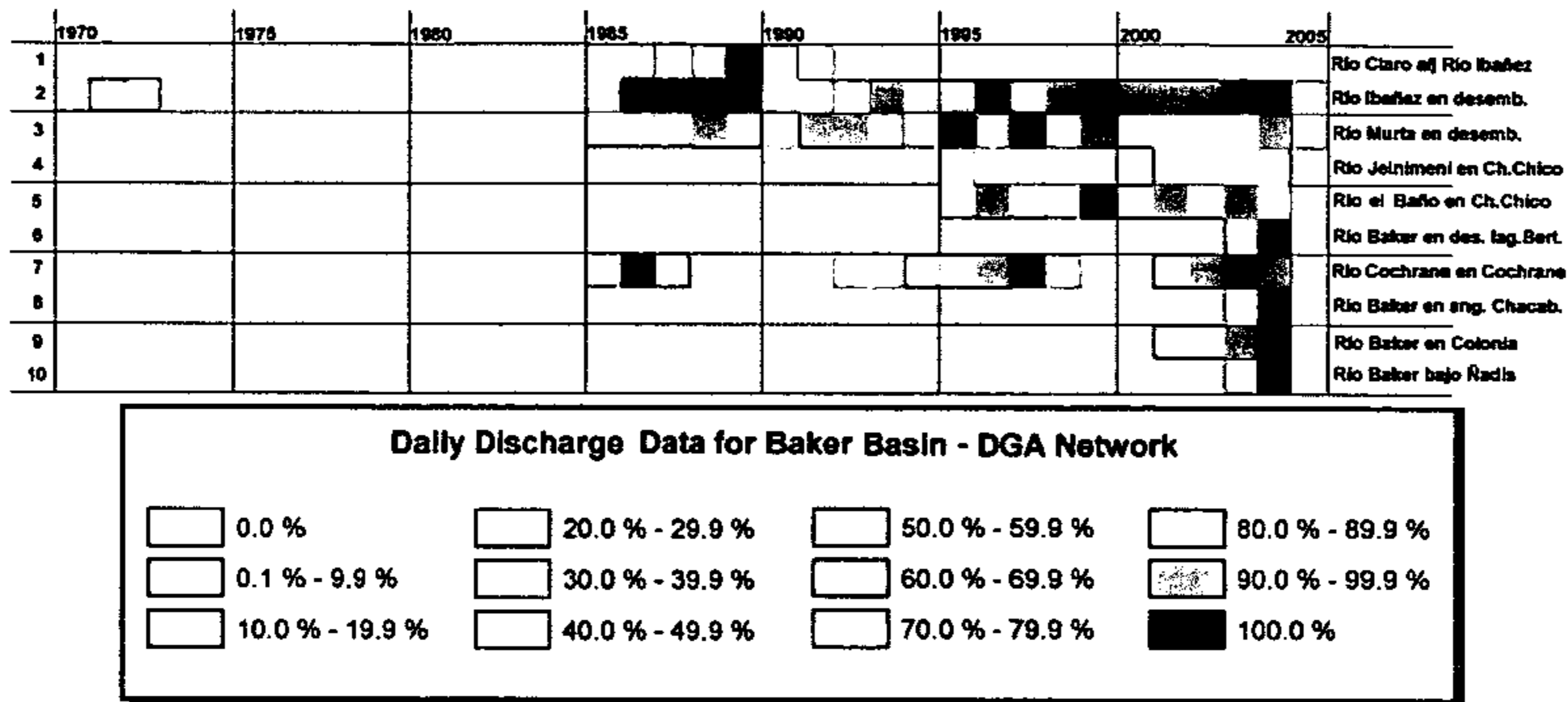


Figura 25. Disponibilidad de información de caudales diarios  
Fuente: TWINLATIN

Adicionalmente, la DGA lleva también el registro del nivel de los lagos General Carrera, donde existen dos estaciones, y Cochrane, donde hay una estación.

### 2.2.2 ENDESA

En un convenio suscrito por Endesa y la DGA en el año 2002, se traspasaron tres estaciones fluviométricas a la DGA, las cuales corresponden a Baker en Desagüe Lago Bertrand, Baker bajo Ñadis, y Baker en Angostura. La información traspasada corresponde a los registros de los años 2000-2003.

### 2.2.3 IRD

En cooperación con la DGA, el instituto francés de investigación para el desarrollo (*"Institut de Recherche pour le Développement"* IRD) instaló un limnógrafo en el río Nef, inmediatamente aguas abajo del glaciar Nef, durante el año 2005. Aproximadamente un año después, las mediciones de nivel de agua están disponibles y una curva de calibración que relaciona el nivel de agua con la tasa de descarga está en proceso de ser establecida. Este instrumento sin lugar a dudas entregará información muy valiosa acerca de la contribución de este tributario, alimentado por un glaciar importante, ubicado aguas arriba de donde se planea la construcción de la primera central hidroeléctrica en la cuenca del río Baker. Sin embargo, el acceso al lugar de monitoreo es complicado y requiere de la organización de una expedición especial, por lo cual tomará un tiempo considerable el completar la calibración de la curva de descarga para este instrumento.

## 2.3 Calidad del Agua

Desde el punto de vista de las necesidades humanas, mientras menos sustancias y/o microorganismos en dilución o suspensión contenga un cuerpo de agua, mejor será su calidad. El

agua posee la capacidad de arrastrar y solubilizar gran parte de las sustancias que se encuentran a su paso, como ocurre cuando ésta arrastra parte del suelo al escurrir, disolviendo una fracción de estos sedimentos, aumentando con ello la cantidad de sales y sustancias disueltas o en suspensión, lo que en algunos casos le otorga a los cursos y cuerpos de agua tonalidades diversas. Por otro lado, otra forma en que se puede ver afectada la calidad de aguas es a través del vertimiento directo de sustancias contaminantes, tales como materia orgánica, efluentes químicos industriales, pesticidas, fertilizantes, etc.

En la cuenca del río Baker se han realizado una serie de monitoreos de calidad del agua, aproximadamente desde el año 1991, los cuales han sido ejecutados por universidades, instituciones gubernamentales y empresas privadas. A continuación se describen los monitoreos más importantes efectuados en la cuenca y los que actualmente continúan ejecutándose. Estos monitoreos incluyen parámetros físico-químicos y también biológicos.

### 2.3.1 DGA

La DGA de la región de Aysén posee un programa de monitoreo que incluye cinco estaciones en la red del río Baker, donde se monitorean 12 parámetros. Las primeras mediciones se remontan a diciembre de 1997. Los nombres de las estaciones y su frecuencia de monitoreo para el periodo 1997-2003 se entregan en la Tabla 7. La localización se muestra en la Figura 26. La realización de este monitoreo se encuentre enmarcada dentro de las actividades institucionales que tienen relación con la misión de la DGA. Los parámetros de calidad que se consideran en este monitoreo son los que se detallan en la Tabla 13 (más adelante en este documento). A continuación, en la siguiente tabla se especifica para cada año, el número de muestras realizadas para cada punto de muestreo.

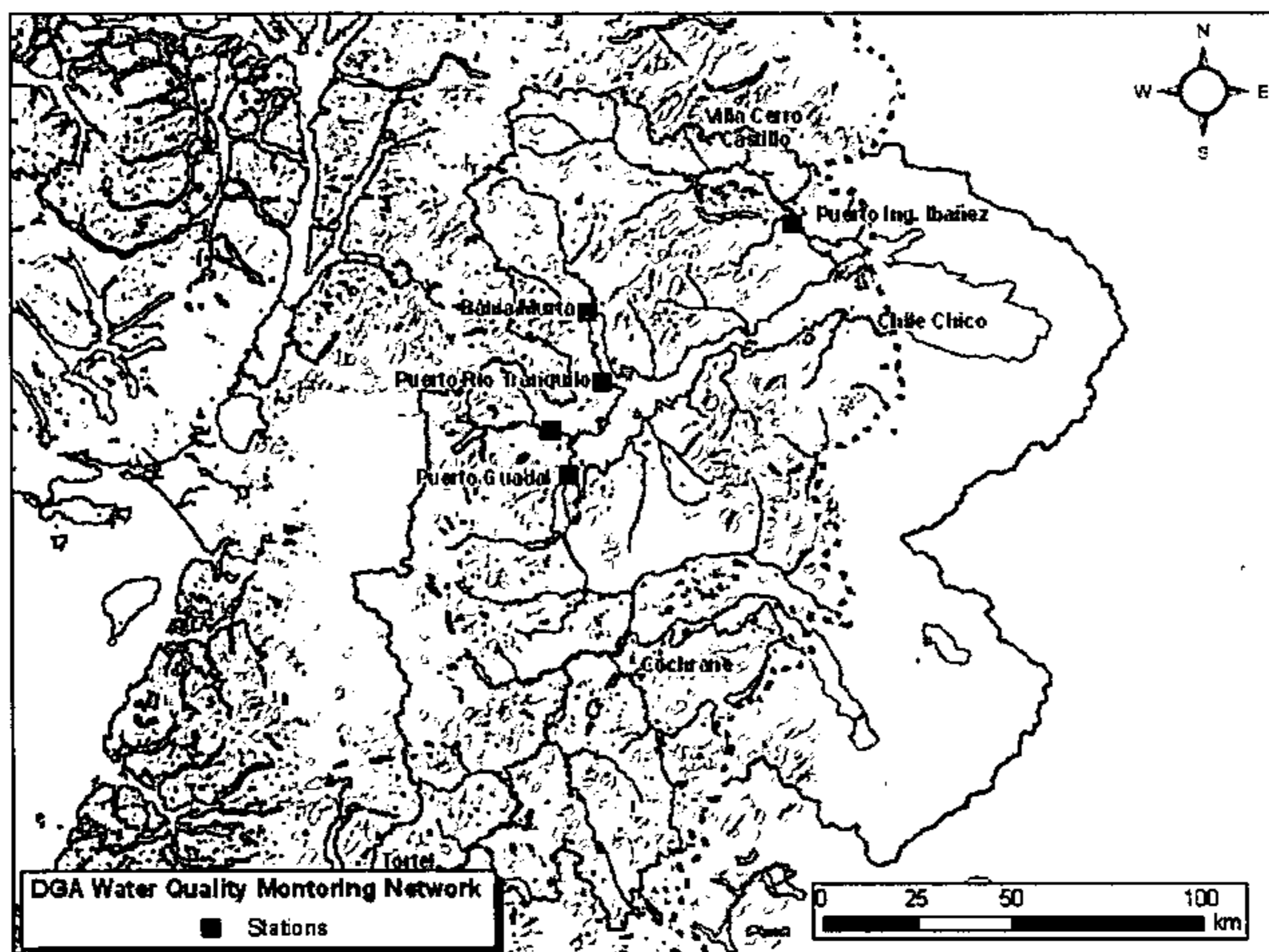


Figura 26. Estaciones de monitoreo de calidad del agua de la DGA

Fuente: TWINLATIN

**Tabla 7. Frecuencia de muestreo de las estaciones de la DGA en el periodo 1997-2003**

Estación	Período de Muestreo						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Río Ibáñez en Desembocadura	1	3	2	3	4	4	3
Río Engaño en Carretera Austral	1	3	2	3	4	4	3
Río Tranquilo en Carretera Austral	1	3	1	3	4	4	4
Río Los Leones en Carretera Austral	1	3	2	3	4	4	3
Desagüe Lago General Carrera	1	3	2	3	4	4	3

Adicionalmente, en 1995 la DGA publicó un estudio denominado “Análisis Redes de Vigilancia Calidad Aguas Terrestres”. Este estudio incluye, sólo para esa ocasión, un monitoreo en 16 estaciones, el cual se realizó entre el 17 y el 20 de agosto de 1991. Dos de las estaciones monitoreadas en este estudio están también incluidas en el ya mencionado programa de monitoreo de la DGA.

**Tabla 8. Estaciones de monitoreo para el estudio “Análisis Redes de Vigilancia Calidad Aguas Terrestres”**

Nombre de la estación y descripción	Fecha Monitoreo
Desagüe Lago General Carrera	18-08-91
Río Baker en Balsa	19-08-91
Río Baker en Bertrand	19-08-91
Río Cochrane aguas arriba de central hidroeléctrica	18-08-91
Río Cochrane en Cochrane	18-08-91
Río Chacabuco en desembocadura	18-08-91
Río Chirifo en punto de extracción de agua	19-08-91
Río Chirifo en desembocadura	19-08-91
Río Ibáñez en desembocadura	20-08-91
Río Ibáñez en Puente Levicán	17-08-91
Río Jeinimeni aguas arriba de canal de regadío	17-08-91
Río Jeinimeni en cruce peatonal	19-08-91
Río Los Leones en desembocadura	19-08-91
Río Murta en desembocadura	19-08-91
Río Murta en km 165 de la Carretera Austral	19-08-91

Fuente: TWINLATIN

Cuatro campañas de monitoreo adicionales fueron realizadas entre el 2003 y el 2007. Estas campañas tienen como objetivo adquirir más datos en la cuenca, de manera de tener una mejor Línea Base para el establecimiento de la Norma Secundaria de Calidad del Agua para el Río Baker, la cual se encuentra priorizada según el “10° programa priorizado de Normas Ambientales 2005-2006”. La primera campaña tuvo lugar durante Diciembre de 2003, con un total de 22 puntos de monitoreo. La segunda campaña se realizó en Marzo de 2004, con 17 estaciones de muestreo, mientras que la tercera fue hecha en Diciembre de 2005, y por último la cuarta se realizó en Marzo de 2007. El último muestreo fue realizado por el centro EULA, en conjunto con DGA, en el marco del proyecto TWINLATIN. La Figura 27 muestra la localización de los puntos de muestreo para las campañas del 2003, 2004, y 2005, Las muestras fueron analizadas por la DGA, EULA y “Aguas Patagonia”. En la Figura 28 se muestran las estaciones de muestreo consideradas en la campaña de Marzo de 2007.



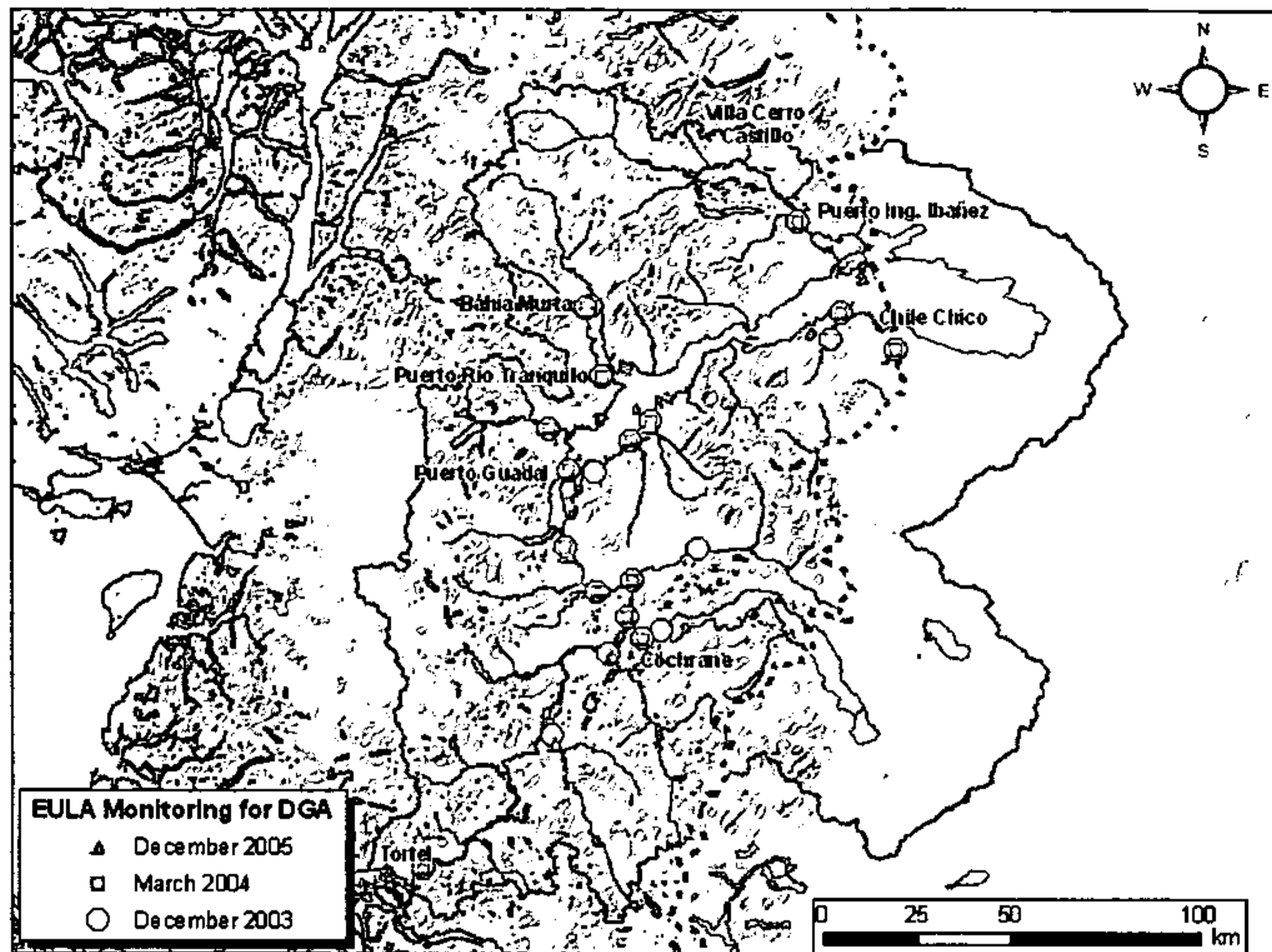


Figura 27. Estaciones de muestreo de la DGA durante las tres campañas adicionales  
Fuente: TWINLATIN

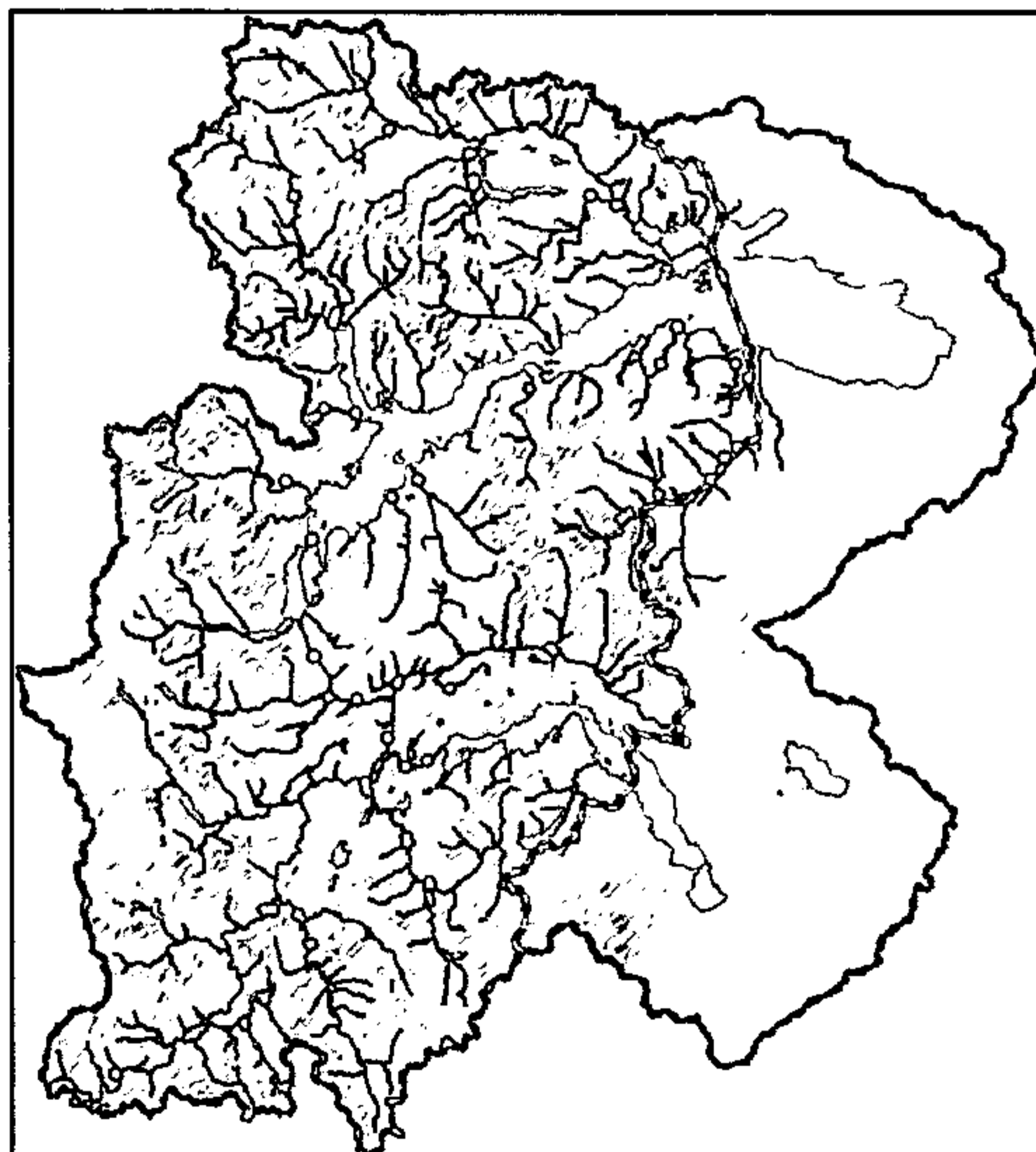


Figura 28. Estaciones de muestreo campaña conjunta EULA – DGA Marzo 2007  
Fuente: TWINLATIN

En el diseño de estas campañas, los siguientes criterios fueron utilizados para seleccionar la ubicación de las estaciones de muestreo:

- Disponibilidad de información de estaciones fluviométrica (Ríos Ibañez, Jeinimeni, Cochrane, el Baño y Baker)
- Ubicación de las estaciones de la DGA en el programa de monitoreo previo (Ríos Ibañez, Tranquilo, Leones y Engaño, y el Desagüe del lago General Carrera)
- Importancia del uso de agua de los distintos ríos (Ríos Maitenes, Duna, Chacabuco, Furioso, Los Ñadis y del Salto)

### 2.3.2 CONAMA

CONAMA Aysén condujo dos estudios dentro del marco del proyecto ACCA (“Área de Conservación de Cultura y del Ambiente”). Su objetivo fue mejorar el conocimiento y protección del patrimonio natural y cultural del territorio sur de Aysén, incorporar principios de uso sustentable de los recursos naturales en los procesos productivos, favorecer el desarrollo de una cultura ambiental local, promover que los asentamientos humanos crezcan en armonía con el entorno natural, cultural y socioproductivo, producir la consolidación de las estructuras de gestión del territorio y promover las identidades locales. La creación de esta Área de Conservación, pionera en Chile, incluye más de 5.000.000 de hectáreas de territorio; cerca de 10.000 habitantes (distribuidos en 15 localidades); dos Parques Nacionales y cuatro Reservas Nacionales; una Reserva de la Biósfera; nueve Monumentos Nacionales; y varios íconos regionales, como los Campos de Hielo (Norte y Sur), los tres Lagos Binacionales (General Carrera/Buenos Aires, Cochrane/Pueyrredón y O’Higgins/San Martín), la Laguna San Rafael, el río Baker y los principales destinos de montaña (Cerro Castillo y Cerro San Lorenzo). Ambos estudios incluyen el análisis de la calidad de agua. El primer estudio (2002) se llama “Protección Hidrobiológica del Río Jeinimeni”. El segundo (2003) se denomina “Estudio Limnológico del Lago General Carrera”. En el primer estudio, se tomaron cuatro muestras durante el 2002, en seis puntos (Tabla 9)

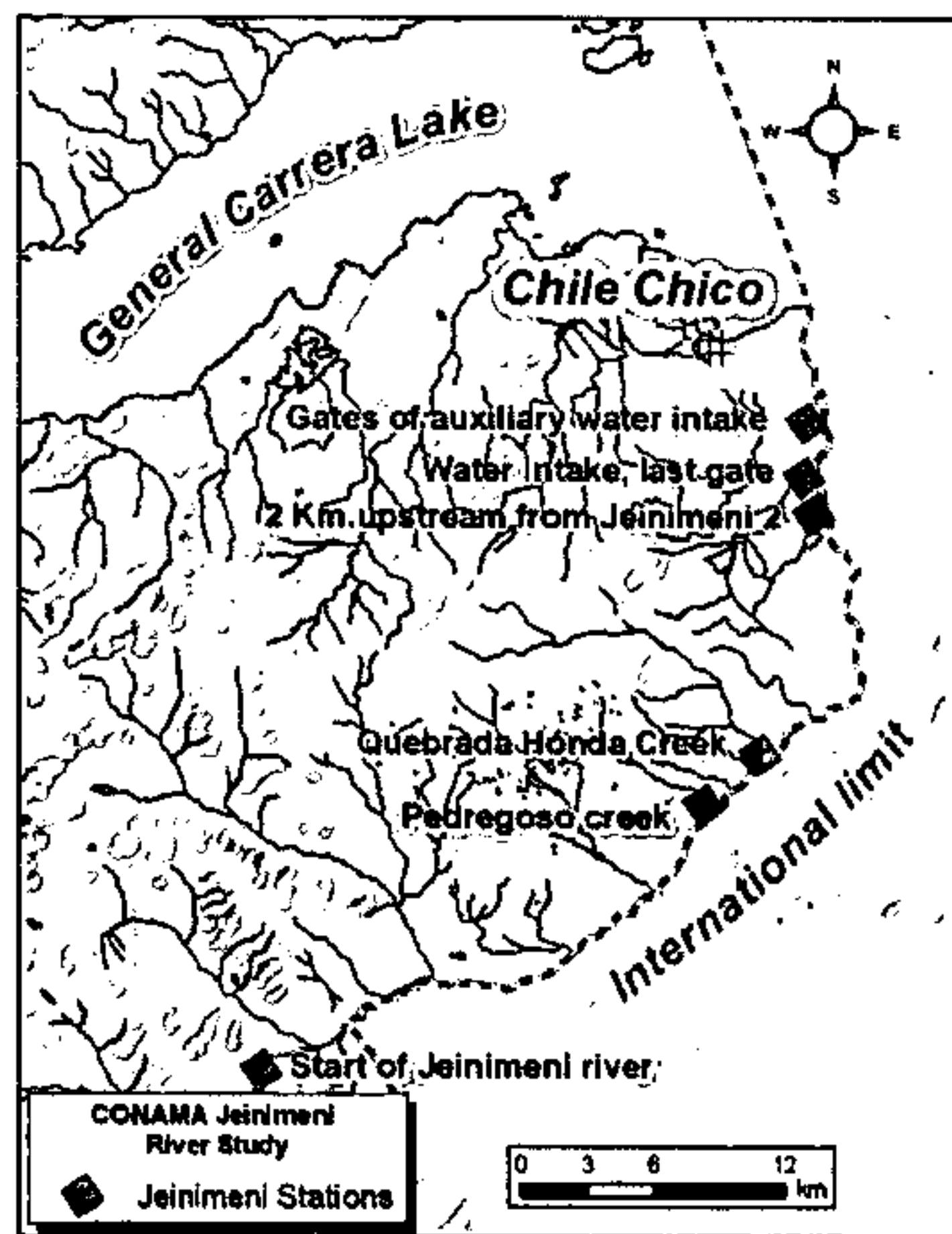
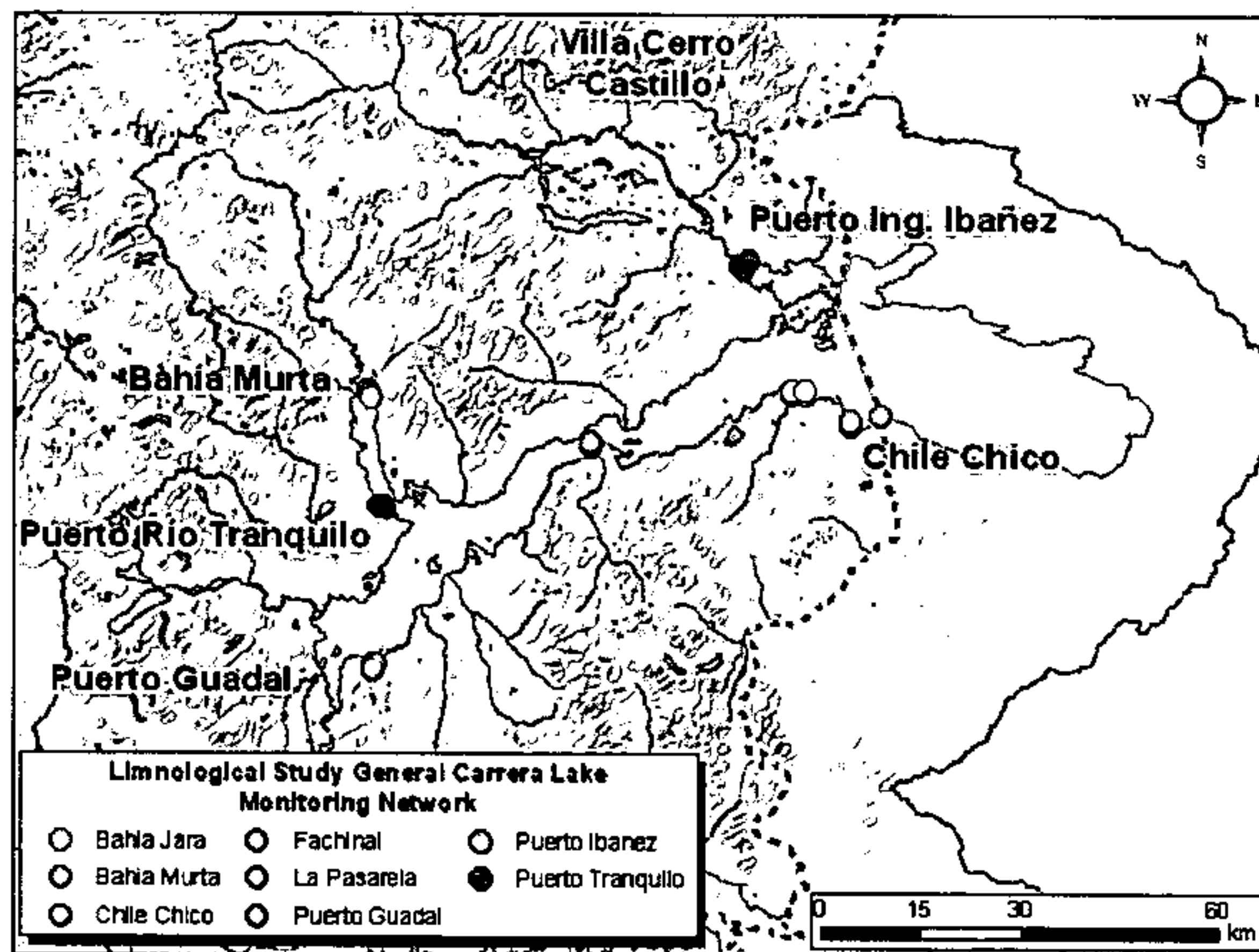


Figura 29 Ubicación de las estaciones de muestreo en la subcuenca del Jeinimeni  
Fuente: TWINLATIN

**Tabla 9.** Estaciones del proyecto “Protección hidrobiológica del río Jeinimeni”.

Estación	Nombre	Date of monitoring			
		12/09/2002	23/09/2002	07/11/2002	26/11/2002
1	Comienzo del río Jeinimeni		X		
5	Quebrada Pedregoso			X	X
6	Quebrada Honda			X	X
7	Captación	X		X	X
8	2 km aguas arriba del puente Jeinimeni 2	X		X	X
9	Captaciones auxiliares	X		X	X

El segundo estudio en el Lago General Carrera incluyó seis muestreos (Marzo-Abril de 2001; Agosto-Septiembre de 2001; Marzo-Abril de 2002; Septiembre de 2002, Marzo de 2003 y Agosto de 2003). La serie de muestreos incluye las bahías de Murta, Tranquilo, Guadal, Fachinal, Jara, Chile Chico e Ibañez, los principales tributarios de estas bahías y el desagüe del Lago (Sector “La Pasarela”) (Figura 31 y Tabla 10). La tercera campaña de muestreo, al igual que las primeras dos, consideró un nuevo monitoreo de calidad de agua, metales pesados y nutrientes, manteniendo los sectores y estaciones de muestreo. Las campañas 4, 5 y 6 se focalizaron solamente en el análisis de los dos principales nutrientes en ecosistemas acuáticos, fósforo y nitrógeno. En cada bahía fueron muestreadas tres estaciones de sedimentos y aguas (nitrógeno total, fósforo total, sólidos totales disueltos y clorofila a), y en una estación se determinó *in situ* la calidad de los parámetros físico-químicos (temperatura, conductividad, oxígeno disuelto y potencial redox), y también fue medida la profundidad de Secchi. Se muestrearon sedimentos (estación 1 a la 4) mediante una draga de tenazas con la finalidad de analizar metales pesados (cadmio, cobre, cromo, hierro, manganeso, plomo, zinc y mercurio). En los tributarios elegidos fueron muestreados parámetros biológicos (bentos, plancton) y químicos (metales, nutrientes) tanto en el agua como en el sedimento.



**Figura 30.** Estaciones de muestreo del “Estudio Limnológico del lago General Carrera”

Fuente: TWINLATIN

**Tabla 10. Sectores y estaciones de muestreo de agua "Estudio Limnológico del lago General Carrera"**

<b>Sector</b>	<b>Estación</b>	<b>Sector</b>	<b>Estación</b>
Puerto Guadal	Río Los Sapos (Estación 1)	Chile Chico	Río Jeinimeni (Estación 1)
	Estación 2		Estación 2
	Estación 3		Estación 3
	Estación 4		Estación 4
	Estación 5 (sonda)		Estación 5 (sonda)
Pto. Tranquilo	Río Tranquilo (Estación 1)	Bahía Jara	Estero Las Chacras (Estación 1)
	Estación 2		Estación 2
	Estación 3		Estación 3
	Estación 4		Estación 4
	Estación 5 (sonda)		Estación 5 (sonda)
Bahía Murta	Río Murta (Estación 1)	Fachinal	Río Avilés (Estación 1)
	Estación 2		Estación 2
	Estación 3		Estación 3
	Estación 4		Estación 4
	Estación 5 (sonda)		Estación 5 (sonda)
Puerto Ibañez	Río Ibañez (Estación 1)	La Pasarela	La Pasarela
	Estación 2		
	Estación 3		
	Estación 4		
	Estación 5 (sonda)		

Nota: Estación 1: tributario principal; Estaciones 2 a 4: muestreo de agua y sedimentos; Estación 5: medición *in situ* de parámetros físico-químicos.

