

# Análisis de la seguridad hídrica en cuencas de la **Región de Magallanes**

**CEA** CENTRO ECOLOGÍA APLICADA

Septiembre 2024

ESCAMERIOS  
HÍDRICOS  
2030  
CHILE

**FCh**  
FUNDACIÓN CHILE.

# ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD HÍDRICA EN CUENCAS DE LA REGIÓN DE MAGALLANES

## Elaborado por:

Equipo Centro de Ecología Aplicada  
Alejandro Aguado – Jefe de Proyecto  
Javiera Cáceres – Profesional ambiental  
Pablo Sanhueza – Profesional ambiental  
Valentina Avendaño – Profesional SIG  
Víctor Messina – Jefe Área SIG

## Revisado por

Francisca Urmeneta – Administradora de contratos  
Pablo Lagos – Gerente de operaciones  
Manuel Contreras – Director Ejecutivo

## Apoyo Técnico:

Equipo EH2030  
·Ulrike Broschek  
·Paola Matus  
·Valentina Cárdenas

## Diseño y Diagramación:

Verónica Zurita

Publicación  
Septiembre de 2024

	<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>41</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>	5.1	Meteorología e hidrología del área de estudio	41
<b>2</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	<b>6</b>	5.1.1	Caracterización meteorológica	41
2.1	Área de estudio	6	5.2	Caracterización hidrológica	47
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>7</b>	5.2.1	Estimación del caudal ambiental	53
3.1	Objetivo General	7	5.2.2	Caracterización del sistema fluvial	53
3.2	Objetivos Específicos	7	5.2.3	Preferencia especies	61
<b>4</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>8</b>	5.2.4	Caracterización del hábitat	67
4.1	Brechas de información	8	5.3	Determinación del caudal ambiental en tramos de río	76
4.2	Recopilación de información hidrometeorológica	10	5.3.1	Modelación hidrológica	77
4.2.1	Datos meteorológicos	10	5.3.2	Estimación de la oferta hídrica superficial	80
4.2.2	Caudales Observados	11	5.3.3	Estimación de la oferta hídrica subterránea	81
4.3	Estimación del caudal ambiental	13	5.3.4	Estimación de la demanda y reglas de operación histórica	83
4.3.1	Caracterización del sistema fluvial	14	5.3.5	Proyección futura	86
4.3.2	Preferencia especies	17	5.4	Estimación de la demanda y reglas de operación futuras	86
4.3.3	Caracterización del hábitat	17	5.4.1	Cálculo del Índice de Seguridad Hídrica	87
4.3.4	Determinación del caudal ambiental en tramos de río	20	5.4.2	Índice de Seguridad Hídrica Histórico	87
4.4	Modelación hidrológica	22	5.5	Índice de Seguridad Hídrica Proyectado	97
4.4.1	Estimación de la oferta hídrica superficial	23	5.6	Medidas, Acciones y Soluciones (MAS)	105
4.4.2	Estimación de la oferta hídrica subterránea	27	5.6	Modelo hidráulico para analizar desbordes del cauce ante crecidas	114
4.4.3	Estimación de la demanda y reglas de operación históricas	27	<b>6</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>119</b>
4.4.4	Proyección futura	36	<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>122</b>
4.4.5	Estimación de la demanda y reglas de operación futuras	36	<b>8</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>124</b>
4.5	Cálculo del Índice de Seguridad Hídrica	36	<b>9</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>125</b>
4.6	Medidas, acciones y soluciones (MAS)	38	<b>10</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>126</b>
4.7	Modelo hidráulico para analizar desbordes del cauce ante crecidas	38	10.1	Anexo equipo de trabajo	126
4.8	Escala de estudio	40	10.2	Nombre ríos subcuencas de segunda y tercera categoría	127
			10.3	Anexo demanda superficial	130
			10.4	Anexo resultados calibración	139
			10.5	Anexo componente ecológica del caudal ambiental	143

El presente informe tiene por objetivo la estimación del índice de seguridad hídrica (ISH) histórico y proyectado en tres cuencas de la Región de Magallanes considerando como factores la oferta hídrica superficial y subterránea, la demanda y la componente ecológica del caudal ambiental.

Debido a la brecha de información disponible, las subcuencas de las cuencas de estudio fueron trabajadas por “categorías” de acuerdo con la disponibilidad de información fluviométrica. Las subcuencas de primera categoría corresponden a cuencas que cuentan con estación fluviométrica mientras que las subcuencas de segunda y tercera categoría no tienen información hidrométrica. Los resultados de oferta superficial de las cuencas de primera categoría son extrapolados a las de segunda y tercera tanto para el periodo histórico como para el futuro, en específico, la oferta superficial futura fue modelada utilizando

forzantes climáticas proyectadas.

Las demandas superficial y subterránea, por otra parte, fueron obtenidas a nivel comunal y a escala anual a partir de un estudio previo (Jaramillo y Acevedo, 2017) y posteriormente desagregadas a nivel de subcuencas mediante la distribución espacial de los distintos usos de suelo y a escala mensual usando los derechos de aprovechamiento de agua registrados por la DGA.

Por último, la componente ecológica del caudal ambiental se obtiene considerando los requerimientos ecológicos de la fauna íctica en los distintos tramos de la red hídrica (, donde se identifica a la especie nativa *Galaxia platei* como la que presenta los mayores requerimientos caudal. De acuerdo con los requerimientos de hábitat identificados, se estableció el criterio de un mínimo de 60% para el “%WUA\*max” (WUA: Weighted Usable Area) para todos los meses del año y todos los sectores. Esta última generalización se debió a la falta de mayores antecedentes respecto de los estadios de la especie analizada y de los requerimientos correspondientes en las diferentes etapas de vida.

La cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente presenta 14 subcuencas con ISH crítico y 4 subcuencas con ISH excedente. Los resultados futuros muestran un aumento de las cuencas clasificadas como críticas.

En la cuenca Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes se presentan 12 subcuencas excedentes, 11 insuficientes y 19 críticas. Los resultados futuros muestran un aumento de las cuencas clasificadas como críticas e insuficientes.

Mientras que en la cuenca Tierra del Fuego se tienen 34 cuencas con ISH positivo y 31 cuencas con ISH crítico o insuficiente. Los resultados futuros muestran un aumento en la proporción de cuencas con ISH crítico e insuficiente en mayor medida que en las otras cuencas de estudio.

Se analizó también la aplicación de medidas acciones y soluciones (MAS) para reducir las brechas hídricas. Además, para garantizar la seguridad hídrica, se incluyó un análisis de las zonas potenciales de desborde de cauces mediante una modelación hidráulica de crecidas con el fin de mitigar las consecuencias de estos eventos.

# 1. Introducción

La iniciativa Escenarios Hídricos 2030, bajo la coordinación de Fundación Chile, tiene como propósito lograr la seguridad hídrica de Chile al año 2050. Bajo ese marco, y queriendo avanzar en el despliegue territorial surge la necesidad de realizar un análisis de seguridad hídrica en tres cuencas hidrográficas de la Región de Magallanes.

La iniciativa Escenarios Hídricos 2030, bajo la coordinación de Fundación Chile, tiene como propósito lograr la seguridad hídrica de Chile al año 2050. Bajo ese marco, y queriendo avanzar en el despliegue territorial surge la necesidad de realizar un análisis de seguridad hídrica en tres cuencas hidrográficas de la Región de Magallanes.

El presente informe corresponde al informe final del estudio solicitado por Escenarios Hídricos 2030 al Centro de Ecología Aplicada S.A (CEA) y financiado por CORFO, el cual considera la estimación de la oferta hídrica superficial y subterránea a partir de simulaciones numéricas, demandas superficiales y subterráneas a partir de un estudio previo (Jaramillo y Acevedo, 2017) y la aproximación a la componente ecológica del caudal ambiental en los distintos tramos de la red hídrica. A partir de los resultados de todos estos parámetros se calcula un índice de seguridad hídrica que da cuenta de los déficits y superávits hídricos en el territorio. Se incluye también un estudio de medidas, acciones y soluciones (MAS) para tener como referencia en la gestión de recursos hídricos en la región y poder de este modo reducir las brechas (déficits) hídricas en las zonas identificadas. También se incluye un análisis de las zonas potenciales de desborde de cauces mediante una modelación hidráulica de crecidas.



## 2.1 Área de estudio

El área de interés abarca tres cuencas hidrográficas según la delimitación del Banco Nacional de Aguas (BNA), la cual se presenta gráficamente en la Figura 1.

Estas cuencas, seleccionadas mediante talleres de trabajo realizados por Fundación Chile en conjunto con los actores locales, son:

- CUENCA 1** Costeras entre Seno Andrew y R. Hollelberg e islas al oriente
- CUENCA 2** Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes
- CUENCA 3** **Tierra del Fuego**

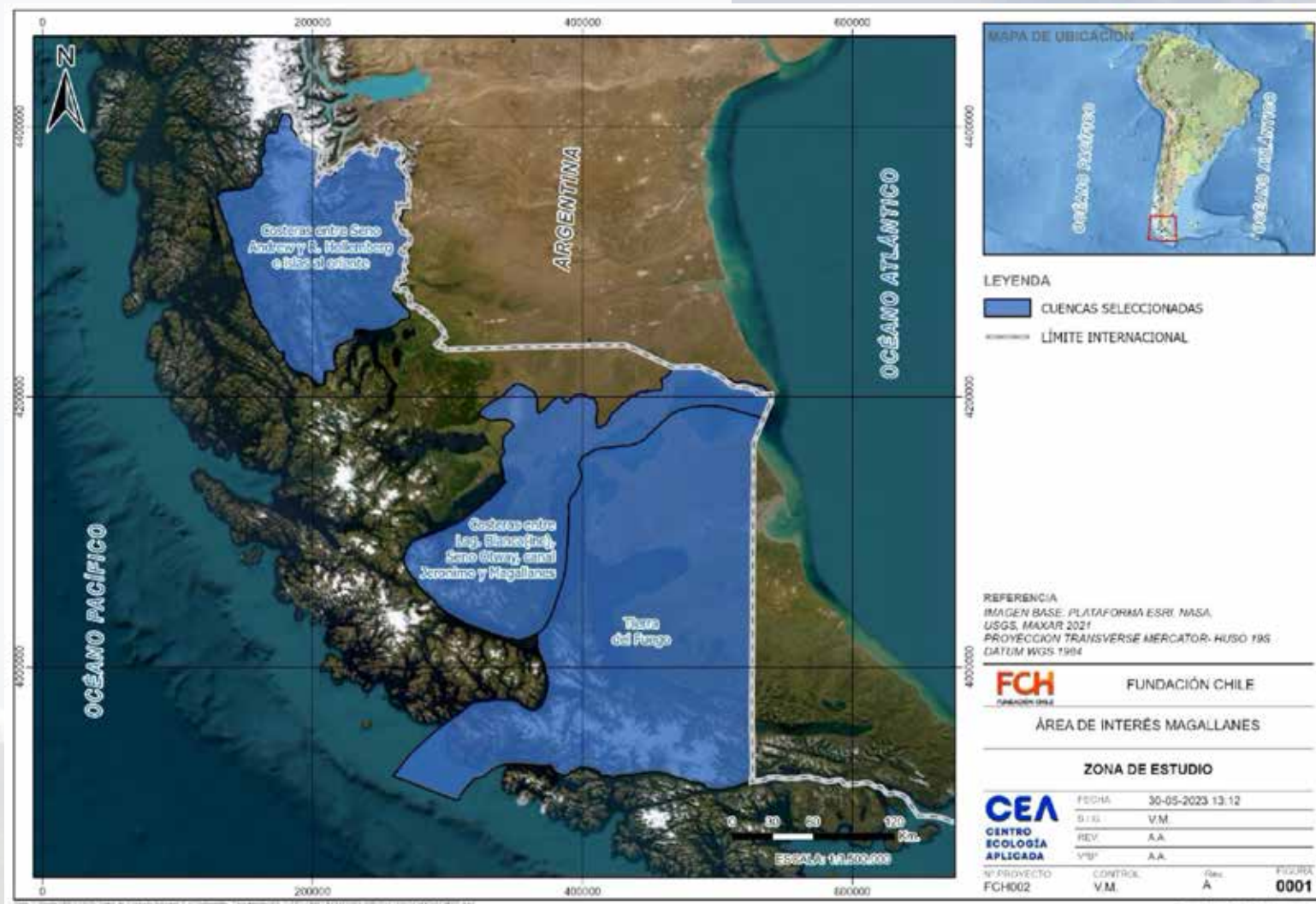


Figura 1 – Área de estudio.

# 3. Objetivos

## 3.1 Objetivo General

Analizar la seguridad hídrica en tres cuencas seleccionadas de la región de Magallanes.

## 3.2 Objetivos Específicos

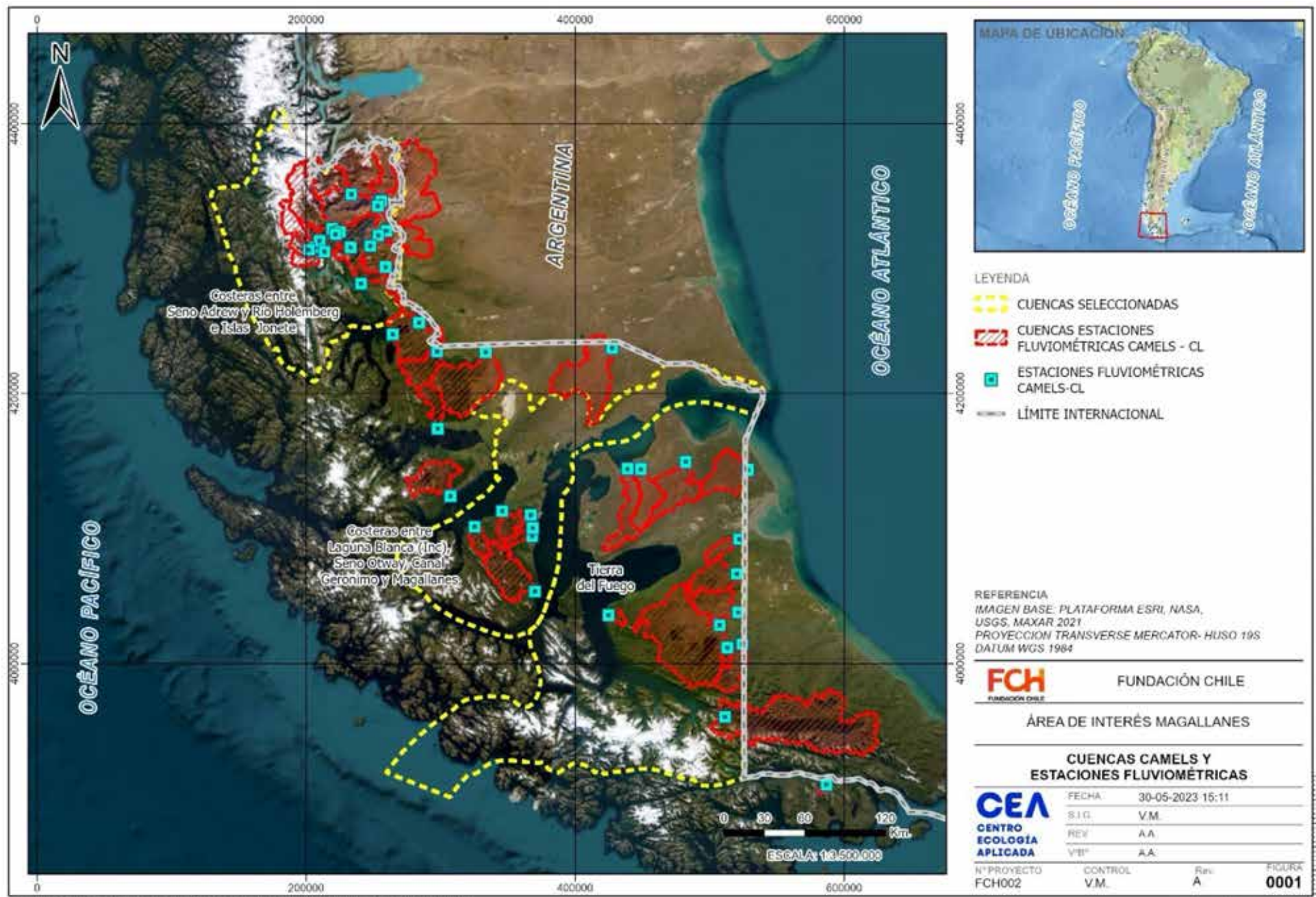
- **Recopilar información** hidrometeorológica y caracterización de la zona de estudio.
- **Estimación del caudal ambiental** de los principales cauces de la red hídrica.
- **Modelación hidrológica** mediante HydroBID que incluya ofertas (subterránea y superficial) y demandas (productivas y ambientales).
- **Modelación hidráulica** de crecidas para identificar zonas de desbordes de cauces.
- **Calcular el Índice de Seguridad Hídrica (ISH)** en el área de estudio.
- **Analizar el efecto de soluciones** basadas en la naturaleza (SbN) para mejorar la seguridad hídrica en el área de estudio.

# 4. Metodología

## 4.1 Brechas de información

La metodología del presente trabajo fue pulida debido a la falta de información fluviométrica en parte importante de la zona de estudio, tal como se observa en la Figura 2. Para vencer este obstáculo, se realiza una sectorización de la zona de estudio según la cobertura de uso de suelo utilizando la actualización del 2019 del estudio de coberturas de uso de suelo de Luebert y Pliscoff (2017). La sectorización consiste en la agrupación de zonas con proporciones similares de “estepas y pastizales” y “bosques”, principales tipos de suelo que condicionan la escorrentía superficial de las cuencas. De esta forma, se busca realizar una extrapolación de los caudales observados a aquellas zonas sin información basándose en la sectorización. Los criterios y la metodología establecida se detallan más adelante en el informe.





**Figura 2**  
 Ubicación estaciones  
 fluviométricas y sus cuencas  
 aportantes (Fuente: Elaboración  
 propia a partir de información  
 obtenida de CAMELS-CL).

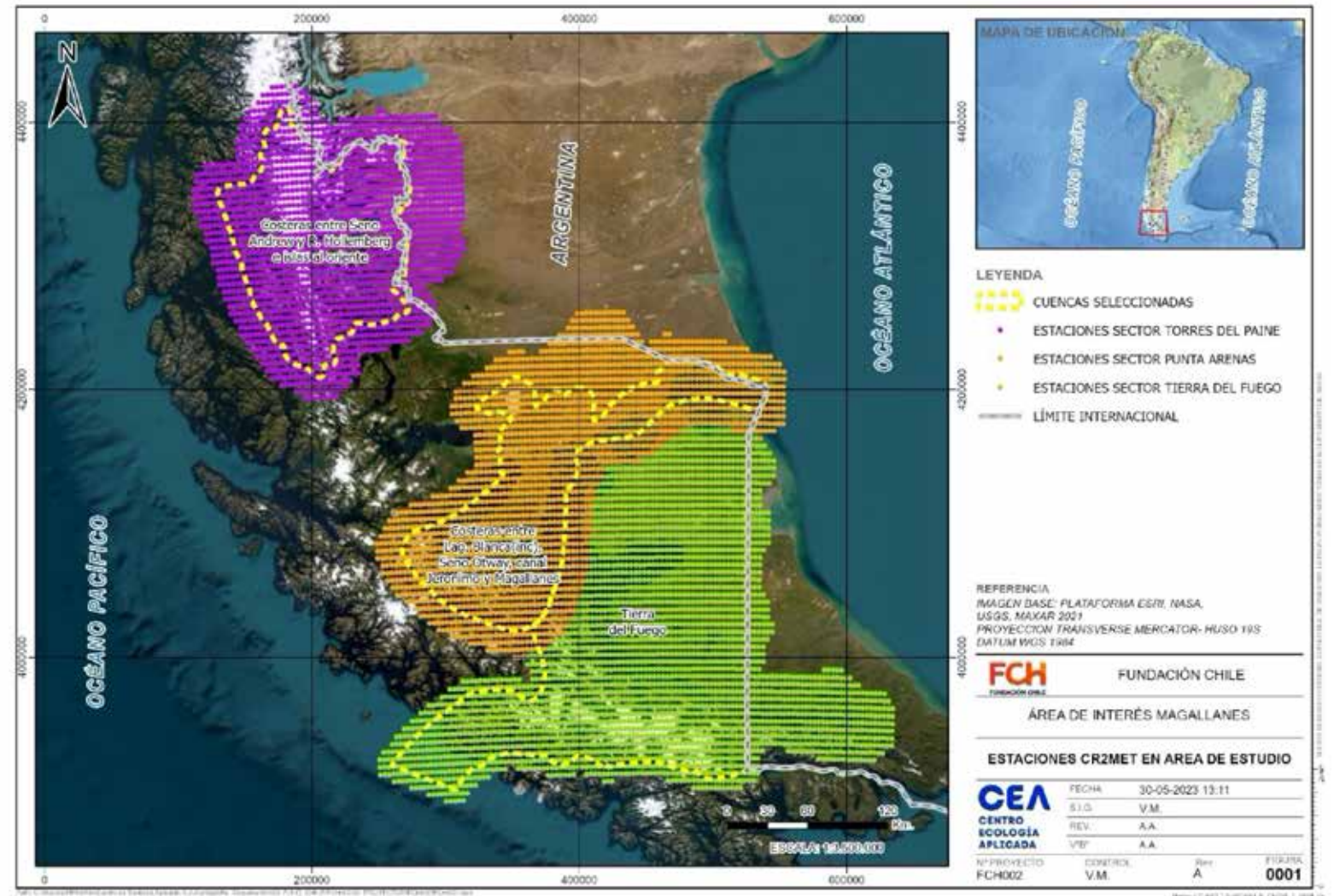
## 4.2 Recopilación de información hidrometeorológica

### 4.2.1 Datos meteorológicos

La información de estaciones meteorológicas reales, al tratarse de información puntual (coincidente con la ubicación espacial de la estación), no permite representar la meteorología de cada una de las subcuencas a modelar, por lo cual el modelo realiza una interpolación lineal proporcional a la distancia para cada una de las subcuencas del modelo, lo cual implica que la serie histórica de precipitación y temperatura se encuentren disponibles para un mismo período de información (escala diaria), sin embargo, esta interpolación no considera factores orográficos, por lo cual puede sub o sobreestimar temperaturas y precipitaciones en zonas de mayor altura. Para evitar esto, se propone utilizar datos meteorológicos del producto grillado CR2MET del CR2 (Center for Climate and Resilience Research), producto que cuenta con una resolución espacial de 5 km, con resultados de precipitación y temperatura a escala diaria, cuya base de datos es de libre acceso y se encuentra disponible en su portal web<sup>1</sup>.

Además, debido a que se debe considerar un registro de datos meteorológicos observados en períodos de tiempo coincidentes, solo son útiles

1. <http://www.cr2.cl/datos-productos-grillados/>



**Figura 3** - Ubicación de estaciones con datos meteorológicos del producto CR2MET (Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida del producto grillado CR2MET).

aquellas estaciones en las cuales coincida su período de registro, con lo cual se reduce la cantidad de estaciones posibles a utilizar. Lo que podría significar en un análisis poco representativo de la cuenca, al tener escasa o nula información. Al optar por la utilización de productos meteorológicos grillados obtenidos a partir de una modelación validada con estaciones reales, se tiene información completa para el período 1979-2019.

A continuación, en la Figura 3, se muestra la ubicación de los datos del producto grillado CR2MET seleccionados para utilizar en el área de estudio.

#### 4.2.2 Caudales Observados

Otro de los datos de entrada al modelo corresponde al registro de caudales observados, los cuales se utilizan como punto de comparación para realizar la calibración del modelo, de modo que, para un punto en particular, el caudal observado y simulado han de ser similares para validar la calibración. En particular, los caudales observados se obtienen a partir de las series de caudal de las estaciones fluviométricas seleccionadas para el área de estudio, generando la descarga de la información a nivel diaria, en metros cúbicos por segundo, para la serie histórica con información.

Para hacer el levantamiento de los antecedentes fluviométricos, se considera la base de datos CAMELS-CL (Catchment Attributes and Meteorology for Large Sample Studies, Chile Dataset) que integra información física e hidro-meteorológica de cuencas de todo Chile. En la región de Magallanes se dispone de casi 40 estaciones fluviométricas con información de caudales observados (ver Figura 2).

En el área de estudio se tiene las siguientes estaciones fluviométricas (ver Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3):

**Tabla 1.** Estaciones fluviométricas en la **cuenca 1** y sus coordenadas.

<b>CUENCA 1- Costeras entre Seno Andrew y R. Holleberg e islas al oriente.</b>			
<b>Código BNA</b>	<b>Nombre estación fluviométrica</b>	<b>Latitud [°]</b>	<b>Longitud [°]</b>
12288003	Río Tindall En Desembocadura	-51.2564	-73.1561
12288002	Río Geikie En Desembocadura	-51.3019	-73.2075
12287001	Río Grey Antes Junta Serrano	-51.1833	-73.0167
12286002	Río Rincón En Ruta Y-290	-51.3139	-72.8292
12289003	Río Serrano Antes Junta Grey	-51.2167	-72.9833
12289002	Río Serrano En Desagüe Lago Del Toro	-51.2000	-72.9333
12289001	Río Serrano En Desembocadura	-51.3328	-73.1092
12288004	Río Caadon 1 En Desembocadura	-51.3128	-73.2750
12284005	Río Don Guillermo En Cerro Castillo	-51.2667	-72.4833
12284003	Río Vizcachas En Cerro Guido	-51.0167	-72.4833
12284002	Río Baguales En Cerro Guido	-51.0167	-72.4833
12280002	Río Paine En Parque Nacional 2	-50.9603	-72.7925
12285003	Río Tres Pasos En Desagüe Lago Toro	-51.3097	-72.6206
12285001	Río Chorrillos Tres Pasos Ruta N 9	-51.4500	-72.4667
12284007	Río Las Chinas Antes Desagüe Del Toro	-51.2500	-72.5167
12284006	Río Las Chinas En Cerro Guido	-51.0508	-72.5169
12291001	Río Prat En Desembocadura	-51.5581	-72.7347



**Tabla 2.** Estaciones fluviométricas en la **cuenca 2** y sus coordenadas.

**CUENCA 2- Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes.**

Código BNA	Nombre estación fluviométrica	Latitud [°]	Longitud [°]
12586001	Río Las Minas En Bt. Sendos	-53.1381	-70.9875
12585002	Río Legnadura Antes Bt Sendos	-53.2217	-70.9697
12585001	Río Tres Brazos Antes Bt. Sendos	-53.2789	-70.9789
12582001	Río San Juan En Desembocadura	-53.6500	-70.9667
12563001	Río Calete En Seno Otway	-53.2069	-71.6158
12561001	Río Grande En Seno Otway	-53.1089	-71.3036
1266001	Río Ci-Aike Antes Frontera <i>(fuera de la cuenca, se utiliza de referencia)</i>	-52.0431	-70.0581

**Tabla 3.** Estaciones fluviométricas en la **cuenca 3** y sus coordenadas.

**CUENCA 3- Tierra del Fuego**

Código BNA	Nombre estación fluviométrica	Latitud [°]	Longitud [°]
12805001	Río Oscar En Bahía San Felipe	-52.8497	-69.7536
12802001	Río Side En Cerro Sombrero	-52.7681	-69.2772
12878001	Río Rasmussen En Frontera (Estancia Vicuña)	-54.0181	-68.6528
12876004	Río Catalina En Pampa Guanacos	-54.0411	-68.7975
12861001	Río Cullen En Frontera	-52.8453	-68.6317
12825002	Río Azopardo En Desembocadura	-54.5028	-68.8244
12820001	Río Caleta En Tierra Del Fuego	-53.8586	-69.9989
12806001	Río Oro En Bahía San Felipe	-52.8461	-69.8944
12876001	Río Grande En Tierra Del Fuego	-53.8928	-68.8844
12872001	Río Herminita En Ruta Y-895	-53.8056	-68.6725
12865001	Río Chico En Ruta Y-895	-53.5436	-68.6908
12863002	Río San Martin En San Sebastián	-53.3164	-68.6511

### 4.3. Estimación del caudal ambiental

Algunas definiciones de caudal ecológico utilizadas en Chile corresponden a:

**Caudal ecológico (según CONAMA-Chile, 1998):** caudal mínimo que da cuenta de la conservación de la biodiversidad propia del curso en cuestión- adecuado para asegurar el cumplimiento de las funciones y servicios ecológicos del medio acuático (como lo son la mineralización, asimilación, entre otros).

**Caudal ecológico (según DGA-Chile, 1998):** caudal mínimo que debieran tener los ríos para mantener los ecosistemas presentes, preservando la calidad ecológica.

La definición del caudal ambiental considerada corresponde a la contenida en la Declaración de Brisbane del año 2007:

“los caudales ambientales (o ecológicos) son los flujos de agua, el momento de su aplicación y la calidad de las aguas precisos para mantener los ecosistemas de agua dulce y de los estuarios, así como los medios de subsistencia y bienestar de las personas que dependen del ecosistema”.

En el presente documento se adopta la definición del caudal ecológico como los requerimientos del ecosistema del río y se representa por los requerimientos de hábitats de especies que podrían corresponder a ictiofauna, avifauna y/o macroinvertebrados bentónicos. Por su parte se considera la definición de caudal ambiental, a aquel que además del caudal ecológico considera los requerimientos para el resto de los servicios ecosistémicos provistos por el río.

Así, el caudal ambiental se entiende como aquel caudal que permite que se puedan desarrollar y mantener los servicios ecosistémicos de interés. Este no necesariamente es un único caudal para toda la cuenca ni para todas las épocas del año,

si no que puede variar en los distintos tramos del río y sus afluentes, además de variar según mes o estación del año.

Los resultados presentados en este estudio corresponden a una aproximación a los requerimientos esperados en las distintas zonas estudiadas con el fin de realizar una gestión a nivel de cuenca. Sin embargo, para realizar o instalar cualquier obra específica que altere el régimen de caudales del área de influencia, se deberá hacer un análisis local completo y acabado.

Se considera para los requerimientos del caudal ambiental, cuatro categorías, las cuales se describen y jerarquizan a continuación:



Figura 4 - Servicios y recursos que forman cada componente de los requerimientos del caudal ambiental (Fuente: CEA,2019).

Para la primera categoría, la que se considera la más relevante, corresponde a los requerimientos sociales, los cuales serán representados por las demandas del sector doméstico, considerando el consumo de agua potable para la bebida.

El segundo requerimiento de mayor relevancia corresponde al requerimiento o caudal ecológico. Para su estimación se consideran las especies de fauna íctica nativa en categoría de conservación. Para los tramos de evaluación que tienen altitud de 1000 msnm o mayor no se considera la presencia de fauna íctica y se considera la habitabilidad de macroinvertebrados bentónicos.

Dentro del requerimiento por servicios relevantes para el desarrollo, se considera el resto de las demandas superficiales de los distintos sectores productivos: Silvoagropecuarios, minería, energía e industria.

Por último, se considera los requerimientos de usuarios, representados por las actividades antrópicas recreativas desarrolladas en la zona de evaluación.

#### 4.3.1 Caracterización del sistema fluvial

Para poder estimar los requerimientos ecológicos es necesario caracterizar las condiciones hidrodinámicas en la zona de estudio, y debido al alto nivel de recursos requeridos para levantar información del tipo topobatimétrica, se utiliza una aproximación general propuesta en el estudio “Conservación de ecosistemas acuáticos continentales y su biodiversidad, implementación de metodologías y desarrollo de herramientas para la planificación, evaluación y priorización de ecosistemas”, realizado por CEA para el MMA en 2014. En este estudio se realiza el cálculo de las condiciones hidrodinámicas medias esperadas en cada sistema y de forma local. Con esta caracterización es posible identificar las zonas que cuentan con rangos de valores y condiciones morfológicas propicias para el desarrollo de diferentes hábitats.