### 2.3.3 SAG

Otra fuente de información de calidad de agua en la Cuenca del Baker es el SAG, el cual tiene información de la calidad de agua en 14 puntos dentro de la hoya, para el periodo entre 1999 y 2003 (Tabla 11).

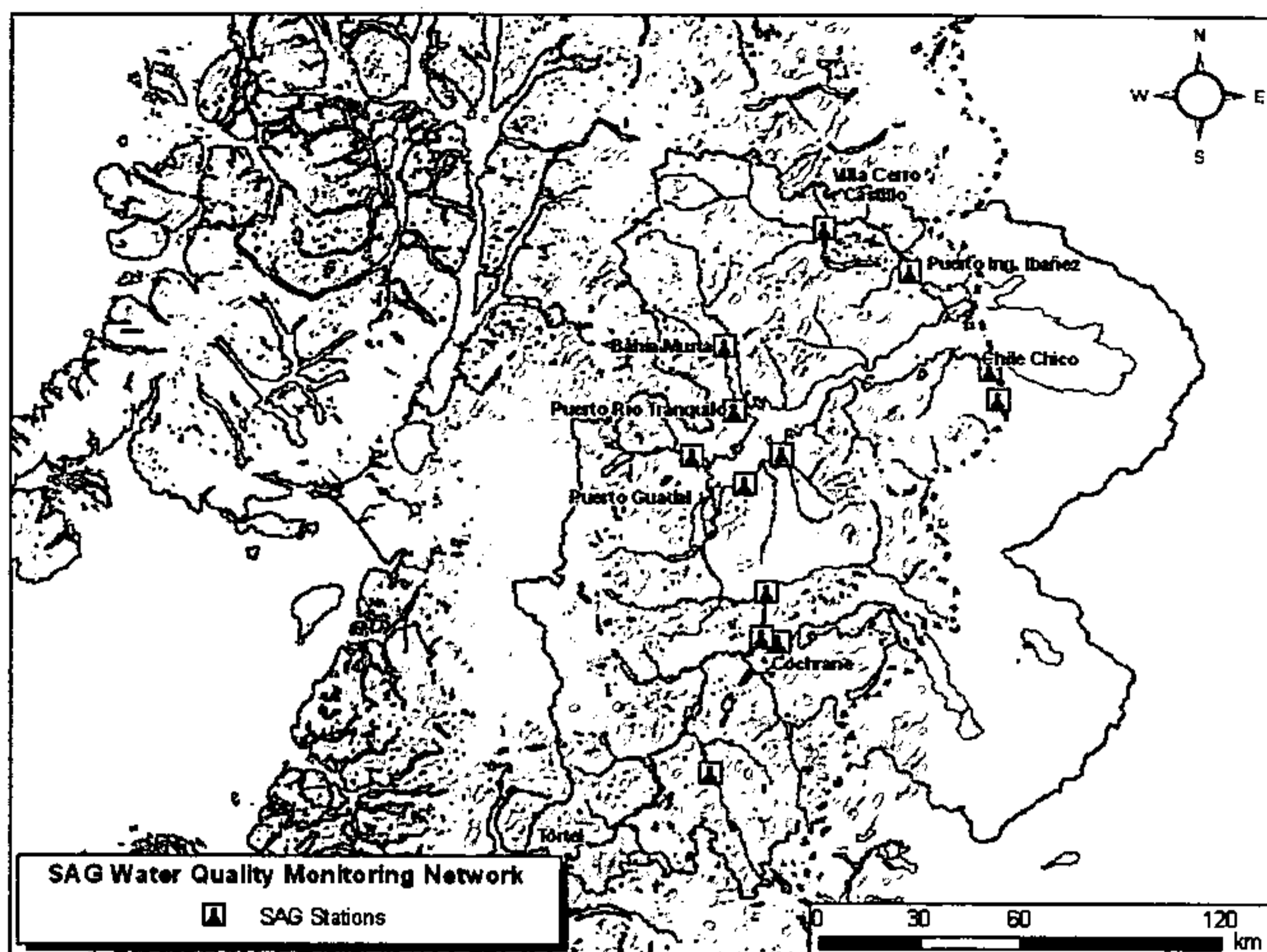


Figura 31. Ubicación de los sitios de monitoreo del SAG

Tabla 11. Numero de muestras por estación en cada año, en el monitoreo del SAG

Río	Ubicación	Muestras por año				
		1999	2000	2001	2002	2003
Chacabuco	Puente	4	1	1		
Cochrane	Puente Escobar	2	2	3		
Cochrane	Turbina	2	2	3		
Horquetas	Puente	1	1	2		
Ibañez	Estación DGA	3	0	2		
Jeinimeni	Toma de Agua	0	1	1		
Jeinimeni	Desembocadura	0	1	1		
Leones	Puente	3	1	2		
Maitenes	Puente	2	0	0		
Manso	Puente	3	0	4	1	1
Maquis	Puente	3	1	2		
Murta	Estación DGA	3	1	2		
Ñadis	Puente 1	1	1	1		
Tranquilo		3	1	2		

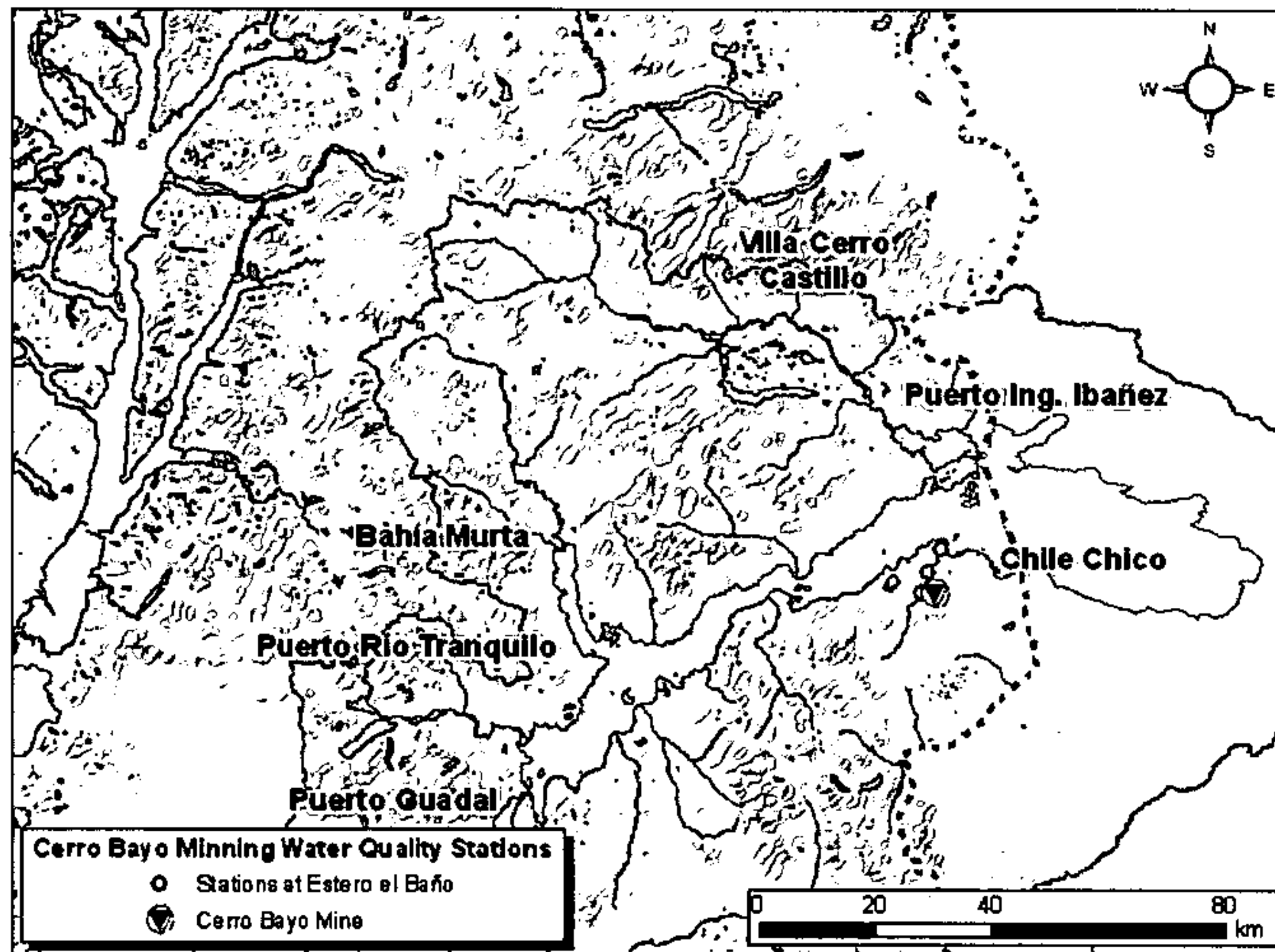
#### 2.3.4 Compañía Minera Cerro Bayo

Finalmente, la Compañía Minera Cerro Bayo, ubicada cerca de 20 km al sur de Chile Chico, entre Puerto Guadal y Cochrane, realizó un programa de monitoreo entre 1995 y 2003. Este programa considera 10 puntos de muestreo (Figura 33).

Adicionalmente, en Mayo del año 2005, la Compañía Minera Cerro Bayo y CONAMA firmaron un convenio de cooperación ambiental, el cual tiene por finalidad la implementación de medidas de gestión para la conservación de la biodiversidad asociada a Jeinimeni - Bahía Jara, lugar donde se ubica la mina. Esto se enmarca en la Estrategia Nacional de Biodiversidad, donde uno de los sitios relevantes priorizados es precisamente Jeinimeni- Bahía Jara.

**Tabla 12.** Frecuencia de muestreo de la Minero Cerro Bayo (Fuente: TWINLATIN)

River	Muestras por año			
	1995	1996	1997	2003
Río La Tina	2	2	1	0
	3	2	1	0
Río El Baño	3	2	1	3
	3	2	1	3
	3	2	1	0
Lago General Carrera	3	3	0	2
	3	3	0	0
Lago Laguna Verde	3	3	0	2
Río Chacabuco	0	0	0	1
Río Horquetas	0	0	0	1



**Figura 32** Estaciones de monitoreo de Cerro Bayo  
Fuente: TWINLATIN

La Tabla 13 muestra un resumen de los monitoreos de calidad de agua descritos anteriormente, junto con los parámetros asociados para cada uno de ellos.

**Tabla 13: Resumen de los parámetros muestreados en los distintos monitoreos**

Parámetro	DGA 1991	DGA Red Monit.	DGA Campañas (2003 – 2005)	SAG	CONAMA	Cerro Bayo
Conductividad	x	x	x	X	x	x
Temperatura	x	x	x		x	x
pH	x	x	x	X	x	x
Oxígeno Disuelto		x	x		x	
Boro	x	x				x
Cloruro		x				x
Sulfuro			x			x
Aluminio		x				x
Arsénico	x	x		X		x
Cadmio		x		X	x	x
Cobre	x	x		X	x	x
Cromo		x		X	x	x
Hierro	x	x			x	x
Manganeso		x		X	x	x
Mercurio		x		X	x	x
Molibdeno		x		X		x
Níquel		x				x
Plomo		x		X	x	x
Selenio		x		X		x
Zinc		x		X	x	x
Sólidos Disueltos			x	X		x
Sólidos Suspendidos			x		x	
Detergentes			x			
Coliformes totales			x			x
Coliformes fecales			x			x
DBO <sub>5</sub>			x		x	x
Color			x			
Captano			x			
Dimetoato			x			
Cianuro					x	x
Bicarbonato		x				
Carbonato		x				
Nitrato		x		X		
Nitrógeno Total			x			
Fósforo		x				
Fósforo Total			x			
Fosfato				X		
DQO		x				x
Calcio	x	x		X		
Magnesio	x	x		X		
Plata		x				x
Potasio	x	x		X		
Flúor			x			x

Parámetro	DGA 1991	DGA Red Monit.	DGA Campañas (2003 – 2005)	SAG	CONAMA	Cerro Bayo
Turbiedad			x			
% Salinidad				X		
Na %				X		
Oro						x
Bario						x
Berilio						x
Litio						x
Vanadio						x

## 2.4 Otra Información Importante

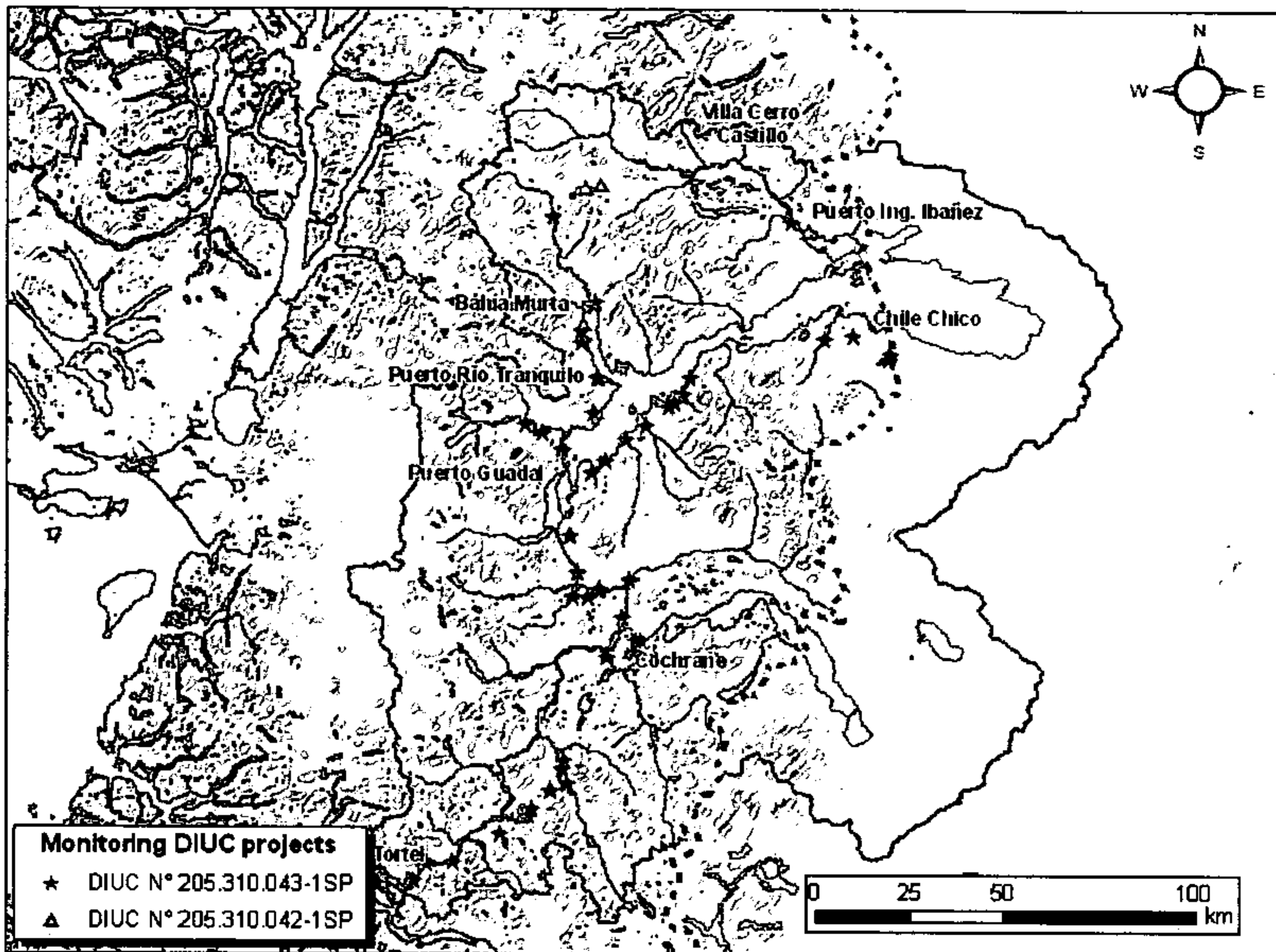
Durante Enero de 2006, una extensiva campaña de monitoreo de la biodiversidad en agua dulce fue realizada por investigadores del EULA, en el marco del inicio de las actividades de investigación del CIEP. La campaña forma parte de la investigación de EULA en conjunto con el proyecto del DIUC *“Patrones Espaciales de la Biodiversidad Dulceacuícola de la Región de Aysén”*, así como el proyecto TWINLATIN.

Los objetivos del monitoreo con respecto al proyecto DIUC son: (a) Caracterizar la diversidad y distribución de los ecosistemas acuáticos en la cuenca del río Baker, así como (b) la composición y patrones de la distribución espacial de especies acuáticas (principalmente macro-invertebrados); (c) Identificar y localizar objetos de conservación (especies, comunidades y sistemas ecológicos) y (d) Seleccionar los mejores ejemplos de conservación que en el todo representen la completa diversidad de los ecosistemas acuáticos de la región.

Los objetivos del monitoreo con respecto al proyecto TWINLATIN son: (a) Caracterizar la diversidad y distribución de los cuerpos de agua, (b) Identificar las condiciones de referencia por cuerpo de agua, (c) identificar los cuerpos de agua que están actualmente bajo presión, y (d) incorporar la información de parámetros/referencias de los estándares de calidad de agua futuros en la cuenca del río Baker.

Más de 50 estaciones fueron muestreadas durante la campaña de Enero de 2006 (Figura 33). Junto con los parámetros biológicos, los siguientes parámetros físico-químicos fueron medidos: Conductividad, pH, Oxígeno disuelto, temperatura, Turbidez visual, Turbidez y Color. También se realizaron mediciones de profundidad y velocidad.

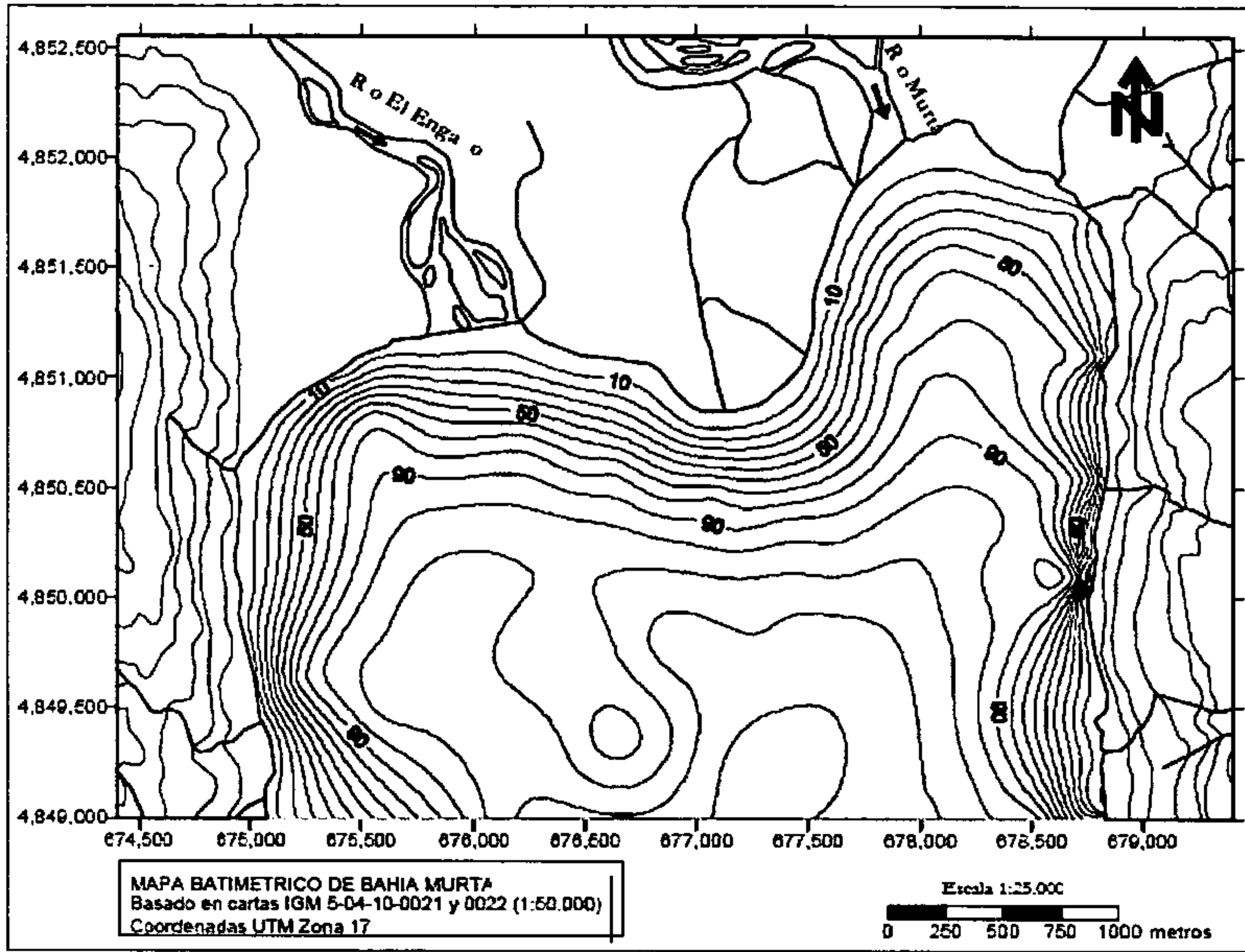




**Figura 33.** Estaciones de muestreo en la investigación de EULA (2006, DIUC & TWINLATIN)  
Fuente: TWINLATIN

#### 2.4.1 Morfología y batimetría de ríos y lagos

Información batimétrica está disponible para las bahías más importantes del Lago General Carrera. Las batimetrías fueron realizadas por la Universidad Austral de Valdivia durante el 2002, en el marco del proyecto ACCA "Estudio Limnológico Lago General Carrera". El estudio batimétrico fue conducido con una ecosonda Furuno® de registro gráfico continuo, siguiendo transectos en zig-zag delineados con apoyo cartográfico y satelital (GPS), con distancias entre vértices de aproximadamente 100 metros. La información obtenida fue digitalizada e integrada utilizando el método de mínima curvatura en SURFER® 7.0. Existe información disponible para: Bahía Murta, Bahía Puerto Tranquilo, Bahía Puerto Guadal, Fachinal (Fachinas), Bahía Jara, Chile Chico y Puerto Ibañez. La Figura 34 muestra la batimetría de la Bahía Murta. Las otras batimetrías pueden ser obtenidas del estudio antes mencionado.



**Figura 34: Batimetría de la Bahía Murta**  
 Fuente: Estudio Limnológico Lago General Carrera (2003)

#### 2.4.2 Estaciones Sedimentométricas

La DGA posee tres estaciones sedimentométricas en la cuenca del río Baker, las que se muestran en la Figura 35. Adicionalmente, el Centro EULA entregó dos turbidímetros de registro continuo a la DGA, los cuales ya se encuentran instalados en la cuenca.

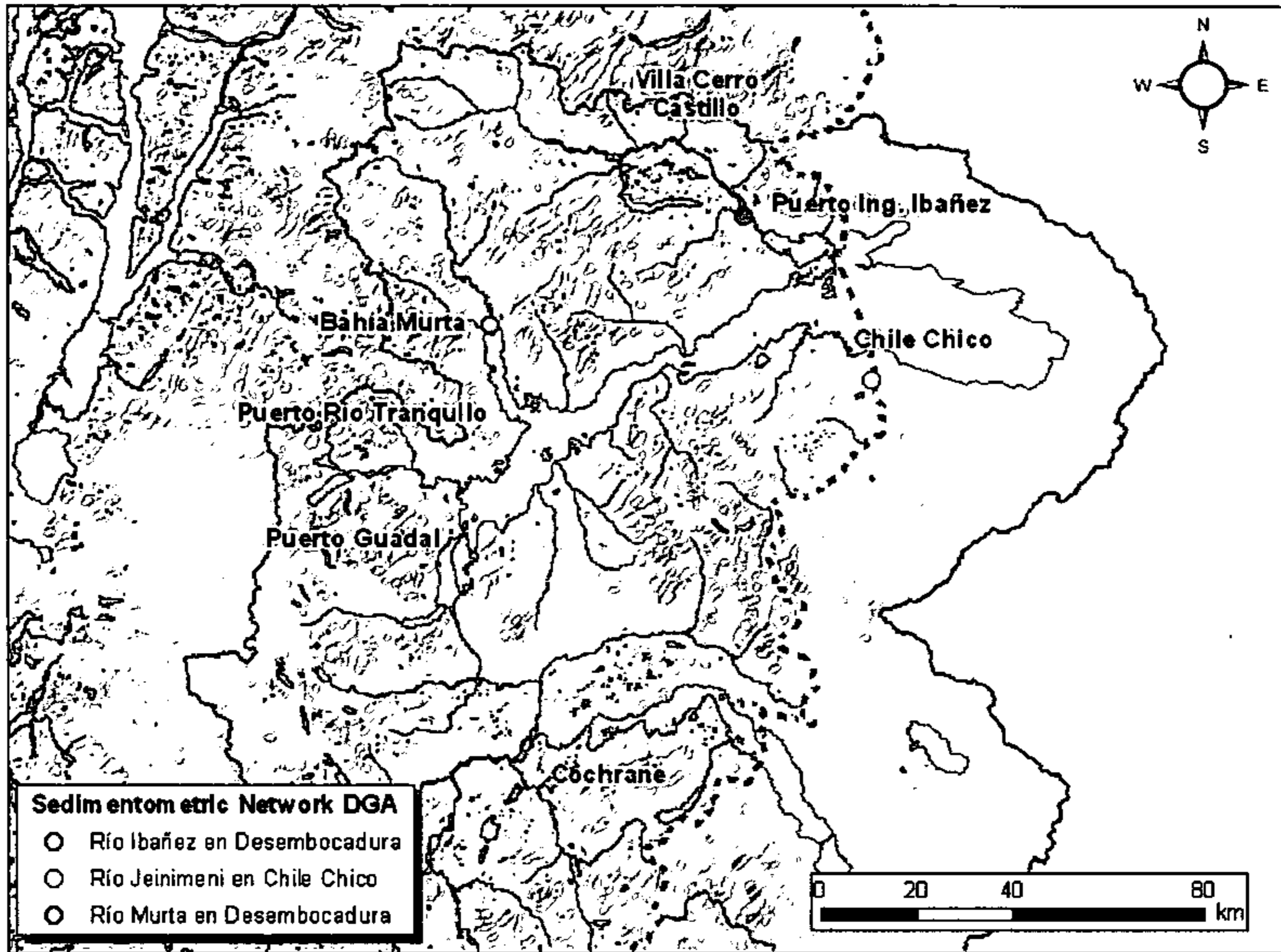


Figure 35. Estaciones sedimentométricas de la DGA

### 3- FLORA Y FAUNA

El desarrollo económico de la región de Aysén está basado principalmente en la explotación de recursos naturales, como la pesca, acuicultura, ganadería, silvicultura, minería, generación de hidroelectricidad y turismo, y es en todas estas actividades económicas en donde los ecosistemas acuáticos desempeñan un rol fundamental, debido a que entregan los recursos y servicios necesarios que sustentan el desarrollo de la actividad productiva. No obstante, dichos sistemas están pobremente comprendidos en su estructura, función, interdependencia, fragilidad y capacidad de resiliencia (CIEP, 2004), además de estar sometidos a una magnitud sin precedente de disturbios antrópicos locales y globales (Brönmark & Hansson 2002, Saunders *et al.* 2002), como es el caso con el cambio del uso de los suelos y la importante vulnerabilidad que posee esta zona ante un cambio climático global (Piedra, 2006).

#### 3.1 Ictiofauna Nativa e Introducida

Desde principios del siglo XX ha existido un aumento en la introducción de salmónidos, los que en la actualidad suman un total de ocho especies y se encuentran formando poblaciones silvestres autosustentables. Las especies que poseen una mayor distribución corresponden *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoíris) y *Salmo trutta* (Trucha café).

La mayoría de estas especies fueron introducidas para fines recreacionales y económicos (Welcomme, 1988), lo que se refleja hoy en día en el desarrollo de la pesca deportiva como polo turístico para la región, la que se conoce a nivel nacional e internacional, y por otra parte la posición de Chile entre los primeros productores mundiales de salmónidos. Durante el año 2005 Chile produjo 614.435 toneladas, equivalente al 38 % de contribución mundial (Sernapesca, 2005) por el cultivo principalmente de *Salmo salar*, *Oncorhynchus kisutch*, y *Oncorhynchus mykiss*. Cabe destacar que la región de Aysén ocupa el segundo lugar nacional en cuanto al número de centros de cultivo de salmónidos (n= 502). Éstos se ubican principalmente en los canales y fiordos de la región, lo que refleja un potencial factor ante el posible escape de individuos desde los centros de cultivo hacia los sistemas límnicos receptores. Este posible ingreso de especies anádromas tales como el Salmón del Atlántico (*S. salar*) y Salmón Coho (*O. kisutch*) a sistemas límnicos (Soto 2002, Basulto 2003), se constituye como un agente transportador, en la importación de nutrientes provenientes del mar hacia las aguas continentales.

En la actualidad, especies de salmónidos residentes se han adaptado muy rápidamente a diversos ambientes (MacCrimmon, 1971) encontrándose éstos sin control, formando poblaciones auto sustentables. Los salmónidos que dominan este grupo, los cuales se encuentran ampliamente distribuidos en Patagonia, corresponden a la Trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*) y la Trucha Café (*Salmo trutta*), sustentando ambas las pesquerías locales de la región, ya que son populares para la pesca deportiva (Soto *et al.* 2006).

De acuerdo a los escasos antecedentes existentes para la ictiofauna de la Región de Aysén, el establecimiento de estas nuevas especies invasoras parece ser particularmente importante, ya que se han constituido en especies dominantes en la mayor parte de los sistemas fluviales de la zona (Soto *et al.* 2006). A nivel mundial, se ha establecido que las especies salmónidas causan alteraciones importantes en diferentes niveles de organización ecológica, tanto individual como poblacional, comunitario y ecosistémico (Simon & Townsend 2003). La introducción de salmónidos

y otras especies en la Patagonia ha modificado las comunidades de peces a través de los últimos 100 años (Macchi *et al* 1999, 2005, Soto & Stockner 1996, Pascual *et al in press*), cambiando fundamentalmente la estructura faunística y el funcionamiento de los ecosistemas de ríos y lagos patagónicos (Macchi *et al.* 1999, Milano *et al.* 2002, Cussac *et al.* 2004). Por ejemplo, Pascual *et al. (in press)* reportan que esta introducción genera interacciones interespecíficas, donde las especies salmónideas se alimentan fuertemente de peces nativos, predando especialmente sobre galáxidos de los géneros *Aplochiton* y *Galaxias*.

Adicionalmente, se ha descrito que los sistemas lacustres de la Patagonia parecen representar refugios para la fauna nativa ante la invasión de estos salmónidos (Soto *et al.* 2003, Cussac *et al.* 2004), ya que la biomasa y diversidad íctica está ampliamente asociada a áreas litorales, por la presencia de mayor vegetación y disponibilidad de alimento, lo cual indica que este tipo de hábitat es importante para el sostenimiento de la comunidad nativa (Macchi 2004, Soto & Campos 1995, Soto & Stockner 1996, Pascual *et al in press*) ya que es también en estos hábitats donde la reproducción y el desarrollo larval de las especies nativas se lleva a cabo.

En este contexto, es posible postular que si los sistemas lacustres son efectivamente refugios, deberían contener mayor presencia y abundancia de especies nativas que los sistemas fluviales. A su vez, dado que la Patagonia tiene una historia reciente de glaciación, lo que implica una historia reciente de recolonización en sus cuerpos de agua, es posible esperar patrones altitudinales en la distribución y abundancia de su ictiofauna nativa, como también visualizar patrones comunitarios asociados a las cuencas hidrográficas presentes en la región. En este contexto, es factible que especies de gran tolerancia a condiciones adversas como *G. platei*, presenten una distribución más extensa que aquellas no tolerantes, como *P. trucha*, o que aquellas con capacidad de distribuirse por el mar se asocien más a ambientes cercanos a la costa (e.g., *G. maculatus* o *Geotria australis*).

Las Tablas 14 y 15 muestran las especies nativas e introducidas en la Patagonia Chilena.

**Tabla 14.** Especies Introducidas en Patagonia Chilena

Nombre Científico	Nombre Común
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha Arcoiris
<i>Salmo trutta</i>	Trucha Café
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	Salmón Coho
<i>Oncorhynchus nerka</i>	Salmón Sockeye
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	Salmón Chinook
<i>Salmo salar</i>	Salmón del Atlántico

Fuente: Piedra (2006)

Piedra (2006) recopiló información de la presencia y abundancia de peces en 56 sistemas, 30 de los cuales pertenecen a sistemas fluviales, 26 a sistemas lacustres y uno a sistema de fiordo. Encontró que en estos 56 sistemas se han muestreado 69 sitios, en los que se han reportado un total de 2193 peces, repartidos en 15 especies, 8 de las cuales corresponden a especies nativas (Tabla 14).

De las especies anteriormente registradas para la región de Aysén, no se obtuvo registro de *Mordacia lapicida* y *Aplochiton taeniatus*.