La metodología se basa en estimar alturas y velocidades normales de escurrimiento, mediante la fórmula de Manning, considerando una sección tipo con una pendiente representativa:

$$\frac{Q \cdot n}{\sqrt{S_{fondo}}} = \Omega \cdot R_h^{2/3}$$

(Ec. 1)

Donde  $Q$  corresponde al caudal, al número de Manning,  $S_{fondo}$  a la pendiente de fondo del cauce,  $\Omega$  al área transversal del cauce,  $R_h$  al radio hidráulico calculado como la razón entre el área transversal y el perímetro mojado del cauce.

Dada la resolución espacial de la modelación en Hydro-BID de las cuencas de estudio, se escogen las zonas de magnitudes de caudal conocidas para realizar la evaluación del caudal ambiental. Estas zonas corresponden a los tramos en los cuales se encuentran las estaciones fluviométricas, las cuales a su vez son los puntos de calibración del modelo y corresponden a las zonas mejor representadas por el modelo.

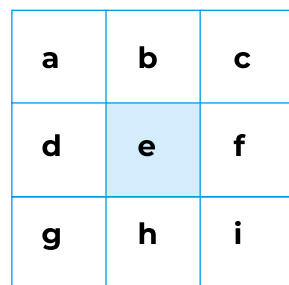
##### 4.3.1.1 Determinación de pendientes

Para estimar las pendientes de los tramos evaluados, se utilizó un Modelo Digital de Elevación (DEM) del conjunto de datos ALOS PALSAR y la herramienta de cálculo de pendientes (SLOPE) del software ArcGIS Pro.

Para cada celda del DEM, la pendiente se mide como la tasa máxima de cambio en el valor de una celda a sus 8 vecinos inmediatos. En Figura 5 se esquematiza la identificación de los vecinos considerados en el cálculo, representados con las letras desde la “a” hasta la “i”, donde “e” representa la celda para la cual se calcula la pendiente.

Una vez obtenido el ráster de pendientes (en grados), se realiza la extracción de estadísticos en cada tramo. Este procesamiento asigna diferentes valores a la red hídrica de cada cuenca analizada, donde para el caso del presente análisis, se utiliza el valor promedio como referencia. Además, se genera el cálculo de la pendiente en porcentajes, considerando que 90° es equivalente al 100%.

Finalmente, se genera la reclasificación del resultado de pendientes, según el umbral geomorfológico descrita por ARAYA – VERGARA & BORGEL (1972), YOUNG (1972) y FERRANDO (1993) y que se detalla en la siguiente tabla.



**Figura 5.** Ventana de escaneo de superficie.  
Fuente: <http://pro.arcgis.com>.

**Tabla 4.** Rangos de clasificación de pendientes en grados.

Grados de pendientes	Tipo de pendientes	Umbral Geomorfológico	Grado de Erodabilidad
0° - 2°	Horizontal	Erosión nula o leve.	Bajo
2,1° - 5°	Suave	Erosión débil, difusa ( <i>shett wash</i> ), inicio de regueros y soliflucción fría.	Bajo
5,1° - 10°	Moderada	Erosión moderada a fuerte, inicio de erosión lineal ( <i>rill wash</i> ).	Medio
10,1° - 20°	Fuerte	Erosión intensa, cárcavas insipientes.	Alto
20,1° - 30°	Moderadamente escarpada	Cárcavas frecuentes, movimientos en masa, reptación.	Alto
30,1° - 45°	Muy escarpada	Coluviamiento, soliflucción intensa.	Muy Alto
> 45°	Acantilada	Desprendimientos, derrumbes, corredores de derrubios.	Muy Alto

Fuente: ARAYA – VERGARA & BORGEL (1972), YOUNG (1972) y FERRANDO (1993).  
\*El grado de erodabilidad fue determinado por el autor de la investigación citada.

A continuación, se presenta el proceso para determinación de pendientes en el software ArcGISPro (Figura 6).

Cabe destacar, que el análisis de pendientes se calcula para cada tramo de la red hídrica, los cuales fueron previamente seccionados en tramos de 2 km. aproximadamente. Esta segmentación, considera la mayor extensión posible, procurando mantener características uniformes.

#### 4.3.1.2 Estimación del ancho característico del tramo

El ancho representativo del tramo se estima a partir de un promedio de anchos de cauce en una serie de perfiles transversales al río trazados y medidos mediante fotointerpretación de imágenes satelitales del mapa base (World-Imagery) disponible en el software ArcGISPro.

#### 4.3.1.3 Estimación del número de Manning

El coeficiente de rugosidad, representado por el número de Manning, se estima a partir de fotointerpretación basada en la Tabla 5-6: *Values of the roughness coefficient* del libro *Open-Channel Hydraulics* de Ven Te Chow (1959). Esta estimación, basada en fotografías de Google Earth, utiliza como entrada una estimación gruesa de las características morfológicas y el tamaño de los sedimentos.

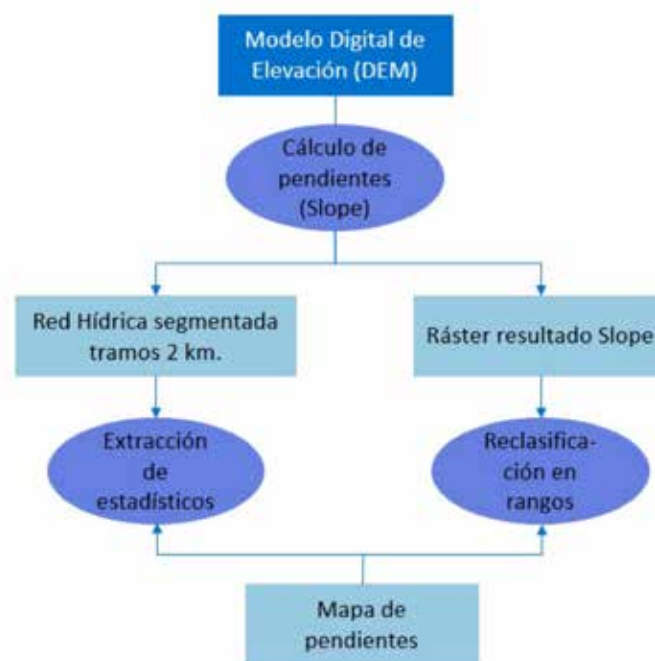


Figura 6 – Procesos para determinación de pendientes en ArcGISPro. Fuente: Elaboración propia, CEA 2023.



Figura 7 – Diagrama resumen de la aproximación adoptada para la estimación del Caudal Ambiental (Elaboración propia).

### 4.3.2 Preferencia especies

Para la determinación de las condiciones hidráulicas del río que garanticen un desarrollo ecosistémico completo, se utiliza la fauna íctica como indicador, por ser la única categoría de especie que depende directamente de las condiciones hidráulicas del río, tales como velocidad y profundidad, para el desarrollo de su hábitat a una escala de tramos y no microhábitat. Dado que generalmente la revisión de información no da cuenta de las curvas de preferencia para todas las especies y, además, para tener curvas de preferencia en órdenes de magnitud concordantes con las condiciones presentes en la región, se opta por una aproximación de estas a partir de la utilización de las condiciones hidráulicas del río en los sectores donde fue avistada la especie. Para esto, se desarrolla un cruce de la información de los avistamientos con las condiciones hidráulicas estimadas en el lugar y tiempo del avistamiento, según la estimación propuesta en el acápite 4.3.1, de manera que aquellas áreas donde se avistó la especie son aquellas donde las condiciones hidráulicas generan sectores habitables para esta. Es con estas condiciones hidráulicas que se desarrollan histogramas de caudal vs profundidad y caudal vs velocidad para la especie, los cuales se aproximan a las curvas de preferencia de la especie, como se muestra en la Figura 8.

Para considerar la presencia de avifauna asociada al sistema hídrico, se propone la identificación y preservación de tramos de río con baja pendiente y planicies de inundación como hábitat potencial.

### 4.3.3 Caracterización del hábitat

Para la modelación del hábitat se propuso la utilización de la metodología IFIM (de sus siglas en inglés "Instream Flow Incremental Method") (Washington Department of Fish and Wildlife and Washington Department of Ecology, 2013). Esta metodología es habitualmente implementada en los análisis de caudal ambiental por medio del uso del software PHABSIM, el cual permite obtener como producto final el hábitat ponderado útil

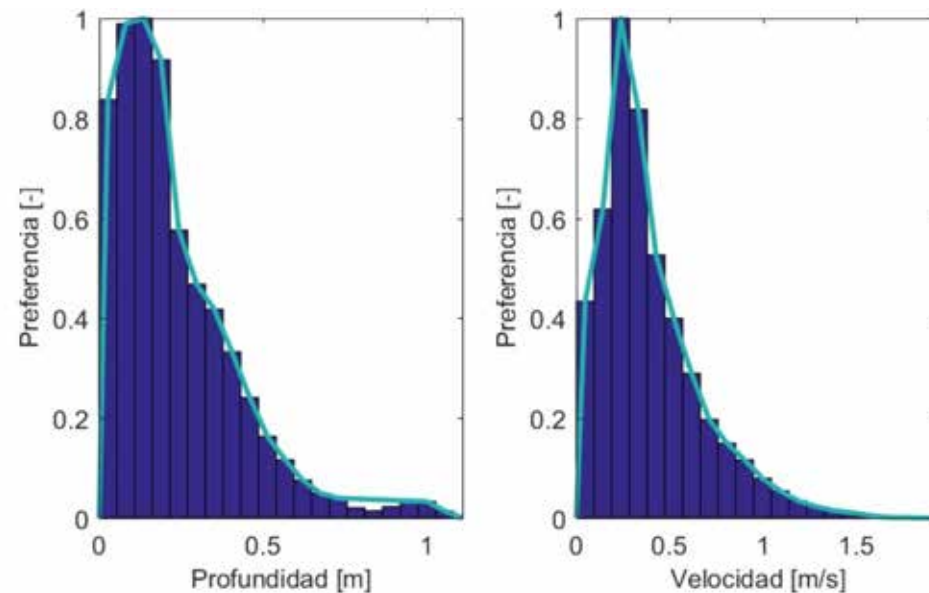


Figura 8 – *Basilichthys semotilus*. Ejemplo de curvas de preferencia de altura y velocidad.

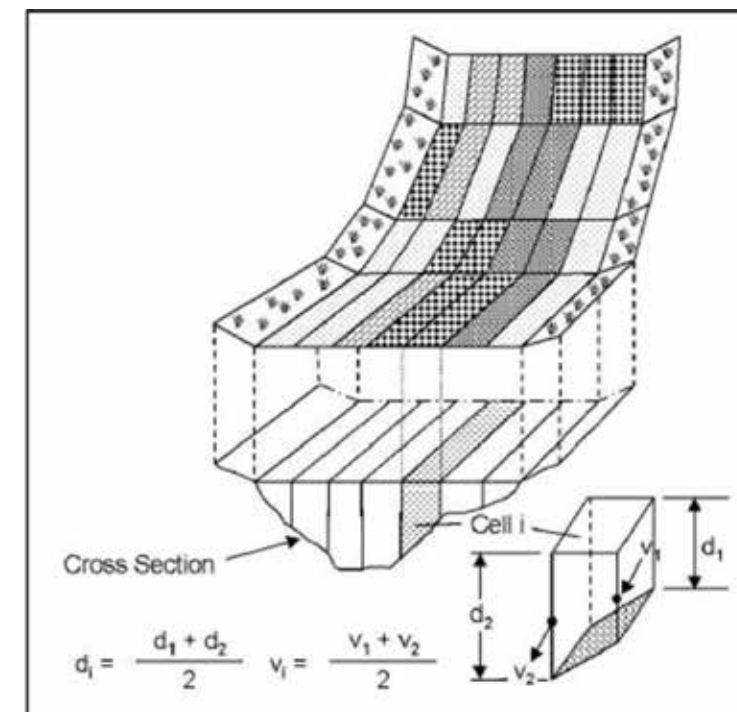
(llamado WUA por su sigla en inglés “Weighted Usable Area”) para distintos caudales de simulación (Milhous & Waddle, 2012). El software se basa en el supuesto de que las especies acuáticas están limitadas por la disponibilidad de hábitat físico, es decir, por las condiciones hidráulicas generadas por el caudal pasante. Así, se combina y cruza la información acerca de la preferencia de condiciones hidráulicas de la especie acuática (curvas de idoneidad) con las condiciones de la hidráulica resultante para distintos caudales, generando como respuesta la idoneidad que tendrá la especie ante las distintas condiciones hidrológicas.

Para la aplicación y análisis de la habitabilidad de un sistema con un modelo como PHABSIM, se requiere de ciertas condiciones de caracterización del sistema que, en general, requieren de una alta resolución espacial de la caracterización topobatimétrica del sistema, lo cual permite evaluar los tramos que componen el área analizada. Sin embargo, en la región de Magallanes no se cuenta con información topobatimétrica, por lo cual se realizó una caracterización del sistema fluvial como se detalla en la sección 4.3.1 del presente informe.

Es por lo anterior que para la modelación del hábitat se plantea el desarrollo de una evaluación de hábitat que utiliza las mismas bases el modelo PHABSIM (la metodología IFIM), pero que es realizada mediante el desarrollo de rutinas programadas en código Python, las cuales utilizan

como base el post-procesamiento de los resultados de la caracterización fluvial realizada. Este tipo de estrategia permite el análisis en cada tramo caracterizado y la aplicación de una normalización a sus resultados, la cual permite integrarlos y contar con una evaluación general del sistema.

La base del análisis propuesto es similar a la de PHABSIM, sin embargo, cada sección transversal se considera como una única celda por la que fluye el caudal, y en cada una de las cuales se conoce la profundidad y la velocidad del escurrimiento para cada condición hidráulica, al considerar escurrimiento normal sobre un canal rectangular. Se debe mencionar que el modelo PHABSIM incluye en el análisis de habitabilidad una evaluación de la condición del sustrato (lecho del río), la cual se hace relevante al incluir en el análisis como una de las variables analizadas el estadio de biota, esto en términos de que en algunas de las etapas de vida de las diferentes especies se hace relevante la condición del lecho, como podría serlo en la temporada de desove de las diferentes especies de peces presentes y donde algunos de ellos podrán utilizar el lecho (y los espacios entre el sedimento) en la protección de los huevos. En el presente análisis, dadas las características del sistema y que la data de campo no permite diferenciar las etapas de vida de las especies (estadio), no se desarrolla una caracterización completa del lecho ni el análisis de su condición bajo diferentes caudales como input a la evaluación de la habitabilidad de las secciones (CEA,2019).



**Figura 9** – Conceptualización de un tramo de río en PHABSIM (Fuente: CEA,2019).



**Figura 10** – Esquema de módulos a ejecutar en PHABSIM.

A modo de referencia de la metodología implementada, en el esquema de la Figura 10 se indican los pasos seguidos en PHABSIM para obtener los resultados de la evaluación. En primer lugar, se ingresan los datos de geometría y calibración de PHABSIM, donde se incluye la información de las secciones transversales a simular y las velocidades asociadas al caudal de calibración. Esta información se interpola a partir de los datos y resultados del modelo hidráulico. Adicionalmente, se ingresan los caudales de simulación y las curvas de idoneidad a utilizar para cada especie objetivo.

En el caso de la metodología implementada, los pasos de evaluación son similares, y se describen a continuación:

- Con la información de geometría (ancho, pendientes y n de Manning) y caudales, se realiza un cálculo de las condiciones hidráulicas del sistema, estimando velocidades y alturas de escurrimiento esperadas en los distintos tramos.
- Los resultados de las condiciones hidráulicas son post-procesadas, realizando un análisis en las secciones de escurrimiento (similar a PHABSIM) utilizados en la definición de las secciones de escurrimiento.
- El post-procesamiento permite caracterizar cada sección de escurrimiento en cuanto a la profundidad local y velocidad del escurrimiento para cada caudal evaluado. Esto es similar a los desarrollado por los módulos WSL y VELSIM de PHABSIM.
- Lo anterior permite caracterizar cada sección de manera similar a PHABSIM, y poder posteriormente realizar una evaluación del hábitat disponible o aportado por cada sección y para cada caudal evaluado, similar al módulo HABTAE.

Una vez se cuenta con la información de velocidad y altura de escurrimiento por celda de escurrimiento en cada sección transversal, sería posible ejecutar el módulo de hábitat HABTAE del modelo PHABSIM, módulo que realiza el cruce de la información hidráulica contra las curvas de idoneidad de cada especie. En el presente estudio, esta evaluación fue realizada de manera externa y mediante el uso de códigos Python que fueron desarrollados para replicar la metodología IFIM.

En cuanto a la estimación realizada por el módulo, para un determinado caudal se obtuvo la habitabilidad combinada de cada celda ( $C_i$ ), y con ella, el valor del **“Área ponderada disponible para el uso de la especie”** (WUA). Como fue indicado, el presente análisis no considera una ponderación de la condición del sustrato o lecho, por lo que se utilizó una versión modificada de WUA, que solamente considera la velocidad y altura de escurrimiento como relevantes.

Las expresiones para la determinación de ambas variables se entregan a continuación:

$$C_i = pref\_V_i \cdot pref\_H_i \quad (1)$$

$$WUA^* = \sum_i^n A_i \cdot C_i \quad (2)$$

Donde,

$C_i$ : Habitabilidad combinada de la celda  $i$ , compuesta por las preferencias en función de la Velocidad ( $pref\_V$ ) y profundidad ( $pref\_H$ ).

$A_i$ : Área vertical de la celda.

La ponderación de los valores de preferencia de hábitat (habitabilidad combinada) por el área de la celda, permite obtener el valor del WUA de dicha celda. Posteriormente, la suma de los WUA de todas las celdas de una sección permite obtener el WUA\* total de dicha área para el caudal modelado. Repitiendo el procedimiento para distintos caudales, se obtiene la curva WUA\* vs Q.

#### 4.3.4 Determinación del caudal ambiental en tramos de río

Para el análisis de los resultados de la modelación del hábitat, se analizan los resultados de los valores de WUA\* vs caudal, para la especie en análisis y en cada sección de evaluación.

Según los lineamientos propuestos por Hudson et al. (2003) en cuanto a la discusión de caudales ecológicos bajo la metodología IFIM (*“Instream Flow Incremental Methodology”*), se requiere determinar un caudal bajo algunas de las siguientes consideraciones:

- Mantener niveles de hábitat óptimo.
- Mantener el hábitat o un porcentaje de este que se produzca bajo condiciones medias de caudal.
- Proveer un hábitat mínimo.
- Seleccionar un punto de inflexión de la curva WUA\* vs Q.

Por lo tanto, para cada una de las curvas WUA\* vs Q se identifica el valor del caudal óptimo, dado por el que maximiza el WUA\*. En los casos en que las curvas no presentan un máximo WUA\*, se escoge el valor de caudal óptimo de forma local, un porcentaje del valor de caudal óptimo de forma general o en algún punto de inflexión, de modo de alcanzar un WUA\* beneficioso (suficiente) para las especies.

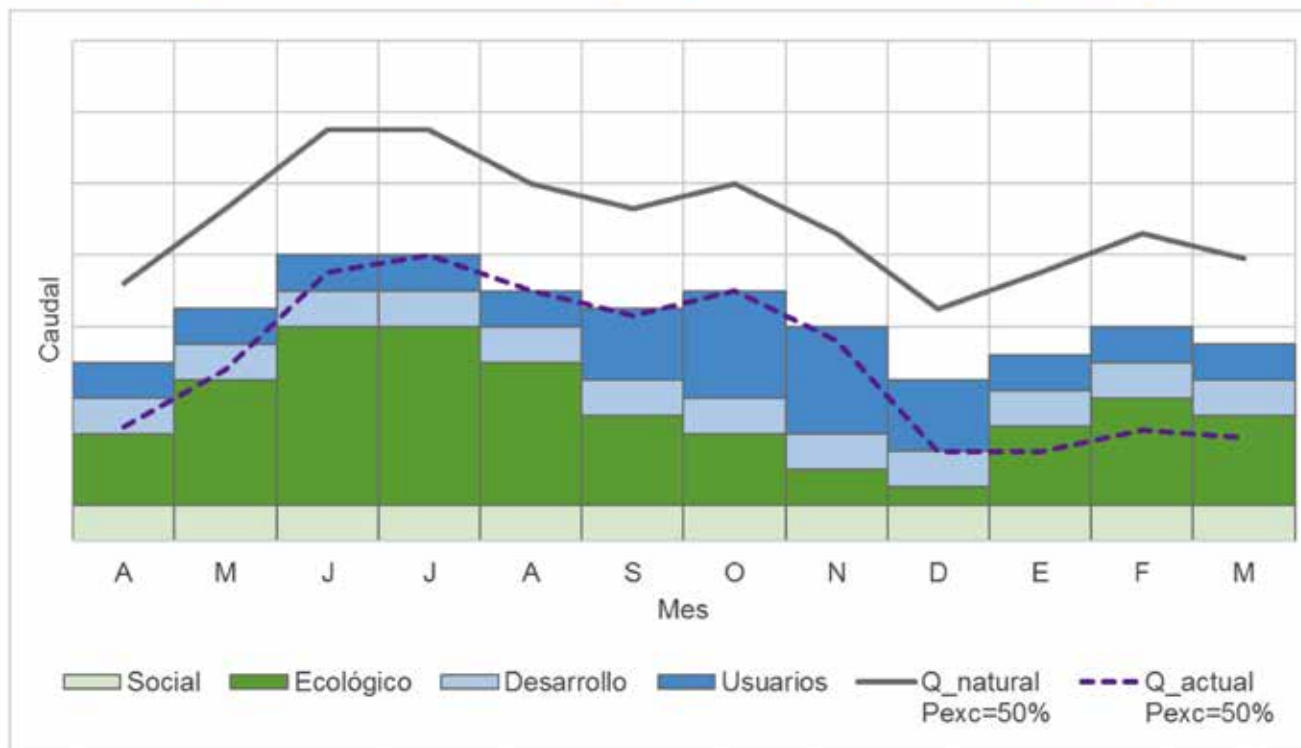
Se realizó la normalización del resultado del WUA\* en cada sección, utilizando el máximo valor de WUA\* generado en el rango de caudales evaluados. Con esto, la curva de WUA\* vs Q de cada sección quedó expresada como el porcentaje de hábitat

generado respecto del máximo local. Con ello, se hace posible la evaluación integral del sistema mediante la suma de los resultados de cada caudal, con lo que el área total corresponde a la suma de los porcentajes aportados por cada sección considerada en la integración.

Posteriormente, con los caudales obtenidos del análisis se realiza una comparación contra las curvas de variación estacional. Para ello, se utiliza como referencia el caudal mensual con probabilidad de excedencia del 85%, de forma de identificar la factibilidad de su implementación a lo largo del año y utilizando la condición media histórica conocida como punto de referencia.

El caudal mínimo adoptado con la metodología descrita para mantener la habitabilidad de las especies corresponde a la componente de requerimientos ecológicos del caudal ambiental.

Finalmente, el caudal ambiental se representa como el conjunto de todos los requerimientos identificados, tanto ecológicos, sociales, de desarrollo o de otros usuarios. Los caudales de uso consuntivo deben ser sumados, mientras que los no consuntivos pueden suplirse de manera independiente, por lo tanto, los menos relevantes en la jerarquización pueden ser representados como la diferencia respecto al no consuntivo más relevante.



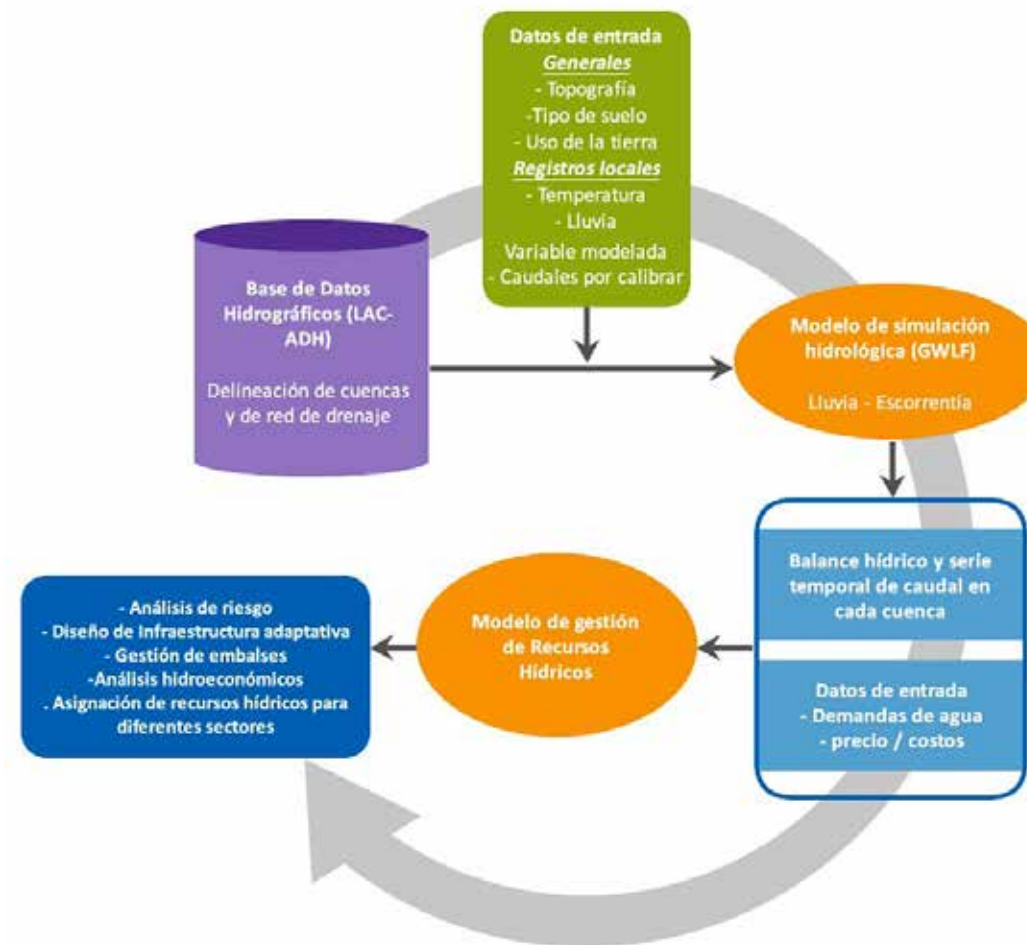
**Figura 10** – Ejemplo de serie de caudal mensual total según requerimientos de caudal ambiental. En color plomo se muestra como referencia el caudal natural del río asociado a la probabilidad de excedencia 50%, comprendido como la condición media “natural” Además, en línea segmentada morada se esquematiza el caudal actual asociado a la probabilidad de excedencia 50%, comprendido como la condición media “actual” (Fuente: CEA,2019).

## 4.4. Modelación hidrológica

Como base del planteamiento se considera el funcionamiento y alcances del modelo Hydro-BID<sup>2</sup>, desarrollado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el cual realiza balances hídricos sobre su unidad hidrográfica básica “**cuenca COMID**” o simplemente “COMID”. Un COMID es definido por el Banco Interamericano de Desarrollo como “el número identificador único de cada cuenca en la base de datos LAC-AHD (Base de Datos Hidrográfica Analítica de América Latina y el Caribe)” (Coli & Nalesso, 2017) o, en otras palabras, el identificador de cuencas formadas por un solo afluente.

El modelo incorpora como flujos de entrada la precipitación, temperatura y, cuando corresponda, la escorrentía superficial de el o los COMIDs inmediatamente aguas arriba. La escorrentía considera flujos tales como escorrentía directa por eventos de precipitación, escorrentía por aporte nival, y escorrentía por derretimiento glaciar, según corresponda. Como flujos de salida, se consideran la evaporación desde cuerpos de agua, evapotranspiración, la percolación hacia acuíferos subterráneos, extracciones de aguas tanto superficiales como subterráneas para diversos usos y la escorrentía superficial de salida de la subcuenca. En cuanto a los parámetros de la simulación, los más relevantes y que regulan los procesos de generación y desarrollo de la escorrentía superficial son aquellos ligados a la retención o desfase temporal en el flujo del agua tales como: número de curva, contenido disponible de agua en el suelo, coeficiente de recesión, entre otros (ver Anexo 10.4 para más información).

Hydro-BID está basado en el muy conocido “**modelo estándar Factor de Carga de Cauces Generalizados**” o GWLF por sus siglas en inglés (Haith, 1985; Haith et al., 1996) y mejorado por la metodología de tiempo de retardo-enrutamiento (lag-routing) desarrollada por RTI International<sup>3</sup>. GWLF ha sido probado y usado en cuencas alrededor del mundo (Schneiderman et al., 2007; Sha et al., 2013). El modelo de precipitación-escorrentía componente de GWLF, se aplica a unidades



**Figura 12.** Componentes y relaciones existentes entre las distintas partes y procesos de la modelación en Hydro-BID. (Fuente: Adaptado de Moreda et al, 2014).

2. <https://code.iadb.org/es/herramientas/hydro-bid>  
3. <https://www.rti.org>

de cuencas pequeñas al tomar en consideración los usos de tierras y las condiciones del suelo dentro de la cuenca. La respuesta a cada uso de tierra en una cuenca dada es tratada por separado para generar un volumen de escorrentía estimado. El flujo que se genera de cada cuenca, incluyendo las contribuciones de aguas subterráneas poco profundas o flujo base, se dirige a través de las redes de corrientes definidas por la AHD. La arquitectura del modelo distribuido proporciona un alto nivel de escalabilidad. Los impactos del cambio climático en recursos hídricos pueden ser simulados en escalas tan pequeñas como una cuenca individual AHD, o a través de todas las áreas de captación de una cuenca entera. La arquitectura también permite que el sistema sea portátil a través de la región de LAC (Latinoamérica y el Caribe), debido a que la base de datos AHD posee información y caracterización hidrográfica para toda la región. En cuanto a la salida del modelo, ella es generada como una serie de tiempo de proyecciones de flujos de agua, en escala diaria o mensual. El sistema tiene una interfaz de usuario para aceptar la entrada (input) del modelo, así como también para mostrar un resumen gráfico y tabular los outputs (Moreda et al., 2014).

El modelo Hydro-BID recibe como datos de entrada información local y real de temperatura y precipitación, lo cual permite estimar la escorrentía superficial en cada uno de los cauces considerados en los COMIDs.

Considerando que modelo Hydro-BID corresponde a un modelo precipitación-escorrentía, requiere de datos de entrada de precipitación y temperatura para estimar los flujos en cada subcuenca. Esta información debe encontrarse en una escala diaria y se obtiene a partir del producto grillado CR2MET v2.0 (Boisier et al., 2018).

El esquema de la Figura 12 muestra las partes principales que componen al modelo Hydro-BID y de cómo ellas se interrelacionan en la resolución de las simulaciones.

---

4. AHD: base analítica de datos hidrográficos (por sus siglas en inglés) del BID

#### 4.4.1 Estimación de la oferta hídrica superficial

La oferta superficial se considera como los caudales superficiales resultantes de la modelación, en la cual se incluye también una incorporación de caudal superficial para representar el aporte de caudal producto del derretimiento de glaciares.

Como se menciona en la sección 4.1, que no se cuenta con información fluviométrica en todo el territorio, no es posible tener una validación de la calibración de todo el territorio simulado. Por ello se consideraron distintas categorías de resultados, siendo los de **primera categoría** los que pueden ser calibrados y validados a partir de la comparación con datos observados de caudal. Así, las subcuencas de primera categoría corresponden a las cuencas formadas a partir de las estaciones fluviométricas listadas en Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3.