**Tabla 15** Peces nativos presentes en la Patagonia Chilena

Especies	Endémico de Patagonia	Compartido con	Información disponible
<i>Percichthys trucha</i> Perca trucha	No	Provincia Chilena y Argentina	Algunas investigaciones (Chile, Argentina)
<i>Galaxias maculatus</i> Puye	No	Provincia Chilena y Argentina	Algunas investigaciones (N. Zelanda, Argentina)
<i>Galaxias platei</i> Puye grande	Si	Provincia Chilena y Argentina	Algunas investigaciones (Argentina)
<i>Aplochiton taeniatus</i> Peladilla	No	Provincia Chilena y Argentina	No Existe
<i>Aplochiton zebra</i> Peladilla	No	Provincia Chilena y Argentina	Algunas investigaciones (Argentina)
<i>Hatcheria macraei</i> Bagre patagónico	Si	Argentina Provincia Chilena y Argentina	No Existe
<i>Geotria australis</i> Lamprea	No		Pocas investigaciones
<i>Mordacia lapicida</i> Lamprea	Si (Chile)	Provincia Chilena	No Existe
<i>Odontesthes hatcheri</i> Pejerrey patagónico	Si	Argentina	No Existe

Fuente: Piedra (2006)

Se utilizará la siguiente abreviatura para referirse a las subcuencas (Tabla 16)

**Tabla 16** Abreviaturas para las diferentes subcuencas

Cuenca	Abrev.
Río Palena y Costeras Límite Décima Región	PCXR
Costeras e Islas entre R. Palena y R.Aysén	CPA
Río Aysén	Aysén
Costeras e Islas entre R Aysén y R Baker y Canal Gral. Martínez	CABCM
Río Baker	Baker
Costeras e Islas entre R. Baker y R. Pascua	CBP
Río Pascua	Pascua

**Tabla 17** Clasificación taxonómica de las especies reportadas en el estudio, segmentadas por especies nativas e introducidas

	Orden	Familia	Especie	Abrev.
Nativos	Osmeriformes	Galaxiidae	<i>Galaxias platei</i> (Steindachner, 1898)	<i>G.p</i>
	Osmeriformes	Galaxiidae	<i>Galaxias maculatus</i> (Jenyns, 1842)	<i>G.m</i>
	Petromyzontiformes	Petromyzontidae	<i>Geotria australis</i> (Gray, 1851)	<i>G.a</i>
	Osmeriformes	Galaxiidae	<i>Aplochiton zebra</i> (Jenyns, 1842)	<i>A.z</i>
	Perciformes	Percichthyidae	<i>Percichthys trucha</i> (Valenciennes, 1833)	<i>P.t</i>
	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Hatcheria macraei</i> (Girard, 1855)	<i>H.m</i>
	Perciformes	Eleginopidae	<i>Eleginops maclovinus</i> (Cuvier, 1830)	<i>E.m</i>
	Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Odontesthes hatcheri</i> (Eigenmann, 1909)	<i>O.h</i>
Introducidos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Salmo trutta</i> (Linnaeus, 1758)	<i>S.t</i>
	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Onchorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)	<i>O.m</i>
	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Onchorhynchus kisutch</i> (Walbaum, 1792)	<i>O.k</i>
	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Onchorhynchus nerka</i> (Walbaum, 1792)	<i>O.n</i>
	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Onchorhynchus tshawytscha</i> (Walbaum, 1792)	<i>O.t</i>
	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Salmo salar</i> (Linnaeus, 1758)	<i>S.s</i>
	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Onchorhynchus masou</i> (Brevoort, 1856)	<i>O.ma</i>

Fuente: Piedra (2006)

Sobre la base del total de datos ictiofaunísticos recopilados, incluyendo los datos de presencia aportados por el estudio realizado por Soto *et al.* 2006, Piedra (2006) obtuvo que la cuenca del río Aysén posee la mayor riqueza de especies en la región, abarcando los dos grupos ictiofaunísticos (nativos e introducidos). En cuanto a las especies existentes por cuenca, *S. trutta* es la única que está presente en todas las cuencas de la región, seguida por *G. platei* que está presente en cinco cuencas, y *G. maculatus*, *A. zebra* y *O. mykiss*, presentes en cuatro hoyas hidrográficas. Las cuencas hidrográficas del río Pascua, CBP y PCXR obtuvieron la menor presencia de especies.

Sobre la base de la abundancia íctica fue posible determinar que las cuencas que poseen mayor porcentaje de abundancia de especies nativas, corresponden a CPA, CABCM y PCXR, a diferencia de las cuencas del río Baker, Aysén y CBP que poseen un mayor porcentaje de abundancia de especies introducidas. Cabe destacar que las cuencas que poseen las mayores diferencias en la

composición de grupos de especies corresponden a la del río Baker (+ peces introducidos) y CABCM (+ peces nativos) (Figura 37, Tabla 18)

Al analizar en qué tipo de sistema (lacustre o fluvial) es más frecuente encontrar a las especies nativas, Piedra (2006) obtuvo que la mayoría de ellas son más frecuentes en lagos que en ríos, a excepción de *Hatcheria*. Por su parte, *O. hatcheri* sólo está presente en sistemas lénticos (Figura 40)

**Tabla 18.** Presencia (x) y riqueza de especies (S) por cuencas hidrográficas de la Región de Aysén

Cuencas	Especies															S
	Nativas								Introducidas							
	G.p	G.m	A.z	H.m	P.t	E.m	G.a	O.h	S.t	O.m	O.t	O.ma	O.k	O.n	S.s	
PCXR	x	x							x							3
CPA	x	x	x			x			x		x					6
Aysén	x	x	x	x			x		x	x	x		x	x		<b>10</b>
Baker	x			x	x			x	x	x		x			x	<b>8</b>
CABCM	x	x	x			x			x	x						6
CBP			x						x	x						3
Pascua					x				x							2
Presencia total sp./cuenca	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	

Fuente: Piedra (2006)

En esta tabla, se destacan los valores más altos de riqueza específica (en negrita). Los datos aquí representados incluyen los datos de presencia/ausencia de Soto *et al.* (2006).

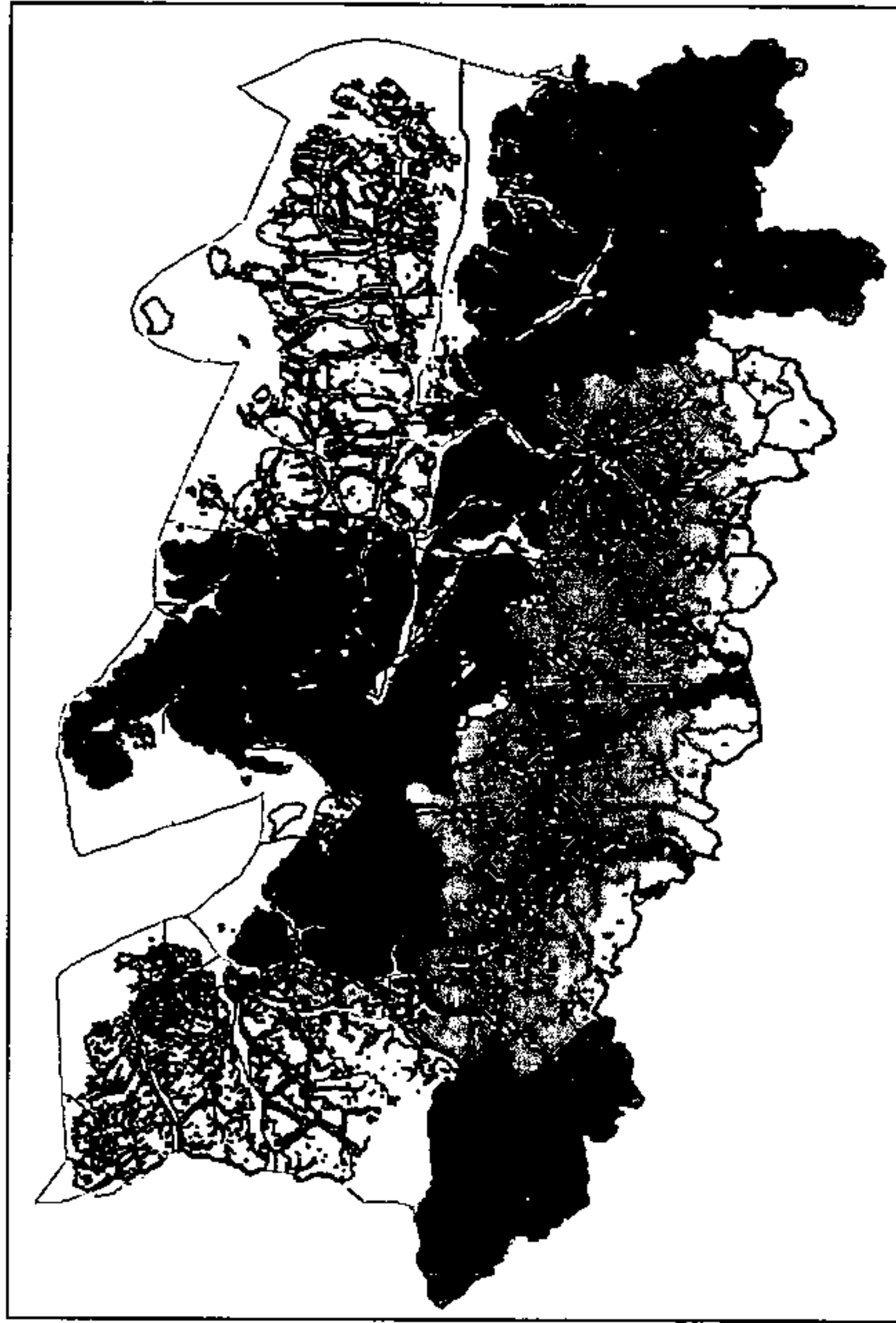
**Tabla 19.** Porcentajes de abundancias por grupo de especies nativas e introducidas, presentes en cada una de las cuencas de la región.

Cuencas	Nativas	Introducidas
PCXR	<b>83%</b> (33)	18% (7)
CPA	<b>76%</b> (308)	24% (95)
Aysén	34% (347)	<b>67%</b> (705)
Baker	18% (95)	<b>87%</b> (453)
CABCM	<b>91%</b> (106)	9% (11)
CBP	43% (6)	<b>57%</b> (8)
Pascua	<b>53%</b> (8)	47% (9)

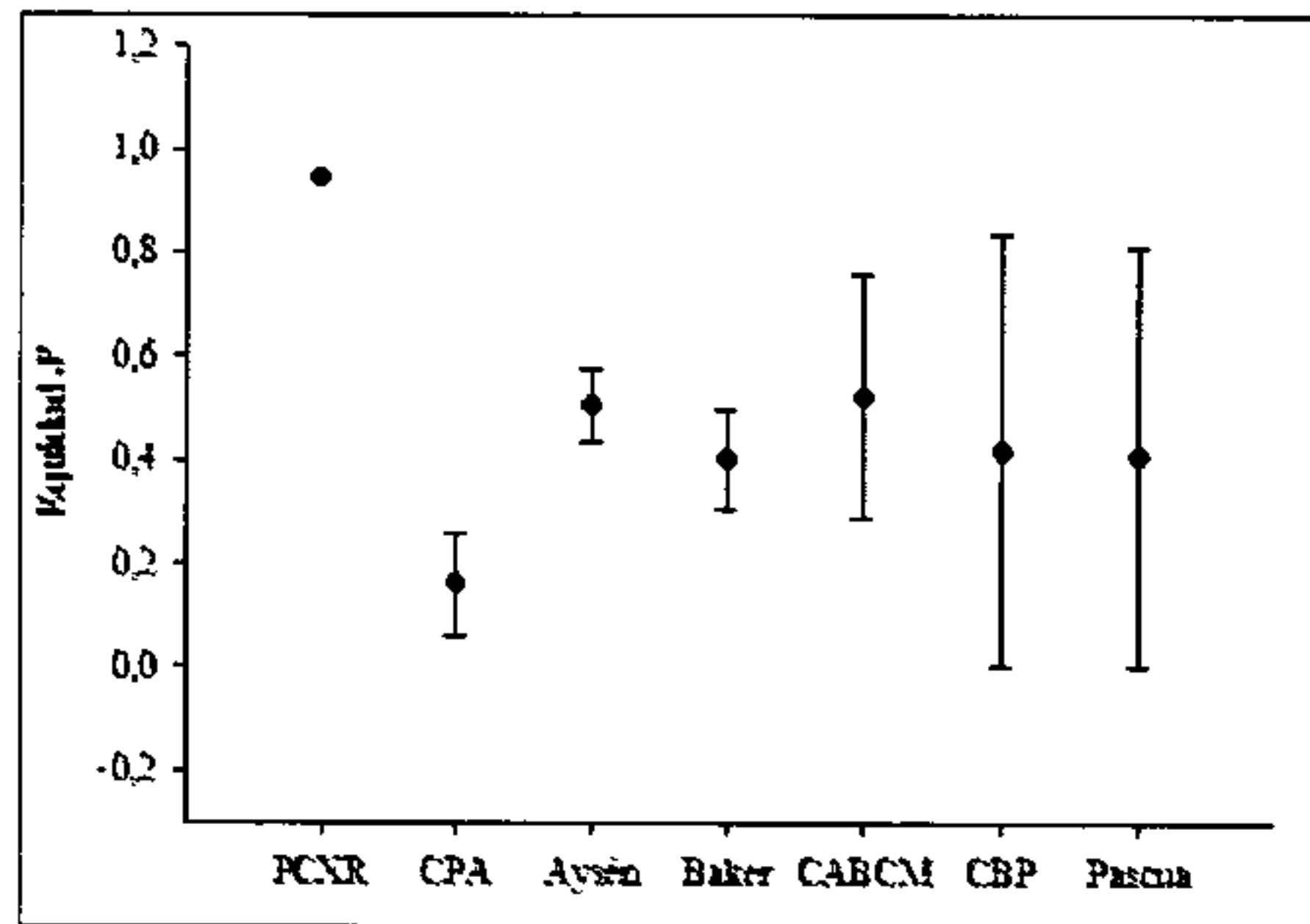
Fuente: Piedra (2006)

En esta tabla los valores entre paréntesis corresponden al número total de individuos por grupo de especies. Los porcentajes en negrita corresponden a los mayores porcentajes de abundancia de especies nativas. Los datos aquí presentados no incluyen la información de Soto *et al.* 2006 por estar en presencia/ausencia.





**Figura 37.** Mapa cuencas según grupo íctico dominante. En violeta cuencas con mayor abundancia de peces nativos, y en verde cuencas con mayor abundancia de peces introducidos.



**Figura 38.** Índice de Equidad por cuencas hidrográficas dispuestas en orden norte-sur.

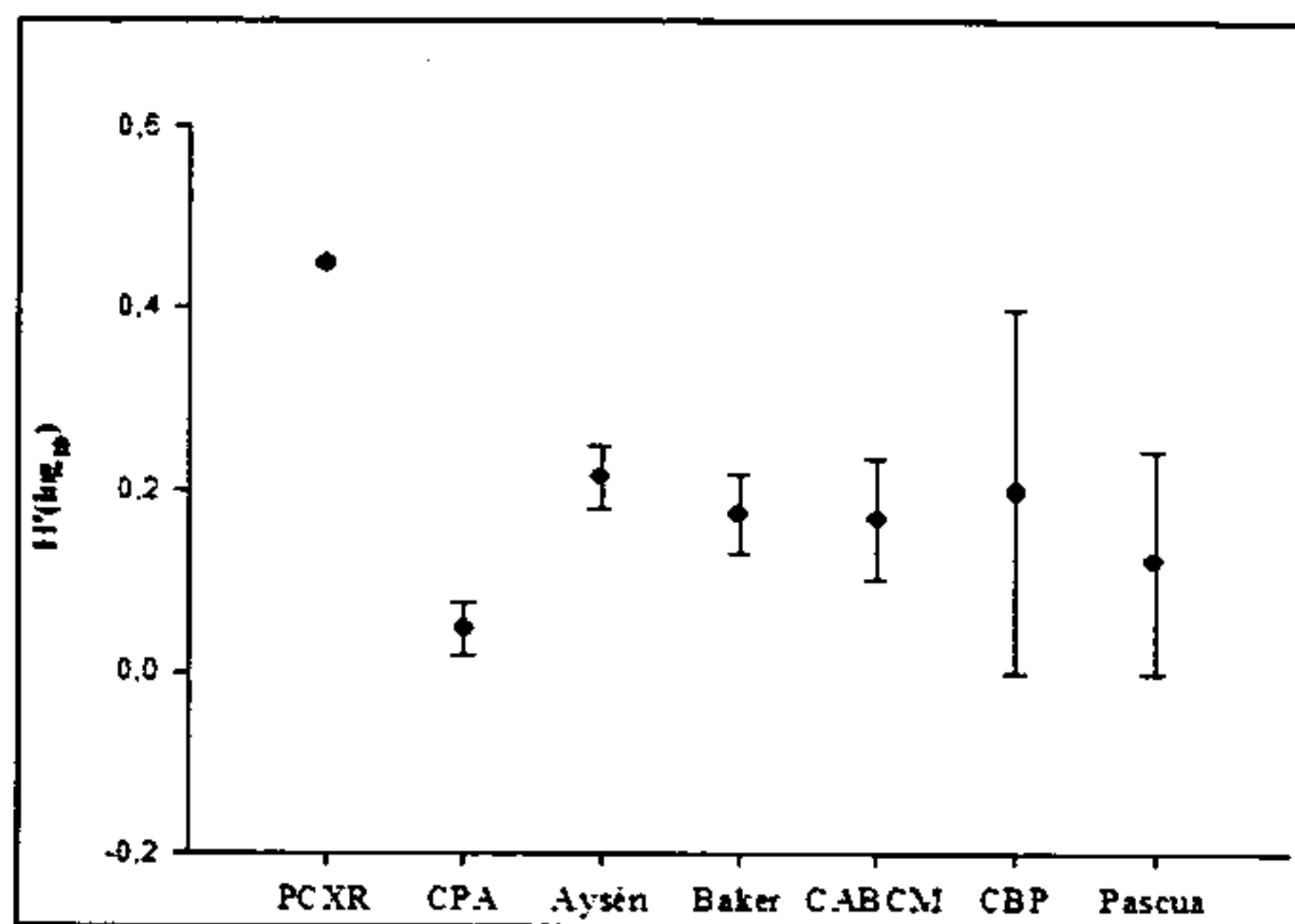


Figura 39. Índice de diversidad de Shannon ( $H'_{(log10)}$ ) por cuencas hidrográficas dispuestas en orden norte-sur.

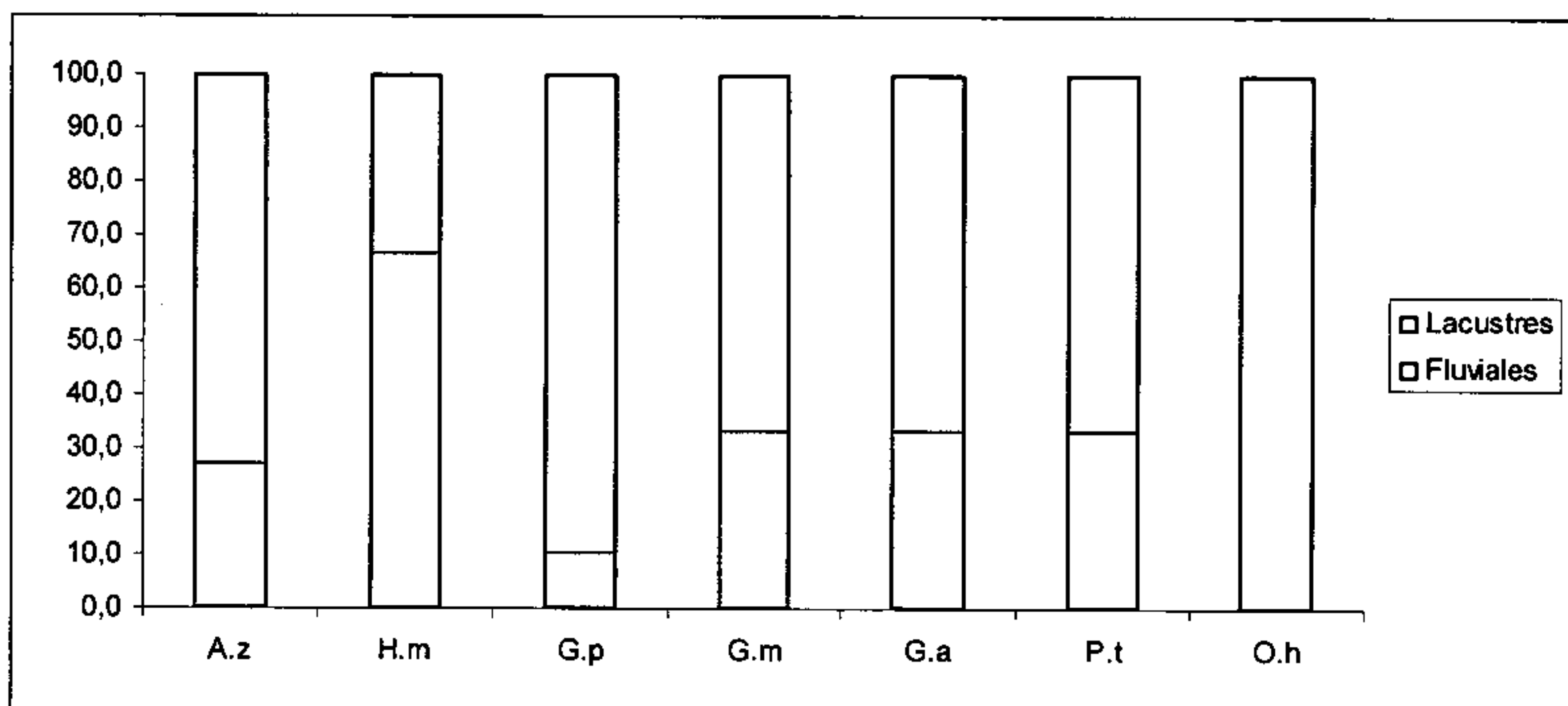


Figura 40. Ocurrencia de especies nativas por tipo de sistema.

En el informe del Chilean Fisheries Workshop (2003) se muestran algunos problemas y debilidades en la política de manejo de especies exóticas e introducidas en Chile. Por ejemplo, la carencia de un diagnóstico de acuerdos con las políticas existentes. En este informe también se da cuenta de las necesidades de la toma de decisiones a tiempo, con criterios claros, evaluación de impactos y también de la falta de información acerca de la efectividad y la conformidad de las políticas y regulaciones.

### 3.1.1 Pesca Deportiva

#### Potencial de pesca

El Ministerio de Bienes Nacionales (MBN), interesado en conocer el potencial turístico asociado a la pesca deportiva presente en predios fiscales que engloban diversos sistemas hídricos en la Región de Aysén, realizó un informe denominada "Evaluación potencial de pesca y capacidad de

carga de poblaciones de peces de interés para la pesca deportiva, en propiedades fiscales ribereñas en lagos y ríos de la XI Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo” el año 2004 (MBN, 2004).

Según el estudio del MBN (2004), la región de Aysén presenta excelentes condiciones para la práctica del turismo de intereses especiales, tales como el ecoturismo o turismo aventura. En esta categoría, en la cual se requiere de un predominio de condiciones naturales, queda englobada la pesca deportiva. Como subcategoría dentro de la pesca deportiva se encuentra la “pesca con mosca”, actividad recreativa exclusiva y practicada por un número cada vez mayor de exponentes. En la actualidad, un río cristalino, con truchas, rodeado por bosques y con baja presencia antrópica, es sin duda un bien altamente cotizado. Estos atributos constituyen los principales requerimientos del pescador de mosca, los que coinciden plenamente con los del turista recreativo. El número de turistas nacionales y extranjeros crece cada vez más y la región de Aysén se ha transformado en un destino de alta calidad para ellos.

El estudio del MBN (2004) concluye que el aprovechamiento de las condiciones que presenta la región de Aysén para el desarrollo del turismo asociado a la práctica de la pesca deportiva, se transforma en un desafío interesante para que un trabajo conjunto entre privados y gobierno sea el origen de un inmejorable polo de crecimiento local y regional. Para lograr este propósito se realizó una prospección a: el lago Cisnes, lago El Encadenado, río Bravo, río Año Nuevo, río Borgues, laguna Caiquenes, laguna Los Patos, laguna Tortel, laguna Pullín, río Ñadis, lago Cochrane, lago Ñadis y laguna Escondida, ubicados en la provincia de Capitán Prat y Coyhaique, XI Región, con la finalidad de determinar el potencial “pesquero-deportivo” de estos sistemas. La estimación del potencial “pesquero-deportivo” se basó en el análisis de sus poblaciones de peces, características de los hábitats y condiciones de acceso.

De los resultados obtenidos por el estudio del MBN (2004) se realizó una evaluación de la aptitud de los sitios para pesca deportiva, estableciéndose para cada uno de sitios evaluados en Diciembre 2004 y Abril 2005, la siguiente clasificación en función de su aptitud para la pesca deportiva:

**1.- Sistemas de aguas transparentes con excelente pesca de salmónidos:**

- Lago Cisnes
- Laguna Encadenada
- Lago Cochrane

Los sitios pertenecientes este grupo requieren una infraestructura adecuada y la conservación del estado prístino en que se encuentran, para desarrollar una operación turística asociada a la pesca deportiva.

**2.- Sistemas de régimen esencialmente glacial con pesca dificultosa o inexistente por turbiedad de las aguas:**

- Río Bravo
- Río Año Nuevo
- Río Bórquez
- Río Ñadis

Este tipo de sitios presenta una característica común entre los sistemas hídricos patagónicos, que corresponde a la alta turbiedad de sus aguas producto del transporte de sedimento glacial. La

pesca deportiva utiliza señuelos que atraen al pez de forma visual, por lo tanto, si la calidad visual de las aguas es mala, así también lo será la pesca.

### **3.- Lagos y lagunas de aguas claras o transparentes con peces nativos:**

- Laguna Tortel
- Laguna Pullín
- Lago Pescado
- Laguna Escondida

Los sitios presentan dentro de la comunidad íctica sólo especies nativas, que no tienen gran aptitud para la pesca deportiva. Lo anterior permite establecer la necesidad de conservar aquellos sistemas hídricos libres de depredadores como los salmonídeos.

### **4.- Lagunas sin peces, con condiciones para la introducción de salmónidos:**

- Laguna Caiquenes
- Laguna Los Patos

Los sitios pertenecientes este grupo presentan aguas transparentes, frías y desprovistas de peces autóctonos, características que las hacen aptas para la introducción de salmónidos. Sin embargo, la calidad del agua en términos de los valores de pH con tendencia ácida, limitan el desarrollo de los peces.

### **Principales especies objetivo de la pesca deportiva en la XI región**

Como resultado de la aplicación de encuestas de preferencia en los centros de venta de licencias de pesca deportiva, y de encuestas de esfuerzo y captura a operadores de pesca deportiva, el FIP (2002) (Fondo de investigación pesquera) identificó seis especies de salmónidos de importancia para la pesca deportiva en Aysén; dos especies principales: trucha café *Salmo trutta*, y trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*; y cuatro especies secundarias: salmón Chinook *O. tshawytscha*, salmón del Atlántico *S. Salar*, salmón Sakura *O. masou* y salmón Coho *O. kisutch*. Los ríos que concentraron las mayores preferencias fueron el Simpson y el Ñirehuao, mientras que los lagos de mayor importancia fueron Las Torres y General Carrera.

El estudio de FIP (2002), se centra principalmente en el ciclo de reproducción de estas especies, donde producto de muestreos directos en las cuencas de los ríos Cisnes, Aysén y Baker FIP (2002) se identificó los siguientes períodos de desove: Enero-Febrero, salmón Chinook; Marzo-Abril, salmón Coho; Mayo-Junio, salmón Sakura; Mayo-Octubre, trucha café; Agosto-Noviembre, trucha arco iris. De esta manera, se observa un desfase entre el calendario vigente de vedas y la estacionalidad actual del ciclo reproductivo de las dos especies principales para la pesca deportiva en el área, especialmente al sur del Lago Las Torres. Los estudios de fecundidad relativa hechos por FIP (2002) indican importantes diferencias entre truchas y salmones, con valores cercanos a 2 ovas/g en las primeras y valores entre 1 y 1.3 ovas/g en los segundos. La fecundidad absoluta tendió a aumentar a una tasa decreciente y similar en ambas especies de truchas, lo que se tradujo en una progresiva disminución de la fecundidad relativa a lo largo del rango de tallas y pesos individuales. El peso total y el índice gonadosomático fueron (en conjunto) los mejores predictores, tanto de la fecundidad absoluta como relativa. Las tallas medias de primera madurez alcanzaron, en promedio a los 32, 33, 60, 66 y 89 cm en trucha café, trucha arco iris, salmón Sakura, salmón Coho y salmón Chinook, respectivamente.

### 3.2 Macroinvertebrados Bénticos

En CONAMA (2002) y en el Estudio Limnológico Lago General Carrera, se muestra la biodiversidad de especies de macroinvertebrados bénticos en la zona de las bahías, ríos y esteros del lago General Carrera. Según CONAMA (2002) las estaciones muestreadas presentaron una baja diversidad de especies, la que no superó las ocho especies por estación (Tablas 20 y 21). Más aún, no se observó especie alguna en las muestras obtenidas en Chile Chico, Río Jeinimeni, Estero Las Chacras y El Desagüe.

De un total de ocho grupos taxonómicos identificados, *Tubifex sp.* fue la especie que alcanzó mayores densidades en Marzo 2001 (73.7 ind/m<sup>2</sup>), mientras que anélidos del orden Nematoda alcanzaron las mayores densidades absolutas (50 ind/ m<sup>2</sup>) en Agosto 2001. Las mayores densidades totales de macroinvertebrados bénticos fueron observadas en Agosto 2001, en las bahías de Guadal y Murta, con densidades promedio de 37.5 y 39.7 ind/ m<sup>2</sup>, respectivamente. El anélido *Tubifex sp.* fue la especie dominante con mayor frecuencia en las muestras analizadas durante Marzo 2001, incluyendo las bahías y tributarios de los sectores de Guadal, Murta y Tranquilo. *Hyalella sp.*, *Tubifex sp.* y larvas de la familia Chironomidae fueron los grupos que dominaron con mayor frecuencia las muestras de bentos obtenidas durante la campaña de invierno (Agosto 2001). Destacó en este último período la escasa abundancia de organismos bénticos en muestras obtenidas de los ríos y esteros estudiados.

**Tabla 20.** Abundancia relativa de especies macrobentónicas (% por bahía) observada en siete bahías del Lago General Carrera en Abril y Agosto 2001

campana	Grupo taxonómico	especie	Chile Chico	Fachinal	Guadal	Ibañez	Jara	Murta	Tranquilo	
Abril	Amphipoda	<i>Hyalella sp.</i>		21.9	0	0		16.7	0	
	Chironomidae			36.5	2.7	55.5		0	33.3	
	Ephemeroptera			0	0	0		16.7	0	
	Hirudinea			4.8	0	0		0	0	
	Nematoda			0	0	33.3		0	0	
	Ostracoda			0	0.5	0		0	0	
	Oligochaeta	<i>Tubifex sp.</i>		38.1	96.8	11.1		66.7	66.7	
Agosto	Amphipoda	<i>Hyalella sp.</i>			0.3			0	77.4	
	Bivalva	<i>Pistidium sp.</i>			0			7.3	0	
	Chironomidae	Sp 1				0.3			8.8	0
		Sp 2				0.6			1.6	0
		Sp 3				1.9			0.5	0
	Copepoda	<i>Boeckella sp.</i>			28.8			0	0	
	Gastropoda	Sp 1			0			0.3	0	
	Hirudinea	Sp 1			0			12.4	0	
	Nematoda	Sp 1			37.5			6.2	0	
	Oligochaeta	Sp 1			0.9			6.3	6.5	
	Plecoptera, Grypopterygidae	Sp 1			0			0	3.2	
	Trichoptera	Sp 1				0			1.8	0
		Sp 2				0			0	12.9

Fuente: CONAMA (2002)

**Tabla 21.** Abundancia relativa de especies macrobentónicas (% por estación) observada en ríos y esteros del Lago General Carrera en Abril y Agosto 2001

campana	Grupo taxonómico	Especie	El Baño	Los Sapos	Pasarela	Avilés	Ibañez	Jenimemi	Muerta	Tranquilo	
Marzo	Amphipoda	<i>Hyaella sp.</i>		1.8							
	Chironomidae			45.5			25.0		50.0	33.3	
	Ephemeroptera										
	Hirudinea										
	Nematoda						62.5				
	Ostracoda										
	Oligochaeta	Sp. 1		1.8							
	<i>Tubifex sp.</i>		50.9			12.5		50.0	66.6		
Agosto	Amphipoda	<i>Hyaella sp.</i>									
	Bivalva	<i>Piscidium sp.</i>									
	Chironomidae	Sp 1									
		Sp 2									
		Sp 3									
	Copepoda	<i>Boeckella sp.</i>									
	Gastropoda	Sp 1									
	Hirudinea	Sp 1									
	Nematoda	Sp 1									
	Oligochaeta	Sp 1									
Plecoptera, Grypopterygidae	Sp 1										
Trichoptera											

Fuente: CONAMA (2002)

**Tabla 22.** Abundancia promedio, e índices de diversidad, homogeneidad y dominancia en la comunidad macrobentónica de siete bahías del Lago General Carrera en Marzo y Agosto 2001.

Cuerpo de agua	Campaña	Abundancia (ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza específica	Índice diversidad	Homogeneidad	Dominancia	Taxa(s) dominante(s)
B. Chile Chico	Marzo		0				
	Agosto		0				
B. Fachinal	Marzo	8.3	4	0.89	0.40	0.60	<i>Hyaella sp.</i>
	Agosto		0				
B. Guadal	Marzo	31.5	3	0.56	0.18	0.82	<i>Tubifex sp.</i>
	Agosto	37.5	7	0.42	0.27	0.73	<i>Hyaella sp.</i>
B. Ibañez	Marzo	3.0	3	0.85	0.41	0.59	Chironomidae
	Agosto		0				
B. Jara	Marzo		0				
	Agosto		0				
B. Murta	Marzo	1.5	2	0.92	0.28	0.72	<i>Tubifex sp.</i>
	Agosto	39.7	8	0.68	0.49	0.41	Oligochaeta
B. Tranquilo	Marzo	1.5	2	0.92	0.28	0.72	<i>Tubifex sp.</i>
	Agosto	7.8	4	0.56	0.34	0.66	<i>Hyaella sp.</i>

Fuente: CONAMA (2002)

**Tabla 23.** Abundancia promedio, e índices de diversidad, homogeneidad y dominancia en la comunidad macrobentónica de ríos y esteros del Lago General Carrera en Abril y Agosto 2001

Cuerpo de agua	Campaña	Abundancia (ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza específica	Índice diversidad	Homogeneidad	Dominancia	Taxa(s) dominante(s)
E. Las Chacras	Marzo		0				
	Agosto		0				
E. Los Sapos	Marzo	13.8	4	0.61	0.37	0.63	<i>Tubifex sp.</i>
	Agosto		0				
La Pasarela	Marzo		0				
	Agosto		0				
R. Avilés	Marzo		0				
	Agosto		0				
R. Ibañez	Marzo	2.7	3	0.82	0.39	0.61	<i>Nematoda</i>
	Agosto		0				
R. Jenimeni	Marzo		0				
	Agosto		0				
R. Murta	Marzo	1.0	2	1.00	0.30	0.70	<i>Chironomidae, Tubifex sp.</i>
	Agosto		0				
R. Tranquilo	Marzo	1.5	2	0.92	0.28	0.72	<i>Tubifex sp.</i>
	Agosto		0				

Fuente: CONAMA (2002)

### 3.3 Zooplancton

Según CONAMA (2002), se observó una muy baja abundancia y reducida diversidad de grupos zooplanctónicos en la mayoría de las muestras, con un promedio general de 0.13 ind/l y valores extremos de 0.0003 y 0.57 ind/l, en los ríos Avilés e Ibañez y en la Bahía de Ibañez, respectivamente (Tablas 24 y 25). En CONAMA (2002) se muestra que la máxima riqueza específica fue observada en las bahías de Chile Chico y Fachinal, y alcanzó apenas a tres especies. En las bahías muestreadas sólo fueron observadas dos especies de copépodos del género *Boeckella* (*Boeckella sp.* y *Boeckella michaelsoni*) y una especie de cladóceros de la familia *Bosminidae*, probablemente *Eubosmina sp.* o *Neobosmina chilensis*.