Luego se tienen resultados de **segunda categoría**, los cuales corresponden a resultados de la simulación en cuencas sin información fluviométrica, pero se encuentran dentro del mismo sector homogéneo según la similitud hidrológica basada en las formaciones vegetacionales (ver sección 4.4.1.1).

Finalmente se consideran los resultados de **tercera categoría**, que corresponden a los resultados en cuencas sin información fluviométrica y que no tienen en su sector de similitud hidrológica datos fluviométricos para calibrar. Para obtener estos resultados se considerarán los caudales calibrados en un sector de similitud hidrológica diferente, que tenga proporciones de coberturas lo más similares posible.

Las subcuencas de segunda y tercera categoría se registran en la sección 10.2 de Anexos.

A modo de contar con un valor de referencia que permita comprender la magnitud de los caudales, es posible tomar referencia el criterio establecido en la determinación de la oferta hídrica, el cual proviene de la norma establecida en la Dirección General de Aguas, y que corresponde a “conceder como derecho de aprovechamiento de ejercicio permanente el caudal asociado a la probabilidad de excedencia 85% menos el caudal ecológico” (DGA, 2008).

#### 4.4.1.1. Similitud hidrológica basada en las formaciones vegetacionales

Debido a la falta de datos de caudal observado en gran parte del área de estudio, se realiza una sectorización de esta, a partir de la actualización del 2019 del estudio de coberturas de uso de suelo de Luebert y Pliscoff (2017), donde se agrupan las zonas con proporciones similares de “estepas y pastizales” y “bosques”, que son los principales tipos de suelo que condicionan la escorrentía superficial de las cuencas. Dentro de la categoría bosques, se está considerando tanto bosques caducifolios como bosques siempreverdes.

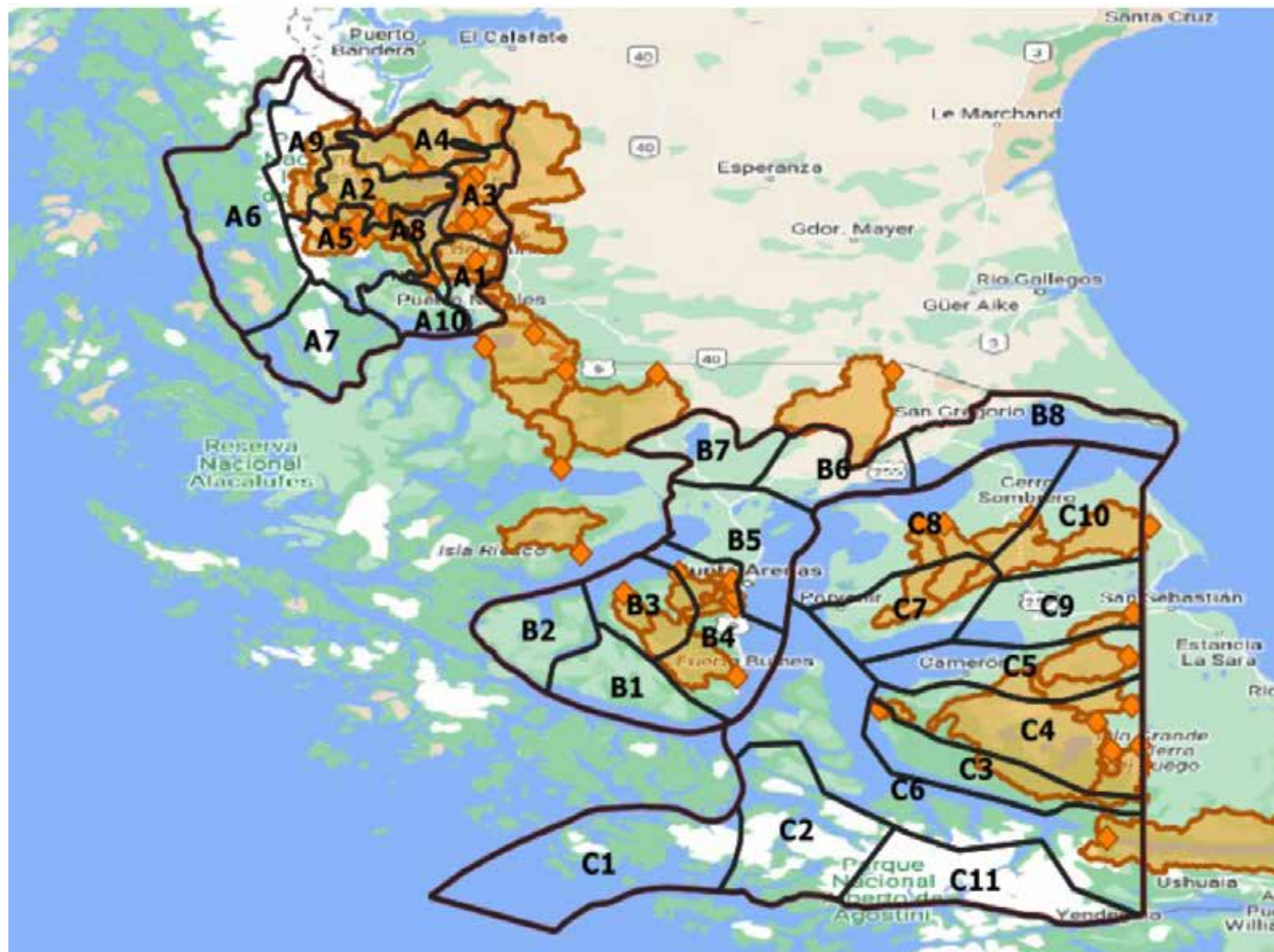


Figura 13 - Sectores homogéneos según similitud hidrológica basada en las formaciones vegetacionales.

**Tabla 5.** Sectores homogéneos según similitud hidrológica basada en las formaciones vegetacionales

Sector	% Bosques (caducifolio y siempreverde)	% Estepas y pastizales
A1	21.6	64.9
A2	9.9	0.8
A3	0.7	92.6
A4	9.9	5.1
A5	53.9	0.0
A6	20.5	0.0
A7	26.5	0.0
A8	6.9	4.5
A9	0.1	0.0
A10	44.3	0.0
B1	20.4	0.0
B2	9.9	0.0
B3	43.0	0.0
B4	67.8	0.2
B5	0.0	84.5
B6	0.0	97.9
B7	2.7	80.0
B8	0.0	98.1
C1	16.3	0.0
C2	15.9	0.0
C3	48.4	0.0
C4	67.7	0.0
C5	3.1	8.6
C6	36.4	0.0
C7	0.0	15.2
C8	0.0	91.3
C9	0.0	90.7
C10	0.0	92.2
C11	7.8	0.0

De este modo se crean los sectores con prefijo A para referirse a la cuenca 1 (Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente), B para referirse a la cuenca 2 (Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes) y C para referirse a la cuenca 3 (Tierra del Fuego).

Para definir las distintas categorías de resultados se dan algunos ejemplos:

**El sector C9** tiene una cuenca pequeña con información fluviométrica (Figura 13), lo cual dará resultados de *primera categoría* en esa cuenca, ya que los resultados están validados con datos observados en la misma cuenca. Sin embargo, gran parte del mismo sector C9 no cuenta con información, por lo tanto, los parámetros calibrados en la cuenca con información se adoptarán para el análisis de las cuencas sin información del sector C9, entregando resultados de *segunda categoría* por haber sido validadas con una cuenca diferente, pero del mismo sector.

Por otro lado, si se considera para el ejemplo el sector A10, no tiene ninguna cuenca con información fluviométrica, por lo tanto, se tiene que tomar como referencia otro sector distinto. Otro sector con información fluviométrica y con similares características podría ser el sector A5 o B3, por tener porcentajes similares de bosques y ausencia de estepas y pastizales (Tabla 5). En este caso al considerar los parámetros calibrados en A5 o B3 para el análisis de una cuenca del sector A10, entregaría resultados de *tercera categoría* por haber sido validados con una cuenca y sector diferentes.

**Tabla 6.** Clasificación y categorización de resultados.

Categoría	Información fluviométrica	Sector de referencia
Primera categoría	Sí	N/A
Segunda categoría	No	Otra cuenca del mismo sector
Tercera categoría	No	Otra cuenca de otro sector

Para buscar el subsector con características similares para cuencas sin información en el mismo sector, es decir cuencas de tercera categoría, se busca una cuenca que cumpla con el valor mínimo de disimilitud:

$$Disimilitud = \sqrt{(\%Bosque_1 - \%Bosque_2)^2 + (\%Estepa_1 - \%Estepa_2)^2}$$

#### 4.4.1.2. Aporte glacial

El aporte glacial en los caudales de las cuencas de estudio queda determinado según la presencia de glaciares en estas (Figura 14), la revisión bibliográfica debe abordar el aporte glacial histórico según diferentes períodos de tiempo. Con objeto de incluir el aporte glacial histórico y cuantificar y representar el efecto de la disminución de este en las cuencas de estudio, se propone hacer uso de los resultados del balance hídrico nacional (DGA, 2022). Este cuenta con la modelación de caudal glacial a nivel diario para el período histórico 1981 – 2020 y el período futuro 1979 – 2060, este último obtenido a partir de 4 simulaciones climáticas globales: CCSM4, CSIRO, IPSL y MIROC. De este modo, para cada nodo de calibración, se agrupan los glaciares aportantes según su disposición geográfica y se estima el caudal medio anual aportado, del cual, se define una tasa de disminución anual del aporte como la diferencia porcentual entre los caudales glaciares consecuentes. Esta tasa de disminución se utiliza para estimar la disminución del aporte a nivel mensual para el período 2020-2050.

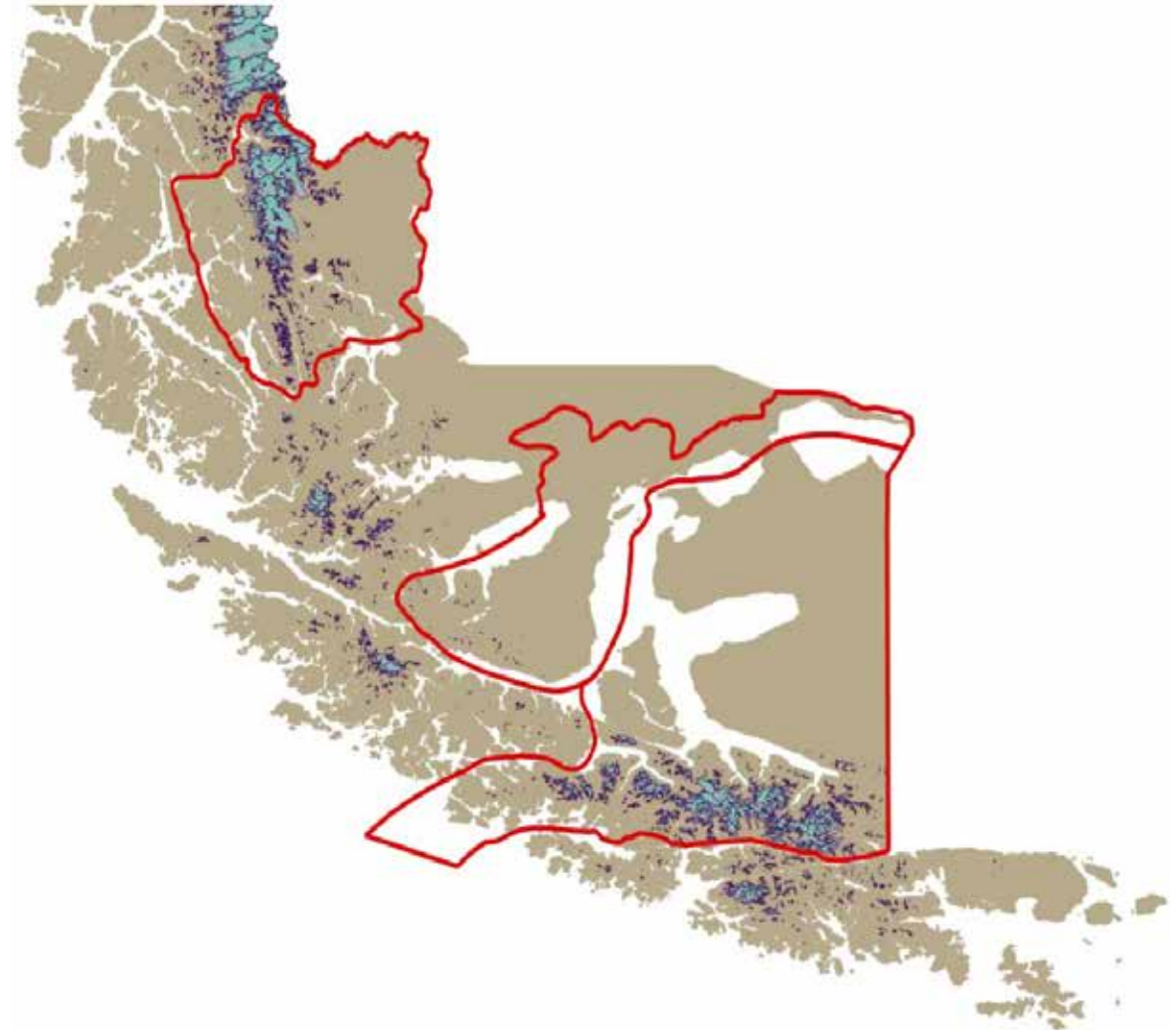


Figura 14. Glaciares presentes en las cuencas de estudio.

#### 4.4.2. Estimación de la oferta hídrica subterránea

Parte de las demandas en cuencas del territorio nacional son suplidas mediante la extracción de aguas subterráneas a través del bombeo de pozos. Sin embargo, la disponibilidad del recurso hídrico desde esta fuente es difícil de cuantificar, es por ello que se adopta la metodología propuesta por Waterways (2022), quienes realizaron un análisis sobre la capacidad del uso de agua subterránea en cuencas, considerando la relación de los volúmenes de extracción actual y los niveles de recarga estimados en los acuíferos se determina un porcentaje de esta recarga que se puede considerar como oferta subterránea, buscando mantener el acuífero en buenas condiciones.

A partir de la aplicación de esta metodología, los autores de Waterways estimaron que, para garantizar la sostenibilidad de los sistemas en las cuencas de la región de Magallanes, el volumen máximo disponible para captura corresponde al 35% de la recarga de acuíferos por infiltración.

#### 4.4.3. Estimación de la demanda y reglas de operación históricas

A continuación, se presenta la metodología empleada para la generación de la información base requerida por el modelo Hydro-BID como *input* a las simulaciones. Además, se entregan antecedentes respecto del proceso de calibración del modelo y de la metodología de cálculo de la demanda hídrica.

Para la estimación de la demanda existente en cada una de las cuencas pilotos, se debe desarrollar un análisis de la información recopilada como base en cada cuenca, además de realizar una división territorial según las áreas aportantes a cada una de las estaciones fluviométricas seleccionadas. Este desarrollo se basa en procesar las demandas considerando la división territorial de los datos recopilados y distribuir las demandas territorialmente según la proporción de áreas los respectivos usos de suelo, pasando de nivel recopilado (por ejemplo, comunal) al nivel de las subcuencas definidas por las estaciones fluviométricas.

Para la estimación de la demanda en cada cuenca, para el caso de Chile, se propone tomar en cuenta la información obtenida a partir de la huella hídrica (Jaramillo & Acevedo, 2017), particularmente la huella hídrica azul, la cual posee la información de demandas a nivel de comunas y una escala anual. Para el sector forestal, por poseer huella hídrica azul nula, se considera la huella hídrica verde para cuantificar la demanda. Sin embargo, no se considera al sector forestal como demandante puntual para la simulación, ya que el modelo ya está considerando la huella verde mediante la evapotranspiración de las distintas coberturas de suelo. Para los sectores productivos pecuarios, agrícolas y doméstico/industrial, se puede aplicar un factor de corrección asociado al uso de suelo para las demandas correspondientes a cada sector, entregando una demanda a nivel de subcuenca. En cambio, para los sectores de energía y minería se sugiere una distribución de la demanda, proporcional al área de cada subcuenca con su comuna correspondiente, para obtener finalmente la demanda de energía y minería asociada a cada subcuenca.

Los mapas a continuación muestran la distribución comunal de la demanda hídrica (superficial y subterránea) de los distintos sectores productivos de acuerdo con el estudio de Jaramillo & Acevedo (2017).

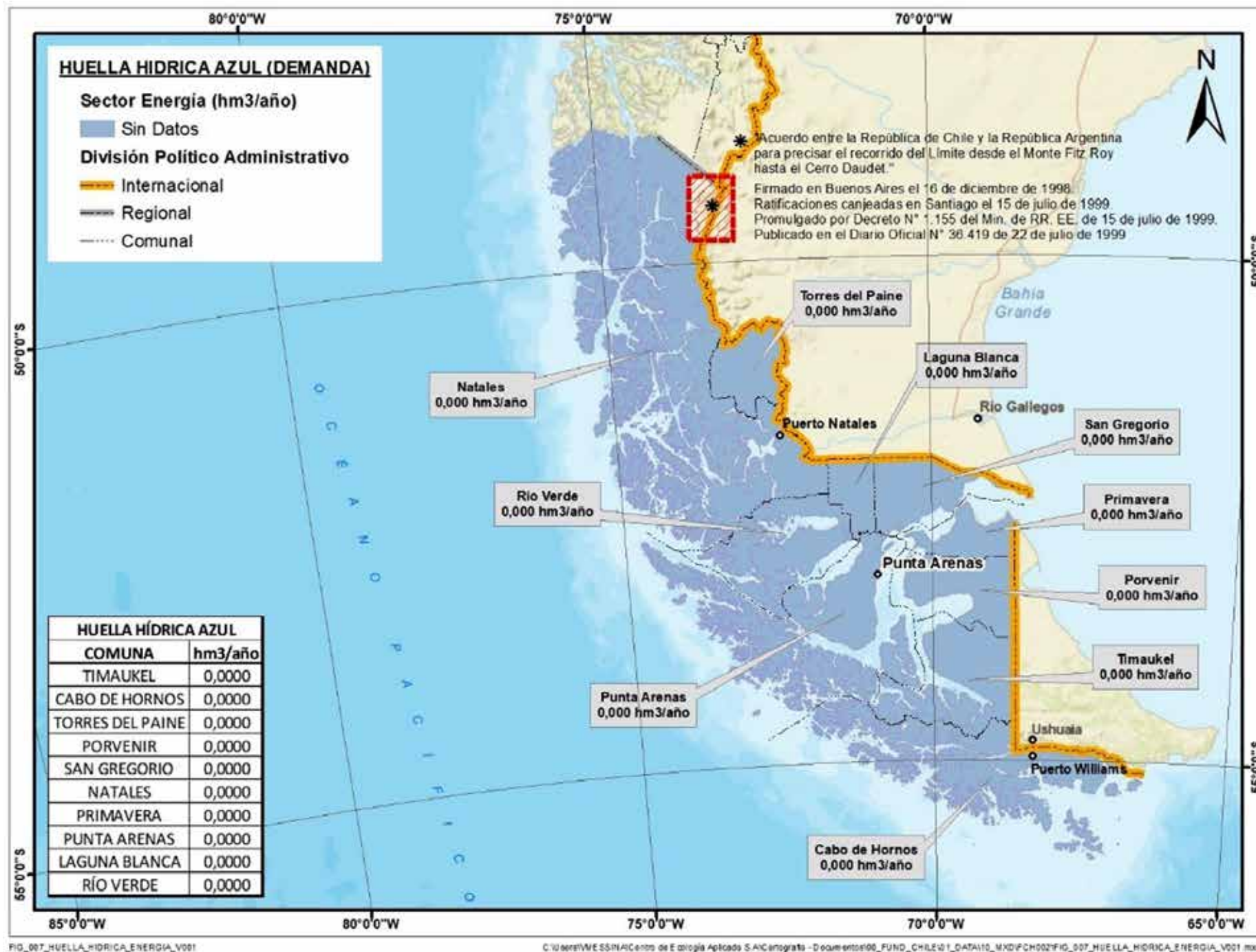


Figura 15. Huella Hídrica Azul del sector energía en la zona de estudio.

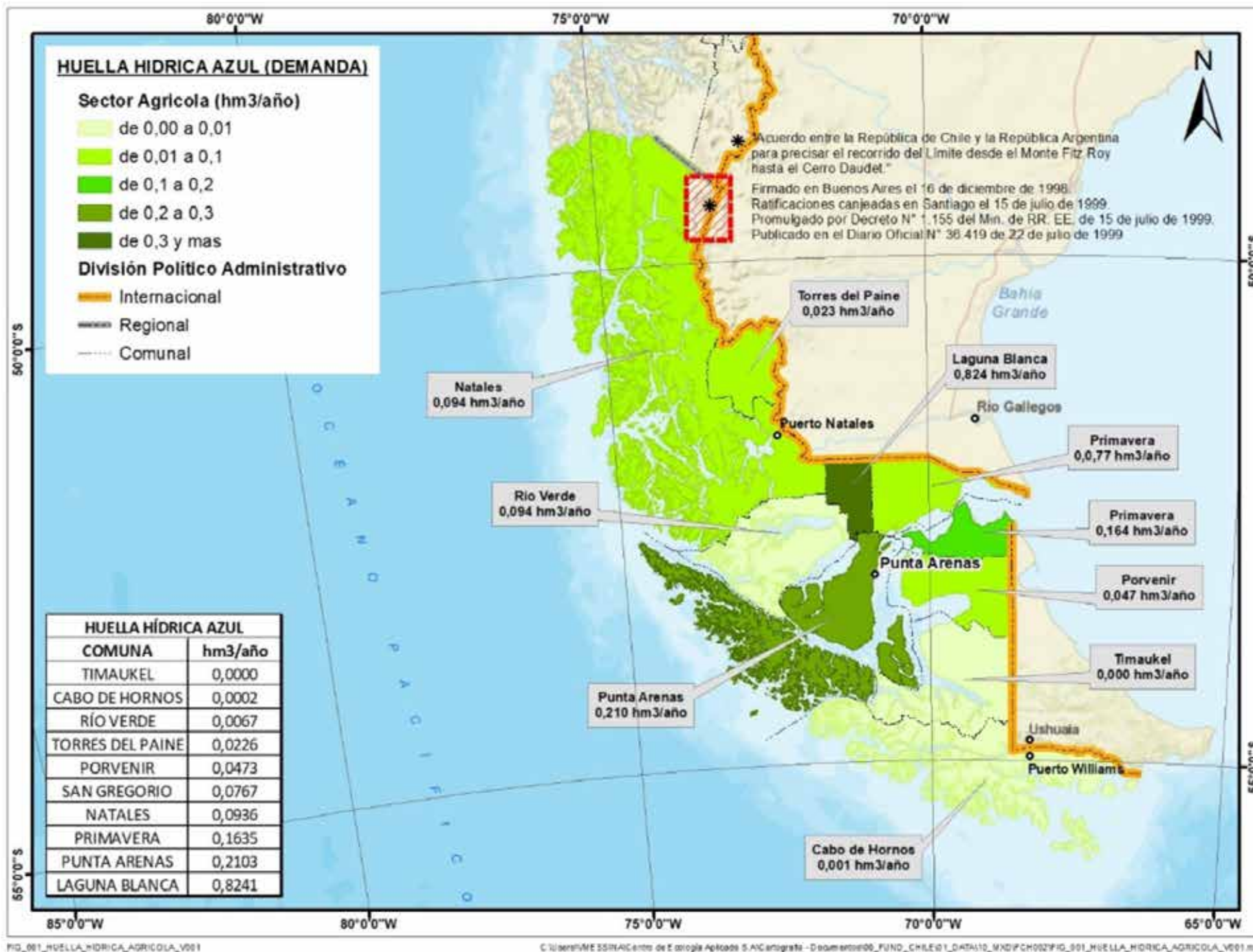


Figura 16. Huella Hídrica Azul del sector agrícola en la zona de estudio.

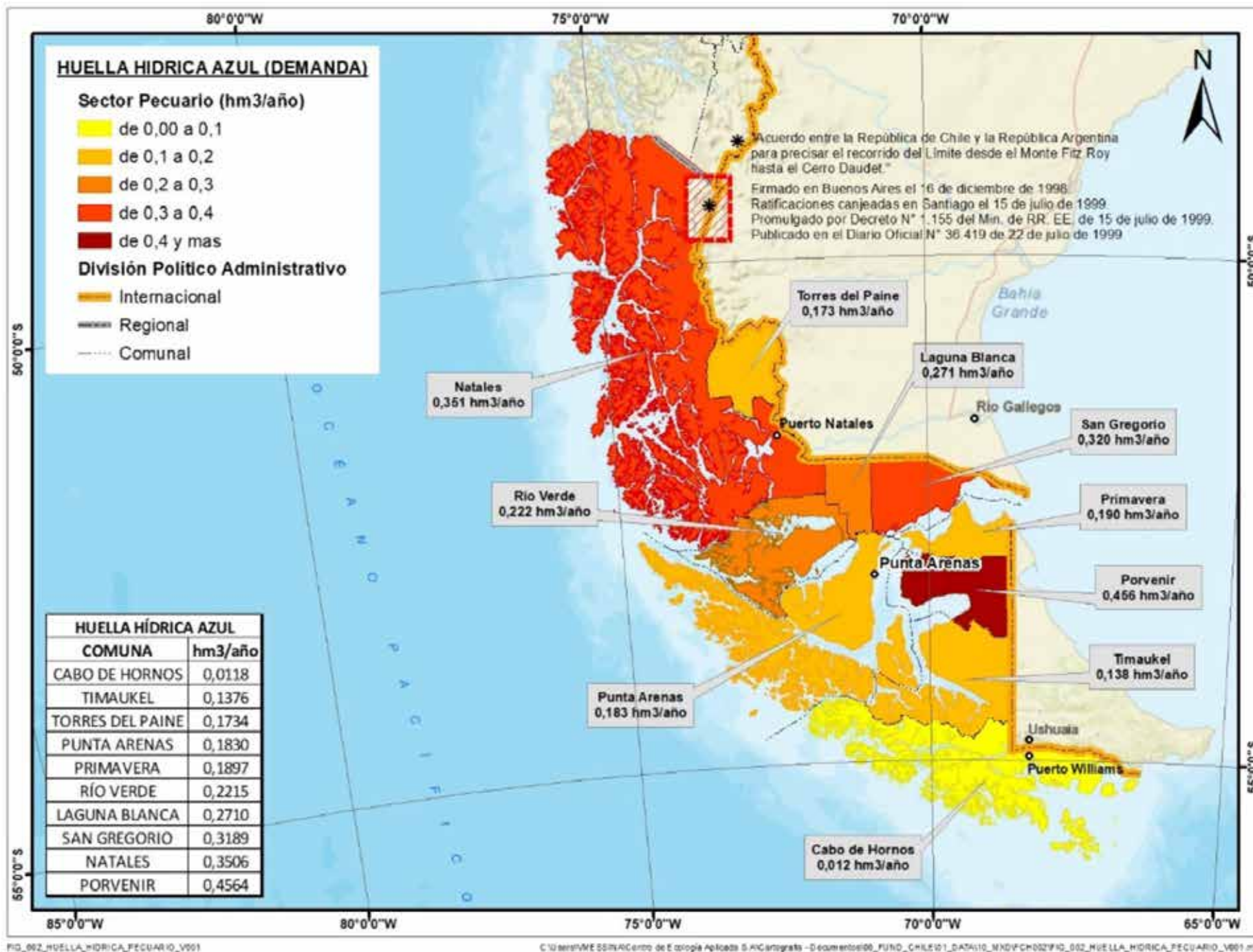
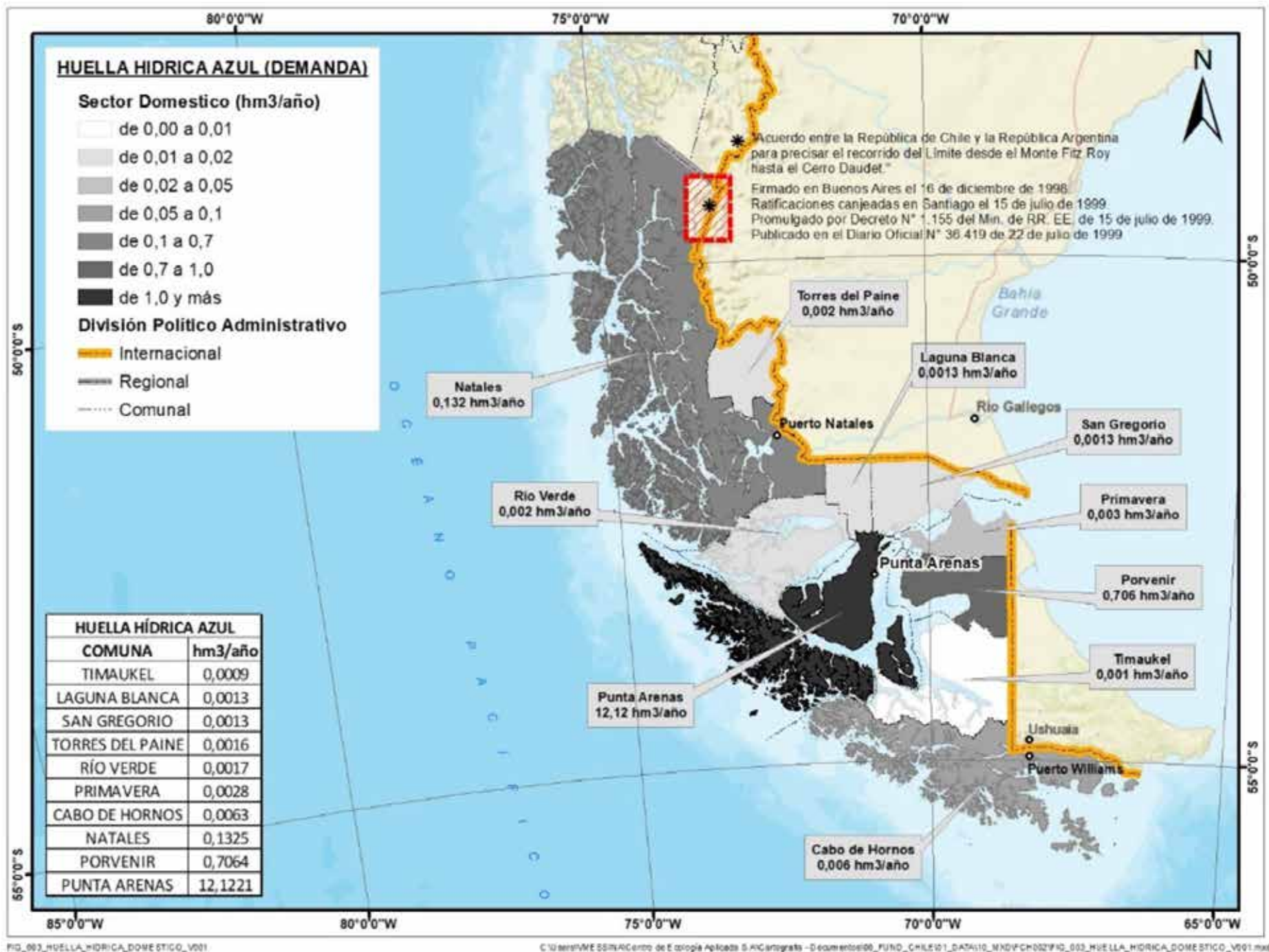


Figura 17. Huella Hídrica Azul del sector pecuario en la zona de estudio.



**Figura 18.**  
Huella Hídrica Azul del sector pecuario en la zona de estudio.

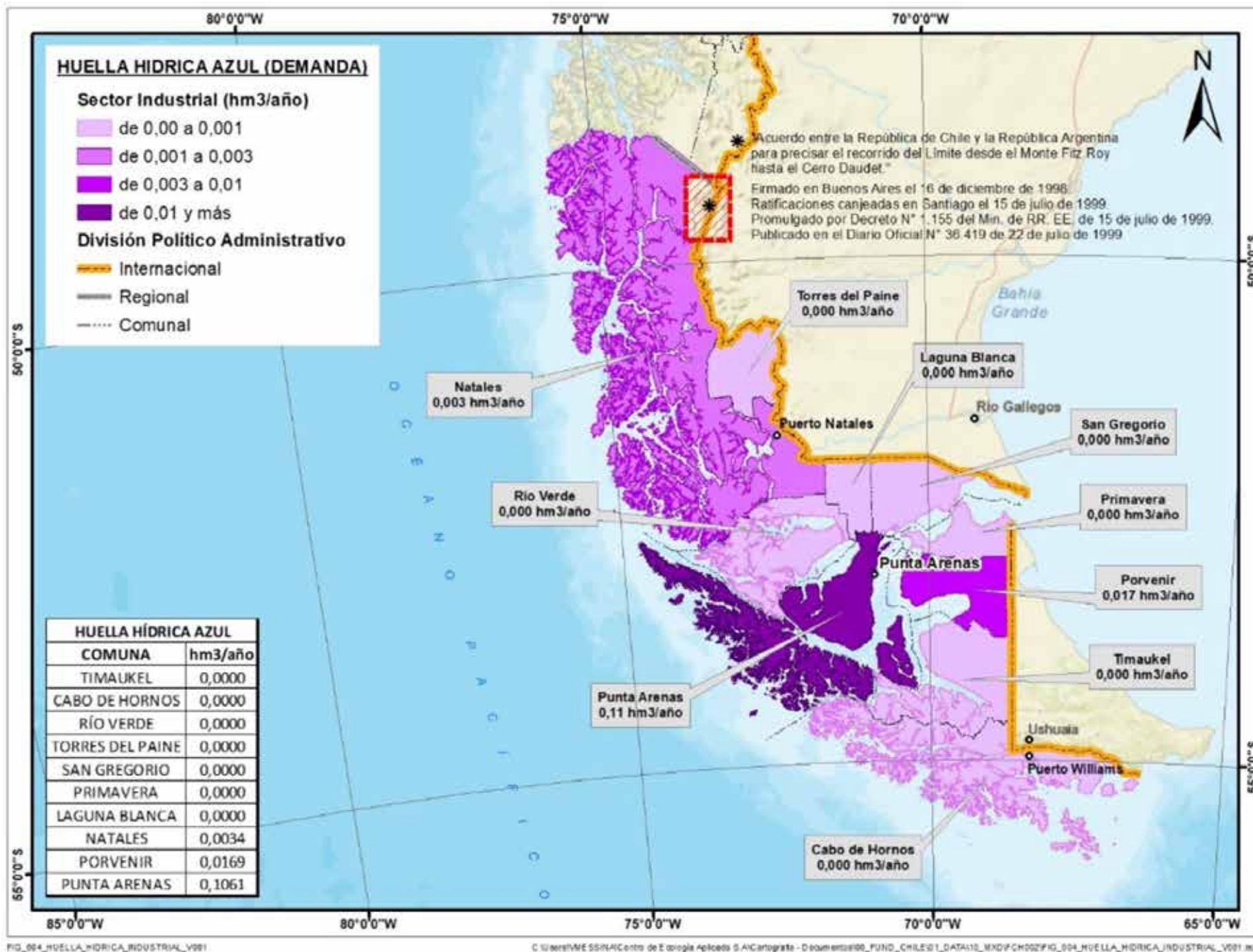


Figura 19. Huella Hídrica Azul del sector industrial en la zona de estudio.

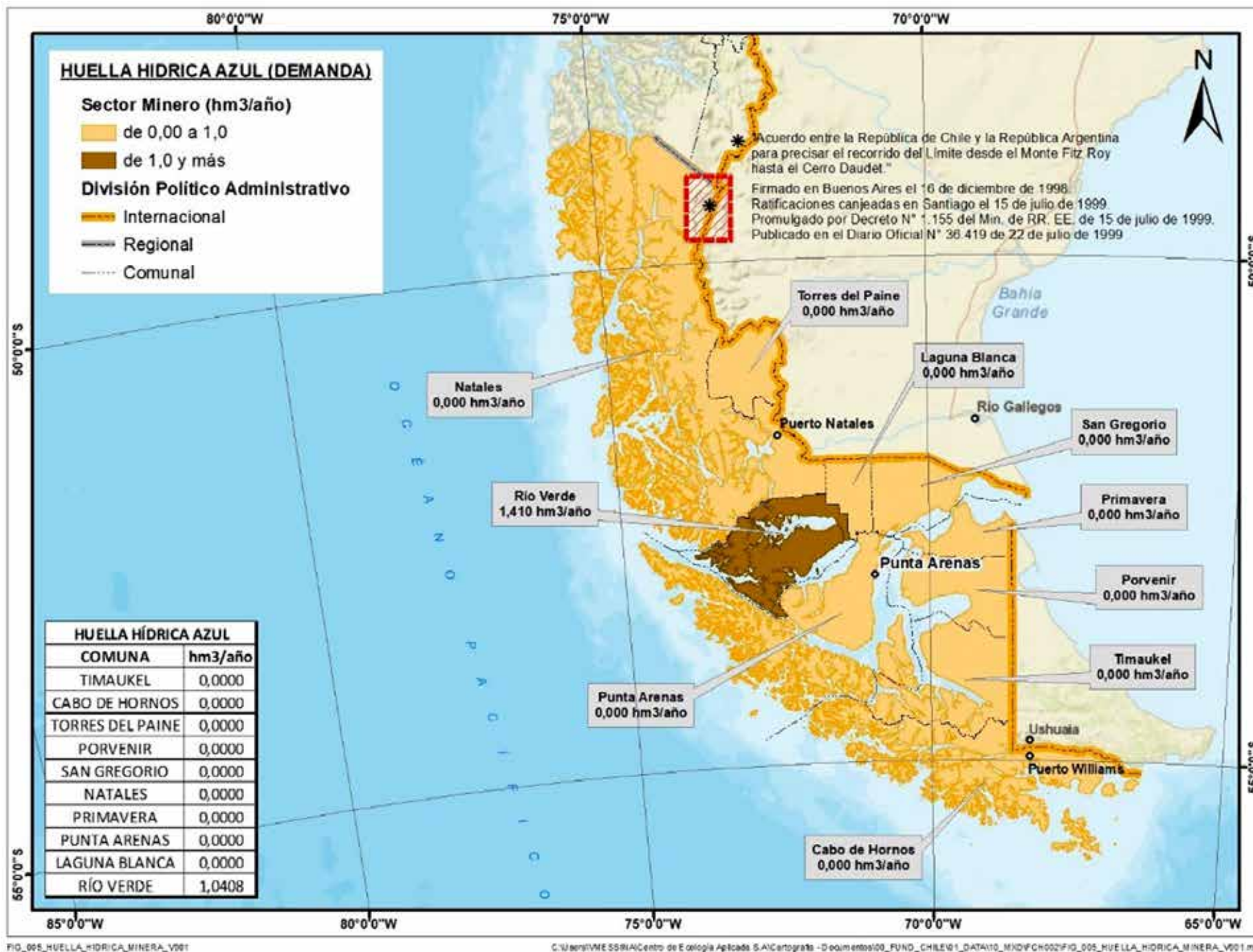


Figura 20. Huella Hídrica Azul del sector minero en la zona de estudio.

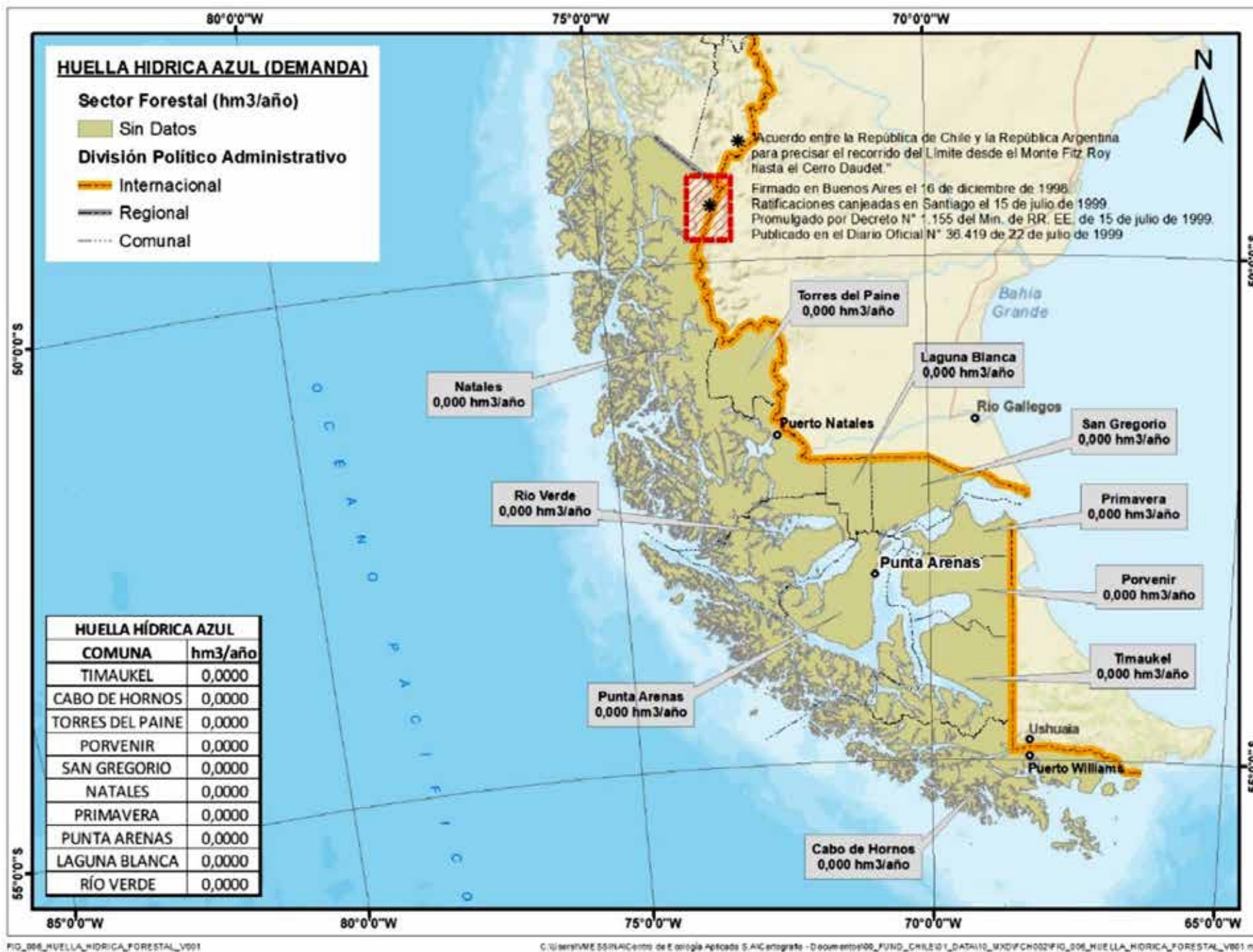


Figura 21. Huella Hídrica Azul del sector forestal en la zona de estudio.

Con la demanda distribuida a nivel de subcuenca, se determina la demanda para cada estación fluviométrica seleccionada en la cuenca. Luego, se debe realizar la separación entre demandas superficiales y subterráneas, a partir de la información obtenida de los planes maestros de la DGA. Aunque para el cálculo del índice de seguridad se utilice tanto la demanda superficial como subterránea, es necesario diferenciar entre ambas, para realizar la comparación entre caudales naturales y operacionales de los datos modelados y observados en las estaciones fluviométricas utilizando solo las demandas superficiales.

La Figura 22 muestra un esquema del procesamiento en SIG.

Debido a que la huella hídrica considera valores de demanda anual, también se debe considerar la variabilidad mensual de las referencias citadas, para aplicar un factor mensual a los datos de huella hídrica y replicar la variabilidad mensual. Para esto se utilizan los derechos de aprovechamiento de aguas registrados en la DGA a agosto del 2023, con los que se calcula el factor de caudal mensual concedido con respecto al total anual, para cada subcuenca. Este factor se utiliza como multiplicador de la demanda anual para obtener la demanda mensual.



Figura 22. Esquema procesamiento en SIG.

#### 4.4.4. Proyección futura

Se considera analizar el ensamble de cuatro modelos climáticos globales (GCMs) regionalizados con el método multivariado de corrección de sesgo (*Multivariate bias correction*, MBCn) sobre el producto observacional CR2MET, que contempla el escenario de forzamiento radiativo RCP8.5 y donde cada modelo se encuentra descrito y fundamentado ampliamente en el documento “Aplicación de la metodología de actualización del balance hídrico nacional en las cuencas de las macrozonas norte y centro” (DGA, 2018). La aplicación de la técnica de escalamiento estadístico QDM conserva los cambios originales de los modelos, tanto en medias como en cuantiles, corrigiendo al mismo tiempo los sesgos en la distribución de frecuencia de la variable simulada respecto a la referencia (CR2MET). El ensamble corresponde al promedio de los GCM: CSIRO-Mk3-6-0 (CSIRO), CCSM4, MIROC-ESM (MIROC) e IPSL-CM5A-LR (IPSL).

*La metodología de escalamiento a utilizar es análoga a la desarrollada en DGA (2019a), adoptándose los mismos modelos de circulación general, bajo un escenario RCP8.5. Las diferencias consisten en un nuevo producto de referencia de precipitaciones y temperaturas, y el paso de un método de escalamiento univariado (QDM) a uno multivariable (MBCn) (DGA, 2022).*

De esta forma, se trabaja con meteorología proyectada al periodo comprendido entre los años 2020-2060 con las cuales se obtiene una oferta hídrica superficial proyectada para el mismo periodo utilizando el modelo HydroBID, y previa calibración de los parámetros del modelo.

#### 4.4.5. Estimación de la demanda y reglas de operación futuras

Se propuso mantener el valor de demandas constante y contrastarlo con las ofertas futuras.

### 4.5 Cálculo del Índice de Seguridad Hídrica

Según la definición adoptada en la radiografía del agua (2018), el Índice de Escasez Hídrica<sup>4</sup> es un indicador que permite establecer la relación entre la demanda potencial del agua y la oferta hídrica disponible. El Índice de Escasez Hídrica es un índice reconocido y utilizado internacionalmente y se calcula según la siguiente fórmula, que corresponde a un indicador porcentual:

$$\text{Índice de Escasez Hídrica} = \frac{\text{Consumo hídrico}}{\text{Oferta hídrica}} \times 100$$

(Ec. 2)

A partir de este indicador, y con el fin de poder dimensionar de mejor manera las brechas existentes, se plantea para este manual un indicador modificado en base a diferencias entre caudales en vez de cocientes, quedando expresado de la siguiente manera:

$$\text{ISH} = (\text{Oferta hídrica} - Q_{\text{ambeco}}) - \text{Demanda Potencial}$$

(Ec. 3)

Con esta nueva fórmula, se define el índice de seguridad hídrica (ISH), donde se incorpora además la componente ecológica del caudal ambiental ( $Q_{\text{ambeco}}$ ), que corresponde a un uso no consuntivo para la mantención del ecosistema hacia aguas abajo, que para efectos prácticos es considerada como una restricción a la oferta.

4. Índice de Escasez Hídrica. Fuente: Rivera et al., 2004. Basado en OMM, 1997. Utilizado en la Radiografía del Agua, 2018.

Para el desarrollo del presente manual, el cálculo de la seguridad hídrica se realiza a partir de la demanda potencial, definida como el valor acumulado; según la metodología presentada en los acápites 4.4.3 y 4.4.5, mientras que para determinar la oferta hídrica de las demandas superficiales y subterráneas aguas arriba del nodo de calibración superficial se hace uso de la serie de caudales naturalizados obtenida a partir de la modelación en Hydro-BID, donde a la serie de caudales se les realiza un análisis de frecuencia para determinar los caudales con probabilidad de excedencia de 85%. Se selecciona esta probabilidad de excedencia, según lo indicado en la metodología de la radiografía del agua, ya que corresponde al comúnmente usado en la evaluación de disponibilidad del recurso hídrico en Chile. Además, se considera en la oferta una componente subterránea, según lo planteado en la sección 4.4.2.

A continuación, se presenta una clasificación de los resultados del Índice de Seguridad Hídrica (ISH), en función de la comparación entre ofertas y demandas del sistema, aplicable a los distintos puntos de evaluación en la cuenca de estudio. Un valor del ISH negativo indica que la oferta no es capaz de suplir todas las demandas identificadas en la cuenca aportante al punto de evaluación junto con la componente ecológica del caudal ambiental hacia aguas abajo, mientras que un valor mayor o igual a cero indica que sí se puede suplir la totalidad de las demandas aguas arriba junto con la componente ecológica del caudal ambiental hacia aguas abajo. En el caso que la oferta logre suplir las demandas aguas arriba, la componente ecológica del caudal ambiental, y además suple las demandas aguas abajo hasta el siguiente punto de evaluación, podremos hablar de la existencia de excedentes de agua posibles de asignar a nuevos usos.

**Tabla 7.** Clasificación del Índice de Seguridad Hídrica, conocido internacionalmente como Índice de escasez hídrica. Fuente: Rivera et al., 2004. Basado en OMM, 1997. Utilizado en la Radiografía del Agua, 2018.

Índice de Seguridad Hídrica	Comparación Oferta y Demandas	Color y clasificación
ISH < 0	Oferta < $Q_{amb_{eco}}$	Crítica
	Oferta < Demandas arriba + $Q_{amb_{eco}}$ Oferta $\geq Q_{amb_{eco}}$	Insuficiente
ISH $\geq$ 0	Oferta $\geq Q_{amb_{eco}}$ + Demandas arriba	Suficiente
	Oferta $\geq Q_{amb_{eco}}$ + Demandas aguas arriba + Demandas aguas abajo	Excedente

## 4.6 Medidas, acciones y soluciones (MAS)

En cualquier cuenca existen potenciales Medidas, Acciones y Soluciones (MAS), que con respecto a la gestión de los recursos hídricos buscan: conservar, reparar, mejorar la conducción, almacenar, optimizar el uso del agua, reducir la demanda, optimizar la gestión del agua, cambios de procesos, tratamientos y finalmente el reúso.

A continuación, se detallan los potenciales alcances de las MAS:

**Conservación:** Humedales naturales, estuarios, ríos, bofedales/vegas, mallas y lonas de poliuretano para la protección de glaciares, bosques, llanuras de inundación, sistema tradicional para recarga superficial de acuíferos (Amunas), bordos superficiales para disminuir la escorrentía (Jollas), Sistema tradicional de captación y almacenamiento de aguas lluvias (Cochas/Q'ochas/Tipishcas/Jagüeyes), zanjas de infiltración para recolección y almacenamiento de agua lluvia, e infiltración para recarga de acuíferos por gravedad y en lecho de río.

**Reparación:** Reforestación y forestación de cuencas para disminuir el riesgo de desastres, recuperación de riberas de ríos para mejorar servicios ecosistémicos, reparación de humedales naturales, estuarios, infiltración en zonas agrícolas, pavimentos permeables, plazas de agua para recolección de agua lluvia, jardines de lluvia para recolección de agua de escorrentía.

Su implementación en el índice de seguridad hídrica de las cuencas se ve reflejado al cuantificar los volúmenes de aporte de cada MAS. Estos volúmenes de aporte en  $m^3/s$  de cada MAS, se incorporan a nivel de estación según la proporción de las áreas asociadas a cada una. Una vez incorporados estos aportes de MAS al modelo de cada cuenca, se obtienen los Índices de Seguridad Hídrica finales considerando el aporte de las MAS involucradas.

El resto de objetivos de las MAS no serán evaluadas en este estudio.

## 4.7 Modelo hidráulico para analizar desbordes del cauce ante crecidas

El análisis de desbordes es un análisis anexo al índice de seguridad hídrica, por lo tanto, este último no variará según la identificación de zonas de desbordes. Sin embargo, es una información útil para identificar estas zonas de riesgo y tomar medidas para mitigarlas.

Para el análisis de la hidráulica fluvial mediante una simulación hidráulica, se recomienda la utilización del software libre HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System) desarrollado por el US Army Corps of Engineers (USACE), el cual corresponde a un modelo que permite resolver de forma unidimensional el cálculo del eje hidráulico en canales con régimen permanente, y de forma bidimensional el régimen impermanente. Dentro de las principales características del modelo, es posible destacar la posibilidad de su aplicación tanto a ríos como canales en régimen subcrítico, supercrítico o régimen mixto. El enfoque base del modelo es el resolver la ecuación de energía unidimensional considerando las fuerzas friccionales (ecuación de Manning), contracciones/expansiones y obstrucciones por elementos típicos en un río, como, por ejemplo, puentes y pilas, entre otros.

En cuanto a la construcción del modelo hidráulico, la geometría del río debe ser obtenida a partir de la combinación de información de perfiles topobatimétricos levantados en terreno, en conjunto con información geomorfológica obtenida mediante el uso de los modelos de elevación digital (DEM).

A partir del desarrollo anterior, se obtendrá una completa caracterización hidráulica del río en los tramos estudiados (zonas de interés), obteniendo una caracterización del ancho superficial del cauce, la curva de caudal, y las velocidades medias y máximas, bajo las diferentes condiciones de caudal pasante.



**Figura 23.** Esquema de las entradas y salidas del modelo hidráulico (Elaboración propia).

La estimación de los caudales máximos de descarga de los ríos para varios períodos de retorno (T) es uno de los problemas más comunes para analizar los recursos hídricos en un sistema; el proceso de estimación se le conoce comúnmente como análisis de frecuencia y tiene como objetivo determinar estos valores para una probabilidad de excedencia ( $P_{exc}$ ) dada, con el fin de diseñar estructuras asociadas a estos caudales tales como puentes, defensas ribereñas, entre otros.

El período de retorno (T) o también llamado período de recurrencia, es el período expresado en cantidad de años en que se espera que la variable aleatoria (X) sea mayor al valor x. El período de retorno se puede demostrar que su valor es igual al inverso de la probabilidad de excedencia  $P_{exc}$  (H.Bengtson, 2002).

$$T = \frac{1}{P_{exc}}$$

(Ec. 4)

5. Manual de Carreteras, Volumen N°3, Instrucciones y criterios de diseño, página 677.

La distribución de frecuencia es una función matemática que entrega el valor de la probabilidad de excedencia de una variable aleatoria. Para eventos hidrológicos las distribuciones de frecuencia más utilizadas son Normal, Log Normal, Gumbel, Gamma, Pearson 3 y Log Pearson 3.

Para ajustar distribuciones de frecuencia a los datos se utiliza el método de los momentos, el cual es una técnica que consiste en construir estimadores de los parámetros de la distribución de frecuencia, los cuales son obtenidos igualando los momentos teóricos con los momentos de la muestra. La cuantificación de qué tan bien se ajusta una distribución de frecuencia paramétrica a una distribución de frecuencia empírica se le denomina “bondad de ajuste”. Finalmente se realiza la prueba de Chi cuadrado  $X^2$  para validar que los datos se ajustan a la distribución teórica candidata.

Se debe realizar también en este capítulo un análisis de frecuencia para la serie de caudales máximos anuales de la cuenca de estudio, que se obtienen como el máximo valor de los caudales medios diarios en un año. Los caudales máximos anuales asociados a períodos de retorno de 5, 20 y 100 años son ingresados al software de modelación hidráulica (HEC-RAS), junto con los perfiles transversales del cauce, el coeficiente de fricción (número de Manning) del río y las condiciones de iniciales y de borde. La modelación hidráulica es con velocidad de flujo en una dirección (1D) y en régimen permanente.

Los perfiles transversales del cauce son un obtenidos desde los DEM de Alos Palsar, los cuales tienen una resolución espacial de 15 metros.

Se presenta como resultado un mapa de riesgo de inundación asociado al uso de suelo y a los caudales de crecidas para períodos de retorno de 5, 20 y 100. El período de retorno de 100 años es el período de retorno de diseño de las defensas ribereñas descrito en el Manual de Carreteras<sup>5</sup>.

## 4.8 Escala de estudio

La Tabla 8 muestra la escala hidrográfica en que se trabajaron los distintos parámetros de la metodología.

Las cuencas CAMELS-CL hacen referencia a las cuencas en cuyo punto de salida se ubica una estación fluviométrica. Estas cuencas también están inventariadas en el Banco Nacional de Aguas (BNA) por lo que tienen un código BNA asociado (ver Tabla 1, Tabla 2, Tabla 3).

Por otra parte, un COMID es definido por el Banco Interamericano de Desarrollo como “el número identificador único de cada cuenca en la base de datos LAC-AHD (Base de Datos Hidrográfica Analítica de América Latina y el Caribe)”, por lo tanto, las cuencas COMID hacen referencia a las cuencas formadas por un solo tramo de la red hídrica de LAC-AHD. Aquellas cuencas COMID que pertenezcan a la misma cadena de ríos se trabajan agrupadas, dejando como identificador el COMID de salida. Cabe mencionar que debido a las limitaciones en la resolución de la LAC-AHD, las cuencas COMID no cubren toda la zona de estudio. En los casos en que se utiliza esta escala para las cuencas de primera categoría los COMIDs agrupados tienen una superficie aportante muy similar a la de las cuencas CAMELS-CL.

Las subsubcuencas BNA corresponden al tercer nivel de delimitación hidrográfica del BNA, siendo el primer nivel las cuencas y el segundo nivel las subcuencas.

**Tabla 8.** Escala hidrográfica por parámetro de estudio..

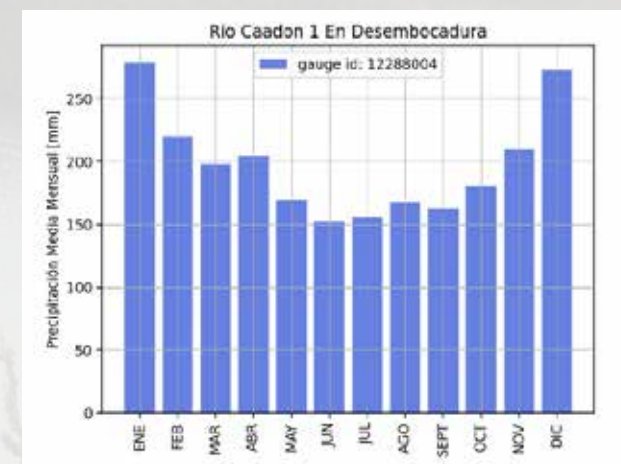
Parámetro	Categoría subcuencas	Escala hidrográfica
Oferta hídrica superficial histórica	Subcuencas categoría 1	Cuencas CAMELS-CL
	Subcuencas categorías 2 y 3	Cuencas COMID
Oferta hídrica superficial proyectada	Subcuencas categoría 1	Cuencas COMID
	Subcuencas categorías 2 y 3	
Oferta hídrica subterránea histórica y proyectada	Subcuencas categoría 1	Cuencas COMID
	Subcuencas categorías 2 y 3	
Demanda anual histórica y proyectada	Subcuencas categoría 1	Cuencas CAMELS-CL
	Subcuencas categorías 2 y 3	Cuencas COMID
Factor mensual histórica y proyectada	Subcuencas categoría 1	Subsubcuencas BNA
	Subcuencas categorías 2 y 3	
Componente ecológico del caudal ambiental histórico y proyectado	Subcuencas categoría 1	Cuencas CAMELS-CL
	Subcuencas categorías 2 y 3	Cuencas COMID
Aporte glacial histórico y proyectado	Subcuencas categoría 1	Cuencas CAMELS-CL
	Subcuencas categorías 2 y 3	-
Caudal de crecidas	Zonas urbanas en subcuenca de categoría 1	Cuencas CAMELS-CL
	Zonas urbanas en subcuenca de categorías 2 o 3	Cuencas COMID

# 5. Resultados

## 5.1 Meteorología e hidrología del área de estudio

### 5.1.1 Caracterización meteorológica

Los gráficos a continuación muestran la variación estacional de la precipitación líquida caída sobre las subcuencas de primera categoría de la **cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Holleberg e islas al oriente** de acuerdo con el producto CR2MET. En la mayoría de las estaciones se observa una variación estacional con máximas a inicios de otoño (meses de marzo-abril) y mínimos a fines de invierno (agosto-septiembre), sin embargo, aquellas estaciones con presencia significativa de glaciares (Río Caadon 1 En Desembocadura, Río Geikie en Desembocadura, Río Tindall En Desembocadura, Río Grey Antes junta Serrano y, en menor medida, Río Paine en Parque Nacional 2 y Río Serrano en Desembocadura) presentan precipitaciones máximas en pleno verano y mínimas en invierno.



**Figura 24.** Variación estacional de la precipitación media para las estaciones meteorológicas de la cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Holleberg e islas al oriente.

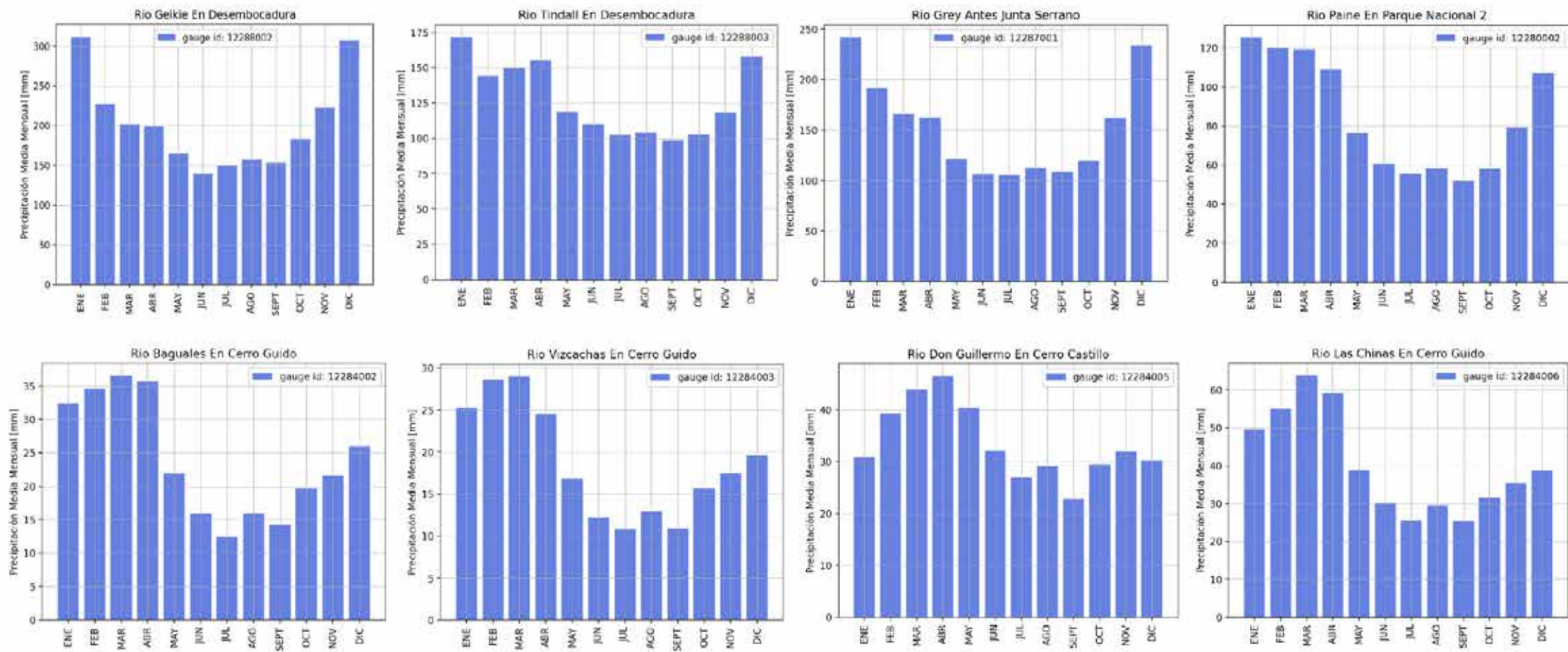


Figura 24. Variación estacional de la precipitación media para las estaciones meteorológicas de la cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Hollelberg e islas al oriente.