Se observaron también nauplios de copépodos, más abundantes en los muestreos de invierno, probablemente relacionados con los adultos de las especies de *Boeckella* ya indicadas. En los tributarios muestrados (Tabla 25), la abundancia y diversidad fue aún más baja, con sólo dos especies identificadas: el copépodo *Boeckella michaelsoni* y el cladóceros *Chydorus sphaericus*. El género *Boeckella* constituyó la especie dominante en todas las muestras donde existieron recuentos positivos, con las excepciones de Fachinal e Ibañez en Marzo 2001 y del Río Avilés en Agosto 2002.

**Tabla 24.** Abundancia promedio, e índices de diversidad, homogeneidad y dominancia en la comunidad zooplanctónica de siete bahías del Lago General Carrera en Abril (Campaña 1) y Agosto 2001 (Campaña 2).

Bahía	Campaña	Abundancia ind/l	Riqueza específica	Índice diversidad	Índice homogeneidad	Índice Dominancia	Taxa dominante
Chile Chico	1	0.0832	2	0.14	0.47	0.53	<i>Boeckella sp.</i>
	2	0.4727	3	0.29	0.72	0.28	<i>Boeckella michaelsoni</i>
Fachinal	1	0.0082	2	0.30	1.00	0.00	<i>Eubosmina sp.</i>
	2	0.0213	3	0.17	0.48	0.52	<i>Boeckella michaelsoni</i>
Guadal	1		0				
	2	0.0080	2	0.08	0.26	0.74	Copepoda (nauplius)
Ibáñez	1	0.0052	1	0.00	0.00	1.00	<i>Eubosmina sp.</i>
	2	0.5734	2	0.26	0.87	0.13	<i>Boeckella michaelsoni</i>
Jara	1	0.0829	2	0.10	0.34	0.66	<i>Boeckella sp.</i>
	2	0.0613	1	0.00	0.00	1.00	<i>Boeckella michaelsoni</i>
Murta	1	0.0231	2	0.22	0.72	0.28	<i>Boeckella sp.</i>
	2	0.0286	1	0.00	0.00	1.00	<i>Boeckella michaelsoni</i>
Tranquilo	1	0.0104	2	0.30	1.00	0.00	<i>Boeckella sp.</i> , <i>Eubosmina sp.</i>
	2	0.0282	1	0.00	0.00	1.00	<i>Boeckella michaelsoni</i>

Fuente: CONAMA (2002)

**Tabla 25.** Abundancia promedio, e índices de diversidad, homogeneidad y dominancia en la comunidad zooplanctónica de esteros y ríos del Lago General Carrera en Abril y Agosto 2001.

Bahía	Campaña	Abundancia ind/l	Riqueza específica	Índice diversidad	Índice homogeneidad	Índice dominancia	Taxa dominante
El Baño	1		0				
	2		0				
Los Sapos	1		0				
	2		0				
Pasarela	1	0.4605	1	0.00	0.00	1.00	<i>Boeckella michaelsoni</i>
	2	0.0318	1	0.00	0.00	1.00	Copepoda (nauplius)
Avilés	1		0				
	2	0.0003	1	0.00	0.00	1.00	<i>Chydorus sphaericus</i>
Ibáñez	1		0				
	2	0.0003	1	0.00	0.00	1.00	Copepoda (nauplius)
Jeninimani	1		0				
	2		0				
Murta	1		0				
	2	0.0002	1	0.00	0.00	1.00	<i>Boeckella michaelsoni</i>
Tranquilo	1		0				
	2	0.0003	1	0.00	0.00	1.00	<i>Boeckella michaelsoni</i>

Fuente: CONAMA (2002)

La Compañía Minera Cerro Bayo (2006), en el informe de la línea base flora y fauna acuática para la zona de Chile Chico encontró que durante la campaña de Junio de 2005 se detectaron 31 especies, mientras que durante Febrero de 2006 hubo un total de 75 especies, indicando alta variación temporal de riqueza en el ensamble de diatomeas bentónicas. Cerro Bayo también encontró similar número de taxa entre lagunas y estero durante Junio de 2006 mientras que en Febrero detectó un mayor número de taxa en los esteros respecto de las lagunas. Finalmente,



Cerro Bayo destaca que las composiciones diatomológicas no muestran diferencias entre lagunas y entre esteros. En el mismo informe, Cerro Bayo (2006) muestra que las colectas de zooplancton en las lagunas y esteros en Chile Chico durante Junio de 2005 permitieron describir un total de nueve taxa en ambientes lóticos de tipo estero y 15 taxa en los ambientes de tipo laguna. Estos valores aumentaron durante el periodo de Febrero de 2006, ya que se detectó 18 taxa en ambientes de tipo esteros y 24 taxa en los ambientes de tipo laguna. También, se encontró que la abundancia promedio estimada fue más alta en las estaciones localizadas en lagunas que aquellas localizadas en esteros, en ambos periodos de estudio.

### 3.4 Diversidad de Especies

Según SAG (1999), los vertebrados terrestres potencialmente observables en la zona de estudio (según la revisión bibliográfica) suman 261 especies (Tabla 26). De ellas, el grupo predominante son las aves, con 190 especies, lo que representa un 72,8% del total; le siguen los mamíferos, con 50 especies (19,2%), los anfibios, con 14 especies (5,4%) y los reptiles, con sólo siete especies, lo que representa el 2,7% del total (Tabla 26).

**Tabla 26.** Total de especies de vertebrados terrestres posibles de encontrar en la XI Región de Aysén

Clase	Número total (% del total)	Número de especies endémicas	Número de especies introducidas	Número de especies con problemas de conservación
Anfibios	14 (5.4)	9	0	14
Reptiles	7 (2.7)	1	0	3
Aves	190 (72.8)	1	4	28
Mamíferos	50 (19.2)	5	8	25
<b>Total</b>	<b>261</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>70</b>

Fuente: SAG (1999)

#### 3.4.1. Especies Endémicas

En el estudio de SAG (1999) se muestra que en cuanto a las especies estrictamente endémicas de Chile, en la zona de estudio se encontrarían 16 especies (cinco mamíferos, un ave, un reptil y nueve anfibios (Tabla 26), lo que representa un 6,1% de las especies posibles de encontrar en el área. De éstas, el grupo más importante de destacar es el de los anfibios, con nueve especies, lo que representa un 56,3% del total de especies endémicas y un 64,3% del total de anfibios de la zona (Tabla 26). Los mamíferos, con cinco especies, representan un 31,3% del total de endemismo Regional y un 10% del total de mamíferos posibles de encontrar en la Región (Tabla 26). Finalmente, se encuentra un reptil endémico (6,3% del total de especies endémicas; 14,3% del total de reptiles de la Región) y sólo una especie de ave (6,3% del total de endemismos, y 0,5% del total de aves (Tabla 26).

### 3.4.2. Especies con Problemas de Conservación

Según SAG (1999), de las especies encontradas en la XI Región, un 26,8% (70 especies) presentan problemas de conservación a nivel nacional (incluyendo la categoría "Fuera de Peligro"), con 25 mamíferos, 28 aves, tres reptiles y 14 anfibios (Tabla 26). Del total de 70 especies, ocho se encuentran en peligro, 21 vulnerables, 15 raras, 18 inadecuadamente conocidas, dos fuera de peligro y seis no definidas (Tabla 27).

En cuanto a las especies con problemas de conservación a nivel regional, se encuentran 59 especies, con 21 mamíferos, 24 aves, dos reptiles y 12 anfibios (Tabla 27). De este total, siete se encuentran en peligro, 14 vulnerables, 11 raras, 17 inadecuadamente conocidas, tres fuera de peligro y siete no definidas (Tabla 27).

**Tabla 27.** Estado de conservación nacional y regional de los vertebrados terrestres presentes en la XI Región de Aysén

Clase	Estado de conservación nacional							Estado de conservación regional						
	P	V	R	I	X	F	Total	P	V	R	I	X	F	Total
Anfibios	-	3	1	4	6	-	14	-	1	1	3	7	-	12
Reptiles	-	-	1	2	-	-	3	-	-	-	2	-	-	2
Aves	2	11	8	7	-	-	28	2	5	8	7	-	2	24
Mamíferos	6	7	5	5	-	2	25	5	8	2	5	-	1	21
<b>Total Vertebrados</b>	<b>8</b>	<b>21</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>70</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>59</b>

P = En peligro, V = Vulnerable, R = Rara, I = Inadecuadamente conocida, X = No definido, F = Fuera de peligro. Fuente: SAG (1999)

### 3.4.3. Especies Restringidas

Otro grupo importante de destacar dentro de las especies encontradas, es el de aquellas especies que, aunque no son necesariamente endémicas de Chile, tienen como límite de distribución geográfica justamente la XI Región. En la zona de estudio encontramos 56 especies cuyo límite de distribución es la XI Región (Tabla 28; 21,4% del total encontrado). De éstas, 12 son anfibios, siete reptiles, 23 aves y 14 mamíferos (Tabla 28). Del total de 56 especies, cinco especies tienen una distribución geográfica restringida sólo a la XI Región (cuatro reptiles y un ave, Tabla 28). Treinta y siete especies tienen como límite sur de distribución geográfica la Región de Aysén (12 anfibios, 20 aves y cinco mamíferos, Tabla 28) y 14 especies tienen la XI Región como límite norte de distribución (tres reptiles, dos aves y nueve mamíferos, Tabla 28).

**Tabla 28.** Número de especies de vertebrados terrestres con distribución restringida a la XI Región y que tienen la XI Región como límite sur y límite norte de distribución

Clase	Restringida XI Región	Límite Sur de distribución	Límite Norte de distribución	Total de especies por clase
Anfibios	-	12	-	12
Reptiles	4	-	3	7
Aves	1	20	2	23
Mamíferos	-	5	9	14
<b>Total Vertebrados</b>	<b>5</b>	<b>37</b>	<b>14</b>	<b>56</b>

Fuente: SAG (1999)

#### 3.4.4. Especies Introducidas

En la XI Región se encuentran al menos 12 especies de vertebrados introducidos, lo que representa el 4,6% de las especies presentes en el área (Tabla 26). De ellas, cuatro son aves (2,1% del total de aves) y ocho son mamíferos (16% del total de mamíferos, Tabla 26). Además de estas 12 especies exóticas introducidas, es necesario destacar una especie de anfibio que, siendo nativa, ha sido introducida en la XI Región, y corresponde a la Rana Grande Chilena (*Caudiverbera caudiverbera*). Por otra parte, cabe mencionar la presencia de otras cuatro especies de mamíferos, que corresponden a especies domesticadas, que eventualmente se han asilvestrado en algunas áreas de la XI Región (Aldridge & Alvear 1987). Estas son: los gatos (*Felis domesticus*), caballos (*Equus caballus*), vacas (*Bos taurus*) y cabras (*Capra hircus*). Considerando estas especies, el total de especies introducidas en la XI Región alcanzaría a 17 especies.

### 3.5 Diversidad y Abundancia de Anfibios

Díaz-Páez et al (2002) realizaron prospecciones sistemáticas entre el 23 de Enero al 9 de Febrero de 1999 en tres sitios situados en los bordes este, sur y oeste de la Laguna San Rafael, ubicada al interior del parque del mismo nombre. Los sitios son:

- Sitio del Glaciar o Kod Kod (orilla oriental)
- Sitio de San Quintín (orilla sur)
- Sitio del Canal (orilla occidental)

El muestreo realizado por Díaz-Páez et al (2002) fue de 4 a 6 días por sitio. En este estudio los ejemplares fueron capturados mediante cinco métodos descritos en Griffiths (1985) y Heyer et al (1994) En este estudio utilizando los métodos de "pitfall", búsqueda de refugio y VES, se capturaron 487 anfibios que representan seis especies: *Batrachyla antartandica*, *Batrachyla taeniata*, *Batrachyla nibaldoi*, *Hylorina sylvatica*, *Eupsophus calcaratus* y *Bufo variegatus* (Tabla 29).

En forma adicional, se registró la presencia simpátrica de *B. taeniata* y *B. nibaldoi*, lo que requiere de mayores estudios debido a la difícil separación taxonómica de ambas especies, por cuanto *B. nibaldoi* concordaría con la descripción fenotípica realizada por Cei (1962) para los especímenes de *B. taeniata*, que habitan en la provincia de Aysén (obs. pers.). Adicionalmente, el análisis

acústico de las vocalizaciones de *B. nivaldoi* no permite diferenciarla de *B. taeniata*, hecho que pone en duda la validez taxonómica de dicha especie (Díaz-Páez & Ortiz, sometido).

**Tabla 29.** Abundancias relativas de anfibios capturados en el Parque Nacional Laguna San Rafael (Abundancias se reportan como número de capturas por hora de estudio en cada tipo de ambiente)

DÍAS/HORAS BÚSQUEDA	TRAMPAS DE CAÍDA			BÚSQUEDA DE REFUGIO - VES		
	CANAL	GLACIAR	SAN QUINTIN	CANAL	GLACIAR	SAN QUINTIN
<b>ANFIBIOS</b>	120	100	-	48	40	24
Leptodactylidae						
<i>B. antartandica</i>	2.33	19.53	-	0.60	0.80	0.08
<i>B. nivaldoi</i>	2.33	8.37	-	0.08	0.55	-
<i>B. taeniata</i>	-	19.53	-	0.15	0.45	0.04
<i>E. calcaratus</i>	11.63	2.79	-	0.83	0.13	0.13
<i>H. sylvatica</i>	-	-	-	-	-	0.13
Bufonidae						
<i>B. variegatus</i>	11.63	-	-	1.73	-	-

Fuente: Díaz-Páez et al (2002)

Según Díaz-Páez et al (2002), la captura de renacuajos y/o juveniles de *B. taeniata* y *B. antartandica* permite inferir episodios reproductivos de estas especies producidos durante 1998-1999 en el sitio del Glaciar. Asimismo, la captura de especímenes en metamorfosis y/o juveniles de *B. variegatus*, *E. calcaratus* y *B. antartandica* indica para todos ellos, un éxito reproductivo en años recientes en el sitio del Canal. Sus resultados muestran que las especies tienen diferencias de hábitats; *B. taeniata* y *B. nivaldoi* abundan en los hábitats de matorral seco y bosques húmedos caracterizados por la abundancia de musgos ( $r = 0,89$ ;  $P < 0,01$ ), condición que se da preferentemente en el área del Glaciar. Estos resultados sugieren que estas especies son más tolerantes a condiciones secas que *B. antartandica*, siendo capaz de explotar mejor los hábitats en donde ellas se encuentran. *B. variegatus* se asocia a las áreas de turberas con abundancia de troncos muertos ( $r = 0,85$ ;  $P < 0,05$ ) los que son utilizados como refugios; mientras que *B. antartandica* y *E. calcaratus* habitan el bosque húmedo asociados a numerosos cuerpos de agua semi permanentes, sin que se detecten diferencias entre las áreas estudiadas ( $P > 0,05$ ). Respecto a *H. sylvatica* es impreciso dar antecedentes acerca de su preferencia de hábitat debido a la baja tasa de capturas.

Se observa una considerable variación en la abundancia y formación de ensambles (Tabla 30). En el sitio del Glaciar abundan *B. antartandica* y *B. taeniata*, mientras que en el sitio del Canal son *B. variegatus* y *E. calcaratus* las especies más frecuentemente capturadas (Tabla 30). Los sitios de San Quintín y del Glaciar poseen una mayor similitud de taxa, mientras que el Canal se muestra como un área distante, no sólo geográficamente, sino que por la constitución de su batracofauna, en donde existe predominancia de la especie *B. variegatus* (Tabla 30). La mayor diversidad de anfibios se encuentra en el sitio de San Quintín ( $H' = 1,31$ ;  $J' = 0,95$ ), con la presencia particular de *H. sylvatica*, ausente en las otras áreas de estudio. Sin embargo, debido a la baja tasa de capturas (Tabla 30) resulta imposible estimar tamaños poblacionales para la batracofauna de San Quintín. (Más detalles de  $H'$  y  $J'$  en el artículo original).

El sitio del Glaciar presenta una alta diversidad, pero con una equitabilidad menor que en San Quintín ( $H' = 1,24$ ;  $J' = 0.89$ ). En este sitio se observa la presencia de cuatro especies anfibias, en donde claramente dominan las poblaciones de *B. antartandica* y *B. nivaldoi* (Tabla 30). La menor diversidad se encuentra en el sitio del Canal (2) ( $H' = 1,23$ ;  $J' = 0.76$ ) debido fundamentalmente a la dominancia de *Bufo variegatus*, especie para la cual se ha estimado una gran población presente en esta área (Tabla 30).

**Tabla 30.** Tamaños poblacionales estimados para cada una de las especies presentes en las áreas de estudio.

AREA	<i>Batrachyla antartandica</i>	<i>Batrachyla nivaldoi</i>	<i>Batrachyla taeniata</i>	<i>Eupsophus calcaratus</i>	<i>Bufo variegatus</i>
Glaciar	439	309	187	14	-
Canal	258	7	29	270	668

Fuente: Díaz-Páez et al (2002)

### 3.6 Reptiles

Según SAG (1999), las siete especies de reptiles posibles de encontrar son del Orden Squamata, y la Familia Iguanidae, con siete especies de lagartijas y lagartos. Del total de especies, sólo uno (14,3%) es endémica de Chile y corresponde a *Liolaemus fitzingeri*. Tres especies de reptiles (42,8%), presentan problemas de conservación en el nivel nacional, siendo catalogadas dos como inadecuadamente conocidas, y una rara (Tabla 27). A nivel regional, dos especies se encuentran en la categoría inadecuadamente conocidas. En la XI Región no existen reptiles introducidos.

Finalmente, en cuanto a la distribución geográfica, este grupo presenta cuatro especies restringidas exclusivamente a la XI Región y otras tres especies cuyo límite norte de distribución geográfica es la XI Región (Tabla 28). El rango altitudinal utilizado por los reptiles varía desde 0 hasta 1.000 msnm.

### 3.7 Aves

SAG (1999) muestra que en la XI Región de Aysén debieran encontrarse al menos 190 especies de aves, pertenecientes a 21 órdenes, distribuidos en 44 Familias. Los órdenes más importantes numéricamente son los Passeriformes (52 especies), Charadriiformes (36 especies), Anseriformes (21 especies), Procellariiformes (17 especies) y Falconiformes (15 especies). En contraste, los órdenes con menor nivel de representación son: Rheiformes, Sphenisciformes, Phoenicopteriformes, Caprimulgiformes y Coraciiformes, con sólo una especie cada uno.

Según SAG (1999) de las 190 especies, sólo 1 es estrictamente endémica de Chile, lo que representa un 0,5% y corresponde al Choroy (*Enicognathus leptorhynchus* (Araya et al 1995; Araya & Bernal 1995). Esta ave no está presente en los registros de las Áreas Silvestres Protegidas de la XI Región. En cuanto a las especies introducidas, se encuentran cuatro especies, y son: la Paloma (*Columba livia*), el Gorrión (*Passer domesticus*), la Codorniz (*Callipepla californica*) y el Faisán (*Phasianus colchicus*). De esta última especie se introdujeron en el año 1997 alrededor de 2.000 ejemplares en la Provincia de Coyhaique y en la zona de Mallín Grande.

Las especies de aves con problemas de conservación en el nivel nacional son 28, correspondiendo a un 14,7% del total de aves de la Región. De éstas, dos especies se encuentran en peligro, 11 vulnerables, ocho raras y seis inadecuadamente conocidas (Tabla 27). En cuanto al estado de conservación en la región, se encuentran 24 especies, de las cuales dos están en la categoría en peligro (el Ñandú y el Cisne coscoroba), cinco son vulnerables (el Flamenco chileno, el Cisne de cuello negro, la Becacina, la Torcaza y el Carpintero Negro), ocho son raras, siete inadecuadamente conocidas y dos fuera de peligro (Tabla 27).

En relación con los límites de distribución geográfica, existe 1 especie restringida sólo a la XI Región, la perdiz copetona (*Eudromia elegans*), 20 especies con límite sur y dos especies con límite norte de distribución geográfica correspondiente a la XI Región (Tabla 28).

El estudio del SAG (1999) destaca en este grupo el caso de 31 especies de aves casi exclusivamente costeras, además de 18 migratorias, que debieran encontrarse de preferencia en el verano en la zona. En conjunto, existen siete especies que son migratorias y de ambientes costeros simultáneamente.

### 3.8 Mamíferos

En el informe de SAG (1999), se encuentra que cincuenta especies de mamíferos pueden encontrarse en la XI Región, las cuales se agrupan en seis órdenes y 16 familias. Los órdenes son: Edentata (dos especies), Rodentia (23 especies), Chiroptera (seis especies), Carnivora (12 especies), Artiodactyla (cinco especies) y Lagomorpha (dos especies). Los mamíferos endémicos de Chile son cinco especies, representando el 10% del total para la XI Región. Ellas son: *Chelemys megalonyx*, *Geoxus valdivianus*, *Phyllotis darwini*, *Ctenomys coyhaiquensis* y probablemente *Ctenomys magellanicus*.

En relación a las especies introducidas, en el área se encuentran ocho especies, y son: la laucha (*Mus musculus*), la Rata negra (*Rattus rattus*), el Guarén (*Rattus norvegicus*), el Visón (*Mustela vison*), el Ciervo Rojo (*Cervus elaphus*), el Jabalí (*Sus scrofa*), la Liebre (*Lepus capensis*) y el Conejo (*Oryctolagus cuniculus*). Estas especies corresponden a un 16% de los mamíferos de la Región. SAG (1999) agrega otras cuatro especies de mamíferos domésticos, que se reportan como asilvestrados en algunas zonas (gatos, caballos, vacas y cabras, Aldridge & Alvear 1987).

El 50% del total de mamíferos (25 especies), presentan problemas de conservación en el nivel nacional, con seis especies en peligro, siete vulnerables, seis raras, cinco inadecuadamente conocidas y dos fuera de peligro (Tabla 27). En la región, 21 especies presentan problemas de conservación, encontrándose cinco especies en peligro (el Tuco-tuco de Magallanes, el Gato de Geoffroy, el Gato Colo-colo, la Guiña y el Huemul), ocho vulnerables (el Piche, la Vizcacha, el Coipo, el Puma, el Quique, el Huillín, el Chungungo y el Guanaco), dos raras, cinco inadecuadamente conocidas y una fuera de peligro (Tabla 27). Existen cinco especies cuyo límite sur de distribución geográfica es la XI Región y nueve especies con límite norte de distribución dada por dicha Región (Tabla 28).

### 3.9 Fitoplancton

Según CONAMA (2002), en el Lago General Carrera existe una notable diversidad de especies de fitoplancton, con predominancia de diatomeas (Bacillariophyceae) en todas las bahías muestreadas (Tablas 31 -40) excepto Murta y Guadal, donde el grupo dominante fue el de las algas verde-azules (*Gomphosphaeria lacustris*). Las densidades de células fitoplanctónicas oscilaron entre las  $6.98 \times 10^6$  y las  $7.28 \times 10^8$  cel/l en Bahía Tranquilo y Bahía Jara. La concentración media de fitoplancton bajó de 10.920 a 6.460 cel/l entre Marzo y Agosto 2001, con una cierta reducción en la riqueza específica promedio, que bajó de 18 a 14 especies por muestra.

Los índices de dominancia fueron mayores en abril (0.55) que en agosto (0.36), indicando cambios estacionales significativos en la presencia relativa de las diversas especies. El fitoplancton tendió a ser más diverso (17 especies por muestra) y más denso (10.650 cel/l) en las bahías que en sus tributarios, donde alcanzó una riqueza promedio de 13 especies por muestra y una densidad promedio de 3.490 cel/ml.

**Tabla 31.** Abundancia promedio, e índices de diversidad, homogeneidad y dominancia en la comunidad fitoplanctónica de 7 bahías del Lago General Carrera en Abril y Agosto 2001.

Curso de agua	campana	Promedio cel/l	Indice diversidad	Riqueza específica	Homogeneidad	dominancia	Especie dominante
B. Chile Chico	Marzo	14,402	0.52	16	0.50	0.50	<i>Fragilaria crotonensis</i>
	Agosto	13,872	0.94	22	0.74	0.26	<i>Asterionella formosa</i>
B. Fachinal	Marzo	11,965	0.58	24	0.43	0.57	<i>Fragilaria crotonensis</i>
	Agosto	7,131	0.94	19	0.77	0.23	<i>Urosolenia eriensis</i>
B. Guadal	Marzo	3,969	0.56	14	0.48	0.52	<i>Gomphosphaeria lacustris</i>
	Agosto	4,056	0.77	20	0.60	0.40	<i>Urosolenia eriensis</i>
B. Ibáñez	Marzo	13,268	0.20	13	0.19	0.81	<i>Aulacoseira granulata</i>
	Agosto	14,462	0.27	15	0.26	0.74	<i>Aulacoseira granulata</i>
B. Jara	Marzo	16,231	0.51	25	0.38	0.62	<i>Fragilaria crotonensis</i>
	Agosto	7,339	0.86	19	0.69	0.31	<i>Urosolenia eriensis</i>
B. Murta	Marzo	11,864	0.84	24	0.62	0.38	<i>Urosolenia eriensis</i>
	Agosto	2,986	0.68	15	0.60	0.40	<i>Urosolenia eriensis</i>
B. Tranquilo	Marzo	21,040	0.56	20	0.45	0.55	<i>Gomphosphaeria lacustris</i>
	Agosto	8,664	0.82	17	0.70	0.30	<i>Urosolenia eriensis</i>

Fuente: CONAMA (2002)

**Tabla 32.** Abundancia promedio e índices de diversidad, homogeneidad y dominancia en la comunidad fitoplanctónica de ríos y esteros del Lago General Carrera en Abril y Agosto 2001.

Curso de agua	campana	Promedio cel/l	Indice diversidad	Riqueza específica	Homogeneidad	dominancia	Especie dominante
E. El Baño	Marzo	16,619	0.42	21	0.32	0.68	<i>Fragilaria crotonensis</i>
	Agosto	370	0.78	8	0.87	0.13	<i>Diatoma aff. tenue</i>
E. Los Sapos	Marzo	5,063	0.63	21	0.48	0.52	<i>Gomphosphaeria lacustris</i>
	Agosto	4,899	0.14	6	0.18	0.82	<i>Synedra ulna</i>
Pasarela	Marzo	11,327	0.92	16	0.76	0.24	<i>Gomphosphaeria lacustris</i>
	Agosto	4,666	1.00	17	0.81	0.19	<i>Urosolenia eriensis</i>
R. Arilés	Marzo	1,714	0.89	20	0.68	0.32	<i>Fragilaria crotonensis</i>
	Agosto	360	0.79	11	0.75	0.25	<i>Asterionella formosa</i>
R. Ibáñez	Marzo	3,764	0.06	9	0.06	0.94	<i>Aulacoseira granulata</i>
	Agosto	145	0.55	4	0.92	0.08	<i>Hannea arcus</i>
R. Jeinimeri	Marzo	3,622	0.36	17	0.29	0.71	<i>Fragilaria crotonensis</i>
	Agosto	108	0.72	6	0.93	0.07	<i>Diatoma aff. tenue</i>
R. Murta	Marzo	540	0.83	18	0.66	0.34	<i>Urosolenia eriensis</i>
	Agosto	1,043	0.20	5	0.29	0.71	<i>Oscillatoria spp</i>
R. Tranquilo	Marzo	1,538	0.86	24	0.62	0.38	<i>Gomphosphaeria lacustris</i>
	Agosto	73	0.59	9	0.62	0.38	<i>Oscillatoria spp.</i>

Fuente: CONAMA (2002)



**Tabla 33.** Abundancia relativa (%) de organismos fitoplanctónicos identificados en muestras de agua de las principales bahías del Lago General Carrera en Marzo 2001

Familia	Genero	Chile Chico	Pachinal	Guadal	Ibañez	Jara	Murta	Tranquilo
Bacillariophyceae	<i>Achnanthes</i>	4.00						
	<i>Ampboro</i>			0.23			0.21	0.57
	<i>Asterionella</i>	3.51	2.80	1.87	1.61	1.30	4.74	1.46
	<i>Aulacoseira</i>	9.30	4.05	1.04	90.42	7.50	2.58	1.61
	<i>Cocconeis</i>	12.00						
	<i>Cyclotella</i>	8.00			0.49	0.24	0.21	
	<i>Cymbella</i>	0.07	0.03	0.91		0.04	0.09	0.15
	<i>Diploneis</i>			0.22		0.02		
	<i>Fragilaria</i>	78.14	70.00	1.45	0.56	70.17		1.32
	<i>Fragillaria</i>						1.17	
	<i>Frustulia</i>						0.05	
	<i>Gomphonema</i>	0.29	0.10		0.83	0.05		
	<i>Melosira</i>				0.46			
	<i>Navicula</i>	16.00						
	<i>Nitzschia</i>	2.12		0.67	0.07	0.79		
	<i>Surirella</i>	0.01			0.07	0.01		
<i>Synedra</i>	0.50	0.65	0.68	0.07	0.83	0.11	0.12	
<i>Urosolenia</i>	15.89	6.05	21.12	0.23	2.90	30.39	29.67	
Cryptophyceae	<i>Cryptomonas</i>			0.78		0.06	0.18	0.12
	<i>Rhodomonas</i>			0.55				
Chrysophyceae	<i>Dinobryon</i>	0.97	2.21	5.61		1.97	2.78	1.70
Cyanophyceae	<i>Anabaena</i>			5.96				
	<i>Gomphosphaeria</i>		5.43	62.08		7.19	33.69	57.58
	<i>Oscillatoria</i>						1.11	
Dinophyceae	<i>Peridinium</i>		0.04			0.06	0.10	

Fuente: CONAMA (2002)

**Tabla 34.** Abundancia relativa (%) de organismos fitoplanctónicos identificados en muestras de agua de las principales bahías del Lago General Carrera en Marzo 2001 (Continuación Tabla 33)

Familia	Genero	Chile Chico	Fachinal	Guadal	Ibañez	Jara	Murta	Tranquilo
Chlorophyceae	<i>Botryococcus</i>	3.04	2.26			3.12	7.63	
	<i>Closterium</i>				0.23			
	<i>Cocconeis</i>							6.01
	<i>Cosmarium</i>	1.82	1.29	1.22	0.04	0.56	7.62	0.69
	<i>Crucigeniella</i>			0.95				
	<i>Dictyosphaerium</i>	0.86	1.74		4.05	1.09	2.33	2.37
	<i>Elakatothrix</i>	0.12	0.16	0.91		0.09	0.24	0.28
	<i>Eudorina</i>		0.97	2.15		0.50	1.09	1.48
	<i>Kirchneriella</i>							0.16
	<i>Monoraphidium</i>				0.42	0.24		1.24
	<i>Mougeotia</i>	0.37						
	<i>Nepbrocytium</i>		0.21					
	<i>Oocystis</i>	0.19	0.20			0.18	0.64	0.39
	<i>Sphaerocystis</i>						0.95	
	<i>Sphaerogasma</i>	1.61	2.22	1.56		1.55	3.52	1.37
	<i>Spirogyra</i>				0.27			
	<i>Spyrogira</i>						0.22	
	<i>Staurastrum</i>	0.04	0.07			0.04	0.06	0.09
	<i>Staurodesmus</i>	0.49	0.40	0.68		0.19	0.92	0.28
	<i>Ulothrix</i>		0.35			2.65		0.85
<i>Zignema</i>						0.47		

Fuente: CONAMA (2002)

**Tabla 35** Abundancia relativa (%) de organismos fitoplanctónicos identificados en muestras de agua de las principales bahías del Lago General Carrera en Agosto 2001

Familia	Genero	Chile Chico	Fachinal	Guadal	Ibañez	Jara	Murta	Tranquilo
Bacillariophyceae	<i>Gomphonema</i>				4.78			
	<i>Urosolenia</i>				0.95			
	<i>Asterionella</i>				1.65			
	<i>Aulacoseira</i>				81.97			
	<i>Asterionella</i>	20.22	16.23	1.86	0.96	25.65	1.30	5.38
	<i>Aulacoseira</i>	15.29	14.74	4.75	87.79	5.82	6.47	8.51
	<i>Cyclotella</i>				0.16			
	<i>Cyclotella</i>						0.46	
	<i>Cymbella</i>	0.18	0.27	0.29		0.21		0.23
	<i>Fragilaria</i>	14.94	5.30	1.22		8.27	3.10	3.57
	<i>Fragillaria</i>	17.71		2.65				
	<i>Frustulia</i>			0.06		0.12		
	<i>Gomphonema</i>	0.58	1.25	0.36	2.04	0.46	2.02	
	<i>Melosira</i>				0.57		0.67	
	<i>Navicula</i>	0.07		0.25				0.08
	<i>Nitzschia</i>			0.51			0.46	
	<i>Pinnularia</i>	0.07			0.12			0.09
	<i>Surirella</i>		0.08	0.25	0.04			
	<i>Synedra</i>	4.64	4.12	1.85	0.24	1.79		0.84
	<i>Urosolenia</i>	17.28	28.33	52.80	0.56	32.43	58.59	36.67

Fuente: CONAMA (2002)

**Tabla 36** Abundancia relativa (%) de organismos fitoplanctónicos identificados en muestras de agua de las principales bahías del Lago General Carrera en Agosto 2001 (Continuación Tabla 35)

Familia	Genero	Chile Chico	Pachinal	Guadal	Ibañez	Jara	Murta	Tranquilo
Chlorophyceae	<i>Botryococcus</i>		12.41					
	<i>Botryococcus</i>	3.65		7.27				
	<i>Closterium</i>				0.11			
	<i>Closterium</i>				0.50			
	<i>Cosmarium</i>	2.61	3.10	5.29	0.35	2.93	5.29	8.90
	<i>Cosmarium</i>							6.61
	<i>Crucigeniella</i>		0.99					
	<i>Dictyosphaerium</i>	8.27	7.21	2.58	7.00	9.97	6.14	
	<i>Elakatothrix</i>	0.20				0.40		
	<i>Eudorina</i>	4.08	6.98	8.33	1.43	3.63	8.74	20.27
	<i>Monoraphidium</i>	0.58	1.20	1.17	0.50	0.97	1.01	0.99
	<i>Nephrocytium</i>			1.20				
	<i>Oocystis</i>	0.46	0.84	0.53		0.93	0.57	0.43
	<i>Spbaerocystis</i>	2.28						
	<i>Spbaerorosma</i>	3.94	3.98	1.25		1.71	3.17	2.82
	<i>Staurastrum</i>	0.16	0.24	0.18		0.07		
	<i>Staurodesmus</i>	0.77	1.19	1.05	0.51	1.00	1.97	1.01
	<i>Ulothrix</i>	1.67		1.08	0.57	3.77		
Chryptophyceae	<i>Cryptomonas</i>						0.31	
Chrysophyceae	<i>Dinobryon</i>	1.87	2.82	7.20	0.26	2.35	4.96	9.17
Cyanophyceae	<i>Gomphosphaeria</i>			14.20		8.98		5.16
Dinophyceae	<i>Peridinium</i>	0.06	0.33	0.20		0.24	0.44	0.21

Fuente: CONAMA (2002)

Tabla 37. Abundancia relativa (%) de organismos fitoplanctónicos identificados en muestras de agua de esteros y ríos del Lago General Carrera en Marzo 2001.