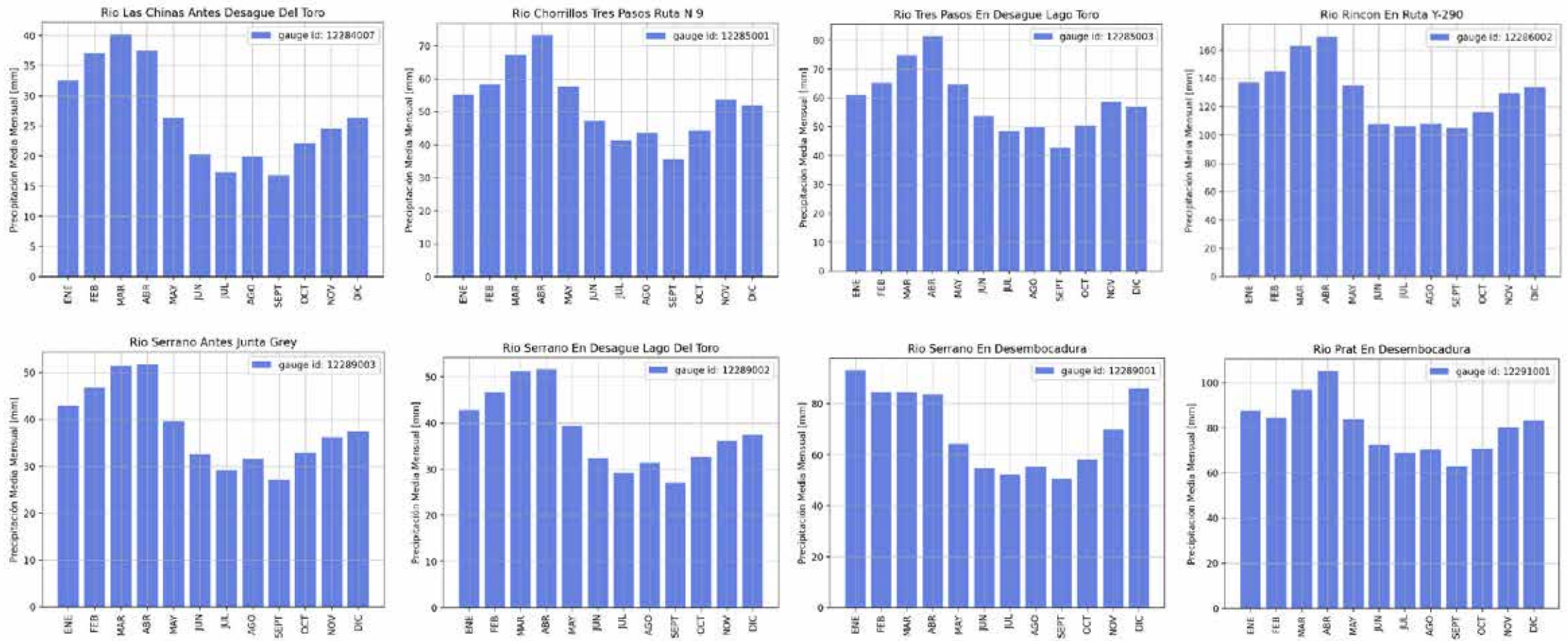
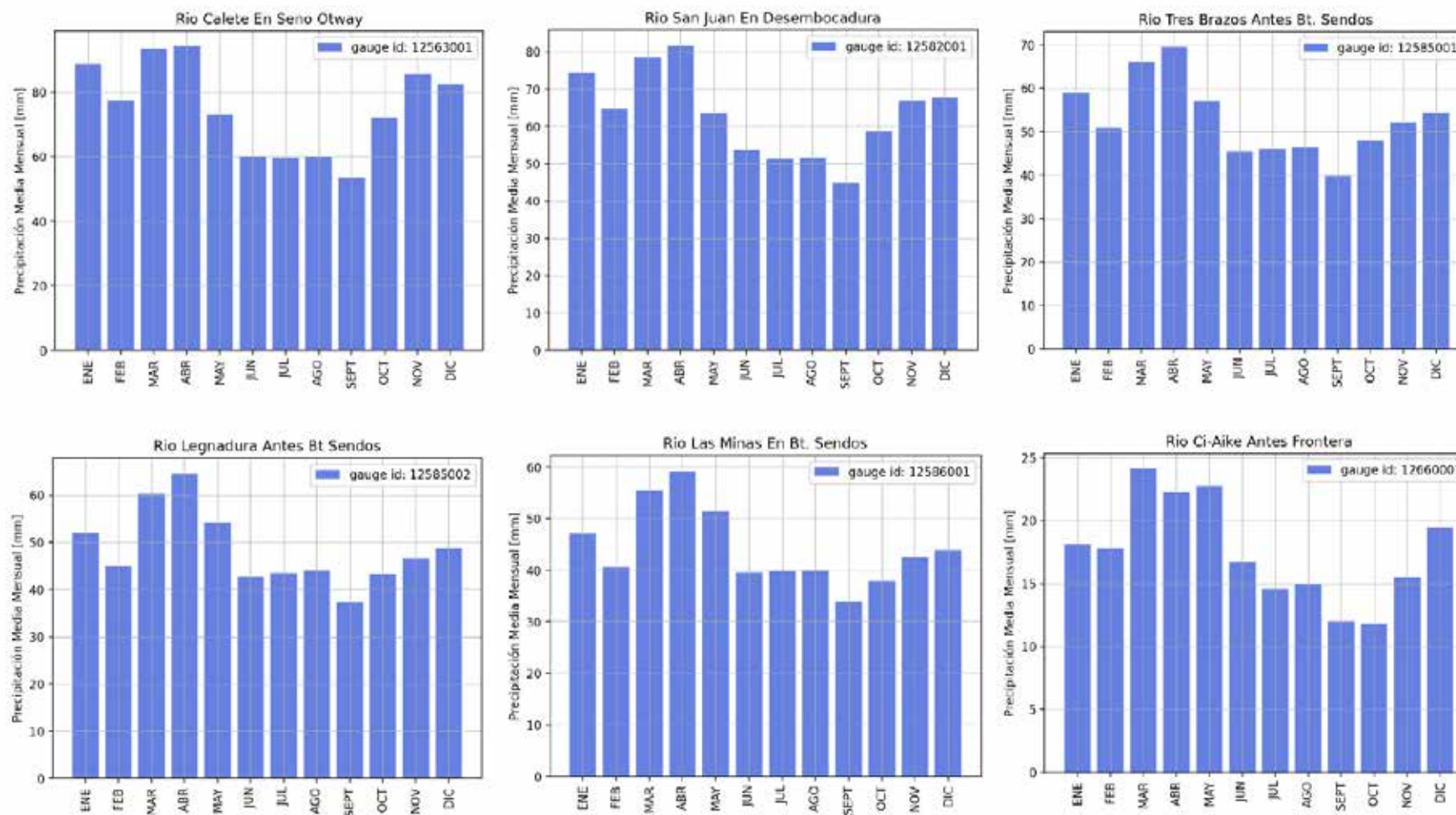


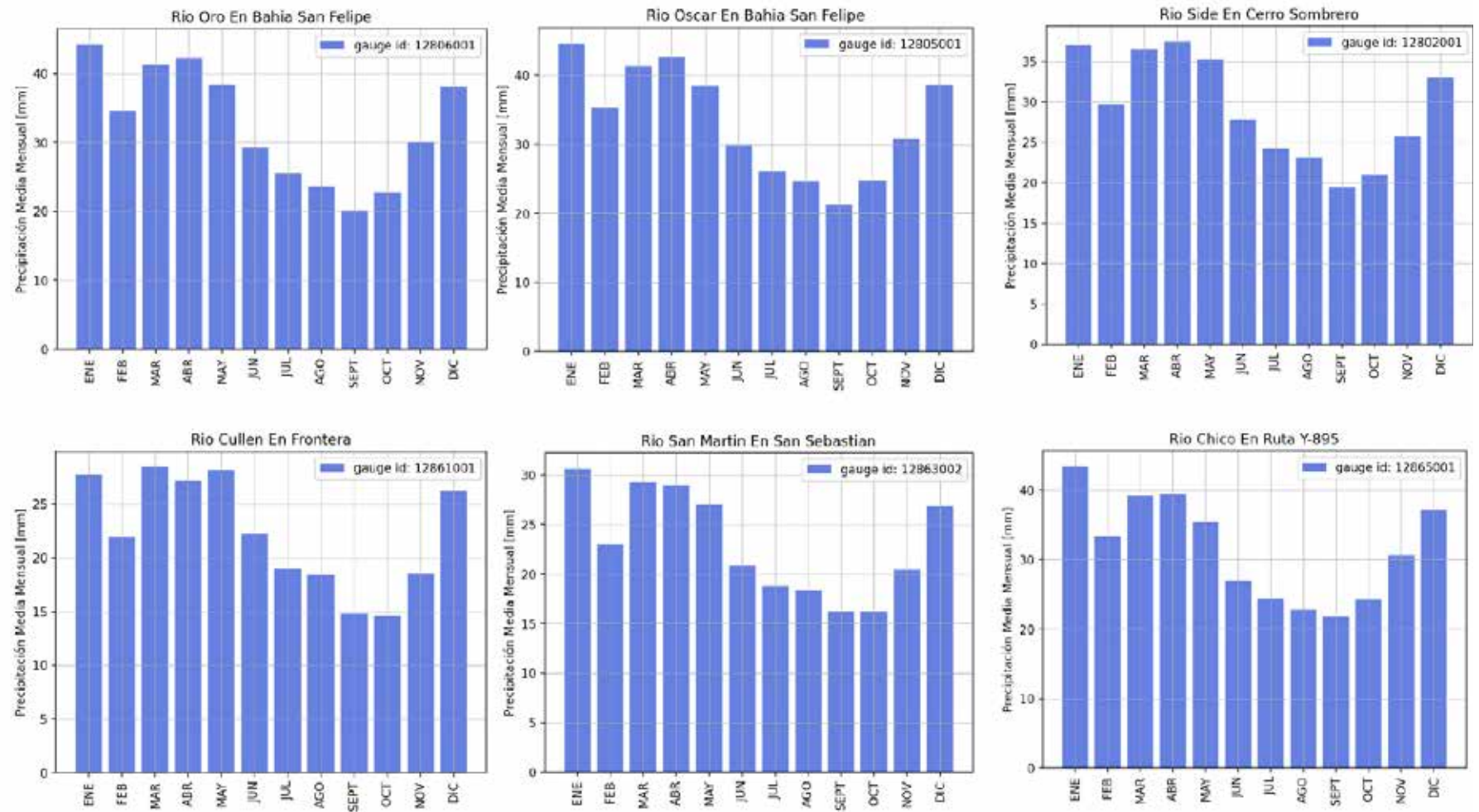
Figura 24. Variación estacional de la precipitación media para las estaciones meteorológicas de la cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Holleberg e islas al oriente.

A continuación, se muestra la variación estacional de la precipitación de CR2MET en subcuencas de primera categoría de la **cuenca Costeras entre Laguna Blanca (incluida), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes**. En general, marzo y abril presentan la máxima precipitación media, entre 60-90 (mm/mes), y el mes de septiembre la mínima con valores que fluctúan entre 35-50 (mm/mes). Destaca la estación Río Ci-Aike Antes Frontera que registra una variación similar pero montos mensuales mucho menores; esta se ubica a más de 100km al norte de las demás estaciones por lo que se reconoce una variación espacial en la magnitud de las precipitaciones de sur a norte en la cuenca.



**Figura 25.** Variación estacional de la precipitación media para las estaciones meteorológicas de la cuenca Costeras entre Laguna Blanca (incluida), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes.

A continuación, se muestra la variación estacional de la precipitación en subcuencas de la **cuenca Tierra del Fuego**. Al igual que en los casos anteriores las precipitaciones mínimas ocurren en septiembre, pero en particular esta cuenca presenta máximas en dos instancias del año: marzo-abril y diciembre-enero.



**Figura 26.** Variación estacional de la precipitación media para las estaciones meteorológicas de la cuenca Tierra del Fuego.

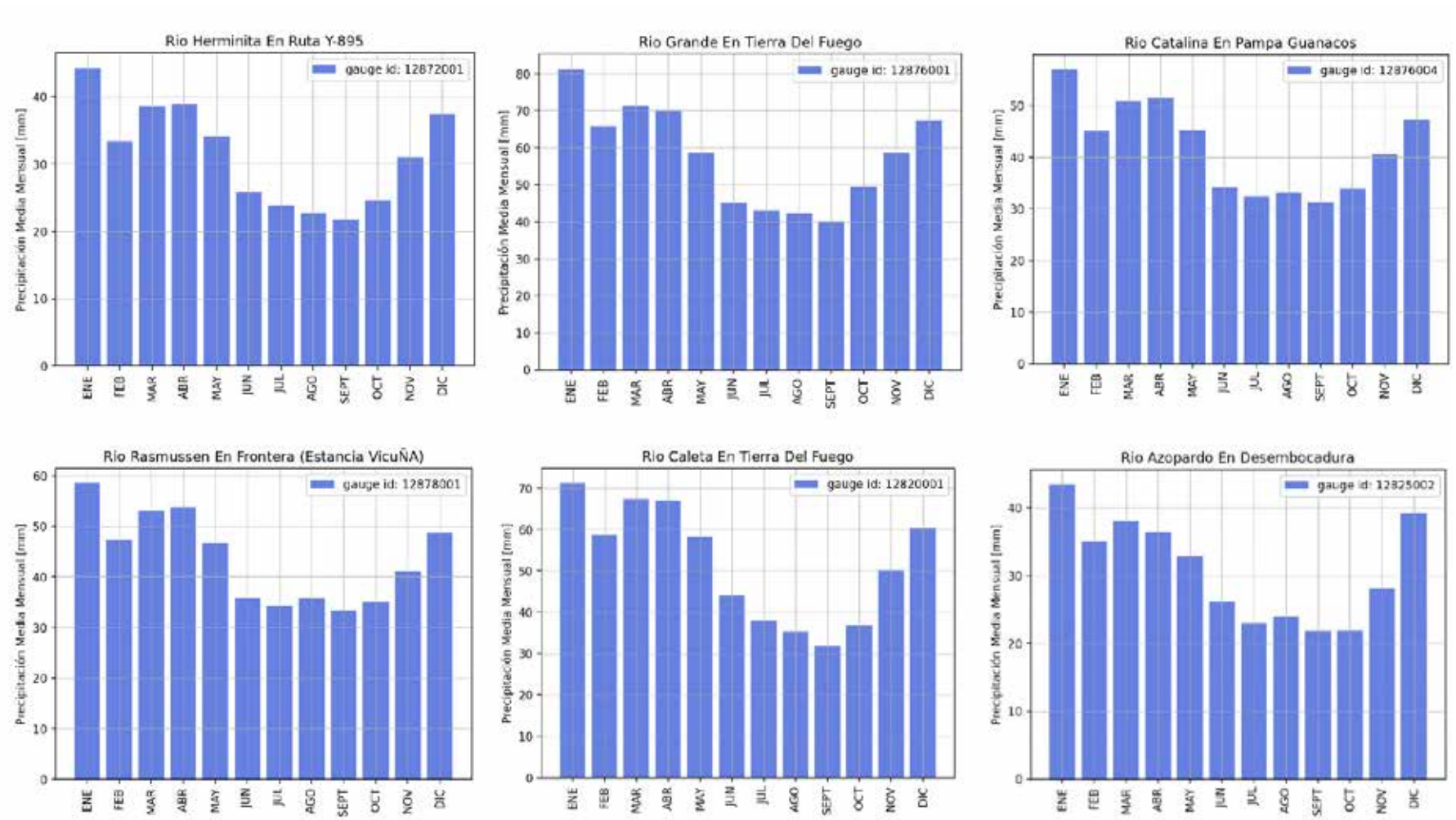
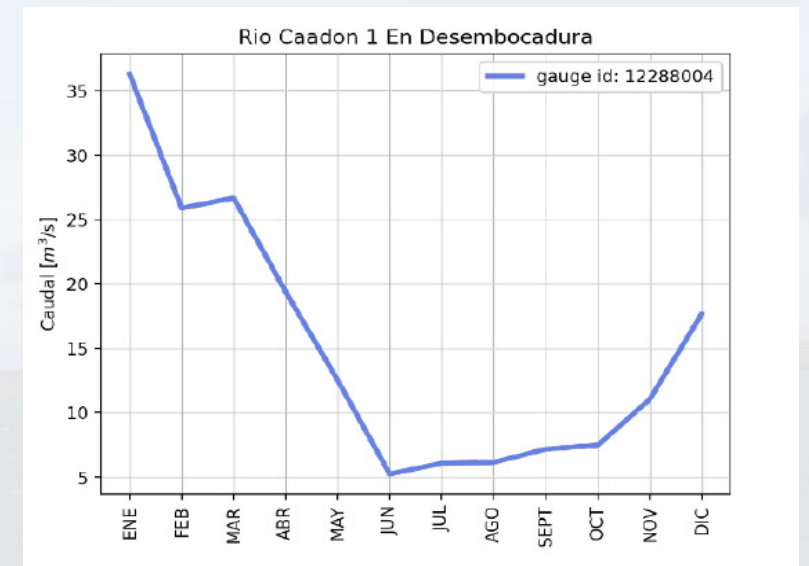


Figura 26. Variación estacional de la precipitación media para las estaciones meteorológicas de la cuenca Tierra del Fuego.

### 5.1.2 Caracterización hidrológica

Los gráficos a continuación muestran la curva de variación estacional del caudal en estaciones fluviométricas emplazadas en la cuenca **Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente**. Las cuencas con presencia significativa de glaciares presentan un régimen glacial de veranos caudalosos (debido al derretimiento de los glaciares) y mínimas en invierno. El resto de las cuencas siguen un régimen nival, donde el *peak* de caudal ocurre en primavera. Se observa en algunas curvas un segundo *peak* en invierno y más pequeño que el principal, el cual indica caudal por precipitación líquida.



**Figura 27.** Curvas de variación estacional del caudal para las estaciones fluviométricas de la cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente.

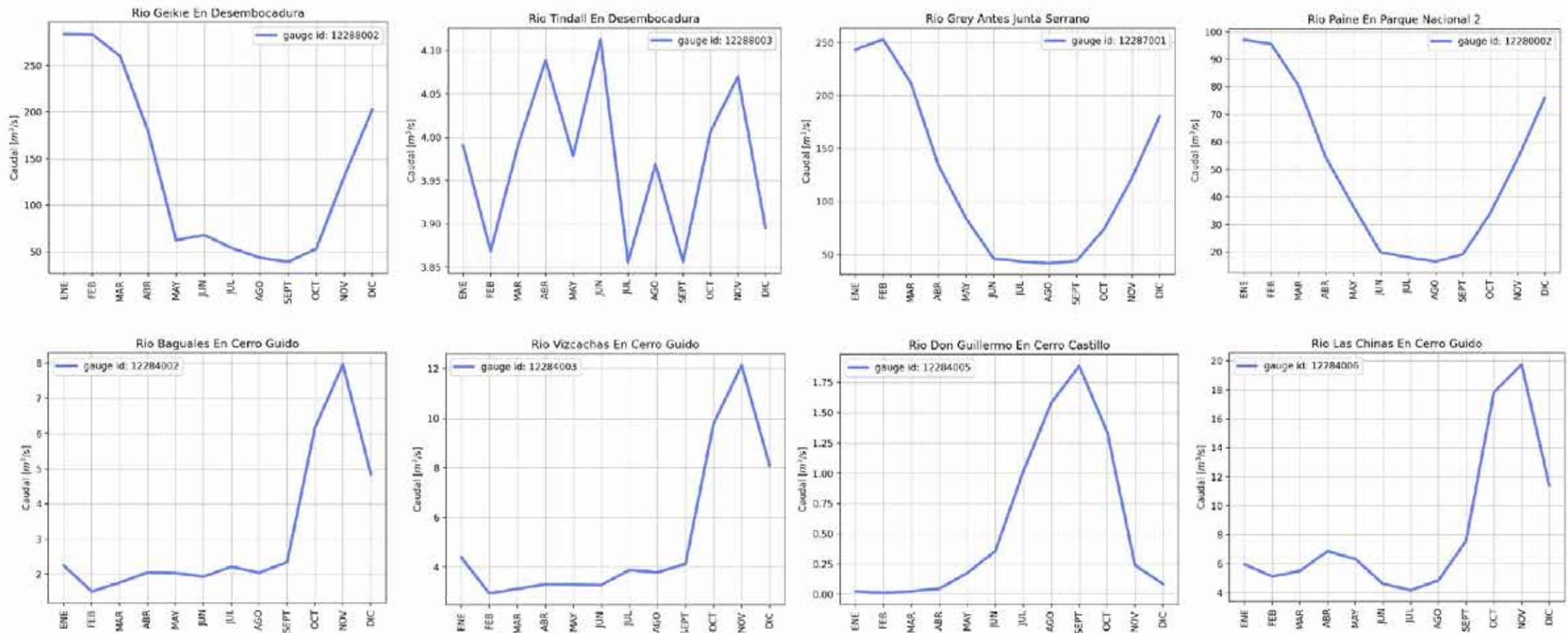


Figura 27. Curvas de variación estacional del caudal para las estaciones fluviométricas de la cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Holleberg e islas al oriente.

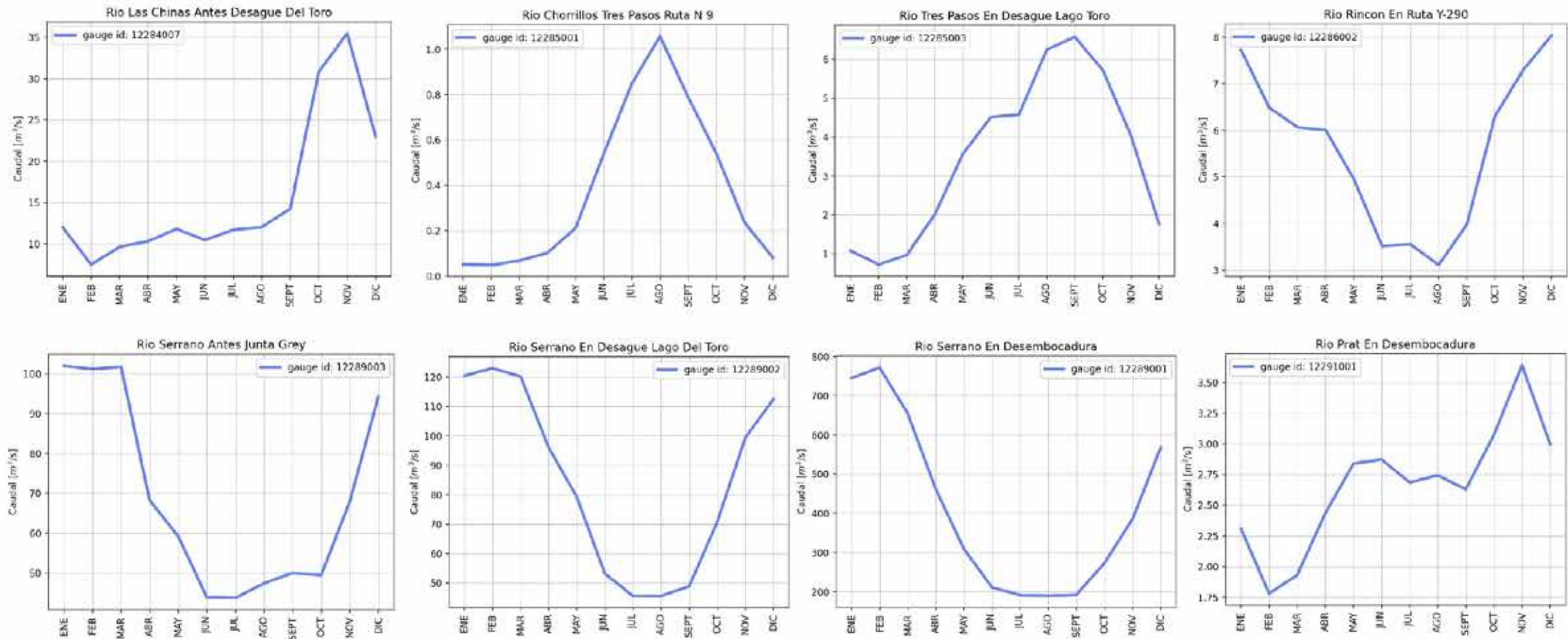
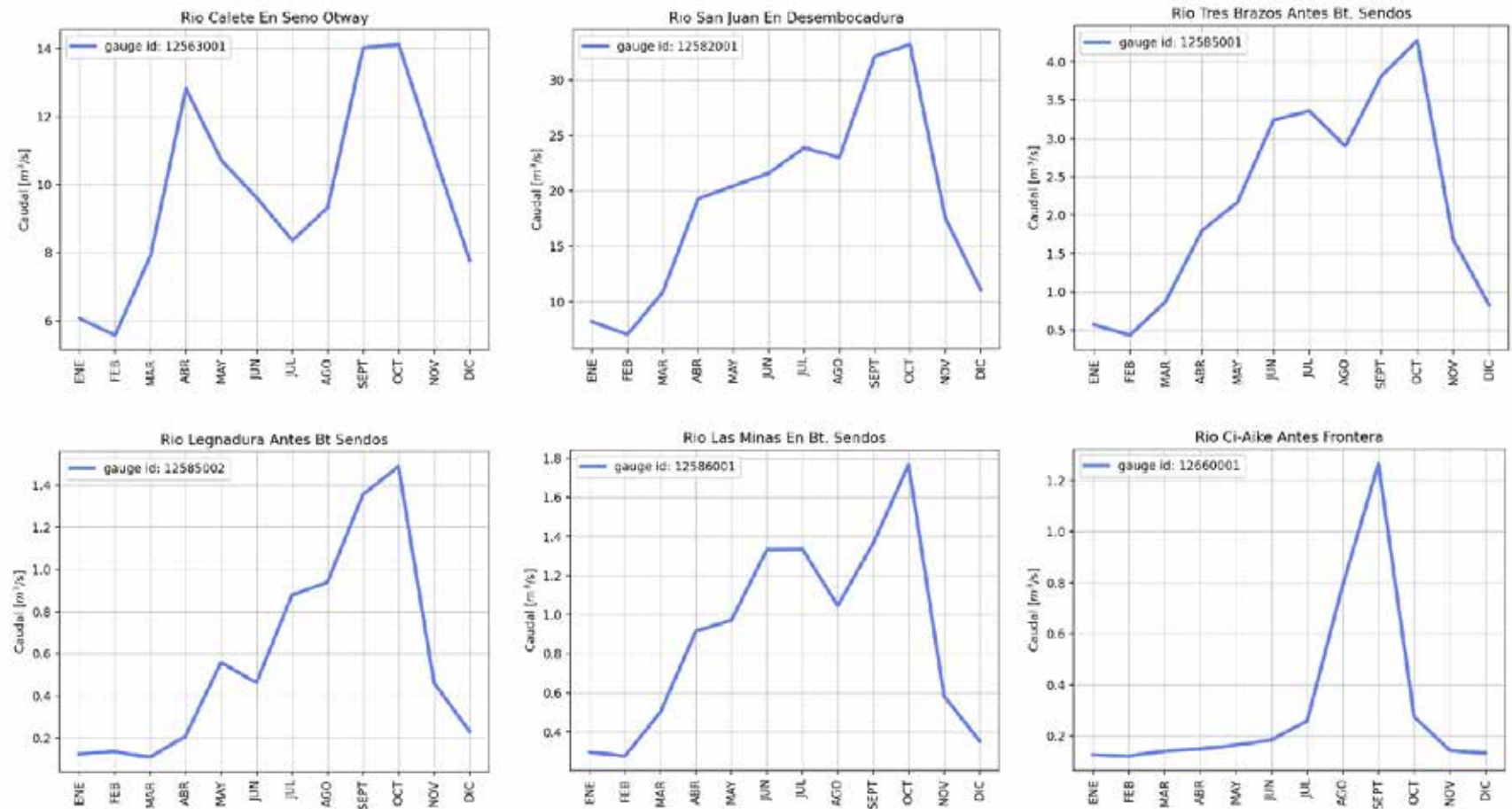


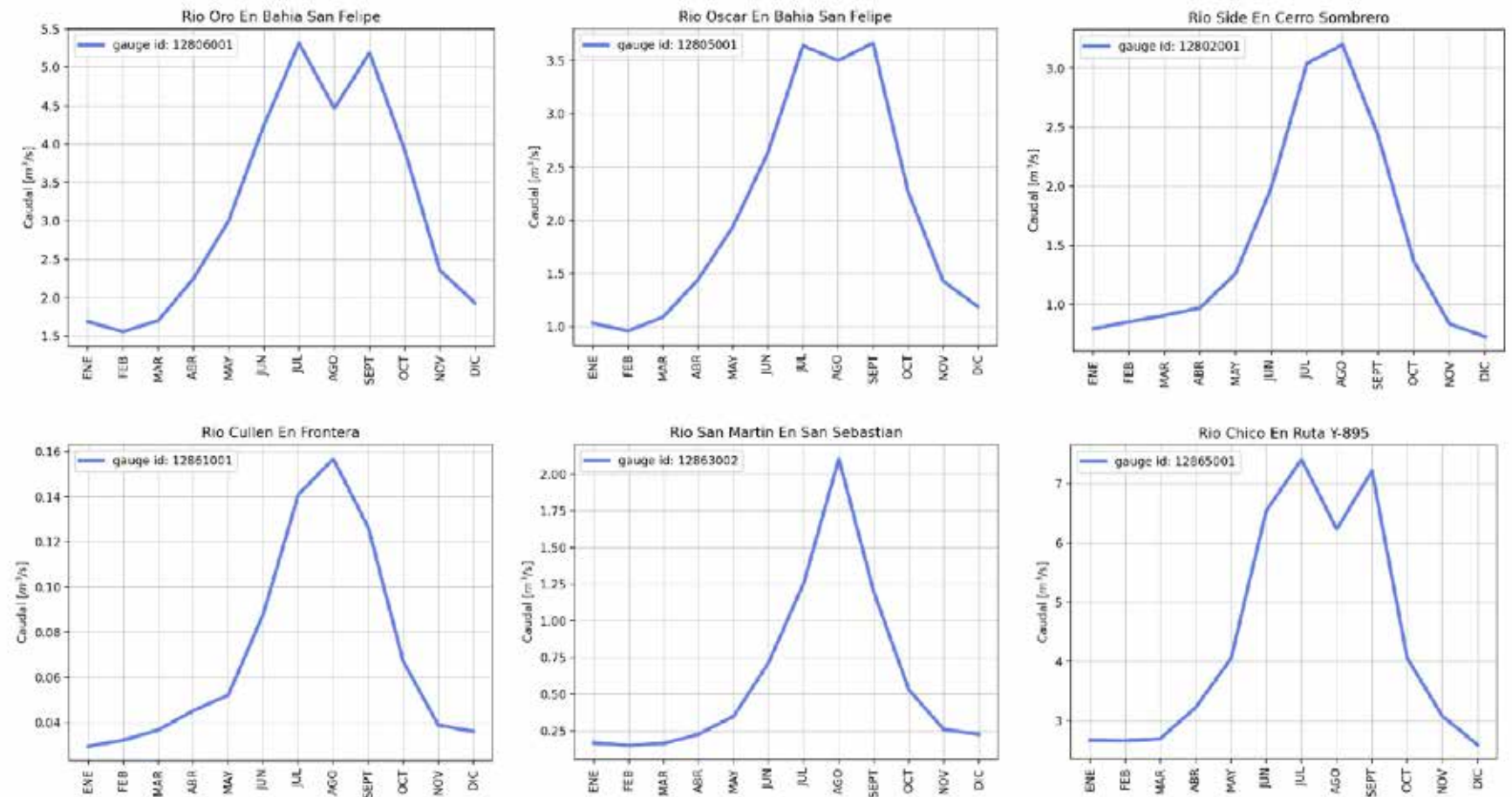
Figura 27. Curvas de variación estacional del caudal para las estaciones fluviométricas de la cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Holleberg e islas al oriente.