Familia	Genero	E. El Baño	E. Los Sapos	La Pasarela	R. Avilés	R. Ibañez	R. Jeinimeni	R. Murta	R. Tranquilo
Bacillariophyceae	<i>Amphipleura</i>		0.02						0.14
	<i>Amphora</i>								0.57
	<i>Asterionella</i>	0.57	0.93	2.54	1.88	0.15	1.32	2.83	1.71
	<i>Aulacoseira</i>	12.81		0.52	3.55	97.83	3.48	5.36	2.57
	<i>Cocconeis</i>	0.13							
	<i>Cyclotella</i>	0.08	0.17			0.09		1.47	
	<i>Cymbella</i>	0.05	0.08		0.12				0.50
	<i>Diploneis</i>								0.14
	<i>Fragilaria</i>	77.24		2.16	36.47		83.54		
	<i>Gomphonema</i>	0.17				1.13			0.14
	<i>Gyrosigma</i>		0.02						
	<i>Melosira</i>					0.17			
	<i>Navicula</i>								0.28
	<i>Nitzschia</i>		0.08		0.25	0.01	0.08	0.21	0.42
	<i>Surirella</i>	0.01				0.01			
	<i>Synedra</i>		0.08					0.21	1.57
<i>Urosolenia</i>	0.71	7.80	13.52	8.15		0.62	46.79	3.72	
Chryptophyceae	<i>Cryptomonas</i>			0.26	0.16			0.21	
Chrysophyceae	<i>Dinobryon</i>	0.87	5.41	17.45	3.42		1.94	12.09	3.29
Dinophyceae	<i>Peridinium</i>			0.11	0.08			0.08	
Cyanophyceae	<i>Anabaena</i>		0.63						
	<i>Gomphosphaeria</i>	2.80	61.13		33.16				51.57
	<i>Merismopedia</i>								2.00
	<i>Oscillatoria</i>								6.59
	<i>Pseudanabaena</i>							5.36	1.14

Fuente: CONAMA (2002)

**Tabla 38.** Abundancia relativa (%) de organismos fitoplanctónicos identificados en muestras de agua de esteros y ríos del Lago General Carrera en Marzo 2001 (Continuación Tabla 37)

Familia	Genero	E. El Baño	E. Los Sapos	La Pasarela	R. Avilés	R. Ibañez	R. Jeinimeni	R. Murta	R. Tranquilo
Chlorophyceae	<i>Botryococcus</i>	2.29	4.33	6.09			1.54		
	<i>Closterium</i>					0.09			
	<i>Cocconeis</i>								6.01
	<i>Cosmarium</i>	0.54	5.53	7.84	2.67		1.05	8.83	2.86
	<i>Crucigeniella</i>		0.34		0.33				
	<i>Dityosphaerium</i>	1.25			1.21		1.25		
	<i>Elakatothrix</i>	0.02	0.23				0.03		
	<i>Eudorina</i>	0.57	10.48	12.25	33.16	0.45	0.39	1.89	
	<i>Gomphosphaeria</i>			27.65			1.92		
	<i>Monoraphidium</i>				0.37				
	<i>Maugeotia</i>		0.26						4.58
	<i>Oocystis</i>				0.33				
	<i>Sphaerocystis</i>						0.16		
	<i>Sphaerosasma</i>	0.45	1.04	4.63	2.67		1.59	8.41	
	<i>Spyrogira</i>								2.57
	<i>Staurastrum</i>	0.02	0.05	0.07			0.01		
	<i>Staurodesmus</i>	0.25	0.61	1.98	0.53		0.95	1.19	0.85
<i>Ulothrix</i>							1.26		
<i>Zignema</i>			0.52				1.47	3.29	

Fuente: CONAMA (2002)

Tabla 39. Abundancia relativa (%) de organismos fitoplanctónicos identificados en muestras de agua de esteros y ríos del Lago General Carrera en Agosto 2001.

Familia	Genero	E. El Baño	E. Los Sapos	La Pasarela	R. Avilés	R. Ibáñez	R. Jeimimé	R. Murta	R. Tranquilo	
Bacillariophyceae	<i>Navicula</i>					14.28				
	<i>Stauroneis</i>					14.28				
	<i>Achnanthes</i>	10.25								
	<i>Asterionella</i>			1.43	25.14					
	<i>Aulacoseira</i>			16.09	3.50					
	<i>Cocconeis</i>		0.76						4.67	
	<i>Cymbella</i>	5.98	0.46			1.16		12.00	2.80	
	<i>Diatoma</i>	35.89						32.00	0.46	
	<i>Fragilaria</i>			5.60						
	<i>Gomphonema</i>					6.43		8.00	3.73	
	<i>Hannea</i>					0.58	42.85	16.00	2.87	1.86
	<i>Navicula</i>	5.98	2.91							1.86
	<i>Nitzschia</i>	6.83	1.99							
	<i>Pinnularia</i>								6.57	3.73
	<i>Rhoisophaenia</i>	22.22								
	<i>Stauroneis</i>								1.40	
	<i>Surirella</i>		0.30							
	<i>Synedra</i>	6.83	93.54			4.09	28.57	24.00		12.14
	<i>Urosolenia</i>				28.60	1.75				
Chryptophyceae	<i>Rhodomonas</i>								6.54	
Chrysophyceae	<i>Cryptomonas</i>			0.71						
	<i>Dinobryon</i>			7.03						
	<i>Rhodomonas</i>			0.95						
Cyanophyceae	<i>Gomphospaeria</i>			9.89						
	<i>Oscillatoria</i>				35.67			88.73	62.61	

Fuente: CONAMA (2002)

**Tabla 40.** Abundancia relativa (%) de organismos fitoplanctónicos identificados en muestras de agua de esteros y ríos del Lago General Carrera en Agosto 2001 (Continuación Tabla 39)

Familia	Genero	E. El Baño	E. Los Sapos	La Pasarela	R. Avilés	R. Ibáñez	R. Jeinimeni	R. Murta	R. Tranquilo
Chlorophyceae	<i>Cosmarium</i>			1.66					
	<i>Crucigeniella</i>			1.90					
	<i>Dictyosphaerium</i>			2.26					
	<i>Eudorina</i>			7.98	10.52				
	<i>Monorophidium</i>			1.78					
	<i>Sphaerososma</i>			4.17					
	<i>Staurodesmus</i>			1.19					
	<i>Ulothrix</i>			7.50	4.67				

Fuente: CONAMA (2002)

### 3.10 Antecedentes Vegetacionales

Díaz-Páez et al (2002), junto con estudiar los anfibios estudiaron los antecedentes vegetacionales en:

- Sitio del Glaciar o Kod Kod (orilla oriental);
- Sitio de San Quintín (orilla sur);
- Sitio del Canal (orilla occidental).

Ellos encontraron que los antecedentes vegetacionales han determinado la presencia del Bioma de Montaña Arbóreo Perennifolio Pluvial en los tres sitios de estudio, bioma que presenta pequeñas diferencias vegetacionales las que se deben fundamentalmente a la acción antrópica que han sufrido los sitios del Glaciar y el Canal. De esta manera, el sitio del Glaciar (1) presenta la típica formación perennifolia pluvial compuesta por comunidades del Bosque de "Coigüe de Magallanes" (*Nothofagus betuloides*) asociado a *Podocarpus nubigena* y *Drimys winteri*, con un sotobosque formado por: *Desfontainia spinosa*, *Blechnum magellanicum*, *Embothrium coccineum*, *Gaultheria phillyreifolia*, *Berberis sp.* y *Fuchsia magellanica*.

El sitio del Canal de Ofqui (2) con un origen antropogénico, se ha transformado en una zona con gran diversidad de ambientes, reconociéndose dos microhábitat: Uno es similar al hábitat del sitio del Glaciar, diferenciándose de éste por la mayor presencia de helechos, así como por la abundancia de las "nalcas" (*Gunnera magellanica*); El otro microhábitat ubicado al final del Canal, en la zona más cercana al océano, se caracteriza por un suelo de turberas sobre el cual crecen renovales de canelo.

Respecto al sitio denominado San Quintín (3) se observa la presencia del llamado "Sauco del Diablo" *Pseudopanax laetevirens*, especie vegetal ausente en los otros sitios estudiados, ubicada sobre un denso sotobosque dominado por *Chusquea sp.*



#### 4 ANTEPROYECTO NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD DE AGUA CUENCA RÍO BAKER: IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL

Durante el proceso de establecimiento de la norma secundaria de calidad de agua para el río Baker se debió realizar un Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES) del anteproyecto de norma. Dentro de este punto se presentan los principales aspectos abordado por el AGIES del anteproyecto de norma de calidad de agua para el río Baker.

##### 4.1 Impacto sobre Calidad de las Aguas (ICA)

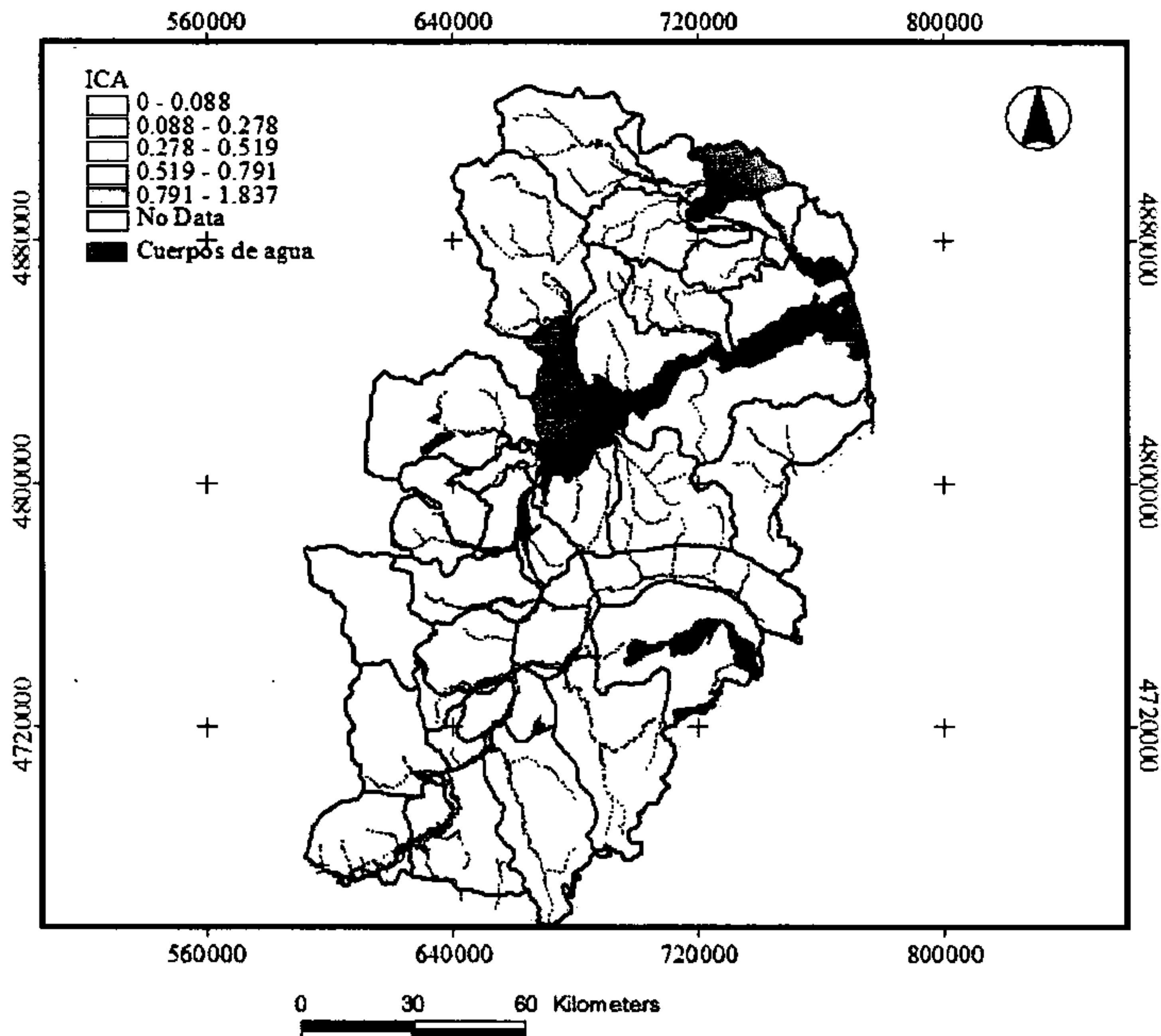
En base a la matriz de impacto cualitativa, se calificaron los impactos positivos con +1, neutros con 0 y negativos con -1. De esta manera, el resultado final del índice de impacto ambiental tiene en cuenta aspectos positivos como negativos de la norma. La Tabla 42 muestra la matriz de impacto y los valores totales y estandarizados por sector económico. Esta matriz final corresponde a la suma de las matrices entregadas por los expertos locales del SAG, CONAMA y DGA.

Tabla 42. Matriz de Impacto

Parámetros	Sectores Económicos						
	Ganadería	Agricultura	Silvicultura	Industria	Turismo	Minería	Represas
PH	1	1	1	-1	2	-2	0
Oxígeno Disuelto	1	1	1	1	3	0	-1
Conductividad	1	3	1	0	2	-2	-1
RAS	2	2	0	0	2	0	0
Cadmio	1	2	1	-1	2	-1	-2
Cloro	2	3	1	0	2	-2	0
Sulfato	2	2	1	-1	2	-2	0
Boro	2	2	1	-1	2	-1	-1
Cobre	2	2	1	-1	2	-1	-1
Cromo	2	2	1	-1	2	-1	0
Hierro	2	2	1	0	2	-2	0
Manganeso	2	2	1	-1	2	-1	0
Mercurio	2	2	1	-1	2	-2	-2
Molibdeno	2	2	1	0	2	-1	-1
Níquel	2	2	1	-1	2	-1	0
Plomo	2	2	1	-1	2	-1	-2
Selenio	2	2	1	0	2	-1	0
Zinc	2	2	1	0	2	-1	0
Aluminio	2	2	1	0	2	-1	-2
Arsénico	2	2	1	-1	2	-1	-1
<b>Total por sector</b>	<b>36</b>	<b>41</b>	<b>19</b>	<b>-10</b>	<b>41</b>	<b>-25</b>	<b>-14</b>
<b>Estandarizado</b>	<b>0.88</b>	<b>1</b>	<b>0.46</b>	<b>-0.24</b>	<b>1</b>	<b>-0.61</b>	<b>-0.34</b>
<b>Escala 1 a 10</b>	<b>8.78</b>	<b>10</b>	<b>4.63</b>	<b>-4</b>	<b>10</b>	<b>-10</b>	<b>-5.6</b>

Fuente: MOP (2008)

En base a la matriz de impacto y al área ocupada por los diversos sectores económicos, se espacializó el impacto de las actividades económicas sobre la calidad del agua (ICA), por cada subcuenca (Figura 41).



**Figura 41.** Mapa referencial de impacto sobre la calidad de agua, construido en base a la matriz de impacto y las fórmulas 4 y 5 (Los valores son sólo referenciales).

Fuente: MOP (2008)

#### 4.2 Índice de vulnerabilidad ambiental (VA)

El resultado espacializado del índice de vulnerabilidad ambiental se presenta en la Figura 42. La Figura 42 indica que las zonas más vulnerables de la cuenca corresponden a las que poseen menor caudal y mayor erosión potencial, ya que su factor de dilución es menor y deben arrastrar una gran cantidad de sólidos en suspensión. El factor de permeabilidad del suelo no parece tener un efecto muy importante en el modelo, ya que en general el suelo de la cuenca tiene una permeabilidad media a baja.

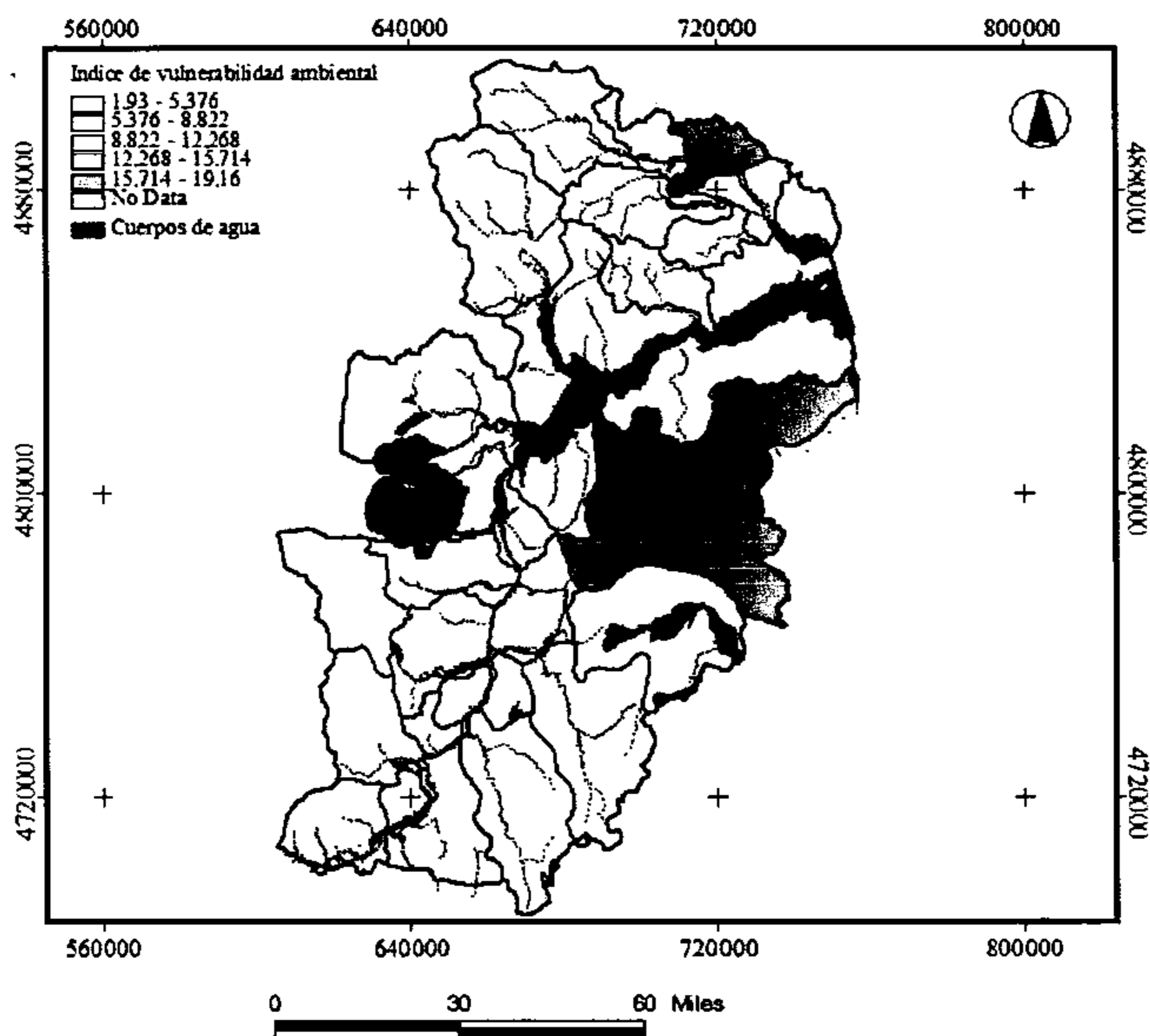


Figura 42. Índice de vulnerabilidad ambiental.  
Fuente: MOP (2008)

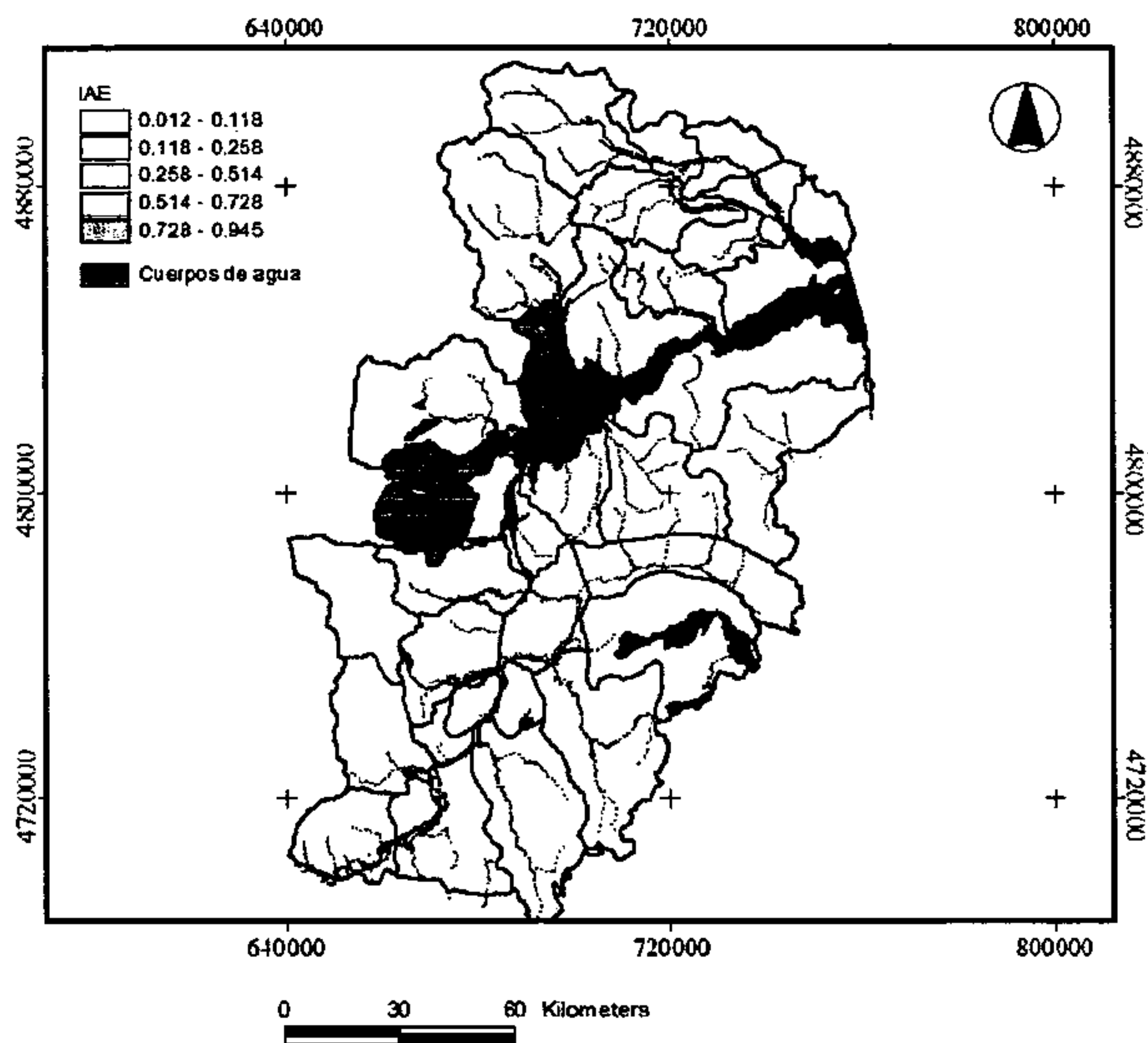
### 4.3 Índice de Aporte Económico (AE)

Los resultados para el índice de aporte económico se muestran en la Tabla 43.

Tabla 43. Índice de Aporte Económico por sector para la cuenca del río Baker.

Sector	PIB Cuenca 2005	% PIB Cuenca 1996-2006	Inversión Extranjera	Exportaciones	IAE	Estandarización escala 1 a 10
Ganadería	0.01	0.02	0.00	0.01	0.04	0.23
Agricultura	0.01	0.02	0.00	0.02	0.06	0.33
Forestal	0.01	0.02	0.08	0.01	0.13	0.75
Industria	0.03	0.05	0.24	0.00	0.33	1.93
Turismo	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	0.22
Minería	0.09	0.08	0.50	0.96	1.69	10.00

La Figura 43 muestra los resultados espacializados para este indicador.

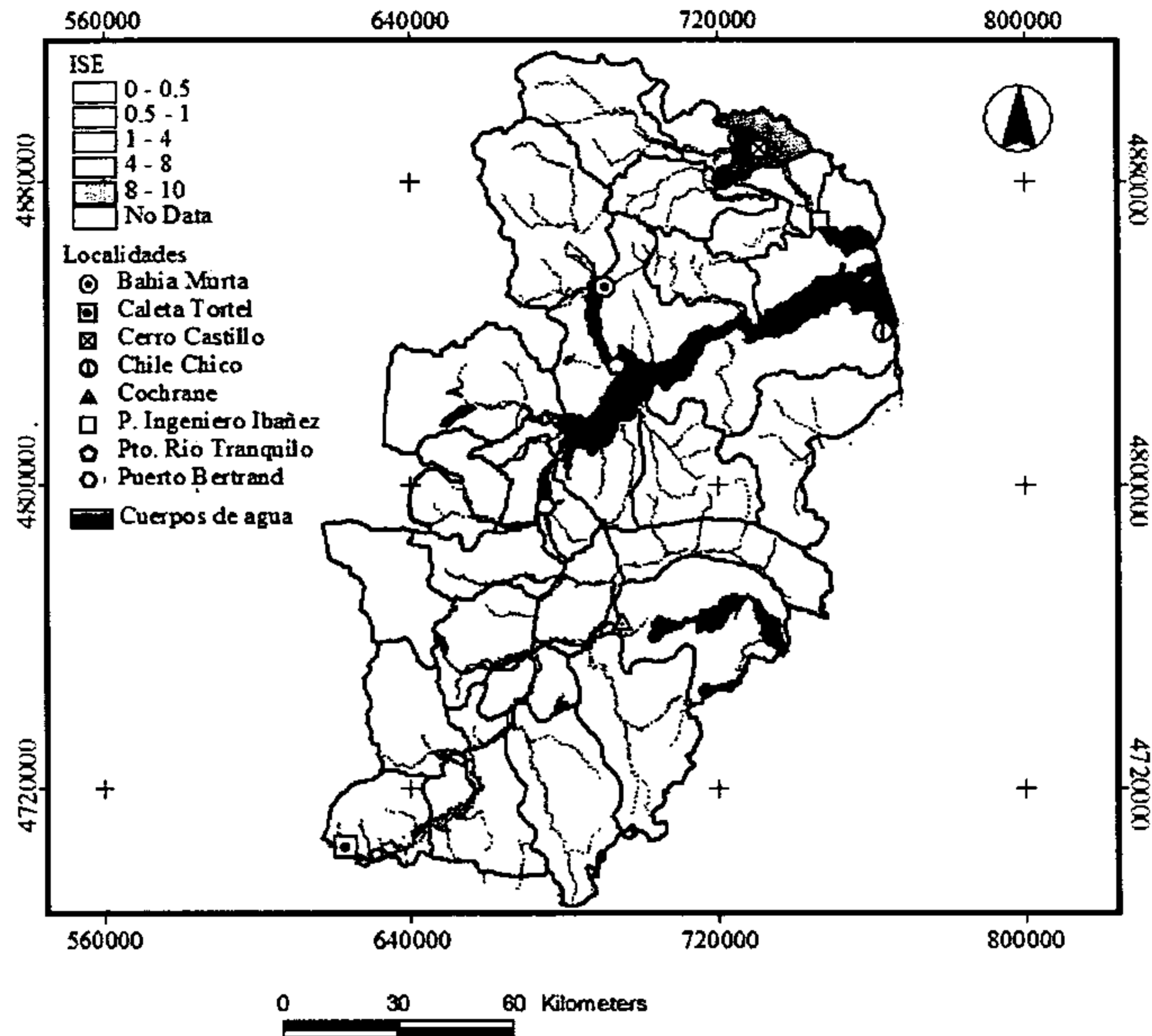


**Figura 43.** Índice de aporte económico por subcuenca. (Los valores son referenciales).  
Fuente: MOP (2008)

La Figura 43 muestra el aporte económico por tramo, incluyendo todos los sectores económicos analizados.

#### 4.4 Índice de Impacto Socio-Económico de la Norma (ISE)

Combinando los índices desarrollados anteriormente AE, ICA y VA, se obtuvo el índice compuesto del impacto socio-económico de la aplicación de la norma (Figura 44). Según MOP (2008), los resultados indican que para toda la cuenca el impacto de la aplicación de la norma sería positivo en mayor o menor grado. A pesar de que para algunas actividades productivas, como industria y minería, la norma tenga un efecto negativo (o costo), su representación respecto de la superficie de la cuenca es muy baja, por lo cual no son comparables con los beneficios que la calidad del agua brinda a las actividades dominantes como el turismo y la ganadería.



**Figura 44.** Impacto total de la aplicación de la norma. Los valores son sólo referenciales.  
Fuente: MOP (2008)

En la Figura 45 se muestra el aporte económico en relación con el impacto ambiental, para cada sector económico identificado en la cuenca del río Baker. Según MOP (2008), los resultados indican que las únicas actividades afectadas negativamente por la aplicación de la norma son la minería y la industria, las cuales a su vez son las que generan el mayor aporte económico. Sin embargo, el resto de las actividades económicas se vería beneficiada por la aplicación de la norma.

Adicionalmente, en MOP (2008) se calculó el riesgo de contaminación difusa (Figura 46), el cual se construyó en base a las capas SIG de permeabilidad del suelo, más el aporte de nutrientes provenientes de las actividades económicas que se desarrollan en la zona; agricultura y ganadería. A partir de los datos del Censo Agropecuario, se obtuvo el número de cabezas de ganado por subcuenca. En base a lo señalado por Ruiz (1996), se consideró que cada cabeza de vacuno excreta cerca de 214 kg de nutrientes (N, P, K) al año. Esta cantidad fue multiplicada por el número de cabezas de ganado por subcuenca. De los datos del SIRSD (SAG, 2007) se obtuvo la cantidad de fertilizantes que se aplican al suelo anualmente. Ambos datos fueron sumados para obtener la cantidad total de nutrientes que entran a cada subcuenca por año. De acuerdo a Carpenter et al (1998), en suelos con permeabilidad baja, la exportación de nutrientes es de aproximadamente un 10%, y para una permeabilidad mayor (suelo poroso), representa cerca de un 40%.

Riesgo de contaminación difusa = [nutrientes total] \* [permeabilidad]

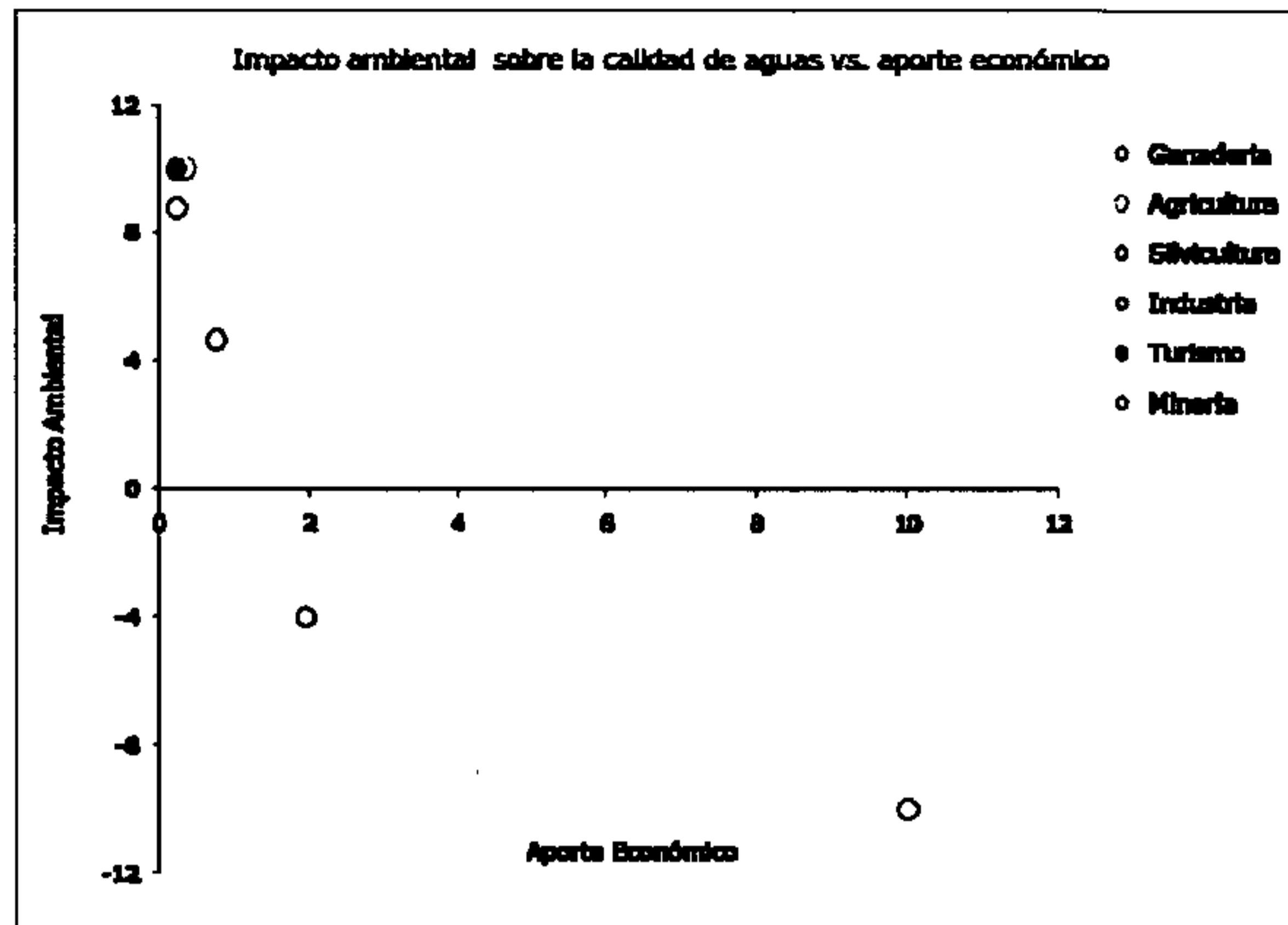


Figura 45 Aporte Económico v/s Impacto Ambiental sobre la calidad del agua.  
Fuente: MOP (2008)

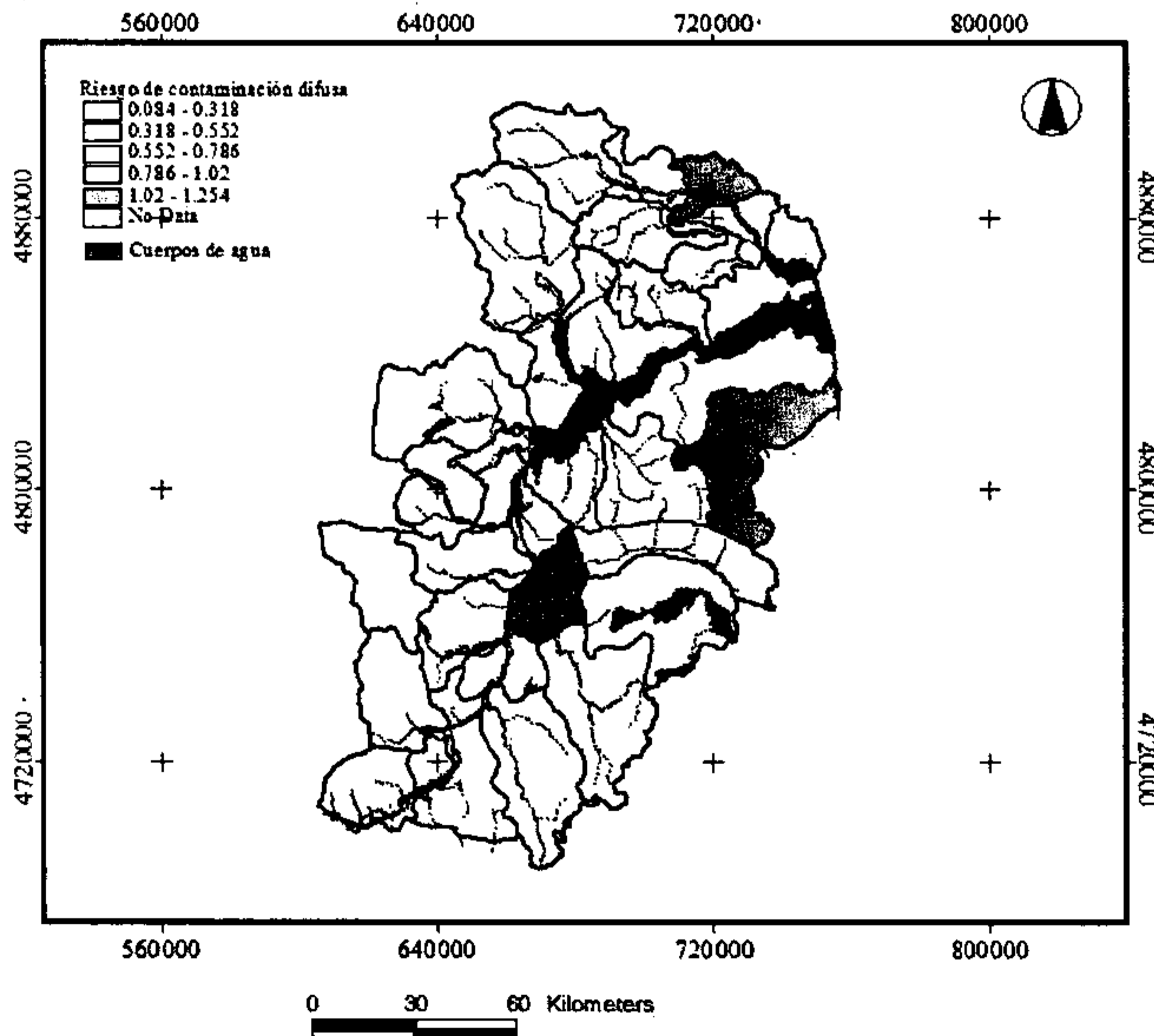


Figura 46. Distribución espacial del riesgo de contaminación difusa  
Fuente: MOP (2008)

## 5 Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica

Los Sitios Prioritarios nacieron del Simposio “Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile” organizado en Abril de 1993 por la CONAF. El Simposio estableció como objetivos tanto la identificación de los sitios, como la priorización de su urgencia de protección y el proporcionar una herramienta para el desarrollo armónico del SNASPE.