A continuación, se muestra la variación estacional de la precipitación en estaciones de la **cuenca Costeras entre Laguna Blanca (incluida), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes**. Las estaciones muestran que en el sector sur de la cuenca el régimen predominante es el nivopluvial, caracterizado por presentar un máximo en primavera debido al derretimiento de la nieve y otro en invierno debido a las lluvias. Con la estación Río Ci-Aike Antes Frontera es posible desprender que el sector norte de la cuenca es de régimen nival.



**Figura 28.** Curvas de variación estacional del caudal para las estaciones fluviométricas de la cuenca Tierra del Fuego.

A continuación, se muestra la variación estacional de la precipitación en estaciones de la **cuenca Tierra del Fuego**. Se identifica un régimen del tipo nivopluvial pero, a diferencia de la cuenca anterior, el máximo por lluvias es de una magnitud igual o casi igual al máximo por derretimiento de nieves, y en algunos ambos eventos ocurren en meses consecutivos (Río Side En Cerro Sombrero, Río Cullen En Frontera, Río Herminita En Ruta Y-895). La estación Río Azopardo En Desembocadura es la excepción, siguiendo un régimen glacial debido a la presencia de estos.



**Figura 29.** Curvas de variación estacional del caudal para las estaciones fluviométricas de la cuenca Tierra del Fuego.

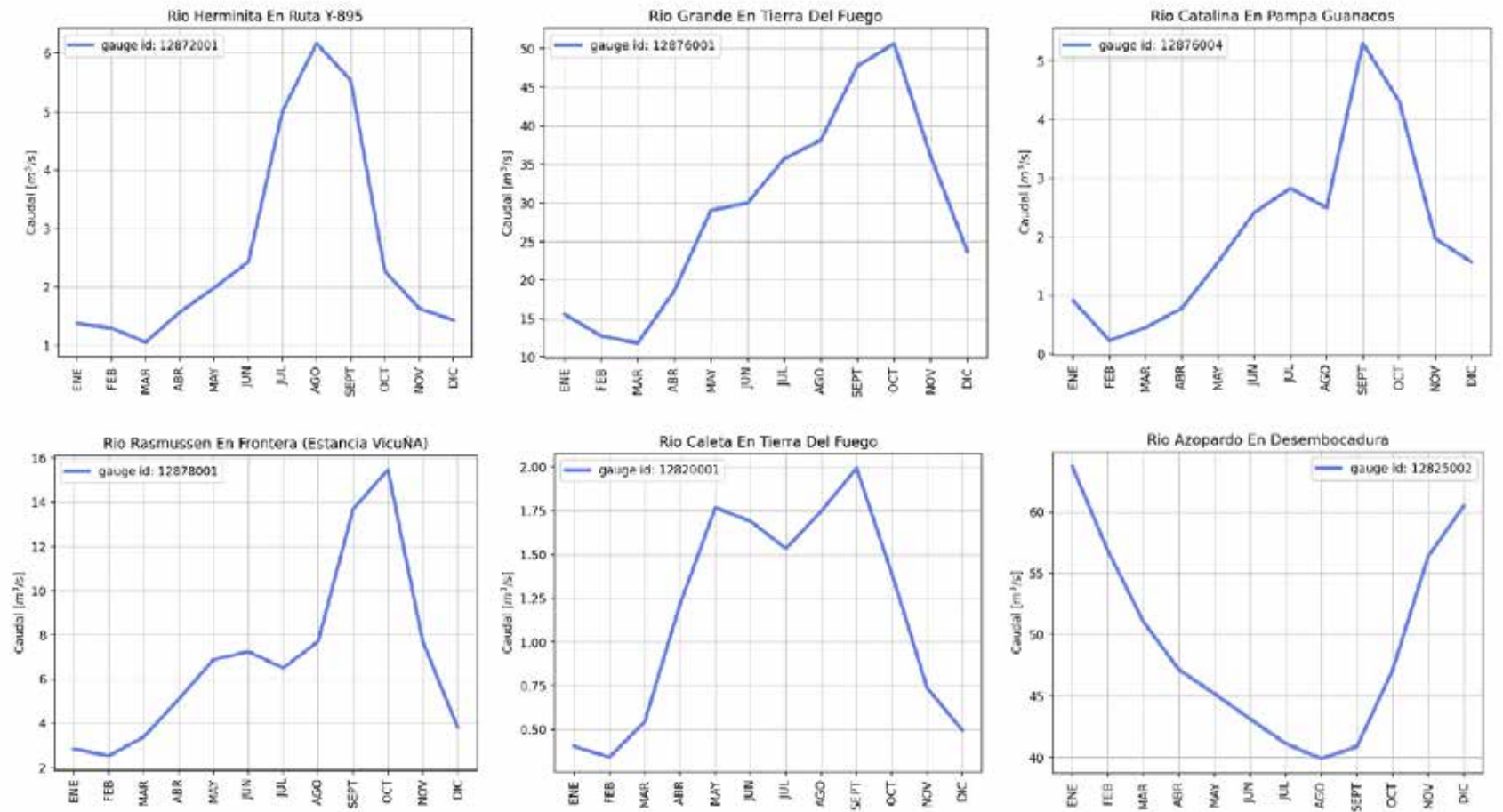


Figura 29. Curvas de variación estacional del caudal para las estaciones fluviométricas de la cuenca Tierra del Fuego.

## 5.2 Estimación del caudal ambiental

### 5.2.1 Caracterización del sistema fluvial

#### Determinación de pendientes

Los resultados para cada cuenca y sus respectivas figuras cartográficas donde se visualiza la distribución de pendientes en los tramos de la red se presentan a continuación:

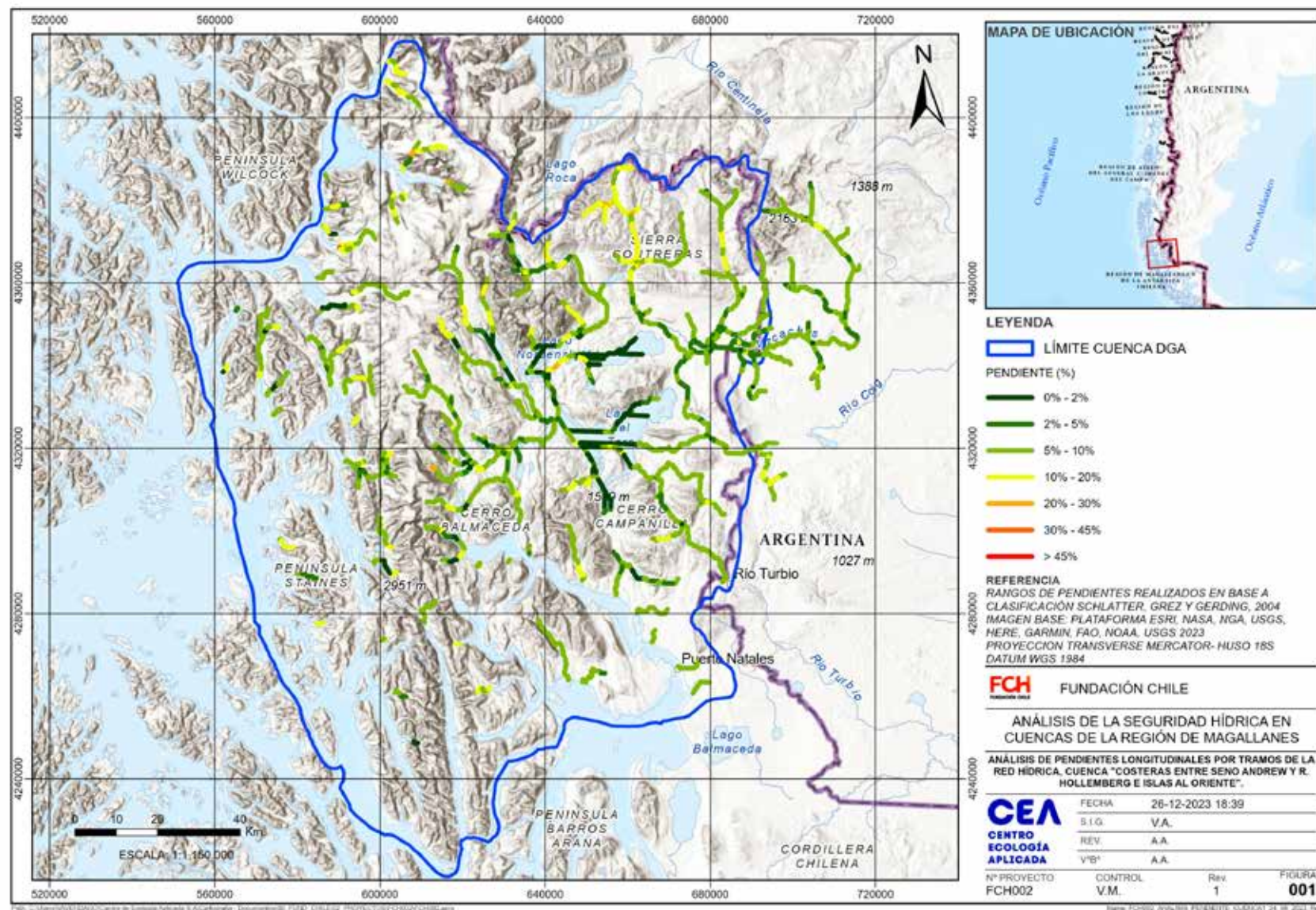


Figura 30. Resultados de pendientes longitudinales por tramos de la red hídrica, cuenca "Costeras entre seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente" (cuenca 1).

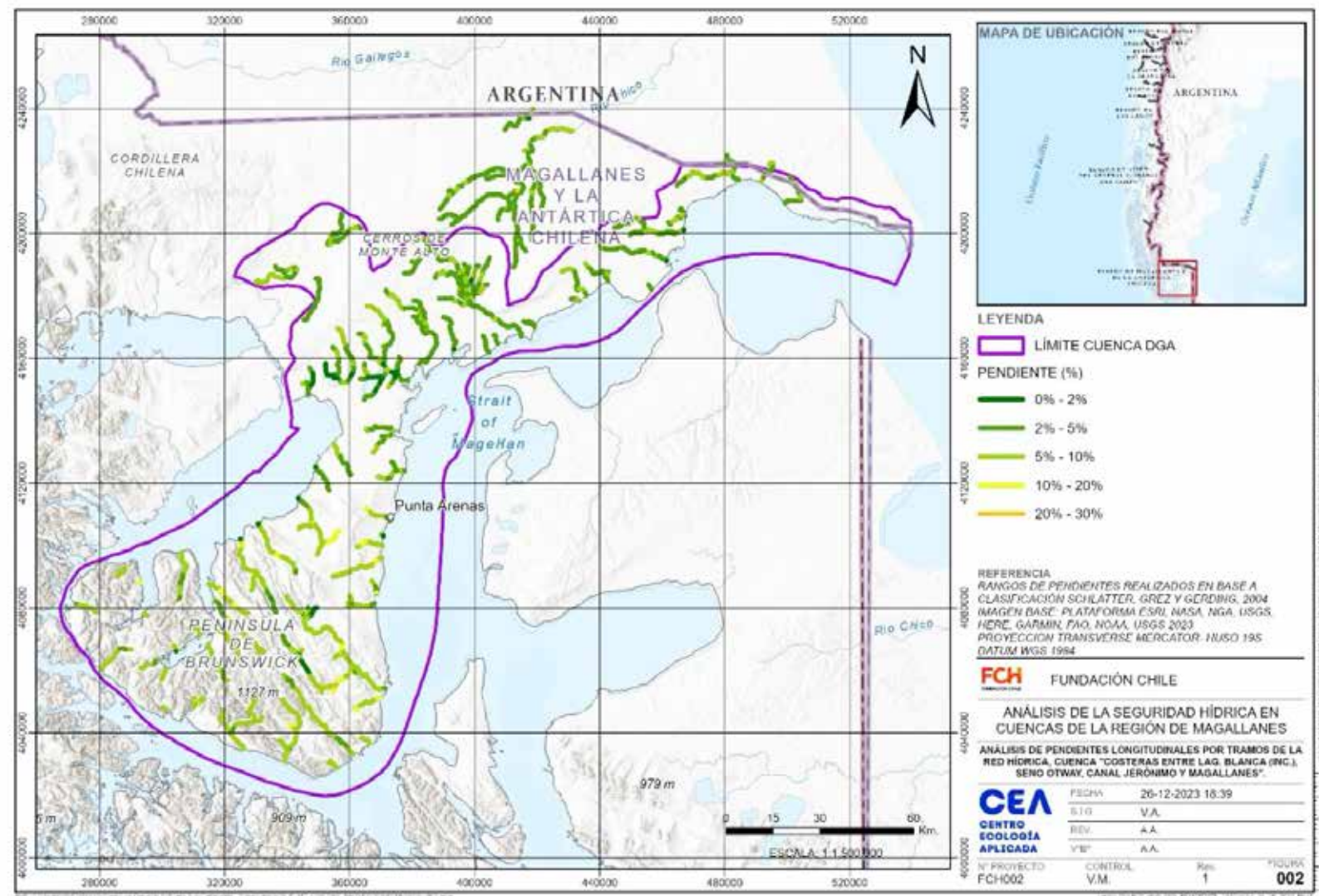
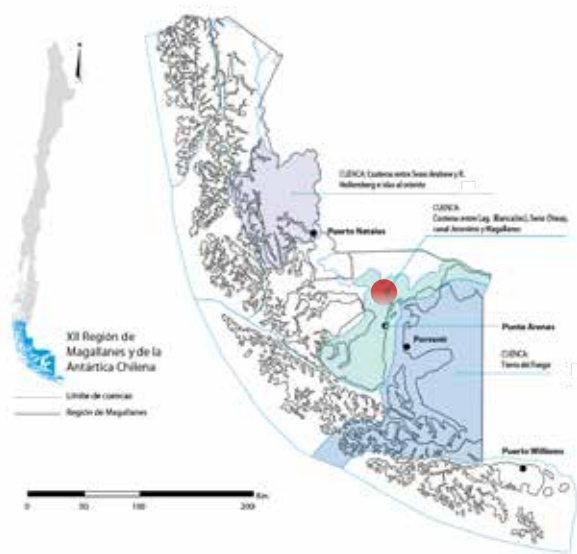


Figura 31. Resultados de pendientes longitudinales por tramos de la red hídrica, cuenca "Costeras entre Lag. Blanca (INC.), Seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes" (cuenca 2).

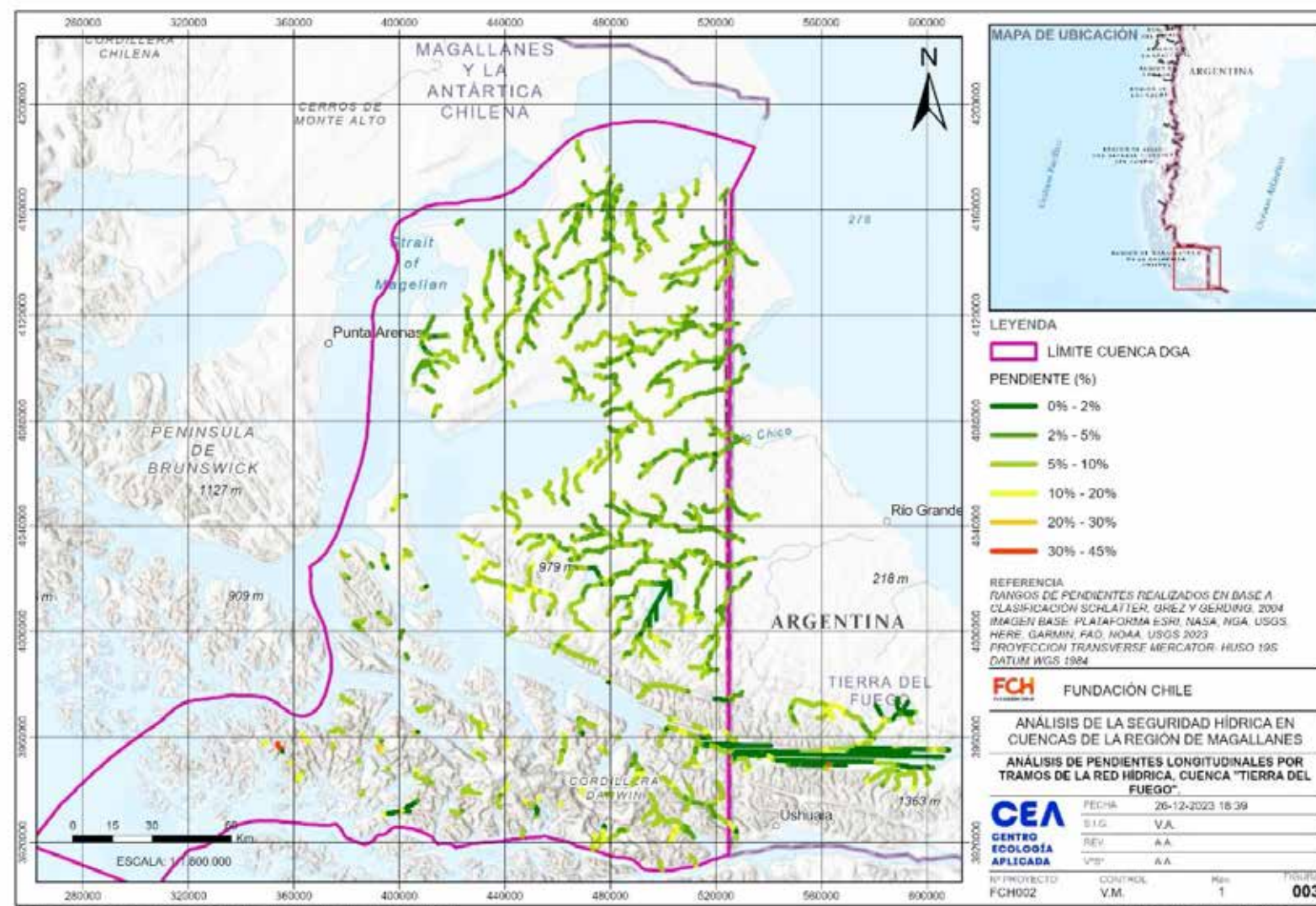
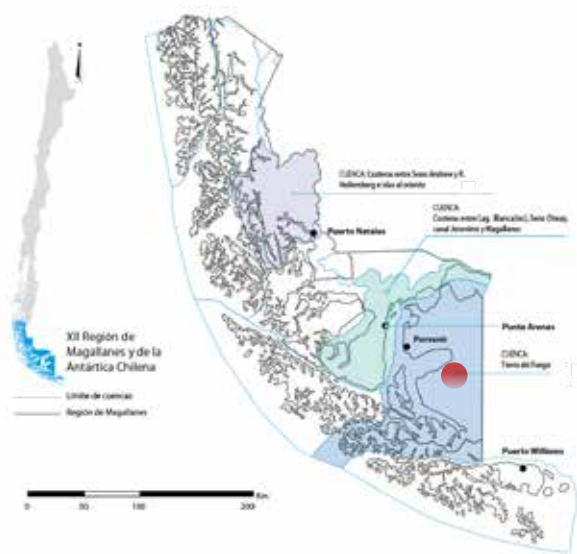
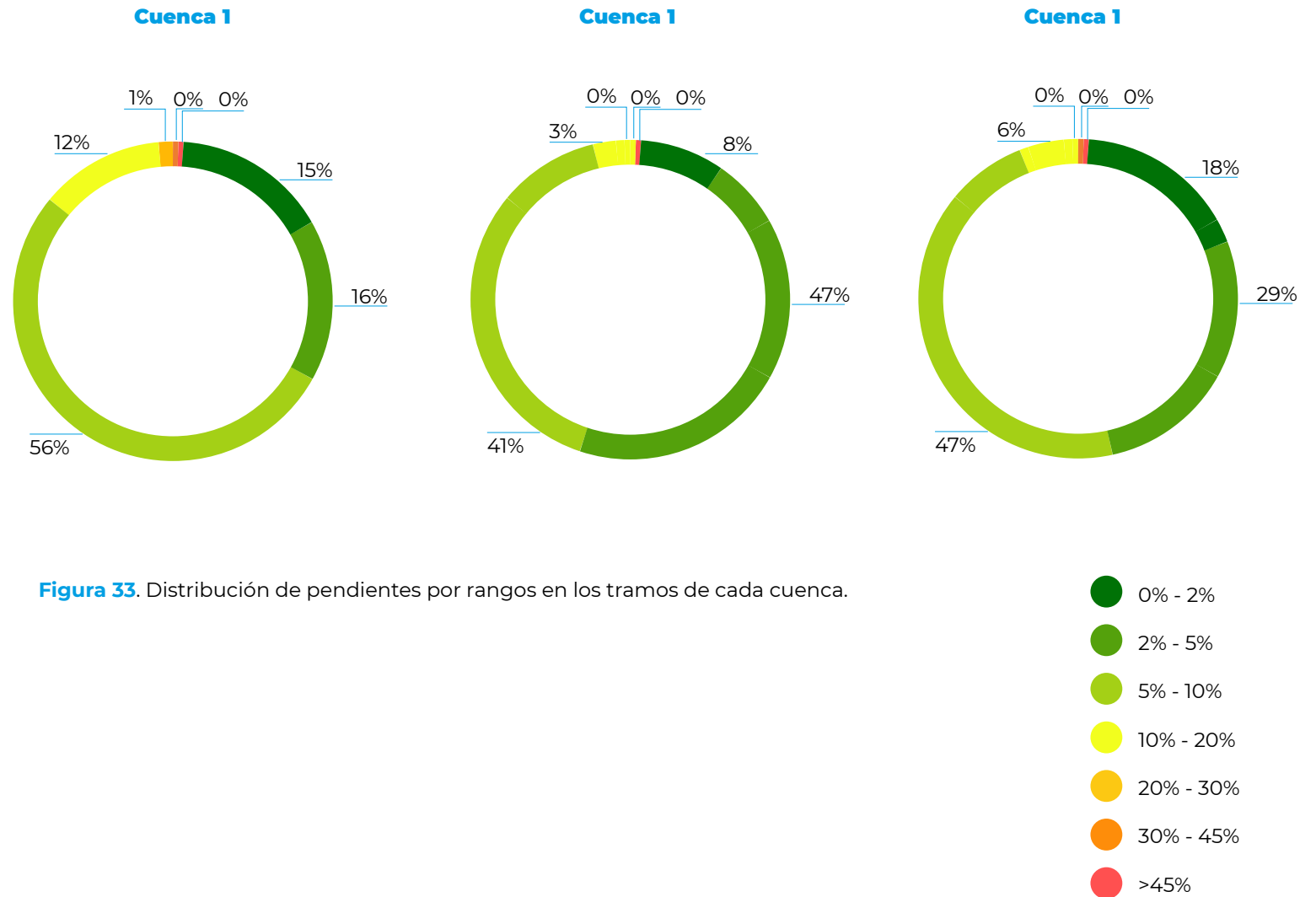


Figura 32. Resultados de pendientes longitudinales por tramos de la red hídrica, cuenca "Tierra del Fuego" (cuenca 3).

Respecto al análisis de las pendientes en porcentajes, se observa que para las 3 cuencas la pendiente con mayor predominancia se encuentra en el rango entre 5% y 10% que corresponde a un tipo de pendiente moderada. Seguido del rango de 2% a 5% el cual indica pendientes del tipo suave, asociadas al umbral geomorfológico de erosión débil o difusa. En tercer lugar, se observa que el rango de 0% a 2% tiene una menor presencia de pendientes del tipo horizontal en las tres cuencas. Finalmente se observa que solo para el caso de la cuenca 1, las variaciones en la pendiente se categorizaron en mayor número de clases, dónde de igual forma, el rango obtenido entre 20% y 30% que se asocia a pendientes del tipo moderadamente escarpadas, sólo alcanzan el 1% del total de los tramos analizados.

Los rangos de pendientes con grado de erodabilidad muy alto no se presentan en ninguna las tres cuencas analizadas.



### Estimación del ancho característico del tramo

La distribución del ancho de cauce estimado en la red hidrográfica de cada cuenca mediante técnicas de fotointerpretación aplicadas a imágenes satelitales se presenta a continuación.

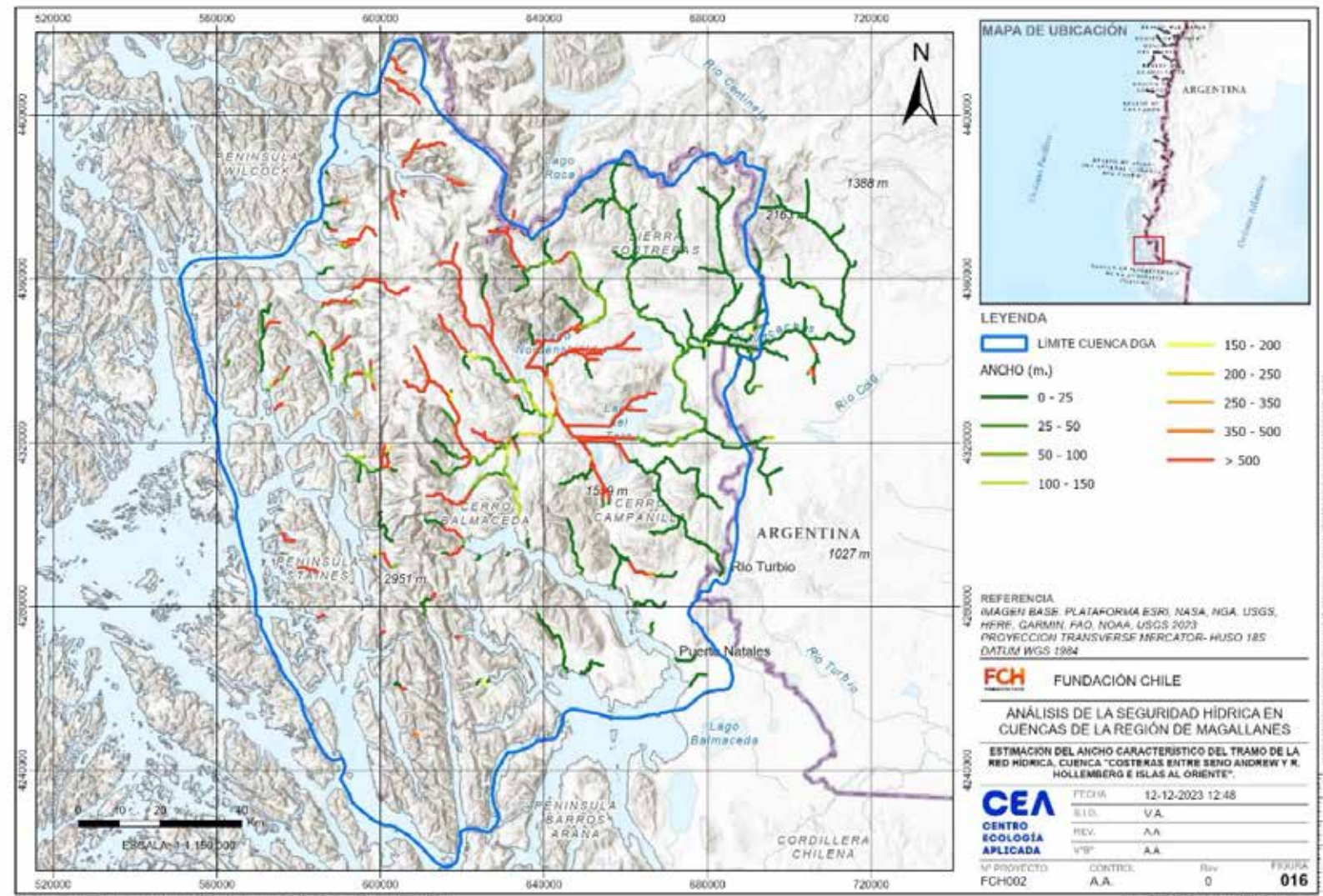
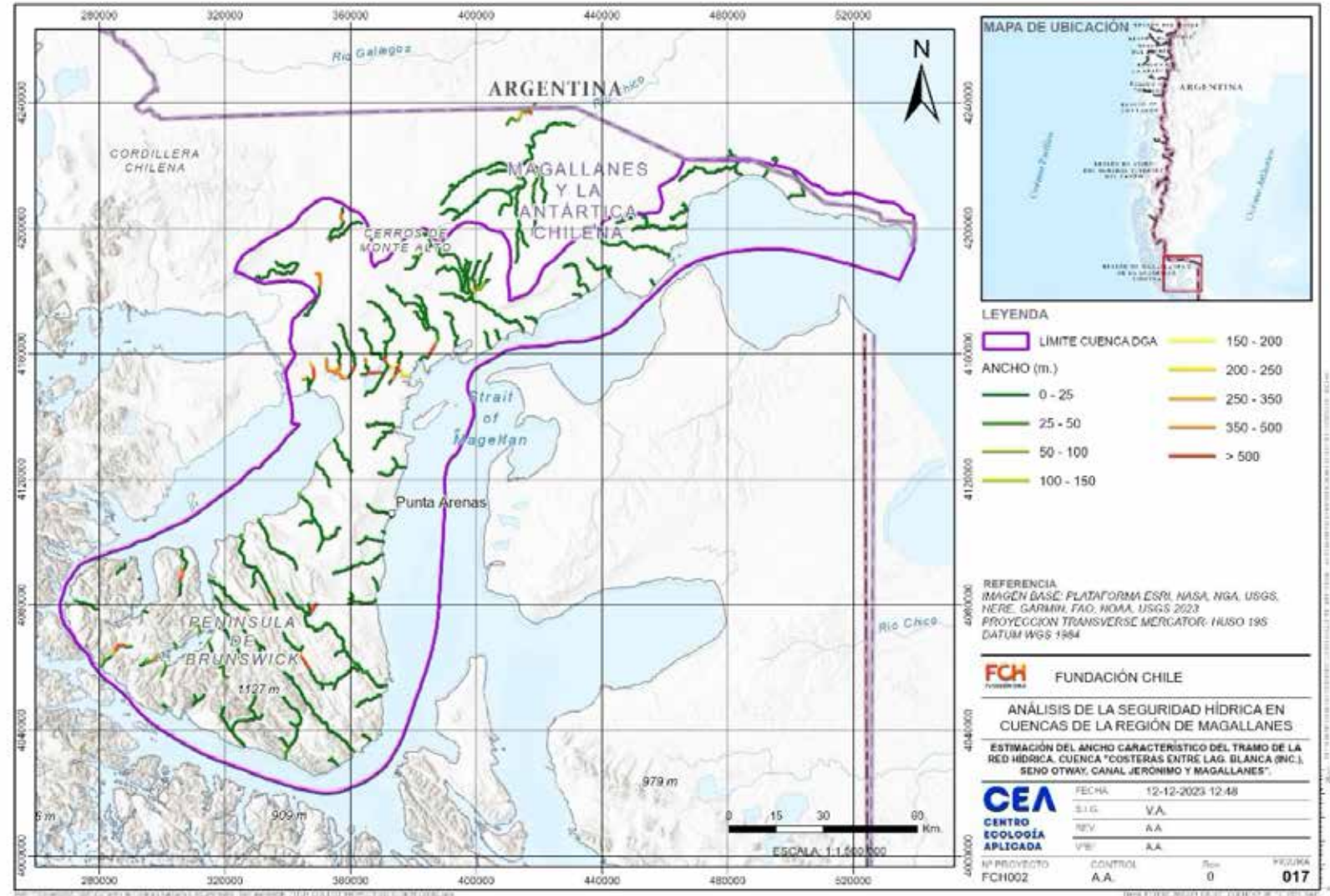
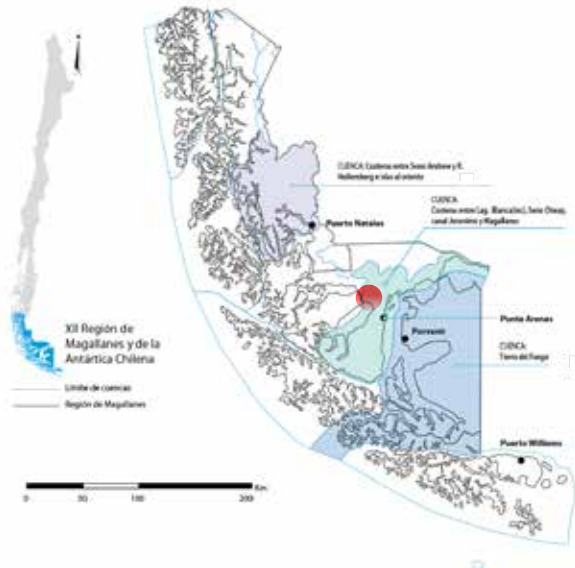


Figura 34. Estimación del ancho característico de la red hídrica, cuenca "Costeras entre seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente".



**Figura 35.** Estimación del ancho característico de la red hídrica, cuenca “Costeras entre Laguna Blanca (INC.), Seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes”.

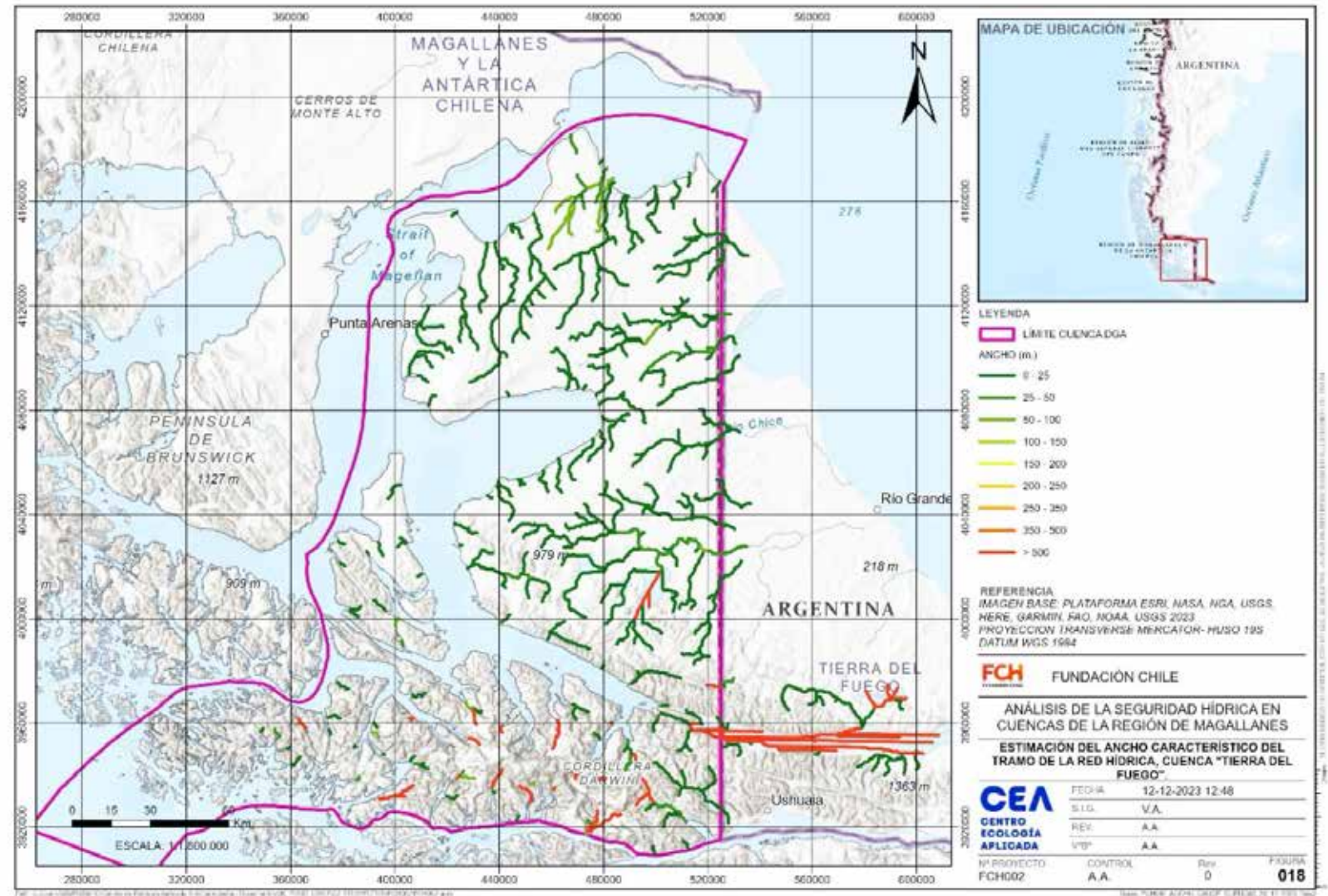
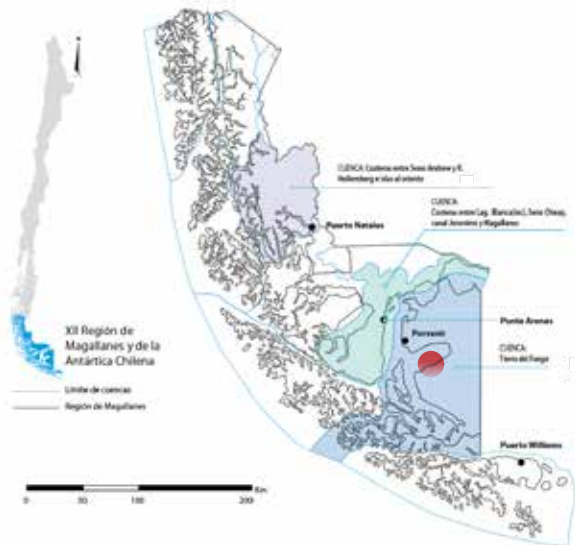
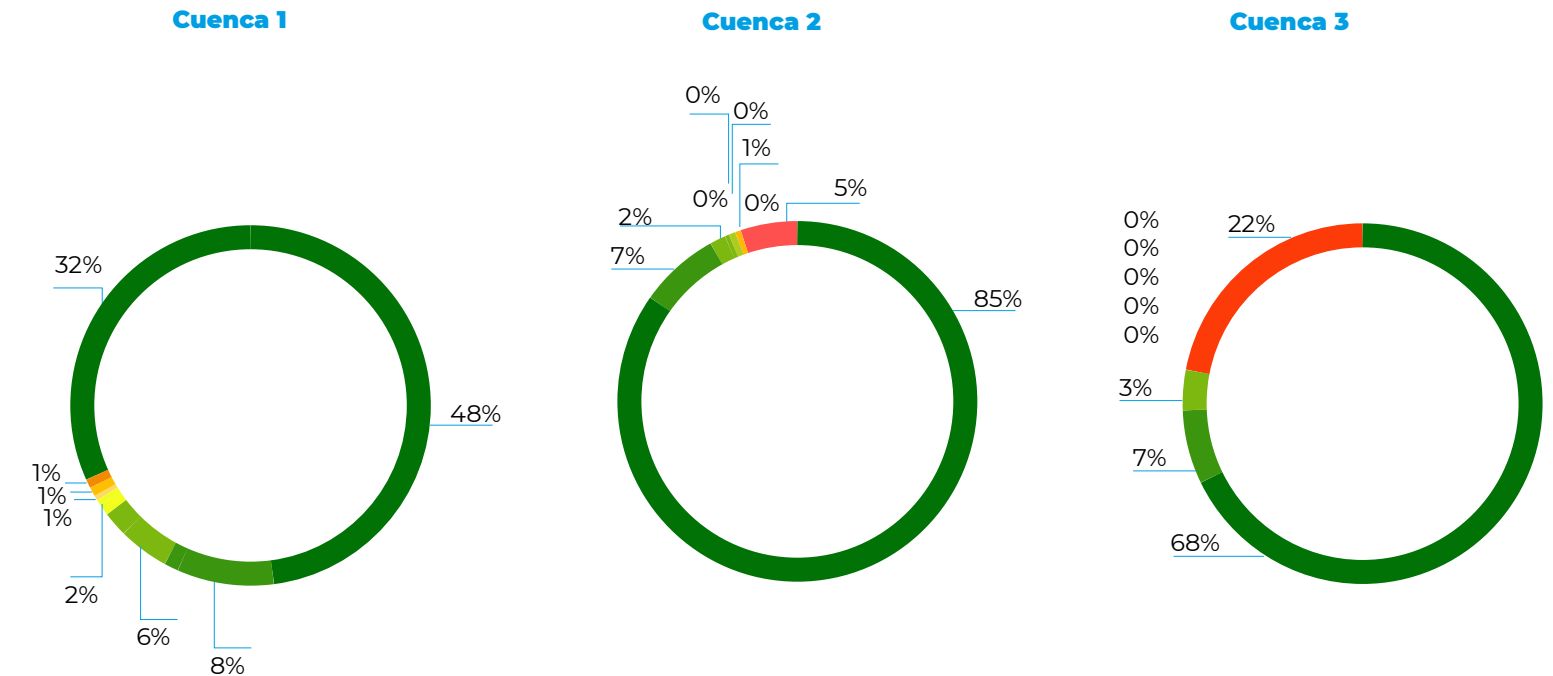


Figura 36. . Estimación del ancho característico de la red hídrica, cuenca "Tierra del Fuego".

Las fluctuaciones en el ancho se calcularon en metros y se dividieron en 9 categorías (ver Tabla 9). En cuanto a la cuenca 1, se observa que el 48% de los segmentos posee un ancho promedio de entre 0 y 25 metros. Por otro lado, se identificó que el rango superior a 500 metros, relacionado con cuerpos de agua de mayor magnitud, como lagos o glaciares, está presente en un 32% de los tramos de la red (ver Figura 37).

**Tabla 8.** Categorías ancho estimado

Categoría	Rangos (m)
1	0 - 25
2	25 - 50
3	50 - 100
4	100 - 150
5	150 - 200
6	200 - 250
7	250 - 350
8	350 - 500
9	< 500



**Figura 37.** Distribución de anchos por rangos en los tramos de cada cuenca.

Con relación a la cuenca 2, destaca la presencia predominante de dos rangos específicos. Por su parte, un significativo 85% de los segmentos tiene un ancho estimado que oscila entre 0 y 25 metros. Asimismo, un 7% de los tramos se sitúa en el rango de 25 a 50 metros. Además, los cuerpos de mayor tamaño, asociados a anchos superiores a 500 metros, constituye un 5% de la totalidad de tramos de la red.

Finalmente, la cuenca 3 muestra una predominancia del rango entre 0 y 25 metros, representando el 68% del total de los tramos. El resto de los tramos se divide en un 7% para el rango de 25 a 50 metros, un 3% asociado al rango de 50 a 100 metros y finalmente un 22% del total de tramos se distribuye en el rango superior a 500 metros. No se observan segmentos asociados a los otros rangos definidos.

### **Estimación del número de Manning**

Fue realizada a partir de interpretación de imágenes satelitales e imágenes de usuarios de Google, según la metodología descrita en la sección 4.3.1.3 del presente informe.

Los valores del coeficiente de rugosidad del lecho,  $n$  de Manning, fueron determinados y asignados a los mismos tramos considerados para la estimación de pendientes y anchos, para posteriormente realizar en análisis hidráulico de velocidades y alturas de escurrimiento esperadas en función de diferentes escenarios de caudal.

### **5.2.2 Preferencia especies**

Las curvas de idoneidad se construyen para los parámetros de velocidad y profundidad del flujo, los cuales se consideran los más relevantes para las especies objetivo (ictiofauna).

Para la construcción de las curvas se utilizó la información recopilada en la región por Subpesca, y la cual corresponde a información de campo asociada a capturas realizadas en estudios entre los años 1976 y 2018.

Cabe señalar que la información recopilada contiene datos sobre la especie capturada, la cantidad de individuos capturados, la ubicación del punto de captura, y el año en que fue realizada la captura. Solo en algunos casos se tiene la información del mes o día del avistamiento. Es por lo anterior que, al no contar con mayor detalle sobre la fecha de las capturas, se utilizará como condición media de la captura a las generadas por el caudal medio anual correspondiente al año que corresponda. Además, no se cuenta con detalle respecto de las condiciones de escurrimiento locales durante cada captura, por lo que, con la consideración anterior, se utilizó la caracterización hidráulica del sistema fluvial para la caracterización de las condiciones de la hidráulica existentes en la captura, dadas por las condiciones de altura y velocidad de escurrimientos en los tramos evaluados.

Es por todo lo anterior que para la construcción de las curvas de idoneidad se toma como base el muestreo de ictiofauna (captura), las condiciones de caudal promedio

representativas de la captura, y una caracterización de las condiciones de altura y velocidad de escurrimiento obtenida de la aproximación hidráulica de las secciones transversales que se consideran como representativas de los puntos de captura.

Cabe señalar que, para lograr una mejor representación de la condición del escurrimiento existentes durante la captura, se utilizó una metodología similar a la de evaluación del WUA en ella, en términos de que la condición de escurrimiento es descrita en base a las mismas celdas posibles de definir en la evaluación del hábitat disponible. Con ello, para cada captura se cuenta con un caudal promedio representativo de la estación, y con este se determina la condición de escurrimiento en cada celda de evaluación, teniéndose que cada celda aporta información sobre la altura de escurrimiento y la velocidad local a la determinación de la curva de idoneidad (o preferencia). Este análisis asume que la especie capturada podría utilizar la totalidad de la sección, similar a la determinación del WUA del sistema.

Con lo anterior, las curvas de idoneidad se obtuvieron mediante un análisis de frecuencia de las observaciones de presencia de las distintas especies, en función de la altura y velocidad de escurrimiento derivadas del modelo, y considerando el análisis de las celdas que componen a la sección. Posteriormente, se obtuvo la curva de habitabilidad como la envolvente del histograma normalizado por el máximo valor de este, considerando pendiente positiva hasta el valor máximo del mencionado, y negativa luego de este.

En la Tabla 10 se presentan las especies nativas identificadas.

En la Tabla 10 se presentan las especies nativas identificadas.

**Tabla 10.** Especies de fauna íctica nativa en categoría de conservación identificadas.

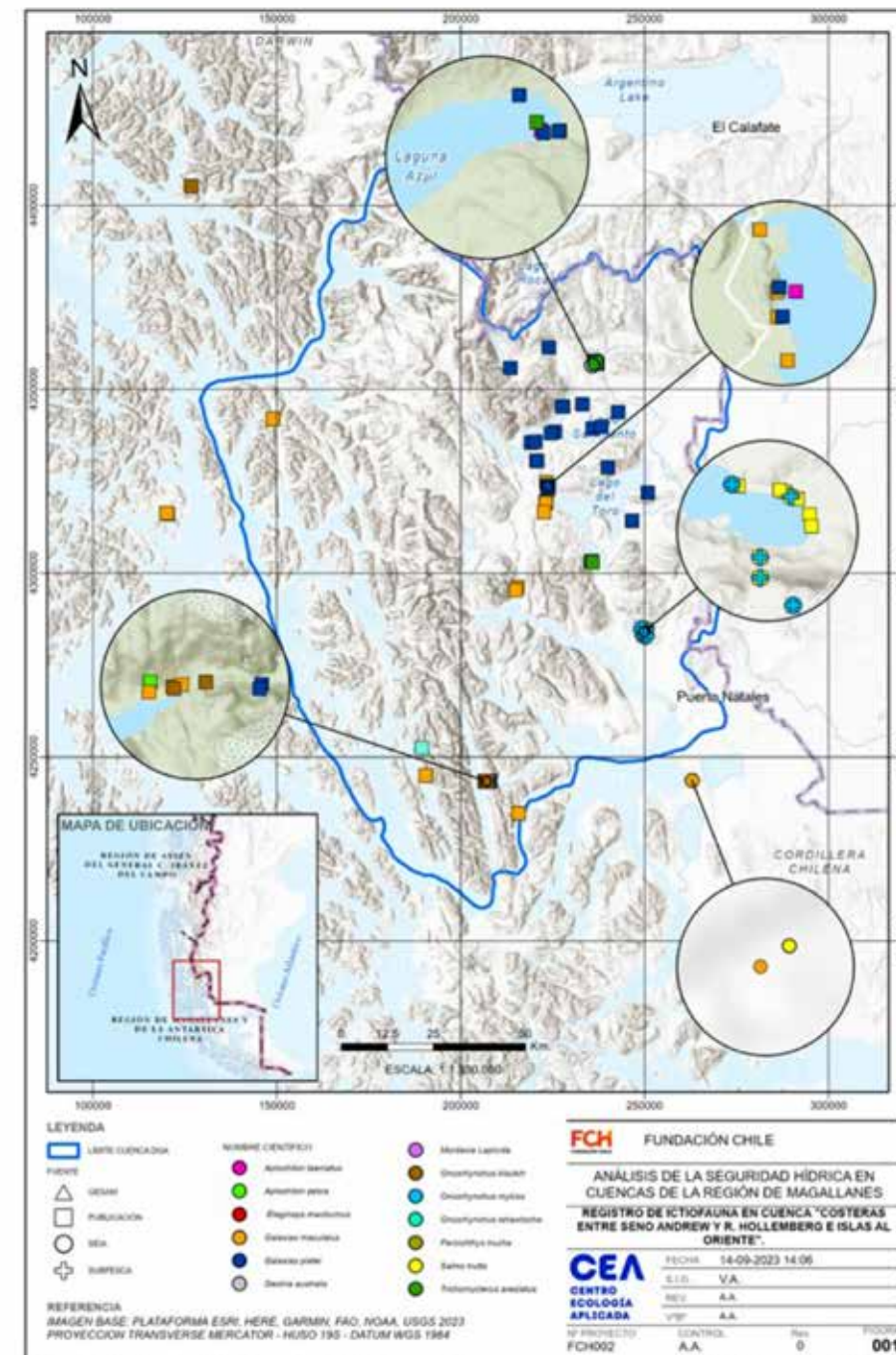
Categoría	Información fluviométrica	Sector de referencia
Peladilla	<i>Aplochiton taeniatus</i>	(EN) En Peligro
Peladilla	<i>Aplochiton zebra</i>	(EN) En Peligro
Puye	<i>Galaxias platei</i>	(LC) Preocupación menor
Puye	<i>Galaxias maculatus</i>	(LC) Preocupación menor
Róbalo	<i>Eleginops maclovinus</i>	(LC) Preocupación menor
Lamprea de agua dulce	<i>Mordacia lapicida</i>	(EN) En Peligro
Perca trucha	<i>Percichthys trucha</i>	(LC) Preocupación menor

Además, se identificaron las siguientes especies exóticas:

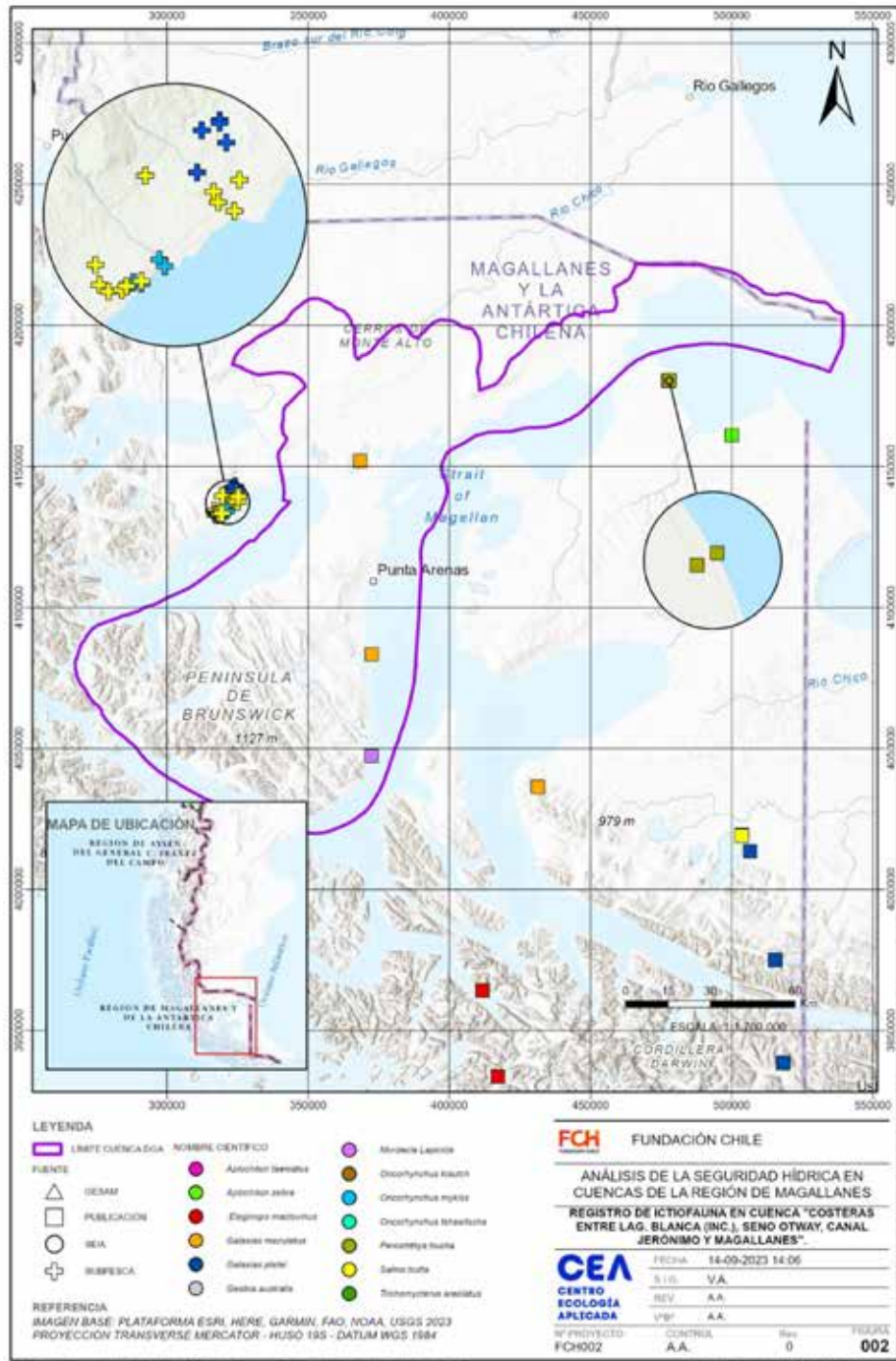
- *Oncorhynchus kisutch*
- *Oncorhynchus mykiss*
- *Salmo salar*
- *Salmo trutta*

En las cartografías a continuación se muestra la ubicación de los avistamientos y su origen de referencia.

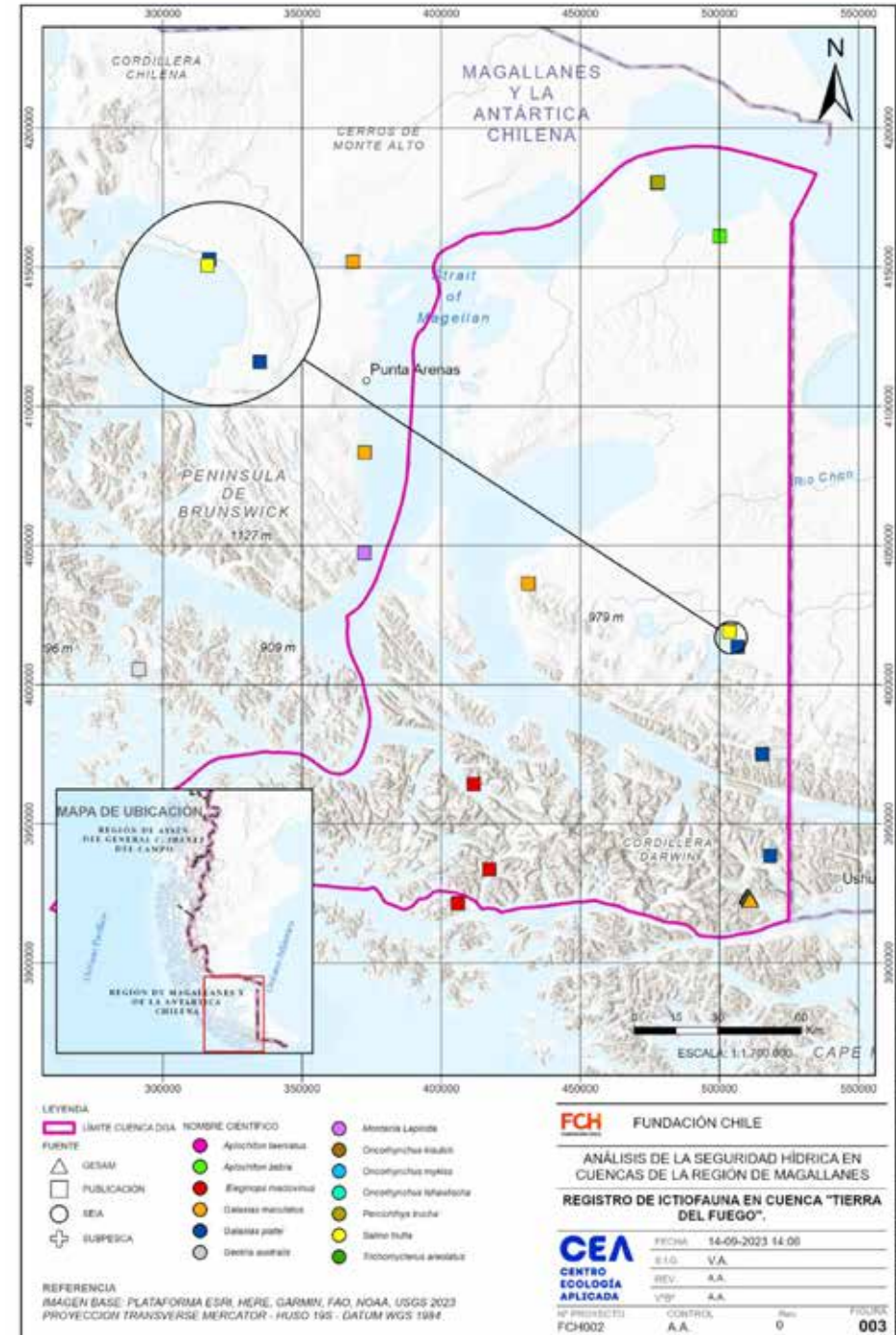
**Figura 38.** Registro de ictiofauna en cuenca “Costeras entre seno Andrew y R. Hollemborg e islas al oriente”.



**Figura 39.**  
Registro de ictiofauna en cuenca "Costeras entre laguna Blanca, seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes".



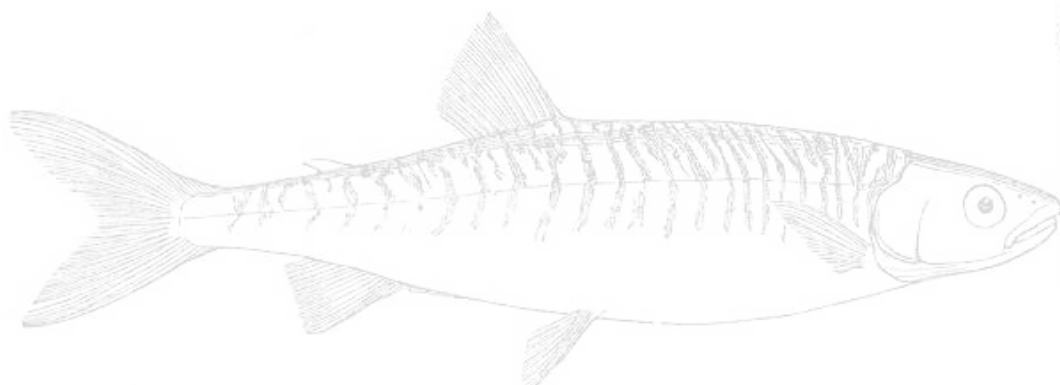
**Figura 40.**  
Registro de ictiofauna en cuenca "Tierra del Fuego".



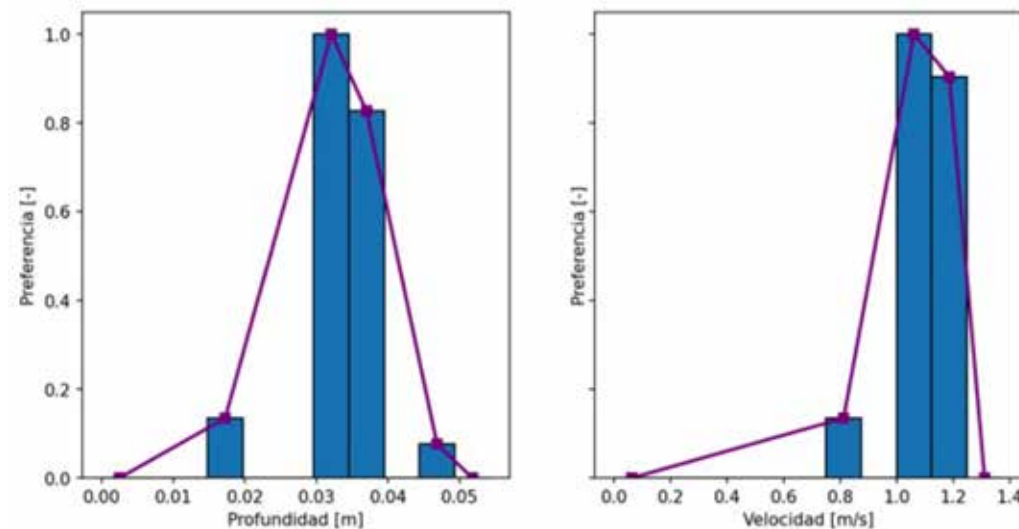
Se consideró la construcción de curvas de idoneidad o preferencia de las especies de interés según las condiciones propias de la región de Magallanes, en función de la altura y velocidad de escurrimiento derivadas de la caracterización hidráulica del sistema fluvial. De este modo, mediante un análisis de frecuencia de los avistamientos de las distintas especies, se obtiene la curva de habitabilidad como la envolvente del histograma normalizado por el máximo valor de este, considerando pendiente positiva hasta el valor máximo del mencionado, y negativa luego de este.

No fue posible construir curvas de todas las especies identificadas por insuficiencia de datos, quedando analizadas finalmente 4 de 7 especies nativas y 3 de 4 especies exóticas.

Tramos de río sin avistamientos de ictiofauna se considerarán como hábitat potencial, pero se evaluará definir un criterio menos restrictivo en cuanto a la habitabilidad.