Se realizó una consulta de expertos para identificar los lugares relevantes para la conservación de la biodiversidad a nivel nacional que no se encontraban en el SNASPE. De este trabajo surgió la publicación del “Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile”, publicado en 1996. Los sitios se seleccionaron por su relevancia, estado de conservación y por el interés de los recursos que encierran en base a criterios objetivos, siendo éstos; seis criterios ecológicos que son la representatividad y exclusividad de ecosistemas, la diversidad de hábitat, la diversidad de especies y endemismos, la pristinidad, el tamaño y la mantención de procesos vitales e interacción entre especies y tres criterios prácticos que son el valor para investigación o monitoreo, el potencial educacional y recreativo, y la susceptibilidad a la degradación.

En la cuenca del río Baker se eligieron dos sitios;

- Valle Chacabuco, de prioridad II, Importante; por la estepa patagónica, con presencia de ñandú, guanaco, aves rapaces y por la ampliación de la reserva nacional Lago Cochrane.
- Terrenos aledaños a Chile Chico, Fundo las Brisas, de prioridad III, De Interés; por su microclima seco, la presencia de perdiz copetona (*Eudromia elegans*) y quirquincho peludo (*Euphractus villosus*) por la fauna y por la flora, la pichi (*Fabiana imbricata*) y la cactácea de distribución más austral (*Austrocactus patagonicus*).

En el marco de la “Estrategia y plan de acción para la biodiversidad en la región de Aysén” se identificaron sitios altamente relevantes en términos de su diversidad biológica y se implementaron medidas que aseguren su protección. De hecho, durante el año 2002 se recopiló información existente sobre la biodiversidad regional y se conformó un grupo de trabajo técnico. La priorización de sitios terrestres fue ayudada utilizando una matriz que consideró los criterios ecológicos desarrollados en el proceso regional, ponderados según su importancia relativa, a saber: presencia de especies de flora y fauna en categorías de conservación (en peligro, vulnerable, rara, insuficientemente conocida); presencia de especies de flora y fauna endémicas; representación de la ecorregión en el SNASPE; grado de amenaza de la ecorregión; fragmentación de la ecorregión; grado de conocimiento de la ecorregión; en una etapa posterior se agregó el criterio de “riqueza o abundancia de especies”.

Por lo tanto, se realizó una priorización de 15 sitios, en donde seis sitios poseen “Prioridad I” y nueve presentan “Prioridad II” dejando al resto de los sitios con “Prioridad III”. Para la Cuenca del Río Baker se identificaron tres sitios con “Prioridad I” y tres en “Prioridad II”, como se muestra en la siguiente Tabla 44 y Figura 48:

Tabla 44. Sitios Prioritarios para la Biodiversidad de CONAMA

Nombre	Tipo	Propiedad	Biodiversidad	Especies en Categorías	Fundamentación	Superficie Aproximada (km <sup>2</sup> )	Prioridad
Río Baker	Aguas continentales	Fiscal - Particular	Bosque Siempreverde - Coihues de Magallanes	<i>Hippocamelus bisulcus</i>	Corredor biológico; uso turístico	373,47	II
Delatas Lago General Carrera	Aguas continentales	Particular - Fiscal	Coihues de Magallanes - Lengua; aves acuáticas; Torcaza; arrayán; mirtáceas	<i>Columba araucana</i>	Reproducción aves acuáticas; bosque arrayán	196,62	II
Sector Hudson	Terrestre	Fiscal - Particular	Bosque caducifolio - Lengua	<i>Myocastor coypus</i> - <i>Hippocamelus bisulcus</i> , <i>Campephilus magellanicus</i>	Alto grado de actividad forestal; corredor biológico; especies raras y vulnerables	336,65	II
Mallín Grande - Furioso	Terrestre	Particular - Fiscal	Bosque primario - lengua	<i>Hippocamelus bisulcus</i>	Bosque primario de lengua y biodiversidad asociada insuficientemente representados en ASPs	18,78	II
Estepa Jeinimani / Lagunas Bahía Jara	Terrestre / Aguas Continentales	Particular - Fiscal	<i>Abrothrix xanthorhinus</i>	<i>Austrocactus patagonicus</i> ; <i>Schinus marchandii</i> ; <i>Ctenomys coyhaiquensis</i> ; <i>Eudromia elegans</i> ; <i>Phoenicopterus chilensis</i>	Ecosistema frágil subrepresentado en ASPs	287,26	II
Entrada Baker	Terrestre	Particular - Fiscal	Estepa patagónica - Lengua	<i>Rhea pennata</i> , <i>Hippocamelus bisulcus</i> , <i>Lagidium viscacia</i> , <i>Lama guanicoe</i> , <i>Zaedyus pichiy</i>	Ecosistemas poco representados en ASPs	548,72,	II



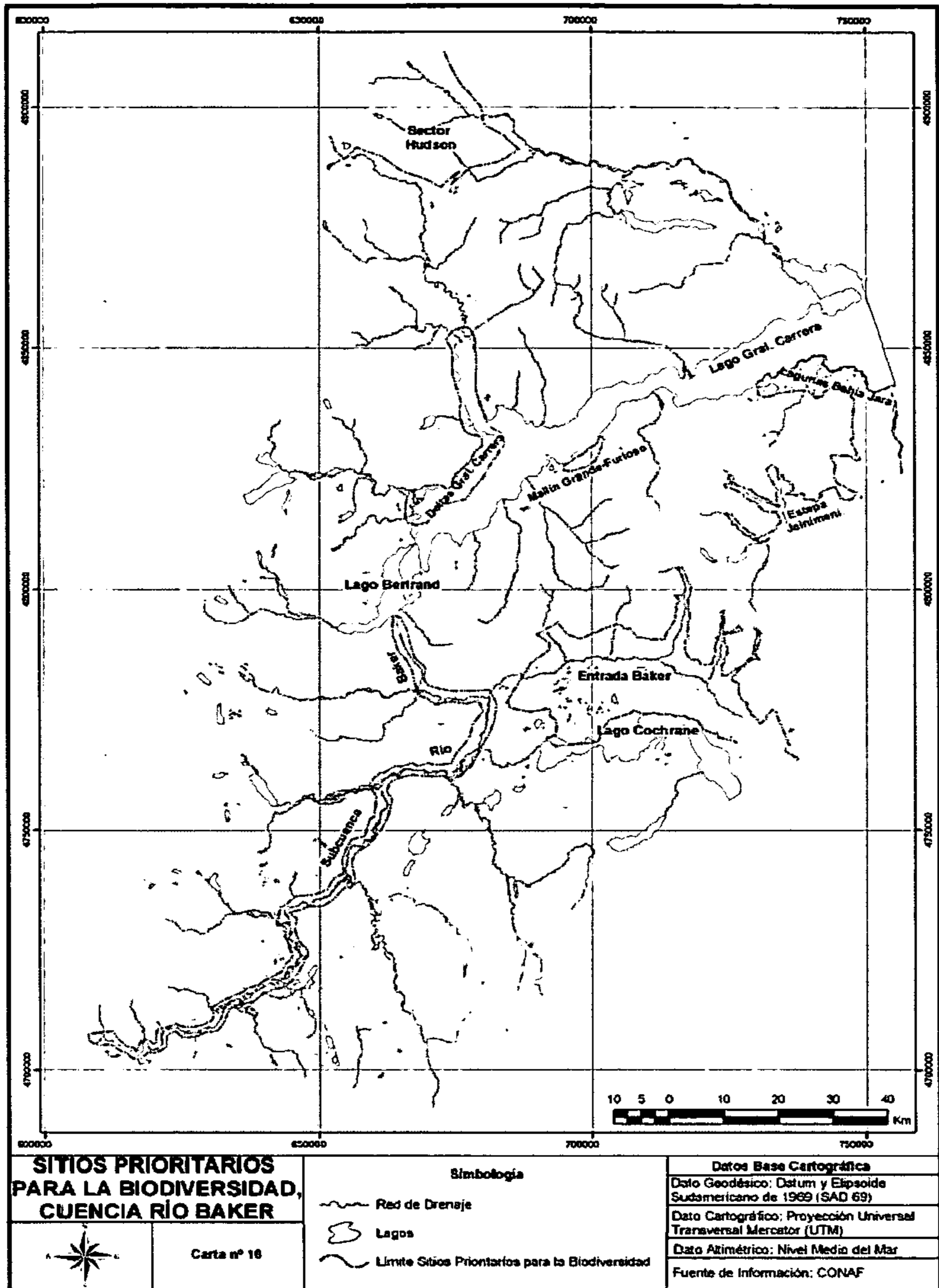


Figura 47. Sitios prioritarios para la biodiversidad cuenca del río Baker  
Fuente: CONAF

La Estrategia y Plan de Acción para la Biodiversidad en la XI Región ha identificado sitios relevantes que se encuentran dentro del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), como se puede observar en la Tabla 45:

**Tabla 45. Sitios Relevantes del SNASPE Regional**

Nombre	Tipo	Propiedad	Biodiversidad	Especies en Categorías	Fundamentación	SNASPE
Lago Jeinimeni	Terrestre	Fiscal – RN	Bosque Caducifolio de Aysén, Estepa Patagónica de Aysén	<i>Campephilus magellanicus</i> , <i>Hippocamelus bisulcus</i>	Presencia de carpintero negro y huemul	RN Lago Jeinimeni
RN Tamango	Terrestre	Fiscal – RN	Bosque Caducifolio de Aysén	<i>Hippocamelus bisulcus</i>	Huemules	RN Tamango

Fuente: TWINLATIN

Las prioridades tienen un horizonte de 5 años solamente, al cabo de los cuales debe realizarse una evaluación de los avances y revisión de prioridades. Las estrategias para la conservación a nivel local son las siguientes:

- Vinculación del desarrollo con la protección del medio ambiente
- Fortalecimiento de la conservación in situ
- Fortalecimiento de la conservación ex situ
- Mejoramiento de la protección y manejo de especies silvestres (ejemplo: nuevo reglamento de clasificación de especies)
- Adopción de prácticas de uso de la tierra adecuadas alrededor de las áreas protegidas para promover la conservación de la diversidad biológica
- Aprovechamiento sostenible de recursos naturales
- Mejorar la utilización de leña

Cabe señalar que la insuficiente información, a nivel ecosistémico y de especies de flora y fauna de la XI Región de Aysén, es una importante limitación actual que afecta el resultado de priorización de sitios; en particular, los ecosistemas dulceacuícolas o de aguas continentales, y los ecosistemas marinos, además de los humedales y estuarios, que constituyen un importante valor de biodiversidad regional, no cuentan con un trabajo clasificatorio.

Por lo tanto, el establecimiento de una estrategia nacional en materia de biodiversidad permitirá mejorar la gestión sustentable del patrimonio natural, con objeto de resguardar su capacidad vital y garantizar el acceso a los beneficios para el bienestar de las generaciones actuales y futuras. La Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), estableció como meta de mediano plazo la protección del 10% de la superficie de los ecosistemas más relevantes del país, medida considerada internacionalmente apropiada, para la protección de la biodiversidad que los caracteriza.

A la identificación de estos sitios prioritarios, se deben sumar necesariamente aquellas áreas de valor ecológico que están siendo hoy día manejadas por privados y ONGs, y que sin duda serán un

aporte a la conservación del 10% de los ecosistemas relevantes del país. Asimismo, la conservación deberá ser vista como un proceso de integración entre las actividades productivas y las áreas de protección de la biodiversidad, entendiendo esto como un proceso paulatino y en el que se promuevan las prácticas productivas sustentables, que permitan un adecuado desarrollo y mantención de la estructura y funciones que cumplen los ecosistemas para el bienestar de las personas.

### **5.1 Red de Áreas Protegidas Privadas (RAPP)**

Las áreas silvestres protegidas de propiedad privada se encuentran escasamente reguladas en el artículo 35 de la Ley Nº 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente de 1994, según la cual "... el Estado fomentará e incentivará la creación de áreas silvestres protegidas de propiedad privada...". Sin embargo por varias razones (constitucionalidad, técnica legislativa y diseño conceptual), dicho artículo es inaplicable legalmente (CODEFF, 1999). A pesar de esto, personas particulares, ONGs, fundaciones y otras instituciones privadas se han abocado a la tarea de protección de áreas silvestres a lo largo del país.

El Comité Pro Defensa de la Flora y Fauna (CODEFF) impulsó en 1997 la formación de una Red de Áreas Protegidas Privadas (RAPP). El objetivo es vincular y apoyar a los dueños de áreas privadas destinadas a la conservación para su adecuada gestión y uso sustentable. La Red basa su accionar en el libre interés de sus miembros por proteger ambientes naturales de su propiedad. La participación en la Red es voluntaria y no lleva consigo ninguna obligación de tipo legal. Su objetivo es contar con una Red de Áreas Protegidas Privadas, donde los miembros puedan estar activamente comunicados, además de recibir cursos de capacitación y asistencia técnica para la adecuada conservación de sus áreas silvestres. Los interesados en ser parte de la RAPP accedieron a la Red una vez aceptados los principios de ésta y completado un formulario de inscripción.

Dentro de los miembros de la red existen distintos tipos de propietarios, diferentes ecosistemas protegidos y distintas actividades desarrolladas o propuestas a desarrollar. Es así como existen predios que protegen una gran superficie y diversidad de hábitats y otros que pueden no tener una superficie importante, pero son de gran valor al proteger bosques relictos o de importancia por sus recursos genéticos, por ayudar a la formación de zonas de amortiguamiento a las Áreas Protegidas del Estado o apoyar la formación de corredores biológicos. También se encuentran predios ubicados en sitios que han sido identificados como prioritarios para la conservación de la biodiversidad (CONAF, 1996).

La Cuenca del río Baker cuenta con 12 predios bajo protección; en donde las actividades que se desarrollan dentro de éstos corresponden en su mayoría a la ganadería, seguidas por actividades de conservación ambiental, ecoturismo y recreación. En la siguiente Tabla 46 se presentan aquellas áreas en protección privadas que se encuentran dentro de la cuenca del Río Baker:

**Tabla 46. Áreas en Protección bajo iniciativas Privadas en la Cuenca del Río Baker**

Provincia	Comuna	Nombre	Superficie (ha)	Administrador
Capitán Prat	Cochrane	Valle Chacabuco	69	Conservación Patagónica
		Los Caiquenes	384	Agrícola Las Encinas de Culiprán
		La Confluencia	5	Orlando Scarito Kupfer
	Tortel	Laguna Caiquenes	8160	Concesión Bienes Nacionales / Aumen
General Carrera	Chile Chico	Fundo Río Baker	48	Orlando Scarito Kupfer
		Mallín Colorado	200	Mallín Colorado Ltda.
		Bahía Catalina	47	Álvaro Ríos Garcés
		La Esperanza	111	Francisco Mardones y Otros
		El Macal	23	Claudio Figueroa y Otros
		Punta Baja	20	OFQUI Ltda.
	Río Ibáñez	Lago Tamango	3	Héctor Sepúlveda Reyes
		Pampa Bayo	562	Francisco Croxatto Díaz

Fuente: Tamara Ulrich.

## 5.2 Zonas de Interés Turístico (ZOIT)

Las Zonas de Interés Turístico (ZOIT) son áreas extensas y de características esencialmente rurales, donde junto a recursos turísticos relevantes coexisten otros usos o actividades humanas. Sus atractivos naturales o culturales corresponden a una gama más variada y contribuyen a conformar circuitos o áreas sin explotar, siendo conveniente velar por la preservación y puesta en valor de esos recursos, a través de un Plan de Ordenamiento de carácter extensivo que resguarde y encauce su desarrollo turístico. Dicho plan debe reconocer aquellas otras actividades y usos compatibles con el turismo, presentando una condición multisectorial.

Una Zona de Interés Turístico Nacional se fundamenta sobre la Ley de Turismo, gracias al Decreto Ley 1.224 de 1975 y al Decreto Supremo 515, de 1977. El territorio declarado como ZOIT se reconoce como un área bajo protección oficial, y por lo tanto se vincula a la Ley 19.300 de Bases del Medio Ambiente, por lo cual todos los proyectos que se desarrollen en el área deben ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental SEIA.

El Plan de Ordenamiento de una ZOIT es indicativo, y su carácter normativo se hace efectivo al ser incorporado a un instrumento de planificación urbana que define la Ley de Urbanismos y Construcciones (Planes Reguladores Intercomunales, Planes Reguladores Comunales). A continuación se presentan las zonas de interés turístico que se encuentran insertas dentro de la cuenca del lago General Carrera (Figura 48).

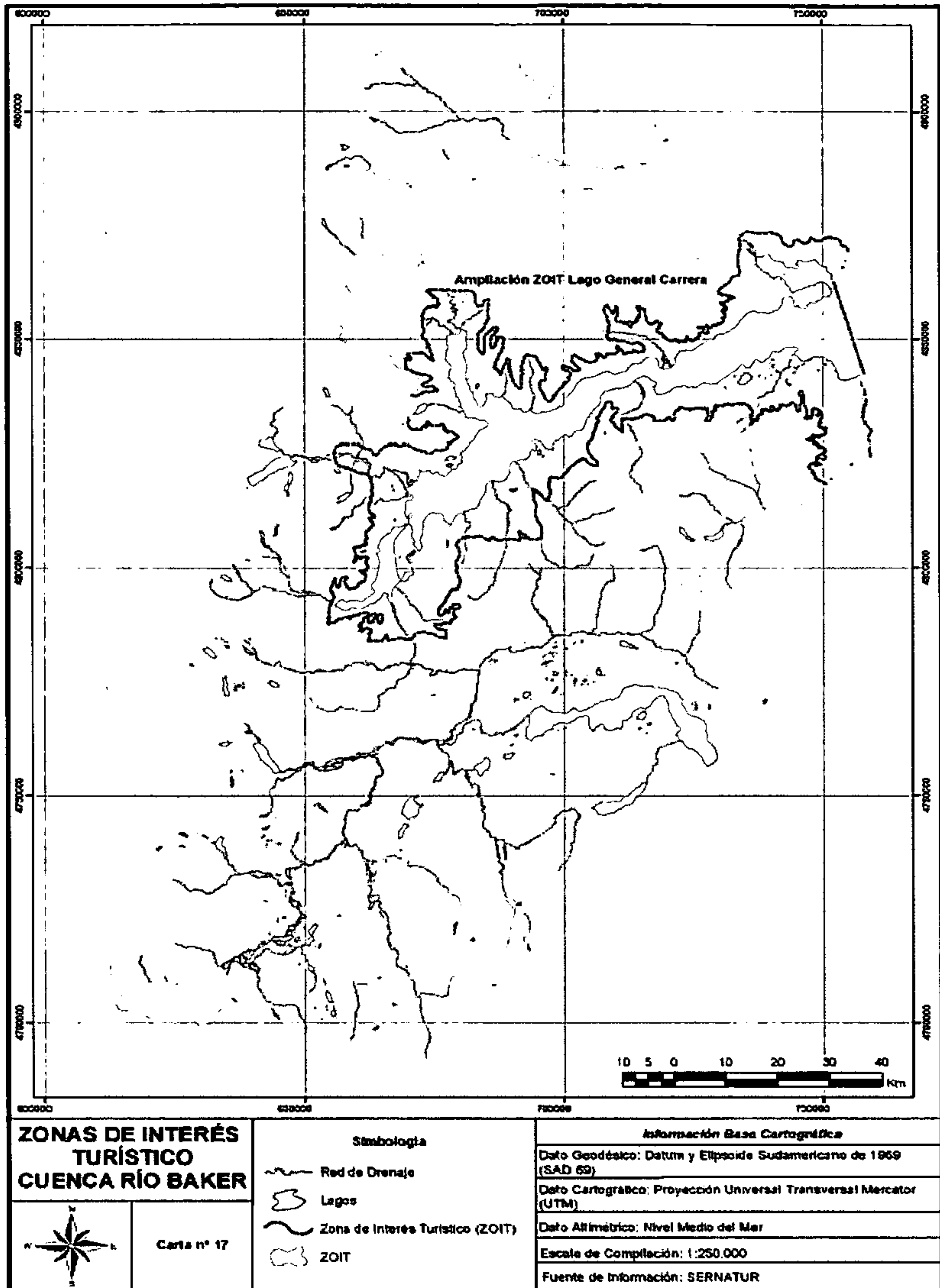


Figura 48. Zonas de interés turístico cuenca del río Baker. Fuente: SERNATUR

En el marco del Plan Regulador Intercomunal Puerto Ingeniero Ibáñez – Chile Chico (o Lago General Carrera) se generó un diagnóstico territorial turístico para la declaratoria de la Zona de Interés Turístico Nacional Lago General Carrera. Se identificaron un conjunto de sistemas, agrupados de un punto de vista funcional, oportunidades de inversión turística y actividades turísticas. El área de análisis quedó circunscrita al perímetro interior del área definida por el Plan Intercomunal.

Se definieron los objetivos de desarrollo turístico para cada área, que permitan asegurar la compatibilidad de las actividades turísticas a desarrollar en el futuro, concluyendo que todos los elementos encontrados en torno al Lago General Carrera: los múltiples y variados recursos turísticos, los altos niveles de inversión sectorial, una demanda en crecimiento, la infraestructura, la voluntad política de públicos y privados por el desarrollo turístico, una organización gremial capaz de generar gestión, son elementos que plenamente justifican y avalan una declaratoria.

Por lo tanto, se declaró Zona de Interés Turístico Nacional el Lago General Carrera y sus alrededores, mediante la Resolución Exenta N° 296 del 16 de marzo de 2001, del Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR). Esta ZOIT abarca toda la extensión del lago General Carrera, lago Bertrand, lago Plomo y un tramo del río Baker, territorios pertenecientes a las Comunas de Chile Chico y Río Ibáñez, de la Provincia General Carrera (SERNATUR). De acuerdo Plan de Ordenamiento Territorial, los límites de la Zona de Interés Turístico Nacional Lago General Carrera, incluyen el área definida para el plan Regulador Intercomunal Ibáñez - Chile Chico, el cual, tiene como límite el límite fisiográfico natural de las cuencas y subcuencas que drenan directamente al Lago General Carrera, con la sola excepción, de la cuenca del Río Ibáñez, en la cual se toma la divisoria de aguas de la vertiente norte que da directamente al Lago General Carrera; además, se recomienda que la ZOIT se extienda hacia dos áreas referidas:

- Al sistema hídrico del Río Leones, desde la divisoria de aguas del San Valentín hasta la desembocadura del mismo en el Lago General Carrera (dentro de los límites territoriales de la comuna de Chile Chico).
- Al sistema Río Tranquilo- Río Norte- Lago Bayo y Río Exploradores, hasta la desembocadura de éste último río en la Bahía Exploradores, considerando la línea de altas cumbres que separan éste sistema hídrico de los inmediatamente al Norte y al Sur del mismo.

Esta última área involucra las Comunas de Río Ibáñez y de Aysén.

La imagen turística objetivo de la ZOIT Lago General Carrera a manejar, es la de un turismo de naturaleza, dirigido de preferencia a segmentos específicos del mercado nacional e internacional, que tengan especial interés por el medio ambiente y los atractivos naturales, en lo posible sin alterar, ofreciendo productos exclusivos y muy competitivos, en estrecho contacto con el medio exterior. En consecuencia, los programas no sólo deben ofrecer posibilidades de observación del paisaje, sino también posibilitar diversas alternativas de participación activa en el entorno natural, incluyendo excursiones, cabalgatas, ascensiones, navegación, pesca deportiva y toda la variedad de actividades deportivas y recreativas que permite una naturaleza agreste. Para alcanzar esta imagen descrita, la estrategia para incentivar y consolidar el desarrollo turístico de esta Intercomuna, debe propender especialmente a:

- Privilegiar el aprovechamiento turístico del medio ambiente y los recursos naturales de mayor calidad y capacidad competitiva, para justificar desplazamientos de larga distancia, que demandan tiempo y altos costos.
- Incentivar y favorecer el desarrollo de un turismo de intereses especiales orientado al aprovechamiento intensivo del medio natural, que propicie un estrecho contacto entre éste y el turista.
- Proteger prioritaria y permanentemente los atractivos naturales y el medio ambiente, para impedir o minimizar la alteración del entorno y asegurar su desarrollo auto sustentable en el mediano y largo plazo.
- Compatibilizar los efectos y presiones derivados del asentamiento humano, de la actividad turística y de otras actividades productivas (minería, ganadería, silvicultura, agricultura, entre otros), con las necesidades de protección del medio natural y con los requerimientos del turismo de naturaleza.
- Crear y propiciar un sistema de instrumentos, disposiciones y normas de ordenamiento territorial, que incorporen y coordinen la gestión y atribuciones de otros organismos del Estado, en la responsabilidad de proteger el medio ambiente y los recursos renovables en las áreas urbanas, áreas rurales, áreas silvestres protegidas, áreas de borde costero y masas de agua existentes en la intercomuna.
- Establecer incentivos y beneficios que promuevan la participación empresarial y de la comunidad local, en el desarrollo de actividades y de una oferta turística compatible con el turismo protegido y sustentable que requiere esta zona, y que comprometa también su participación en el control de acciones destructivas o degradantes del medio.

### **5.3 Sendero de Chile**

El Sendero de Chile es una red de senderos que nació el 21 de Mayo del año 2000, con el anuncio del ex Presidente de la República, Ricardo Lagos E. Este sendero recorre el país con un eje principal andino. Además de cruzar la cuenca, pasa por las Reservas Nacionales Cerro Castillo, Lago Cochrane y pasará también por la Reserva Jeinimeni, en un trazado que ya está decidido.

El Sendero de Chile se inscribe en el marco de la Estrategia Nacional de Biodiversidad y su Plan de Acción, instrumentos aprobados por el Consejo Directivo de CONAMA en 2003 y 2004, respectivamente, y como producto de la implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad. El Consejo de Ministros, CONAMA, aprobó a fines del año 2005, la Política Nacional de Áreas Protegidas, cuyo objetivo general es crear e implementar un Sistema Nacional de Áreas Protegidas, terrestres y acuáticas, públicas y privadas. Por lo anterior, el Sendero de Chile constituye una de las principales herramientas para la consolidación de este nuevo sistema, tanto en el ámbito de la representación ecosistémica como de la protección efectiva. El objetivo del Sendero de Chile, es contribuir a la conservación del medio ambiente y promover la educación ambiental y el acceso público a información en el ámbito de la biodiversidad.

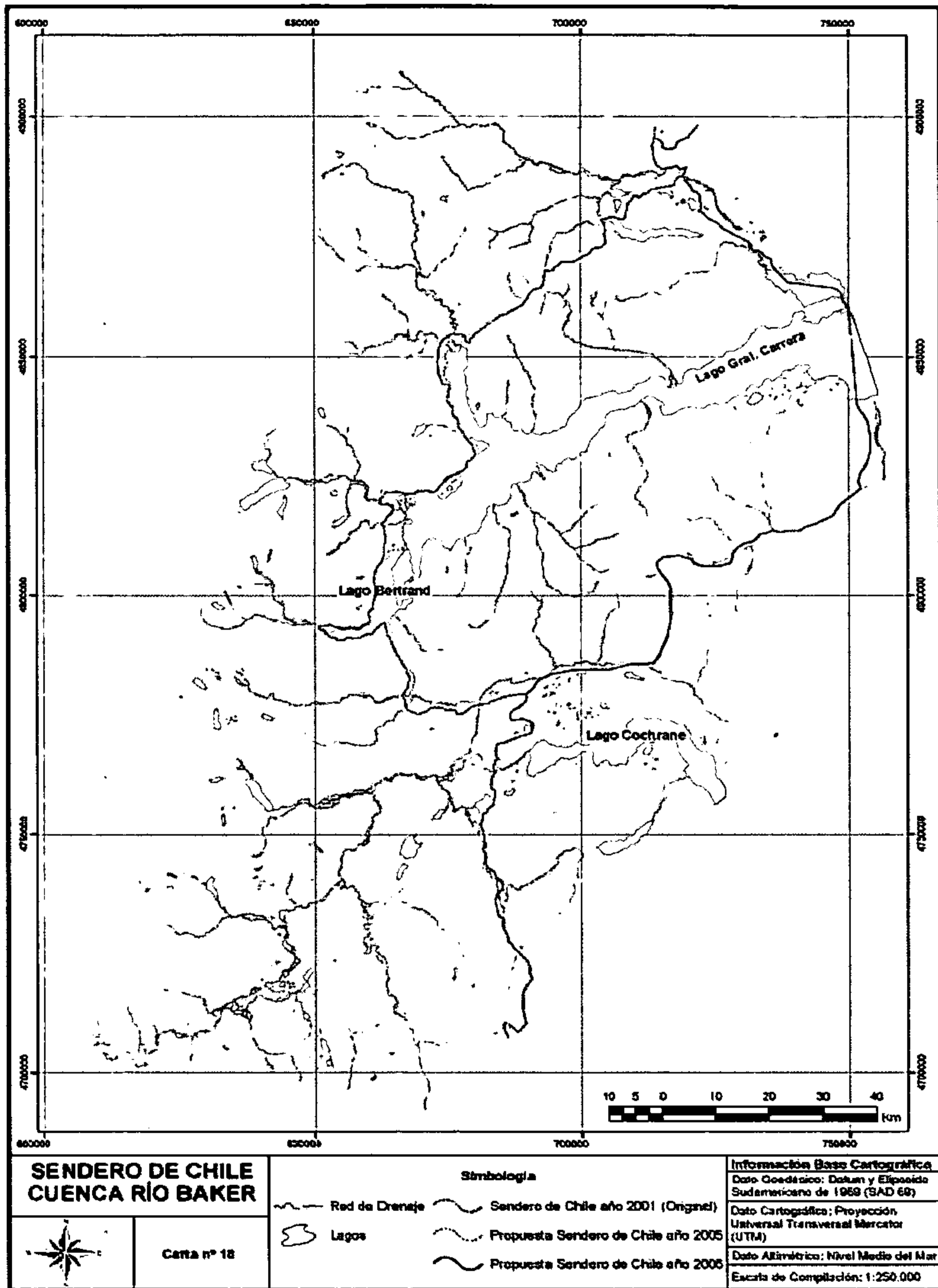


Figura 49. Sendero de Chile, Cuenca del río Baker



## 6 CAMBIOS CLIMÁTICOS REGIONALES PARA FINES DEL SIGLO XXI

CONAMA (2006) en el informe del estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI, muestra en base a dos escenarios generados, los posibles cambios que pueden ocurrir a nivel nacional. Los escenarios se denominan A2 y B2. Los escenarios A2 y B2 se diferencian en tres aspectos socioeconómicos globales: crecimiento demográfico, política ambiental y equidad social. En A2, el aumento de población es rápido en tanto que en B2 es moderado; tanto en ambiente como equidad, existe un deterioro en A2, al paso que en B2 hay un progreso. Las diferencias entre escenarios conducen a distintas variaciones en las emisiones de gases invernadero cuya evolución, entre los años 2000 y 2100, ilustra la Figura 50.

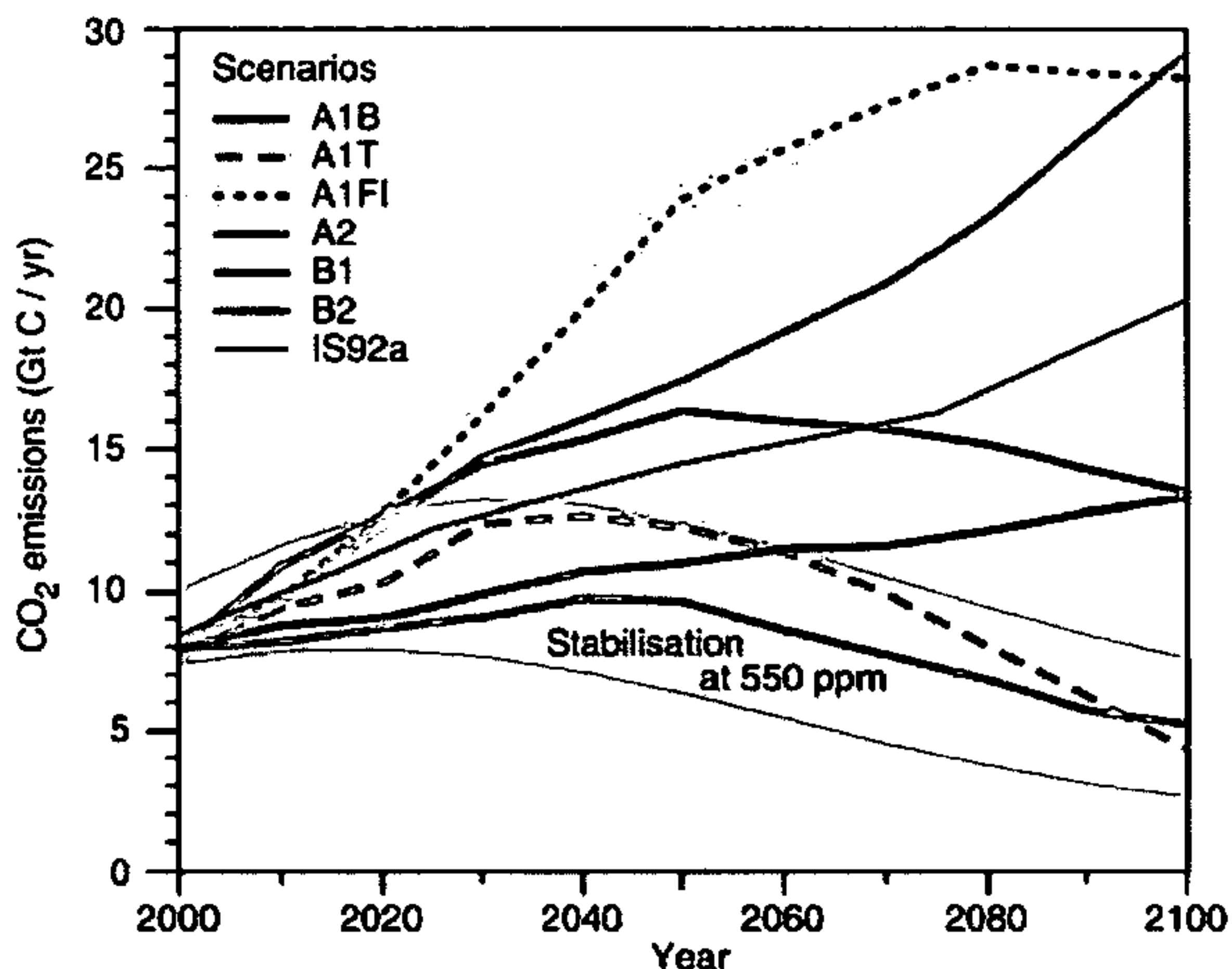


Figura 50. Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) bajo varios escenarios, entre ellos el A2 y B2. (Tercer Informe del IPCC, 2001)

En relación a la temperatura, la Figura 51 muestra las variaciones de temperaturas estacionales, cada color de la escala de colores del Clima Actual corresponde a dos grados centígrados, y en los cambios térmicos corresponde a un intervalo de un grado. Nótese que cambios menores a 1°C quedan sin colorearse.

Según CONAMA (2006), como era esperable, dominan los cambios positivos (calentamiento) en todas las regiones, siendo mayores para el escenario A2. El cambio de temperatura media del escenario A2 respecto al clima actual sobre Chile continental varía entre 2° y 4°C, siendo más acentuado hacia las regiones andinas y en la vertiente oriental de los Andes, y disminuyendo de norte a sur. Sólo en la Región Austral, bajo el escenario B2, hay sectores pequeños con calentamiento menor a 1°C. Estacionalmente, el calentamiento es mayor en verano, excediendo los 5°C en algunos sectores altos de la Cordillera de los Andes.

# TEMPERATURA PROMEDIO EN CHILE CONTINENTAL

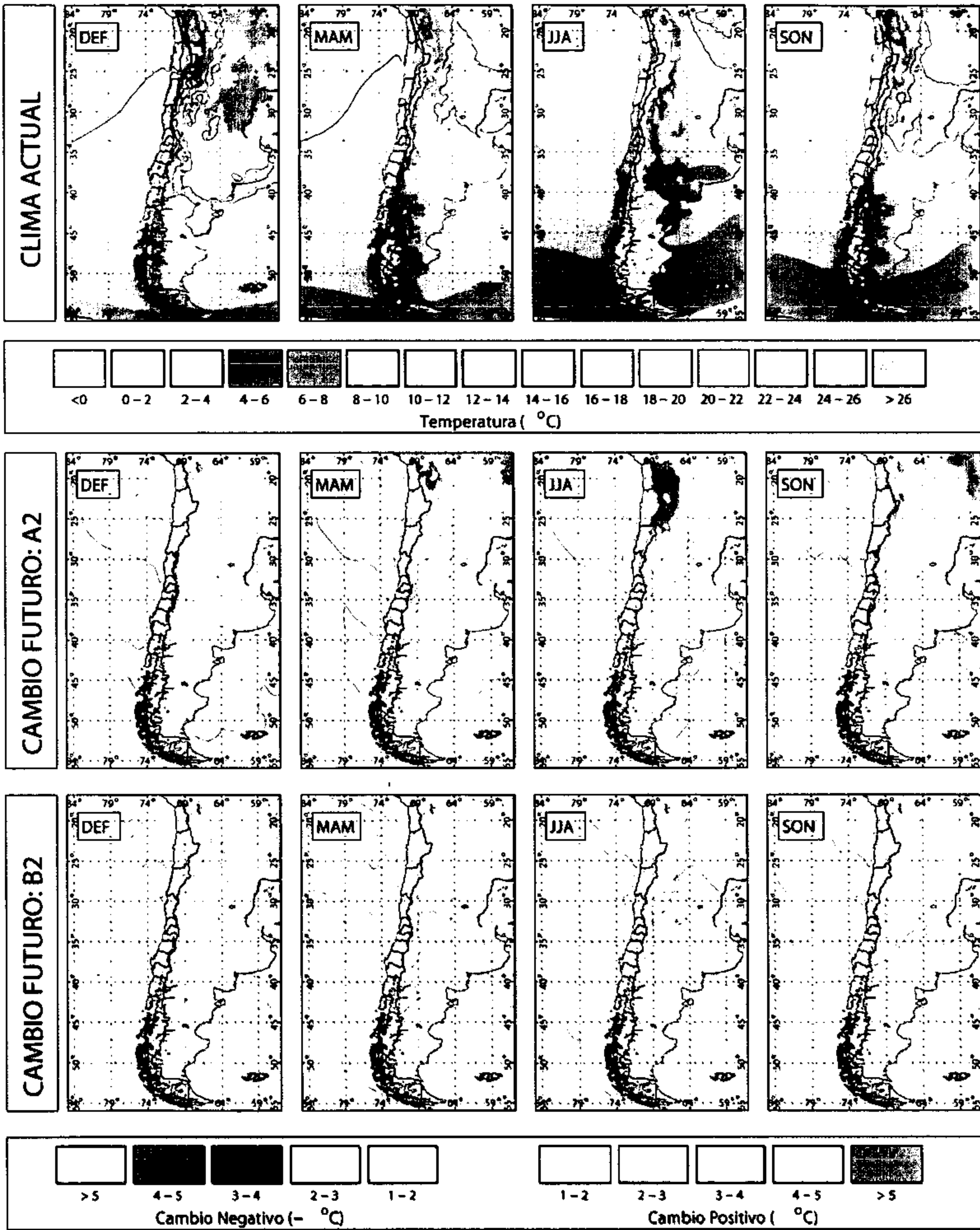


Figura 51. Temperatura media diaria en el clima actual (fila superior) y diferencias futuro – presente (paneles inferiores) para cada estación del año. Fuente: CONAMA (2006)

En CONAMA (2006) también se realiza el análisis de la evolución que sufrirían las precipitaciones. Según CONAMA (2006), la suma pluviométrica estacional tiene una presentación similar a la de la temperatura (Figura 52). Sin embargo, hay algunas diferencias de formato en los cambios, derivadas de dos razones. La primera es que ellos están expresados como la razón (en porcentaje, %) entre el valor promedio del clima futuro (Pf) y el valor correspondiente al Clima Actual (Pa). Es decir, para cada punto de grilla del dominio se muestra  $[Pf / Pa] \times 100$ , con lo cual los lugares con menor precipitación muestran porcentajes inferiores a 100% y aquellos con mayor precipitación tienen valores por encima de 100%. Aquellos lugares donde el cambio es inferior a un 10% no aparecen coloreados. La segunda se refiere a lugares donde la precipitación es muy escasa (áridos) y el porcentaje resulta muy grande careciendo de valor práctico (por ejemplo, un 100% de aumento en un lugar donde sólo caen anualmente algunos mm carece de importancia); en este caso los dominios áridos se han rellenado con color gris. En términos generales, las cumbres andinas marcan un contraste entre ambas laderas, con un aumento en la ladera oriental (Argentina) y una disminución en la ladera occidental (Chile continental y el Pacífico adyacente), particularmente en latitudes medias y en las estaciones de verano y otoño. Este contraste se manifiesta más acentuado en el escenario A2 durante el verano, en que la precipitación sobre ciertos sectores de Chile centro-sur se reduce a la mitad, e incluso un cuarto del valor actual, al mismo tiempo que la precipitación futura se duplica (respecto a la actual) inmediatamente al este de la cordillera de los Andes. Para la región Austral, se puede establecer que presenta pérdidas estivales de un 25%, pero se normaliza hacia el invierno, y existe un leve aumento en el extremo sur que prevalece todo el año.

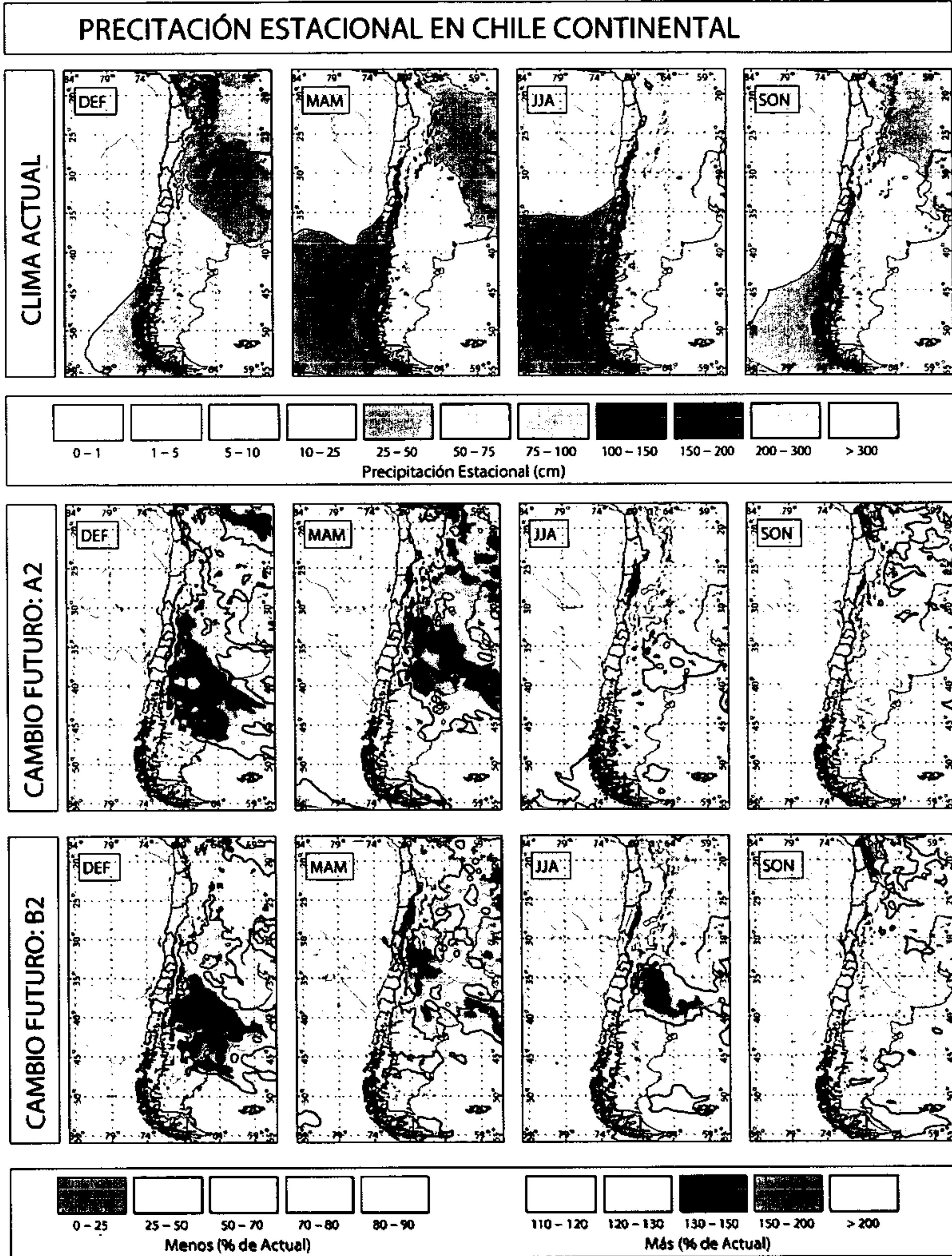


Figura 52. Precipitación estacional en el clima actual (fila superior) y diferencias futuro-presente (paneles inferiores) para cada estación del año. Fuente: CONAMA (2006)

## 7 BIBLIOGRAFÍA DISPONIBLE PARA LA REGIÓN DE AYSÉN

### 7.1 Hidrología

- Debels P, A Stehr, 2008. Hydrology of Baker basin. Unpublished report for [www.twinlatin.org](http://www.twinlatin.org) EU FP6 project.
- De la Fuente, L. 2007. Hydrologic balance of an impacted Patagonian watershed: application to río Simpson. Dissertation for earning Civil Engineering title, Universidad de Concepción, Chile. In Spanish.
- DGA (1981) Código de aguas de Chile. Editorial Jurídica de Chile
- Ley N° 20.017 (2005) Modificación al Código de Aguas
- DGA (1987) Balance Hídrico de Chile, Ministerio de Obras Públicas. Gobierno de Chile
- DGA 2008. Technical report on the April 7th flood event in Baker river. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas. In Spanish.
- Fundación Manfred Hermsen (2005). Situación de los recursos Hídricos de la Región de Aysén. Proyecto Fortalecimiento Ciudadano de la Región de Aysén.
- Herrera, C. 2007. Hydrologic characterization and water balance of río Blanco watershed, Patagonia. Dissertation for earning Civil Engineering title, Universidad de Concepción, Chile. In Spanish.
- Winchester V & S Harrison. 2000. Dendrochronology and lichenometry: colonization, growth rates and dating of geomorphological events on the east side of the North Patagonian Icefield, Chile. *Geomorphology* 34: 181–194

### 7.2 Glaciología

- Araneda et al. (2007) Historical records of San Rafael glacial advances (North Patagonian Icefield): another clue to "Little Ice Age" timing in Southern Chile? *The Holocene* 17(7): 987-998
- Boyd, B.L., Anderson, J.B., Wellner, J.S., Fernández, R.A. The Sedimentary Record of Glacial Retreat, Marinelli Fjord, Patagonia: Regional Correlations and Climate Ties, *Marine Geology* (2008), doi: 10.1016/j.margeo.2008.09.001
- Cook KH, X Yang, CM Carter & BN Belcher. 2003. A modeling system for studying climate controls on mountain glaciers with application to the Patagonian icefields. *Climatic Change* 56: 339–367, 2003.
- Harrison S, N Glasser, V Winchester, E Haresign, C Warren & K Jansson. 2006. A glacial lake outburst flood associated with recent mountain glacier retreat, Patagonian Andes. *The Holocene* 16 (4): 611-620.
- Harrison S, V Winchester & N Glasser. 2007. The timing and nature of recession of outlet glaciers of Hielo Patagónico Norte, Chile, from their Neoglacial IV (Little Ice Age) maximum positions *Global and Planetary Change* 59: 67–78
- Kaplan MR, CJ Fogwill, DE Sugden, NRJ Hulton, PW Kubik & SPHT Freeman. 2008. Southern Patagonian glacial chronology for the Last Glacial period and implications for Southern Ocean climate *Quaternary Science Reviews* 27: 284–294
- Masiokas MH, R Villalba, BH Luckman, ME Lascano, S Delgado & P Stepanek. 2008. 20<sup>th</sup>-century glacial recession and regional hydroclimatic changes in northwestern Patagonia. *Global & Planetary Change* 60: 85-100.

- Matsumoto, T. et al (2005) Hydrological regime characteristics due to the development of proglacial lakes at Glaciar Soler, Northern Patagonia Icefield, Chile. **IAHS Publications. (318). 49-65**
- López, PP. 2007. Impact de la variabilité climatique sur la cryosphère du Campo de Hielo Norte: apport de la télédétection. These pour obtenir le grade de Docteur de l'Université Montpellier II. In French.
- Peña, H. 2008. Glaciares, lagos represados, y crecidas catastróficas en Chile. Charla a la SOCHID, julio 2008 (documento pdf).
- Rivera A, T Benham, G Casassa, J Bamber & JA Dowdeswell. 2007. Ice elevation and areal changes of glaciers from the Northern Patagonia Icefield, Chile. *Global and Planetary Change* 59: 126–137
- Turner KJ, CJ Fogwill, RD McCulloch & DE Sugden. 2005. Deglaciation of the Eastern flank of the North Patagonian Icefield and associated continental-scale lake diversions. *Geografiske annaler* 87 A 2: 363-372.
- Yamaguchi S, R Naruse, T Matsumoto & H Ohno. 2003. Multiday Variations in Flow Velocity at Glaciar Soler, Northern Patagonia, Chile *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 35 (2): 170–174

### **7.3 Climatología-Meteorología**

- Aceituno, P, 1988. On the functioning of the Southern Oscillation in the South American Sector. Part I: Surface climate. *Mon. Wea. Rev.* 116:505-524.
- Aiken C. M. & England M. H. (Submitted) Sensitivity of the present-day climate to freshwater forcing associated with Antarctic sea-ice loss. *Journal of Climate*
- De Angelis H, F Rau & P Skvarca. 2007. Snow zonation on Hielo Patagónico Sur, Southern Patagonia, derived from Landsat 5 TM data. *Global and Planetary Change* 59: 149–158
- CONAMA (2006) Estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Chile. Realizado por Universidad de Chile.
- INEA (1989) Mapa Agroclimático de Chile
- López, P, P Sirguey, Y Arnaud, B Pouvaud & P Chevallier. 2008. Snow cover monitoring in the Northern Patagonia Icefield using MODIS satellite images (2000–2006) *Global and Planetary Change* 61: 103–116
- Moy CM, RB Dunbar, PI Moreno, JP Francois, R Villa, DM Mucciarone, TP Guilderson & RD Garreaud. 2008. Isotopic evidence for hydrologic change related to the westerlies in SW Patagonia, Chile, during the last millennium. *Quaternary Science Reviews* 27: 1335– 1349
- Paruelo JM, A Beltrán, E Jobbágy, OE Sala & RA Golluscio. 1998. The climate of Patagonia: general patterns and controls on biotic processes. *Ecología Austral* 8: 85-101.
- Veblen, TT & Lorenz, DC. 1988. Recent Vegetation Changes along the Forest/Steppe Ecotone of Northern Patagonia, *Annals of the Association of American Geographers*, 78:1, 93 — 111.
- Villalba R. 1990. Climatic fluctuations in Northern Patagonia during the last 1000 years as inferred from tree-ring records. *Quaternary Research* 34: 346-360.

### **7.4 Geología**

- Hauser, A. (1994) Evaluación de riesgos en la zona urbana de Coyhaique, Región XI. 59 pp. Ministerio de Minería (2003). Minería en la XI Región de Aisén, Gobierno de Chile.

Palacios, C., Lahsen, A., Parada, M.A. y Townley, B. 1997. Carta metalogénica de la región oriental de Aisén. Gobierno Regional XI Región  
SERNAGEOMIN (1993) La erupción del volcán Hudson en 1991 (46°S), Región XI, Aisén, Subdirección de Geología Boletín No. 44

## **7.5 Geomorfología**

CONAMA (2002) Estudio Limnológico Lago General Carrera. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Chile. Realizado por Universidad Austral de Chile  
Ministerio de Obras Públicas (1997) Estudio de factibilidad para el control aluvional en las quebradas del cerro Divisadero – Cohyaique. Informe Final – Anexos y Planos.  
Secretaría Regional de Vivienda y Urbanismo (1990) Geomorfología aplicada. Riesgos naturales cerro Divisadero – Cohyaique.

## **7.6 Calidad del Agua**

Carpenter, S., Caraco, N., Correll, D., Howarth, R., Sharpley, A. and Smith, V. (1998) Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Issues in Ecology*. 3.1-12.  
CONAMA (1996) Catastro de posibles fuentes contaminantes de la XI Región de Aysén. Estudio exploratorio  
CONAMA (2002) Hydrobiological protection of the Jeinimeni River CONAMA (2002-b) Estudio Limnológico Lago General Carrera. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Chile. Realizado por Universidad Austral de Chile  
CONAMA (2004) Diagnóstico y clasificación de la calidad de agua en la cuenca del río Baker según objetivos de calidad. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Chile. Realizado por Juan Salas Contreras.  
Debels P, A Stehr, 2008. WP2 TWINLATIN. Unpublished report for [www.twinlatin.org](http://www.twinlatin.org) EU FP6 project.  
MOP (2008) Análisis de impacto económico y social de anteproyectos de norma secundarias de calidad, cuenca río Baker. Ministerio de Obras Públicas. Chile. Realizado por Universidad de Chile  
Orrego J. P. (2002). El estado de las aguas terrestres en Chile: Cursos y aguas subterráneas. Fundación Terram.  
Iriarte et al. (2007) Spatial and temporal variability of chlorophyll and primary productivity in surface waters of southern Chile (41.5 - 43° S). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 74: 471-480  
Iriarte J. L. & González H. E. (2008) Phytoplankton bloom ecology of the Inner Sea of Chiloé, Southern Chile. *Nova Hedwigia* 133: 67-79  
Salas J. (2004). Diagnóstico y clasificación de la calidad de agua en la cuenca del río Baker según objetivos de calidad, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Universidad de Chile.  
Tironi A, Ramírez, A. y Yarrow, M.M. (2006). Análisis General del Impacto Económico Social de la Norma Secundaria de Calidad de Aguas del Río Aysén en el sector Agropecuario y otras actividades económicas. Servicio Agrícola Ganadero XI Región de Aysén, Ministerio de Agricultura.

## **7.7 Flora y Fauna Terrestre**

- AG (1999) **Vertebrados terrestres posibles de encontrar en la XI región de Aysén**. Servicio Agrícola y Ganadero. Ministerio de Agricultura. Realizado por Jorge Eric Mella Avila
- Araya B, M Bernal, R Schlatter & M Sallaberry (1995). **Lista patrón de las aves de Chile**. Tercera Edición. Ed. Universitaria, Santiago
- Araya B & M Bernal (1995). Aves. En: Simonetti JA, MTK Arroyo, AE Spotorno & E Lozada (eds). **Diversidad Biológica de Chile**. CONICYT, Santiago, Chile. 350-360
- Aldridge D. & N Alvear (1987). **Resumen de Antecedentes de Flora y Fauna de la XI Región de Aysén**. Corporación Nacional Forestal, publicación de divulgación Nº 13.
- Díaz-Paez, H. et al (2002) Diversidad y abundancia de anfibios en el parque nacional "Laguna San Rafael" (XI región, Chile). **Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile**. (51). 135-145.
- CONAF (1997) **Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile**. Catastro de Bosque Nativo
- CONAMA (2002) **Estrategia y plan de acción para la biodiversidad en la XI Región de Aysén**. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Chile
- SAG (1999) **Vertebrados terrestres posibles de encontrar en la XI región de Aysén**. Servicio Agrícola y Ganadero. Ministerio de Agricultura. Realizado por Jorge Eric Mella Avila
- Ruíz, I. (1996). **Praderas para Chile**. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 2° Edición. Santiago, Chile.

## **7.8 Flora y Fauna Acuática**

- Compañía Minera Cerro Bayo (2006) **Informe línea base flora y fauna acuática**. Compañía Minera Cerro Bayo
- CONAMA (2002) **Estrategia y plan de acción para la biodiversidad en la XI Región de Aysén**. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Chile
- Valdovinos C. & Rüth M. (2005) Nacellidae limpets of the southern end of South America: taxonomy and distribution. *Revista Chilena de Historia Natural* 78: 497-517
- Valdovinos C. (2006) Estado del conocimiento de los gadtrópodos dulceacuícola de Chile. *Gayana* 7, 0(1): 88-95
- Valdovinos C. (2006) Invertebrados Dulceacuicolas. Capítulo Libro Biodiversidad de Chile: patrimonio y desafíos. CONAMA 204-225
- Valdovinos C. y Pedreros P. (2007) Geographic variations in shell growth rates of the mussel *Diplodon chilensis* from temperate lakes of Chile: Implications for biodiversity conservation. *Limnologia* 37: 63-75

### **7.8.1 Ictiofauna**

- Aigo, J., Conte Grand C., Ortubay S., Battini M. & Cussac V. (2006) El cambio de las distribuciones de salmónidos y peces nativos en Patagonia en las últimas dos décadas. XXII Reunión Argentina De Ecología. Córdoba.
- Aigo J., Cussac, V.E., Peris S., Ortubay S, Gómez S., López, H. & Alonso M.F. (2003) Variación temporal en la estructura de los ensambles de peces de los embalses de la cuenca de los ríos



- Limay y Neuquén: diagnóstico y efectos de los escapes de peces de cultivo. Magister Thesis. Universidad de Buenos Aires, 131 pp.
- Aigo, J., Cussac, V., Peris, S. et al (2008) Distribution of introduced and native fish in Patagonia (Argentina): patterns and changes in fish assemblages. *Rev Fish Biol Fish.* doi:[10.1007/s11160-007-9080-8](https://doi.org/10.1007/s11160-007-9080-8)
- Alvear, P., Rechencq M., Macchi P.J., Alonso M.F., Lippolt G.E., Denegri M.A., Navone G., Zattara E., Garcia Asorey M.I. & Vigliano P.H. (2007) Composición, distribución y relaciones tróficas de la ictiofauna del río Negro, Patagonia Argentina. *Ecol Aust* 17:231–246
- Anonymous (1989) Coho in Chile: an interview with Jon Lindbergh. *Egg Smolt US Salmon Digest* 2(2):1
- Anonymous (2004) 1 million salmon escape in Chile. In: *The Salmon Farm Monitor*, International News, Available at <http://www.salmonfarmmonitor.org>, Accessed August 2004
- Arismendi, I., Gonzalez, J., Penaluna, B., & Sanzana, J. (2006) Preliminary assessment of the potential for sustainable trout fisheries in the Cóndor, Grande, and Sánchez basins of Chilean Tierra del Fuego. Chapter: water quality, fish abundance and potential for fisheries. Laboratory Report. Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile.
- Arratia, G. (1978) Comentario sobre la introducción de peces exóticos en aguas continentales de Chile. *Revista de Ciencias Forestales (Chile)* 1: 21 -30.
- Arratia G. & S. Menu-Marque. (1981) Revision of the freshwater catfishes of the genus *Hatcheria* (Siluriformes, Trichomycteridae) with commentaries on ecology and biogeography. *Zoologische Anzeiger, Jena* 207(1-2): 88-111.
- Arratia, G. (1981) Géneros de peces de aguas continentales de Chile. *Museo Nacional Historia Natural Chile, Publicación Ocasional*, 4, 3-108.
- Arratia, G. (1982) A review of freshwater percoids from South America (Pisces, Osteichthyes, Perciformes, Percichthyidae, and Percillidae). *Abh. Senckenberg Naturforsch. Ges.*, 540: 1-52.
- Arratia, G. (1987) Description of the primitive family Diplomystidae, Siluriformes, Teleostei, Pisces): morphology, taxonomy and phylogenetic implications. *Bonn Zool Monogr* 24:1–44
- Azpilicueta, M.M. (1994) Los diplomístidos en Argentina (Siluriformes, Diplomystidae). In: Castellanos Z (ed) *Pises. Fauna de agua dulce de la República Argentina*, vol 40. PROFADU-CONICET, La Plata, pp 1–27
- Azpilicueta, M.M. (1994) Three East-Andean species of Diplomystes (Siluriformes: Diplomystidae): *Ichthyol Explor Fresh-waters* 5(3):223–240
- Azpilicueta M., A. Almirón, A. López-Cazorla & J. Casciotta. 1996. Geographical distribution of *Galaxias maculatus* (Jenyns) (Pisces, Osmeriformes: Galaxiidae) in Patagonia. *Biogeographica* 72(4): 157-160.
- Baigún, C. & R. Ferriz. 2003. Distribution patterns of native freshwater fishes in Patagonia, Argentina. *Org. Divers. Evol.* 3, 151-159.
- Barriga, J.P., Battini, M.A., Macchi, P.J., Milano, D. & Cussac, V.E. (2002) Spatial and temporal distribution of landlocked *Galaxias maculatus* and *Galaxias platei* (Pisces, Galaxiidae) in a lake in the South American Andes. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 36, 349–363.
- Barriga, J.P., Battini, M.A. & Cussac, V.E. 2007. Annual dynamics variation of a landlocked *Galaxias maculatus* (Jenyns 1842) population in a Northern Patagonian river: occurrence of juvenile upstream migration. *Journal of Applied Ichthyology* 23: 128–135.
- Barros, R. (1931) Introducción de un nuevo salmón en Chile. *Rev Chil Hist Nat* 35:57–62
- Basulto, S. (2003) El largo viaje de los salmones: una crónica olvidada, Propagación y cultivo de especies acuáticas en Chile. Maval Limitada, Santiago, Chile.

- Battini, M. A. (1997) Los estadios tempranos de vida de *Galaxias maculatus* (Jenyns, 1842) y *Odontesthes hatcheri* (Eigenmann, 1909), con especial referencia a su alimentación y crecimiento. Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Comahue (1997) 187pp.
- Battini, M.A.; Rocco, V.; Lozada, M.; Tartarotti, B.; Zagarese, H.E. (2000) Effects of ultraviolet radiation on the eggs of landlocked *Galaxias maculatus* (Galaxiidae, Pisces) in Northwestern Patagonia. *Freshwater Biology* 44: 547–552.
- Bello, M.T. (2002) Los peces autóctonos de la Patagonia Argentina. Distribución natural. Cuadernos Universitarios no 43. CRUB-UNCo. SIN-0325–6308/43, 56 pp.
- Benzie, V. (1968) Stages in normal development of *Galaxias maculatus attenuatus* (Jenyns). *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 2: 606–627.
- Bera, T. (2003) Family Galaxiidae (Galaxiids). En: Reis R, Kullander S, Ferraris C. (eds). Check list of the freshwaters fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brazil: 503-506.
- Berra, T., L. Crowley, W. Ivantsoff & P. Fuerst (1996) *Galaxias maculatus*: an explanation of its biogeography. *Marine and Freshwater Research* 47: 845-849.
- Boy, C.C., Morriconi, E., Calvo J. (2007) Reproduction in puyen, *Galaxias maculatus* (Pisces: Galaxiidae) in the southernmost extreme of distribution. *J Appl Ichthyol* 23:547–554
- Boy, C.C., A.F. Pérez, D.A. Fernández, J. Calvo & E.R. Morriconi (2008) Energy allocation in relation to spawning and overwintering of a diadromous Puyen (*Galaxias maculatus*) population in the southernmost limit of the species distribution. *Polar Biol* DOI 10.1007/s00300-008-0495-z
- Bruzzone JH (1986) Relevamiento de la fauna ictícola de los parques nacionales Lanín, Nahuel Huapi, Puelo y los Alerces. APN-INVAP, Inf. Int (Ed mimeografiada), 18 pp.
- Brönmark C & L-A Hansson. 2002. Environmental cues in lakes and ponds: current state and perspectives. *Environmental Conservation* 29. 290- 306.
- Buria, L., Walde, S., Battini, M., Macchi, P., Alonso, M., Ruzzante, D. & V.E. Cussac (2007) Movement of a South American perch *Percichthys trucha* in a mountain Patagonian lake during spawning and prespawning periods. *J Fish Biol* 70:215–230
- Campos, H. (1969) Reproducción de *Aplocheilichthys taeniatus* Jenyns. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, 29: 207-222.
- Campos H. (1970) Introducción de especies exóticas y su relación con los peces de agua dulce de Chile. *Not.Mus.Nac.Hist.Nat.*, Chile 14 (162): 6-9.
- Campos, H. (1970) *Galaxias maculatus* (Jenyns) en Chile con especial referencia a su reproducción. *Boletín del Museo de Historia Natural*, Chile 31: 5–20.
- Campos, H. (1972) Karyology of three Galaxiids fishes *Galaxias maculatus*, *G. platei* and *Brachygalaxias bullocki*. *Copeia* (2): 368-370.
- Campos, H. (1973) Lista de peces de aguas continentales de Chile. *Noticiero Mensual Museo Nacional Historia Natural*, Santiago de Chile 17(198-199): 3-14.
- Campos, H. (1973) Migration of *Galaxias maculatus* (Jenyns) (Galaxiidae, Pisces) in Valdivia Estuary, Chile. *Hydrobiologia* 43: 301-312.
- Campos, H. 1974. Population studies of *Galaxias maculatus* (Jenyns) Osteichthys: Galaxiidae) in Chile with reference to the number of vertebrae. *Studies on the Neotropical Fauna*, 9:55-76.
- Campos, H. 1979. Avance en el estudio sistemático de la familia Galaxiidae (Osteichthyes: Salmoniformes). *Arch. Biol. Med. Exp.* 12: 107-118.
- Campos H. 1984. Gondwana and neotropical galaxioid fish biogeography. 113-125. In: *Evolutionary ecology of neotropical freshwater fishes*. T.M. Zaret (ed.). Dr. W. Junk Publ., The Hague, The Netherlands.
- Campos H. 1984. Macrozoobentos y fauna íctica de las aguas limnéticas de Chiloé y Aysén continentales (Chile). *Medio Ambiente* 7(1): 52-64.

- Campos H., G. Dazarola, B. Dyer, L. Fuentes, J.F. Gavilán, L. Huaquín, G. Martínez, R. Meléndez, G. Pequeño, F. Ponce, V.H. Ruiz, W. Siefeld, D. Soto, R. Vega & I. Vila. (1998) Categorías de Conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 47: 101-122.
- CEA (2005). Evaluación potencial de pesca y capacidad de carga de poblaciones de peces de interés para la pesca deportiva, en propiedades fiscales ribereñas en lagos y ríos de la XI Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. Informe Técnico del Centro de Ecología Aplicada, Chile.
- Cervellini, P.M., Battini, M.A. & Cussac, V.E. (1993) Ontogenetic shifts in the feeding of *Galaxias maculatus* (Galaxiidae) and *Odontesthes microlepidotus* (Atherinidae). *Environmental Biology of Fishes* 36: 283–290.
- CH2MHILL (2000) Informe de Línea de Base Proyecto Alumysa. In: Estudio de impacto ambiental proyecto Alumysa. Alumysa project. Coyhaique, Chile.
- Chapman, A., Morgan, D.L., Beatty, S.J. & Gill, H.S. (2006) Variation in life history of land-locked lacustrine and riverine populations of *Galaxias maculatus* (Jenyns 1842) in Western Australia. *Environmental Biology of Fishes* 77: 21–37.
- Chilean Fisheries Workshop (2003) Exploitation and management of exotic and naturalized aquatic genetic resources in relation to native biodiversity. Universidad de Los Lagos, Stockholm University, The International Foundation for Science, The Conservation Breeding Specialist Group, Sociedad chilena de Genética.
- Ciancio, J.E., Pascual, M.A., Lancelotti, J., Riva Rossi, C.M. & Botto, F. (2005) Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in the Santa Cruz River, an Atlantic Basin of Patagonia. *Environ Biol Fish* 74:219–227
- Ciancio, J.E., & Pascual, M. (2006) Energy density of freshwater Patagonian organisms. *Ecol Austral* 16:91–94
- CONAMA (2002) Estrategia y Plan de Acción para la Biodiversidad XI Región de Aysén. Documento Técnico para discusión, Versión Octubre 2002.
- Correa, C. & M. Gross (2007) Chinook salmon invade southern South America. *Biol Invasions* DOI 10.1007/s10530-007-9157-2
- Cussac, V.E., P.M. Cervellini & M.A. Battini. (1992) Intralacustrine movements of *Galaxias maculatus* (Galaxiidae) and *Odontesthes microlepidotus* (Atherinidae) during their early life history. *Environ. Biol. Fish.*, 35:141-148.
- Cussac, V., Ruzzante, D., Walde, S., Macchi, P., Ojeda, V., Alonso, M. & M. Denegri. (1998) Body shape variation of three species of *Percichthys* in relation to their coexistence in the Limay River basin in northern Patagonia. *Environmental Biology of fishes*. 53: 143-153 pp.
- Cussac, V., Ortubay, S., Iglesias, G., Milano, D., Lattuca, M.E., Barriga, J.P., Battini, M. & Gross, M. 2004. The role of biological traits in the distribution of South American galaxiid fishes. *Journal of Biogeography* 31: 103–121.
- Cussac, V., Ortubay S., Inglesias G., Milano D., Lattuca M., Barriga J.P., Battini M. & Gross M.. 2004. The distribution of South American galaxiid fishes: the role of biological traits and postglacial history. *Journal of Biogeography*, 31: 103- 121.
- Cussac V.E., Fernández, A., Gómez, E., López, L. (2008) Fishes of southern South America: a story driven by temperature. *Fish Physiol Biochem* DOI 10.1007/s10695-008-9217-2
- De Villalobos, C., Ortiz-Sandoval, J.J. & E. Habit. (2008) Finding of *Gordius austrinus* De Villalobos, Zanca & Ibarra-Vidal, 2005 (Gordiida, Nematomorpha) in the stomach of *Salmo trutta* (Salmoniformes) in Patagonia. *Gayana*. 72:31-35

- Di Prinzio, C. (2001) Estudio de la remonta del salmón chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) en las cuencas de los ríos Corcovado, Futaleufú y Pico, Chubut, Argentina. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de la Patagonia SJB, Sede Esquel, Argentina
- Díaz, M., F. Pedrozo & N. Baccala. (2000) Summer classification of Southern Hemisphere temperate lakes (Patagonia, Argentina). *Lakes and Reservoirs: Research and Management*. 5:213-229.
- Dyer, B. (2000) Revisión sistemática de los pejerreyes de Chile (Teleostei, Atheriniformes). *Estudios Oceanológicos*, 19: 99-127.
- Dyer, B. (2000) Systematic review and biogeography of the freshwater fishes of Chile. *Estudios Oceanológicos (Chile)*, 19, 77-98.
- Eigenmann, C.H. (1909) The fresh-water fishes of Patagonia and an examination of the Archiplata–Archhelenis theory. *Rep Princeton Univ Exped Patagonia 1896–1899*, 3 (3): 227–374
- Eigenmann, C. (1927) The fresh-water fishes of Chile. *Mem. Nat. Acad. Sci.*, 22: 1-63.
- Ferriz, R. (1984) Alimentación del Puyen, *Galaxias maculatus* (Jenyns), en el Río Limay, provincia de Neuquén. *Phycis*. 102: 29-32 pp.
- Ferriz, R. A. (1987) Alimentación del pejerrey patagónico *Patagonina hatcheri* (Eigenmann, 1909) en el embalse Ramos Mexa, Neuquén, Argentina. *Hidrobiología* 6: 61–66.
- Ferriz, R. A. (1987) Biología del puyen *Galaxias maculatus* (Jenyns) (Teleostomi, Galaxiidae) en un embalse norpatagónico. Ciclo de vida, ciclo gonadal y fecundidad. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernadino Rivadavia”* 6(5):29–38.
- Ferriz, R. A. (1988). Relaciones tróficas de trucha marrón, *Salmo fario* Linne, y trucha arco iris, *Salmo gairdneri* Richardson, (Osteichthyes, Salmoniformes) en un embalse norpatagónico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 23, 123–131.
- Ferriz, R. A. (1989). Alimentación de *Percichthys colhuapensis* (MacDonagh, 1955) y P. trucha (Girard, 1854) (Osteichthys, Percichthyidae), en el embalse Ramos Mexa, Provincia del Neuquén, Argentina. *Iheringia* 69, 109–116.
- Ferriz, R. A. (1993). Algunos aspectos de la dieta de cuatro especies ícticas del río Limay (Argentina). *Revista de Ictiología* 2/3: 1–7.
- Ferriz, R.A. (1994) Alimentación de *Olivaichthys viedmensis* (Mac Donagh, 1931) y *Hatcheria macraei* (Girard, 1855) (Teleostei, Siluriformes) en el río Limay, Argentina. *Naturalia Patag* 2:83–88
- Ferriz, R.A., López, H.L. & Gómez, S.E. (1998) Bibliografía de los peces continentales patagónicos. *Aquatec* 6:1–12
- Ferriz, R. A. (2003) Alimentación de *Galaxias platei* (Pisces, Galaxiidae) en siete ambientes lénticos de la provincia de Chubut, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 5, 79–85.
- FIP (2002) Estudio del ciclo reproductivo de las principales especies objetivo de la pesca deportiva en la XI región. Fondo de Investigación Pesquera. Subsecretaría de Pesca. Realizado por Edwin Niklitschek H. y Eduardo Aedo M. Subsecretaría de Pesca
- Fowler, H. (1943) Fishes of Chile. Systematic Catalog. *Rev. Chilena Hist. Nat.*, 54: 22-57.
- Fowler, H. (1944) Fishes of Chile. Systematic Catalog. *Rev. Chilena Hist. Nat.*, Part 2 : 275-343.
- Fowler, H. (1951) Analysis of the fishes of Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, (años 1941-43): 263-326.
- Gajardo, G. & L. Laikre. (2003) Chilean Aquaculture Boom Is Based on Exotic Salmon Resources: a Conservation Paradox. *Conservation Biology*, 17:1173–1174
- Gallegos, P. (2003) Estudio comparativo de los parámetros reproductivos de hembras de puye (*Galaxias maculatus* (Jenyns, 1842)) silvestres y de cultivo experimental (F1). Tesis de Grado Universidad Católica de Temuco. 1 – 66.

- Gómez, S.E. (1990) Some thermal ecophysiological observations on the catfish *Hatcheria macraei* (Girard 1855) Siluriformes, Trichomycteridae). *Biota* 6:89–95
- Gross M., J. Barriga & M. Battini. 2008. Distribution of introduced and native fish in Patagonia (Argentina): patterns and changes in fish assemblages. *Rev Fish Biol Fisheries* DOI 10.1007/s11160-007-9080-8.
- Habit, E. & A. Rosenberger. (2004) Introduced species in Chile's freshwaters – the need for research. *Newsletter of the Introduced Fish Section American Fisheries Society* 21(1):3-4.
- Habit, E., B. Dyer & I. Vila. (2006) Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile: estado de su conocimiento. *Gayana* 70(1): 100-112.
- Habit, E., Ortiz, N., Ortiz-Sandoval J. & Piedra P. (2007) Distribución y aspectos de la historia de vida de *Galaxias platei* en Chile. IV Congreso de la Sociedad de Limnología de Chile. Santiago de Chile, 22 al 27 de octubre del 2007.
- Habit, E., J.J. Ortiz, P. Piedra & N. Ortiz. (2007) Patrones comunitarios de la fauna íctica nativa e introducida en sistemas lacustres y fluviales de la Patagonia Chilena. III Congreso Binacional de Ecología. La Serena, Octubre 2007.
- Habit, E., M. Belk, P. Victoriano, R. Cifuentes, P. Piedra, J. Ortiz, J. González, D. Ruzzante & V. Cussac. (2007) Conservation concerns for *Galaxias maculatus* in Chile, South America. Challenges for Diadromous Fishes in a Dynamic Global Environment, 17-21 June 2007, Halifax, Nova Scotia, Canada.
- Jenyns, L. (1842) *Beagle*, under the Command of Captain Fitzroy, during the years 1832 to 1836. The Zoology of the Voyage of H.M.S. Part IV Fish (ed. by CH. Darwin, E. Smith, and C. Cronhill), London.
- Jowett, I. (2002) In-stream habitat suitability criteria for feeding inanga (*Galaxias maculatus*). *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 36: 399–407 pp.
- Lattuca, M.E., M.A. Battini & P.J. Macchi. (2008) Trophic interactions among native and introduced fishes in a northern Patagonian oligotrophic lake. *Journal of Fish Biology* 72, 1306–1320
- Lattuca, M. E., Ortubay, S., Battini, M., Barriga, J. P. & Cussac, V. (2007). Presumptive environmental effects on body shape of *Aplocheilichthys zebra* (Pisces, Galaxiidae) in northern Patagonian lakes. *Journal of Applied Ichthyology* 23, 25–33.
- Lattuca, M., E. D. Brown, L. Castiñeira, M. Renzi, C. Luizon, J. Urbanski & V. Cussac. (2008) Reproduction of landlocked *Aplocheilichthys zebra* Jenyns (Pisces, Galaxiidae). *Ecology of Freshwater Fish*. doi: 10.1111/j.1600-0633.2008.00292.x
- López Cazorla, A. & Tejera, L. (1996) Alimentación de dos especies de peces frecuentes en el río Negro, Argentina. *Percichthys trucha* (Valenciennes, 1859) y *Percichthys colhuapiensis* (Mac Donagh, 1955). *Res III Jor Patag Medio Amb, Esquel*: 64
- López-Arbarello, A. (2004) Taxonomy of the genus *Percichthys* (Perciformes: Percichthyidae). *Ichthyol Explor Freshw* 15:331–350
- Logan, M. S., Iverson, S. J., Ruzzante, D. E., Walde, S. J., Macchi, P. J., Alonso, M. F. & Cussac, V. E. (2000). Long term diet differences between morphs in trophically polymorphic *Percichthys trucha* (Pisces: Percichthyidae) populations from the southern Andes. *Biological Journal of the Linnean Society* 69, 599–616.
- López-Arbarello, A. (2004) Taxonomy of the genus *Percichthys* (Perciformes: Percichthyidae). *Ichthyological Explorations of Freshwaters* 15: 331-350.
- Macchi, P.J. (1991) Ecología trófica de los peces autóctonos del lago Moreno. (Brazo Morenito). Licenciatura Thesis. Bariloche: Universidad Nacional del Comahue.
- Macchi, P., Cussac, V.E., Alonso, M.F. & Denegri, M.A. (1999) Predation relationships between introduced salmonids and the native fish fauna in lakes and reservoirs in northern Patagonia. *Ecology of Freshwater Fish*, 8, 227-236.

- Macchi, P.J. (2004) Respuestas de *Galaxias maculatus* a la depredación por parte de *Percichthys trucha* y los salmónidos introducidos en ambientes lénticos de la Patagonia norte. Doctoral Thesis. Universidad Nacional del Comahue. Bariloche.
- Macchi, P.J., P.H. Vigliano, M.A. Pascual, M.F. Alonso, M.A. Denegri, D. Milano, M. García Asorey & G.E. Lippolt. (2005) Historical policy goals for fishmanagement in Northern Continental Patagonia, Argentina: a structuring force of actual fish assemblages? En: Nielsen, J., J. Dodson, K. Friedland, T. Hamon, N. Hughes, J. Musick, and E. Verspoor, editors. Proceedings of the Fourth World Fisheries Congress 2004. Reconciling fisheries with conservation: the challenge of managing aquatic ecosystems. American Fisheries Society, Symposium *In press*.
- Macchi, P.J., Pascual, M.A. & Vigliano, P.H. (2007) Differential piscivory of the native *Percichthys trucha* and exotic salmonids upon the native forage fish *Galaxias maculatus* in Patagonian Andean lakes. *Limnologica* 37:76–87
- MacCrimmon, H.R. 1971. World distribution of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 26. 1699-1725.
- MBN (2004) Evaluación potencial de pesca y capacidad de carga de poblaciones de peces de interés para la pesca deportiva, en propiedades fiscales ribereñas en lagos y ríos de la XI Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. Ministerio de Bienes Nacionales. Chile
- McDowall, R.M. (1968) *Galaxias maculatus* (Jenyns), the New Zealand whitebait. *Fish Res Bull* 2:1–84
- McDowall, R.M. (1971) The galaxiid fishes of South America. *Zoological Journal of the Linnean Society*. 50: 33-73.
- McDowall, R.M. (1971) Fishes of the family Aplochitonidae. *Journal of the Royal Society of New Zealand* 1(1): 31-52.
- McDowall, R.M. (1976) The taxonomic status of the *Galaxias* populations in the Río Calle-Calle, Chile (Pisces: Galaxiidae). Comments on a proposal for specific recognition. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 11: 173-177.
- McDowall R.M. & K. Nakaya (1987) Identity of the galaxioid fishes of the genus *Aplochiton* Jenyns from southern Chile. *Japanese Journal of Ichthyology*, 34(3): 377-383.
- McDowall, R.M., Mitchell, C.P. & Brothers, E.B. (1994) Age at migration from the sea of juvenile *Galaxias* in New Zealand (Pisces: Galaxiidae). *Bulletin of Marine Science* 54: 385–402.
- McDowall, R.M. (1988) Diadromy in fishes. Migrations between freshwater and marine environments. Timber Press, Portland, Oregon, 308 pp.
- McDowall, R.M. (2002) Accumulating evidence for a dispersal biography of southern cool temperate fishes. *Journal of Biogeography* 29: 207–219.
- McDowall, R.M. (2003) Variation in vertebral number in galaxiid fishes (Teleostei: Galaxiidae): a legacy of life history, latitude and length. *Environmental Biology of Fishes*. 66. 361–381 pp.
- McDowall, R.M. (2003). Impacts of Introduced Salmonids on Native Galaxiids in New Zealand Upland Streams: A New Look at an Old Problem. *Transactions of the American Fisheries Society*, 132, 229–238.
- McDowall, R. M. (2006). Crying wolf, crying foul, or crying shame: alien salmonids and a biodiversity crisis in the southern cool-temperate galaxioid fishes? *Rev. Fish Biol. Fish.* 16: 233-422.
- Mendoza et al. (2006) Análisis comparativo de Compuestos Organobromados (difeníl éter polibromados) y Organoclorados (bifenilos policlorados, dioxinas y furanos) en el Salmón Chileno. *Revista SalmoCiencia* 13-26, 2006
- Milano, D. & P.H. Vigliano. (1997) Nuevos registros de *Galaxias platei* Steindachner, 1898 en lagos andinos-patagónicos (Teleostei: Osmeriformes: Galaxiidae). *Neotrópica* 43:109-111.

- Milano, D., Cussac, V.E., Macchi, P.J. (2002) Predator associated morphology in *Galaxias platei* in Patagonian lakes. *Journal of Fish Biology* 61, 138-156.
- Milano, D. (2003) Biología de *Galaxias platei* (Pisces, Galaxiidae): especializaciones relativas a su distribución, Doctoral Thesis. Universidad Nacional del Comahue, Bariloche.
- Milano, D., V.E. Cussac, P.J. Macchi, D. Ruzzante, M. Alonso, P. Vigliano & M. Denegri. (2002) Predator associated morphology in *Galaxias platei* in Patagonian lakes. *Journal of Fish Biology* 61:138-156.
- Milano, D., D.E. Ruzzante, V.E. Cussac, P.J. Macchi, R.A. Ferriz, J.P. Barriga, J.A. Aigo, M.E. Lattuca & S.J. Walde. (2006) Latitudinal and ecological correlates of morphological variation in *Galaxias platei* (Pisces: Galaxiidae) in Patagonia. *Biological Journal of the Linnean Society* 87: 69 – 82.
- Modenutti, B.E., Balseiro, E.G. & Cervellini, P.M. (1993). Effect of the selective feeding of *Galaxias maculatus* (Salmoniformes, Galaxiidae) on zooplankton of South Andes lakes. *Aquatic Sciences* 55, 65–75.
- Modenutti, B.E., Queimaliñs, C.P., Balseiro, E.G. & Reissig, M. (2003) Impact of different zooplankton structures on the microbial food web of an Andean oligotrophic lake. *Acta Oecologica* 24, 289–298.
- Montory M. & Barra R.(2006) Preliminary data on polybrominated diphenyl ethers(PBDEs) in farmed fish tissues (*Salmo salar*) and fish feed in Southern Chile. *Chemosphere*: 63: 1252-1260
- Niklitschek, E., Niklitschek, M., Aedo, E. (2002) Manejo y administración para la sustentabilidad y el mejoramiento cuantitativo y cualitativo de la pesca deportiva en ríos de gran atractivo turístico en la región de Aysén. In: Fondo de Desarrollo e Innovación (FDI). Universidad Austral de Chile, Coyhaique.
- Niklitschek, E. & Aedo, E. (2002) Estudio Del Ciclo Reproductivo de las Principales Especies Objetivo de la Pesca Deportiva en la XI Región. Universidad Austral de Chile. Centro Universitario de la Trapananda, Chile.
- Ortiz-Sandoval, J.J. (2006) Estructura trófica de la ictiofauna de la zona limnética y profunda de lagos andino patagónicos de la Región de Aysén: niveles de piscivoría asociados a salmonídeos y especies nativas. Undergraduate Thesis. Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción. 55 pp.
- Ortiz-Sandoval J.J. & E. Habit. (2006) Estructura Trófica de la Ictiofauna las Zona Limnética Y Profunda De Lagos Andino Patagónicos De La Región De Aysén: Niveles De Piscivoría Asociados A Salmonídeos y Especies Nativas. III Congreso Sociedad Chilena de Limnología, 15° Taller de Limnología. Punta Arenas.
- Ortiz, N. (2007). Comparación de historias de vida de *Galaxias platei* en lagos de la Región de Aysén. Undergraduate Thesis. Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción. 48 pp.
- Ortubay, S. & Wegrzyn, D. (1991) Fecundación artificial y desarrollo embrionario de *Galaxias platei* Steindachner (Salmoniformes, Galaxiidae). *Medio Ambiente* 11: 84–89
- Ortubay, S., Cussac, V.E. & Battini, M. (2006) Is the decline of birds and amphibians in a steppe lake of northern Patagonia a consequence of limnological changes following fish introduction? *Aqua Conserv: Mar Freshw Ecosyst* 16:93–105
- Pascual, M., Bentzen, P., Riva Rossi, C., Mackey, G., Kinnison, M. T. & Walker, R. (2001) A first documented case of anadromy in a population of introduced rainbow trout in Patagonia, Argentina. *Transactions of the American Fisheries Society* 130, 53–67.
- Pascual, M., Macchi, P., Urbanski, J., Marcos, F., Riva Rossi, C., Novara, M. & Dell'Arciprete, P. (2002) Evaluating potential effects of exotic freshwater fish from incomplete species presence–absence data. *Biological Invasions*, 4, 101–113.

- Pascual, M.A. & Ciancio, J.E. (2007) Introduced anadromous salmonids in Patagonia: risks, uses, and a conservation paradox. *Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities* (ed by T.M. Bert), pp.1-18 . Springer, New York, USA.
- Pascual, M. A., Cussac, V., Dyer, B., Soto, D., Vigliano, P., Ortubay, S., & Macchi, P. (2007). Freshwater fishes of Patagonia in the 21st Century after a hundred years of human settlement, species introductions, and environmental change. In *Freshwater Fishes, Their Biodiversity, Fisheries and Habitats: Health and Prospects*: Minns, C. K. & Munawar, M. (Ed.).
- Paterson I, SJ Walde, VE Cussac, E Habit & DE Ruzzante. 2008. Isolation and characterization of 13 microsatellite loci for *Percichthys trucha* (Percichthyidae). *Molecular Ecology Resources*. 8: 907 – 909.
- Piedra, P. (2007) Patrones de comunidades de Peces nativos y no nativos de la Región de Aysén. Undergraduate Thesis. Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción. 63 pp.
- Pequeño G. (1989) Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada. *Revista de Biología Marina, Valparaíso* 24: 1-132.
- Peredo, S. & C. Sobarzo. (1994) Actividad gonádica estacional de *Galaxias maculatus* (Jenyns, 1842) en el río Cautín, IX región, Chile. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile*, 65: 65-70.
- Pollard, D.A. (1971) The biology of a landlocked form of the normally catadromous salmoniform fish *Galaxias maculatus* (Jenyns). I. Life cycle and origin. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 22: 91–123.
- Quirós, R., Cuch, S. & Baigún, C. (1986) Relación entre abundancia de peces y ciertas propiedades físicas, químicas y biológicas, en lagos y embalses patagónicos (Argentina). *COPESCAL, FAO, Documento Técnico* 4:180–186
- Quirós, R. & E. Drago. (1985) Relaciones entre variables físicas, morfométricas y climáticas en lagos patagónicos. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 16:181-199.
- Reissig, M., Trochine, C., Queimaliños, C., Balseiro, E. & Modenutti, B. (2006) Impact of fish introduction on planktonic food webs in lakes of the Patagonian Plateau. *Cons Biol* 132:437–447
- Reissig, M., Queimaliños, C & E. Balseiro. (2003) Effects of *Galaxias maculatus* on nutrient dynamics and phytoplankton biomass in a North Patagonian oligotrophic lake. *Environmental Biology of Fishes*. 68: 15–24 pp.
- Ringuelet, R.A. (1965) Diferenciación geográfica del “Otuno” *Diplomystes viedmensis* Mac Donagh, 1931 (Pisces, Siluriformes). *Physis* 25:89–92
- Ruzzante, D.E., S.J. Walde, V.E. Cussac, P. Macchi, M. Alonso. (1998) Trophic polymorphism, habitat and diet segregation within *Percichthys trucha* (Percichthyidae, Pisces) in the Andes. *Biological Journal of the Linnean Society*, 65: 191-214.
- Ruzzante, D.E., S.J. Walde, V.E. Cussac, P.J. Macchi, M.F. Alonso, M. Battini. 2003. Resource polymorphism in a Patagonian fish *Percichthys trucha* (Percichthyidae): phenotypic evidence for interlake pattern variation. *Biological Journal of the Linnean Society*, 78: 497-515.
- Ruzzante, D., S.J. Walde, V.E. Cussac, M.L. Dalebout, J. Seibert, S. Ortubay & E. Habit. (2006) Phylogeography of the Percichthyidae (Pisces) in Patagonia: roles of orogeny, glaciation, and volcanism. *Molecular Ecology*. 15: 2949-2968.
- Ruzzante, D., S. Walde, J. Gosse, V. Cussac, E. Habit, T. Zemplak, D. Adams. 2007. Comparative phylogeography of two Patagonian fishes. *Society of Molecular Biology and Evolution Meeting*. Julio 2007, Halifax, Nova Scotia, Canada.



- Ruzzante, D.E., Walde, S.J., Gosse J.C., Cussac V.E., Habit E, Zemplak T.S. & Adams E.D. (2008) Climate control on ancestral population dynamics: insight from patagonian fish phylogeography. *Molecular Ecology*. 17: 2234 - 2244.
- Schoebitz, K., E.L. Rodríguez Echandia & H. Campos. (1973) Complex mitochondria in the retinal cones of the Teleost *Galaxias platei*. *Journal of Microscopio* 18:109-114.
- Soto, D. (1997) Evaluación de Salmónidos de vida libre existentes en las aguas interiores de las Regiones X y XI. Informe Técnico, Fondo de Investigación Pesquera, Subsecretaría de Pesca, Chile, FIO 95-141.
- Soto, D. (2002) Estudio del ciclo reproductivo de las principales especies objetivo de la pesca deportiva en la X Región. Informe Final FIP 2000-24. 153 pp.
- Soto, D. (2002) Oligotrophic patterns in southern Chile lakes: the relevance of nutrients and mixing depth. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 377-393.
- Soto, D. & Jara, F. (1996) Evaluación de salmonídeos de vida libre en aguas interiores de las regiones X y XI. In: Fondo de Investigación Pesquera—Universidad Austral de Chile, p 159
- Soto, D., F. Jara & C. Moreno. (2001) Escaped Salmon in the inner seas, Southern Chile, Facing Ecological and Social Conflicts. *Ecological Applications* 11:1750– 1762.
- Soto D., I. Arismendi, E. Guzmán, J. Gonzalez, C. Jara, S. Zelada, E. Neira & A. Lara. 2003. Distribución, abundancia y potencial efecto de las especies salmonídeas sobre la fauna íctica nativa en el sur de Chile. Resumen XII Taller Nacional de Limnología, Concepción, Chile.
- Soto, D. Arismendi, I. Prinzi, C. Di et al. (2007). Establishment of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in Pacific basins of southern South America and its potential ecosystem implications. *Revista Chilena de Historia Natural* 80(1): 81-98.
- Tognelli, M., Ramírez de Arellano, P. & Marquet, P. (2008). How well do the existing and proposed reserve networks represent vertebrate species in Chile? *Diversity and Distributions*, 14 , 148–158.
- Vigliano, P.H., D. Beauchamp, P. Macchi, M. Garcia Asorey, J. Ciancio, M. Alonso, D. Milano, G. Lippolt & A. Denegri. (2004) Evaluación del impacto de depredación de *Oncorhynchus mykiss* (Salmonidae) sobre la fauna nativa de un lago ultraoligotrófico de la Patagonia Norte Argentina. Resumen II Reunión Binacional de Ecología, Mendoza, Argentina.
- Vigliano, P.H., Alonso, M.F. (2007) Salmonid introductions in Patagonia: a mixed blessing. In: Bert TM (ed) *Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities. Methods and technologies in fish biology and fisheries*, vol 6. Springer, Berlin, pp 315–331.
- Vila, I., L. Fuentes & M. Contreras. (1999) Peces límnicos de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)* 48: 61-75.
- Vila, I., L. Fuentes & M. Saavedra. (1999) Ictiofauna en los sistemas límnicos de la Isla Grande, Tierra del Fuego, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 72: 273-284.
- Vila, I., R. Pardo, B. Dyer & E. Habit. (2006) Peces límnicos: diversidad, origen y estado de conservación. En: Vila, I., A. Veloso, R. Schlatter & C. Ramirez (eds). *Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago: 73-102.
- Waters, J.M. & Burrige C.P. (1999) Extreme intraspecific mitochondrial DNA sequence divergence in *Galaxias maculatus* (Osteichthys: Galaxiidae), one of the world's most widespread freshwater Fish. *Mol Phylogenet Evol* 11:1–12
- Welcomme, R.L. (1988) International introductions of inland aquatic species. *FAO, Fisheries Technical Paper*, 294: 1 – 318.
- Zama, A. & Cárdenas, E. (1984) Introduction into Aysén Chile of the Pacific salmon. N\_9 Descriptive catalogue of marine and freshwater fishes from the Aysén region, southern Chile, with zoogeographical notes on fish fauna. In: Servicio Nacional de Pesca—Japanese International Cooperation Agency, p 82

- Zattara, E. & A.C. Premoli. (2005) Genetic structuring in Andean landlocked populations of *Galaxias maculatus*: effects of biogeographic history. *Journal of Biogeography* 32, 5–14.
- Zattara, E. (2002) Variación morfológica e isoenzimática en poblaciones de *Galaxias maculatus* en lagos Andino-Patagónicos. Trabajo final para optar al título de Biólogo. Universidad del Comahue. 110 pp.

## **7.9 Flora y fauna marina**

- Molinet et al. (2007) Vertical distribution of early and competent larvae of *Concholepas concholepas* in two systems of Chilean inland seas. *Marine Biology*
- Molinet et al. (2006) Effects of sill processes on the distribution of epineustonic competent larvae in a stratified system of Southern Chile. *Marine Ecology Progress Series*

## **7.10 Dimensión socioeconómica**

- Goodwin et al. (2006) Minimizing environmental impacts of hydropower development: transferring lessons from past projects to a proposed strategy for Chile *Journal of Hydroinformatics* 8(4): 253-270
- Rojas J. & Hansen-Rojas G. (xxxx) Turismo de Naturaleza, desarrollo local sustentable y megaproyectos hidroeléctricos en la Patagonia chilena in the Chilean Patagonia. *Revista Sociedad Hoy* 11: 87-108
- World Commission on Dams (2000) *Represas y Desarrollo. Un nuevo marco para la toma de decisiones.* Earthscan Publications. Londres
- Endesa (2005) Presentación de Futuros Proyectos Hidroeléctrico en la Región de Aysen. XVII del Congreso Chileno de Ingeniería Hidráulica

## **7.11 Uso del suelo**

- CONAF (1997) *Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile, Catastro de Bosque Nativo.*

## **7.12 Planificación territorial**

- CONAF – UACH (1994) *Estudio y formulación Plan de desarrollo cerro Divisadero.*
- SEREMI Vivienda y Urbanismo XI Región (2003) *Estudio actualización plan regional de desarrollo urbano región de Aysén. Etapa 3. Realizado por Habiterra S.A.*
- CONAMA (2003) *Plan de Acción Estratégico para la Conservación de la Biodiversidad en la Región de Aysen*
- Ilustre Municipalidad de Chile Chico (2002). *Plan de Desarrollo Comunal de Chile Chico*
- Peña., H. 2003. *Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en Chile. Marco Conceptual. Taller nacional-Chile "Hacia una plan nacional de gestión integrada de los recursos hídricos"* CEPAL/SAMTAC-GWP/Comisión Nacional de Riego - Dirección General de Aguas de Chile/Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile/AIDIS. CEPAL Santiago de Chile.

Seremi Minvu (2003) Plan Regional de Desarrollo Urbano XI Región, Gobierno Regional  
 Endesa (2005) Presentación de Futuros Proyectos Hidroeléctrico en la Región de Aysén. XVII del Congreso Chileno de Ingeniería Hidráulica  
 SEREMI Minvu XI Región (2003) Estudio actualización plan regional de desarrollo urbano región de Aysén. Etapa 3. Realizado por Habiterra S.A.  
 SERNATUR (2002). Plan de ordenamiento territorial zona de interés turístico nacional lago General Carrera XI Región de Aisén.  
 Saunders DL, JJ Meeuwig & CJ Vincent .2002. Freshwater protected areas: strategies for conservation. *Biology and Conservation* 16. 30-41.  
 Sociedad Alemana para la Cooperación Técnica GTZ (2005) Atlas del Plan de Ordenamiento Territorial de Aisén  
 Sociedad Alemana para la Cooperación Técnica GTZ (2004) Plan Regional de Ordenamiento Territorial de Aisén  
 World Commission on Dams (2000) Represas y Desarrollo. Un nuevo marco para la toma de decisiones. Earthscan Publications. Londres

### **7.13 Paisaje**

Gobierno Regional de Aysén (1998) Detección de riesgos naturales asociados a los asentamientos humanos en la región de Aysén y propuesta de un sistema de alerta temprana frente a eventos catastróficos. Tomo I: Plan de emergencia. Código BIP: 20088752-0  
 Gobierno Regional de Aysén (1998) Detección de riesgos naturales asociados a los asentamientos humanos en la región de Aysén y propuesta de un sistema de alerta temprana frente a eventos catastróficos. Tomo II: Plan de emergencia. Código BIP: 20088752-0  
 Muñoz M.D. et al. (2006) Los paisajes del agua en la cuenca del río Baker: bases conceptuales para su valoración integral. *Revista de Geografía Norte Grande* 36: 31-48  
 Muñoz M. D. (2006) Caleta Tortel: Paradigma de la Colonización contemporánea de un paisaje distinto y distante. *Revista URBANO* 14: 90-97  
 Muñoz et al. (2006) Los paisajes del agua en el lago General Carrera como escenarios culturales inclusivos o excluyentes. *Anales Instituto Geografía*  
 Muñoz et al. (2007) Los paisajes del agua como expresiones de la realidad geográfica y cultural de la Patagonia. *Revista del Depto. De Diseño y Teoría de la Arquitectura, U. del Biobío* 33

### **Sitios WEB**

<http://www.derechosindigenas.cl/Actualidad/datos%20censales07-05-03.htm>  
<http://www.dga.cl>  
<http://www.censo2002.cl/>  
<http://www.seia.cl>  
<http://www.conama.cl>  
[http://www.puc.cl/sw\\_educ/geografia/cartografiainteractiva](http://www.puc.cl/sw_educ/geografia/cartografiainteractiva)  
[www.atmosfera.cl](http://www.atmosfera.cl)  
<http://www.derechosindigenas.cl/Actualidad/datos%20censales07-05-03.htm>  
<http://www.ciep.cl>