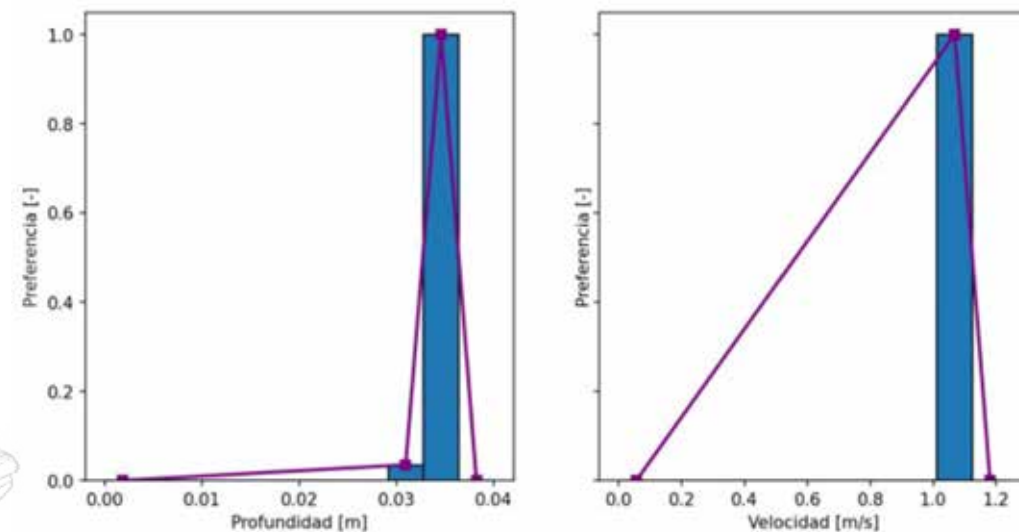


**APLOCHITON TAENIATUS**



**Figura 41.** Curvas de preferencia de profundidad y velocidad *Aplochiton taeniatus*.

**APLOCHITON ZEBRA**



**Figura 42.** Curvas de preferencia de profundidad y velocidad *Aplochiton zebra*.

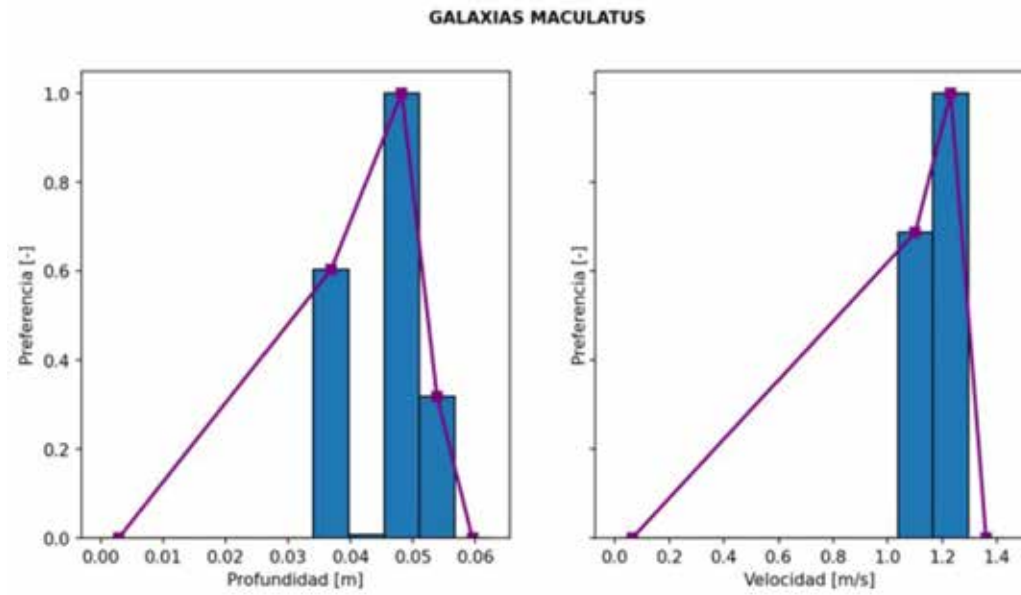


Figura 43. Curvas de preferencia de profundidad y velocidad *Galaxias maculatus*.

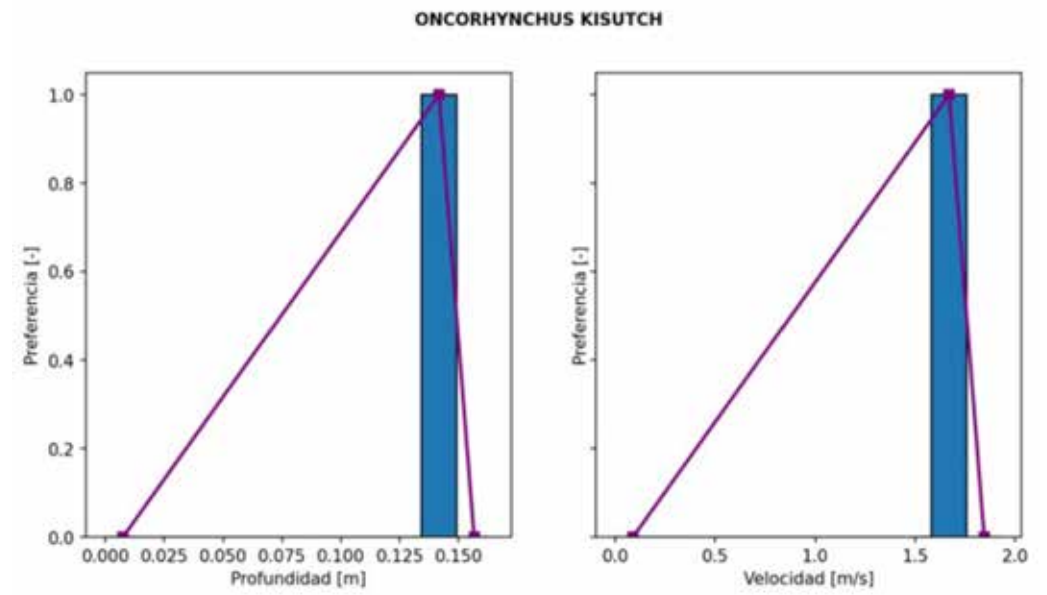


Figura 45. Curvas de preferencia de profundidad y velocidad *Oncorhynchus kisutch*.

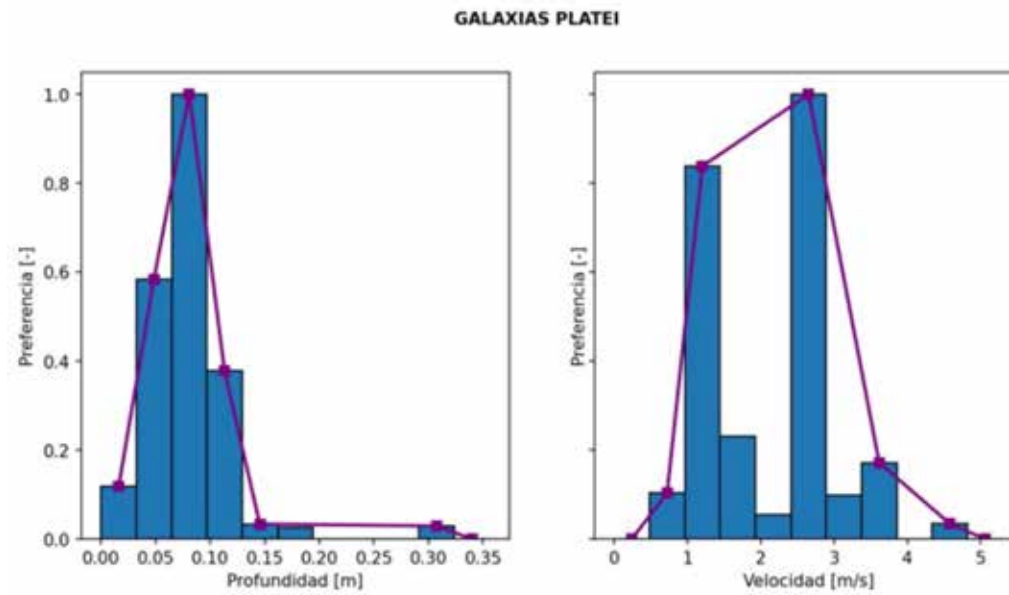


Figura 44. Curvas de preferencia de profundidad y velocidad *Galaxias platei*.

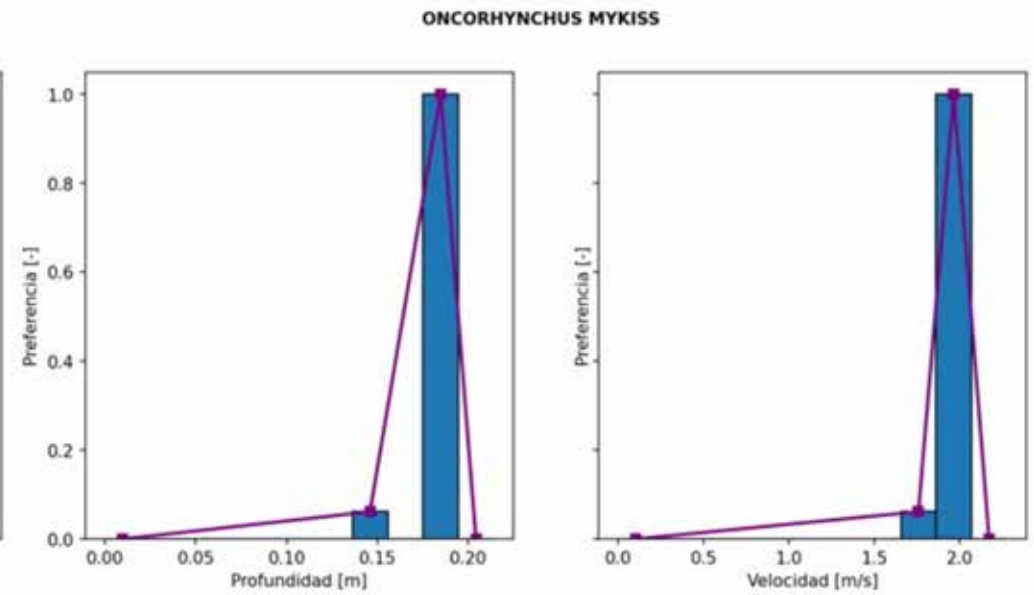
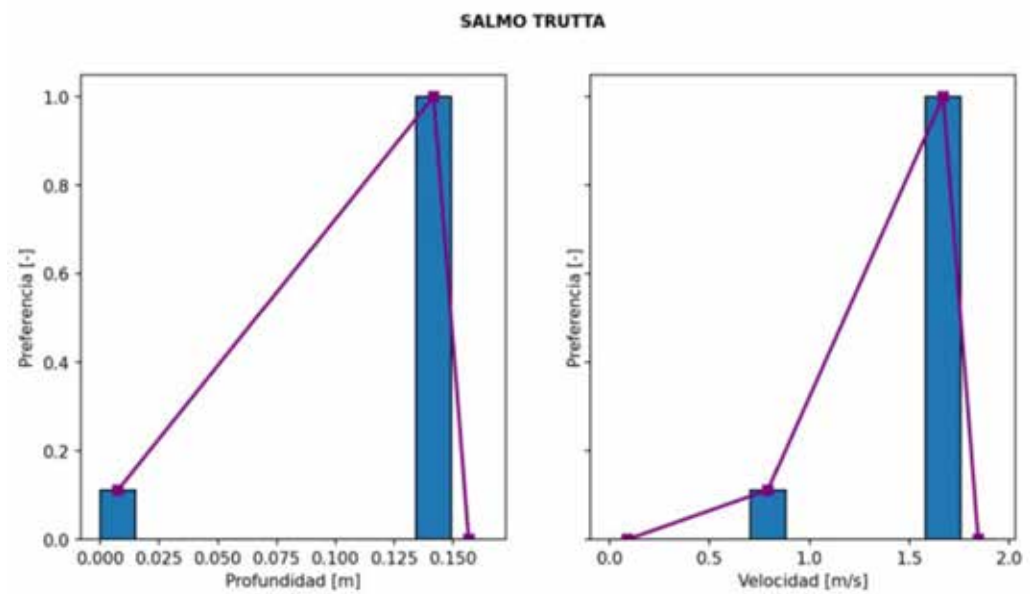


Figura 46. Curvas de preferencia de profundidad y velocidad *Oncorhynchus mykiss*.



**Figura 47.** Curvas de preferencia de profundidad y velocidad *Salmo trutta*.



### 5.2.3 Caracterización del hábitat

A continuación, se presentan los resultados de las curvas WUA en función del caudal, para los rangos de caudales establecidos según el rango de caudales de cada estación. En estas curvas se aprecia el “hábitat ponderado útil” para los distintos caudales de simulación, el cual representa la idoneidad que tiene la especie ante las distintas condiciones hidrológicas. Para cada tramo, se presentan los resultados de WUA y de WUA normalizado, siendo este último el que permite observar de mejor forma los óptimos de cada curva.

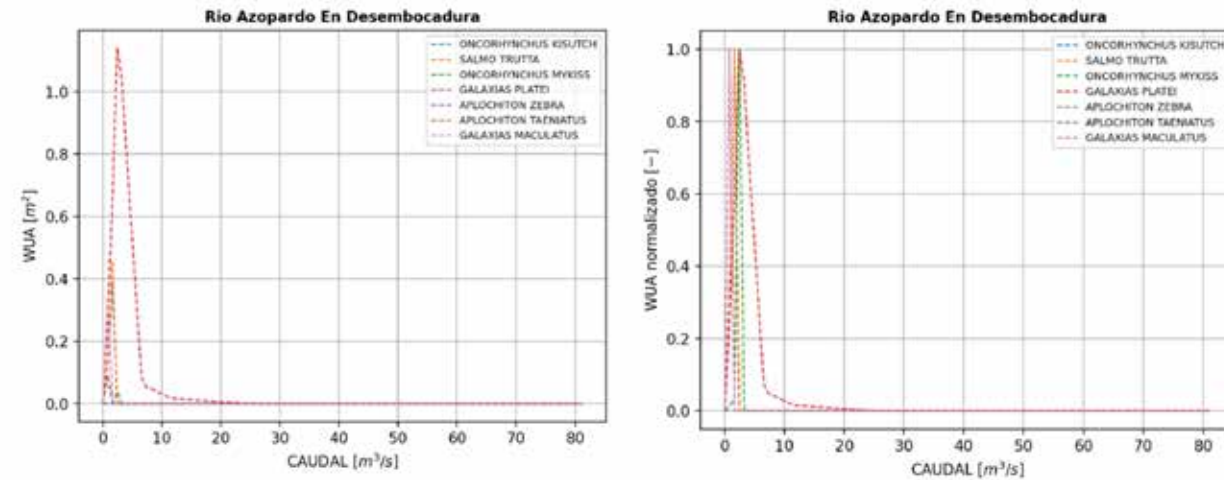


Figura 48. Curva WUA [m²] vs Caudal [m³/s], Estación Río Azopardo en Desembocadura.

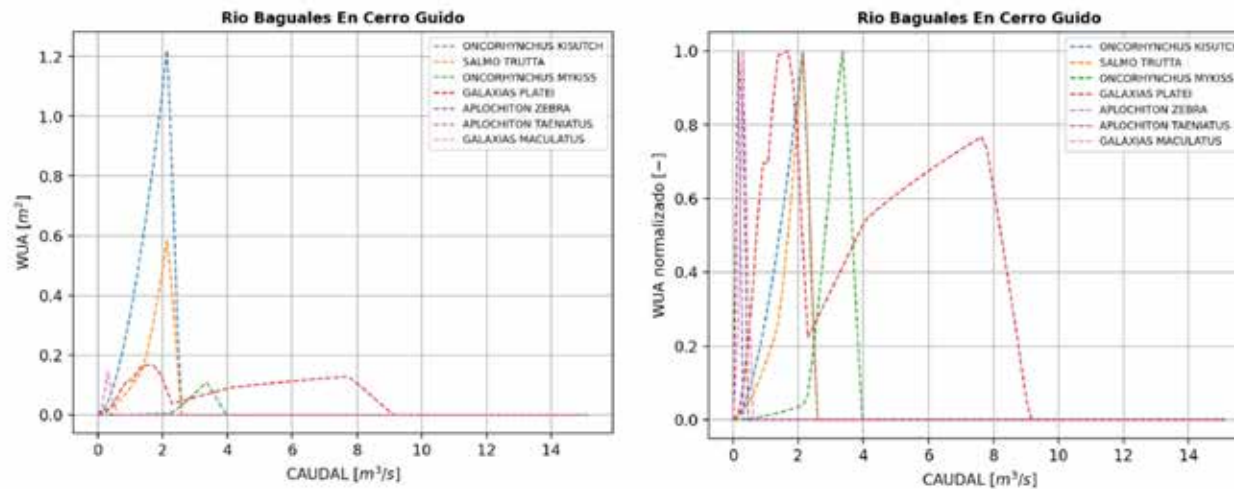


Figura 49. Curva WUA [m²] vs Caudal [m³/s], Estación Río Baguales en Cerro Guido.

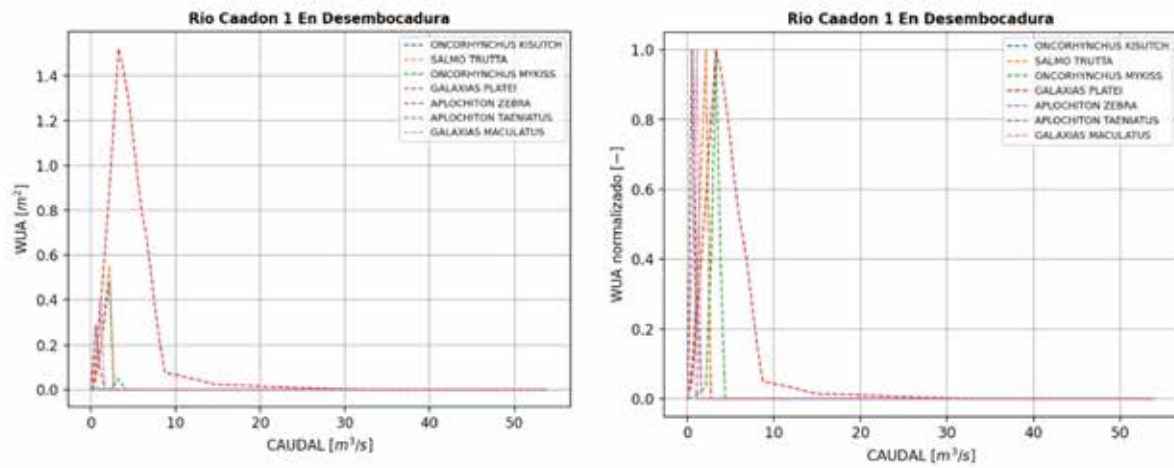


Figura 50. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Caadon 1 en Desembocadura

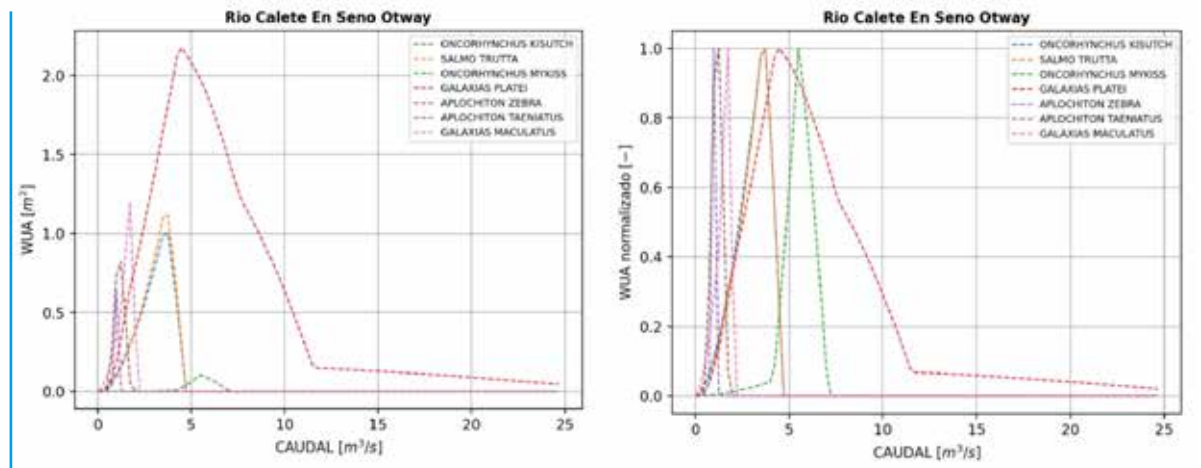


Figura 52. Curva WUA [m<sup>2</sup>] [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Caleta en Seno Otway.

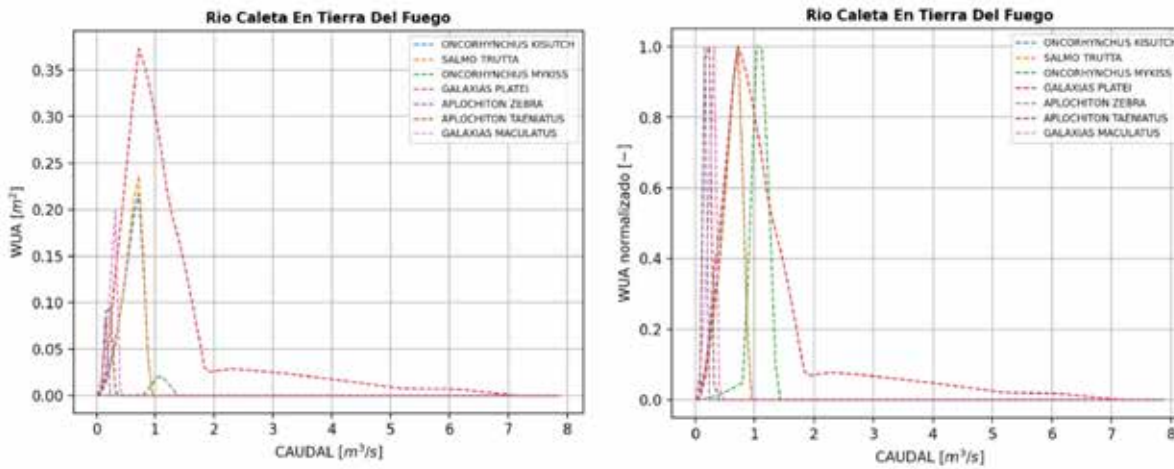


Figura 51. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Caleta en Tierra del Fuego.

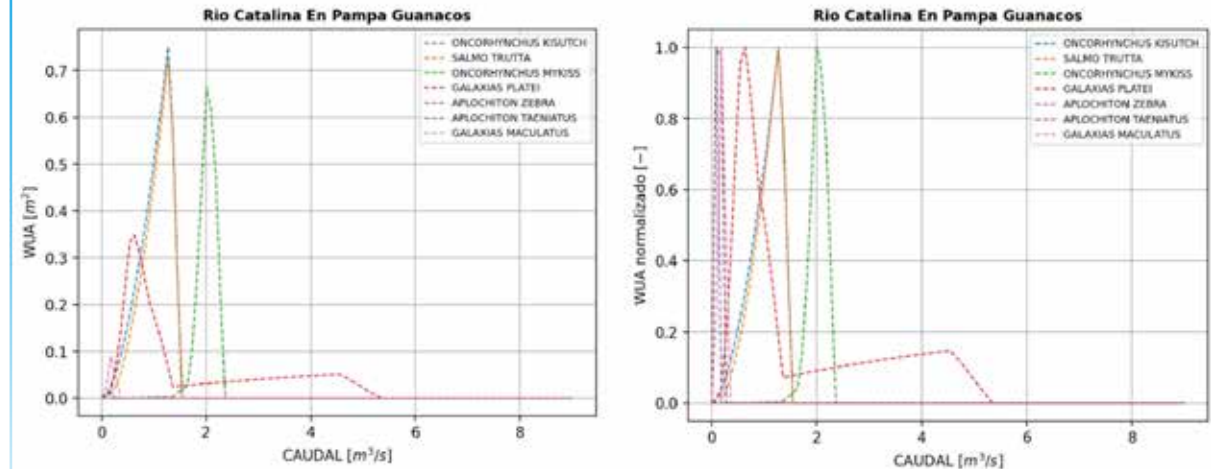


Figura 53. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Catalina en Pampa Guanacos.

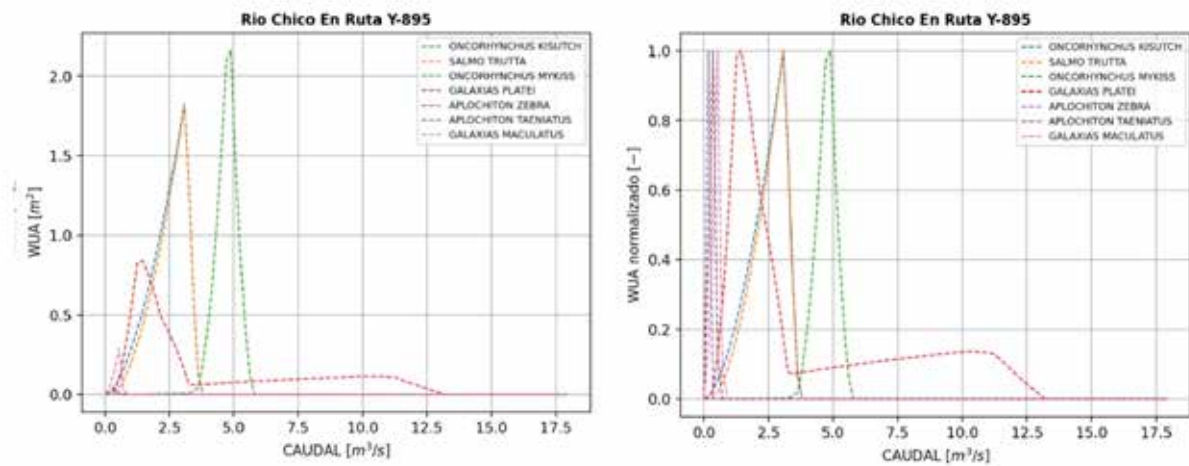


Figura 54. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Chico en Ruta Y-895.

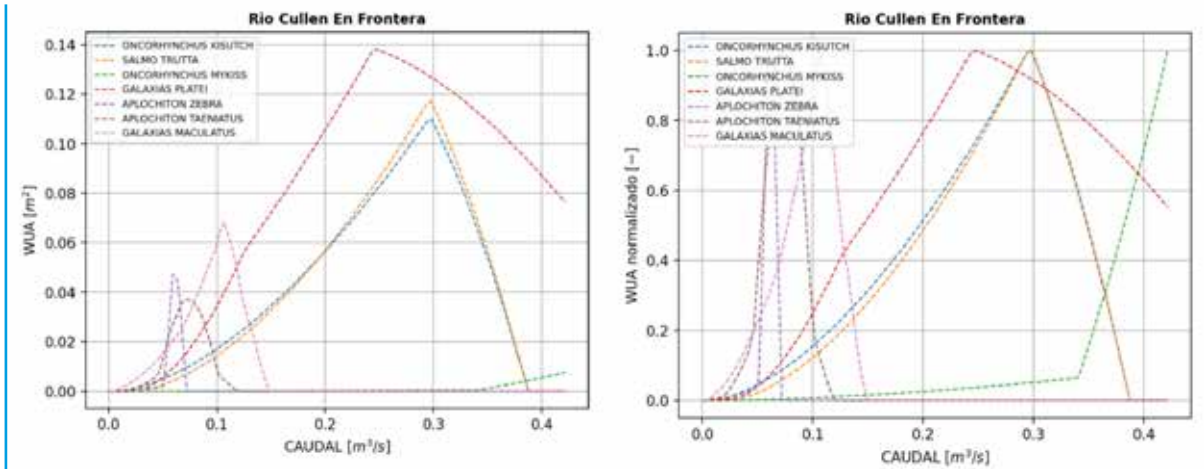


Figura 56. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Caleta en Seno Otway.

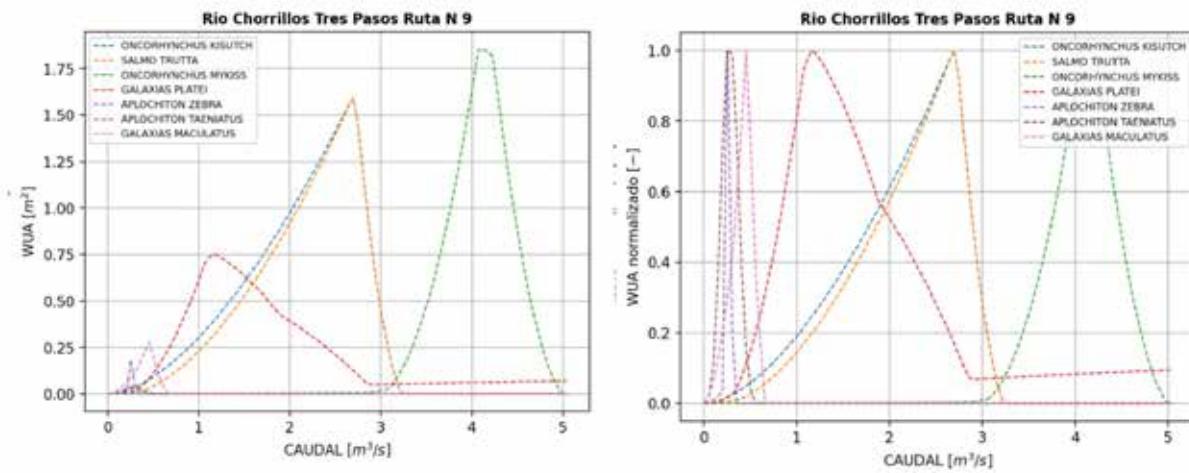


Figura 55. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Chorrillos Tres Pasos Ruta N°9.

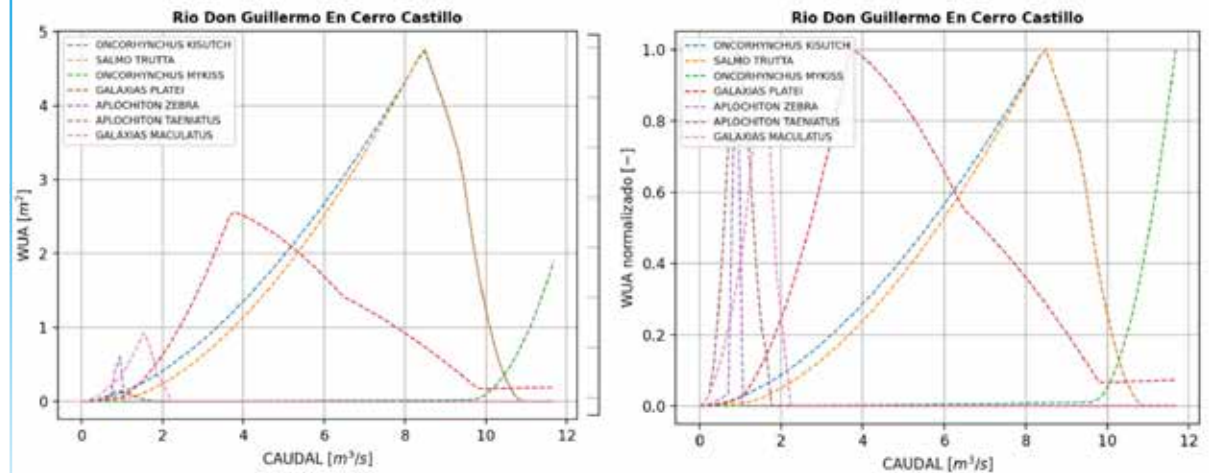


Figura 57. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Catalina en Pampa Guanacos.

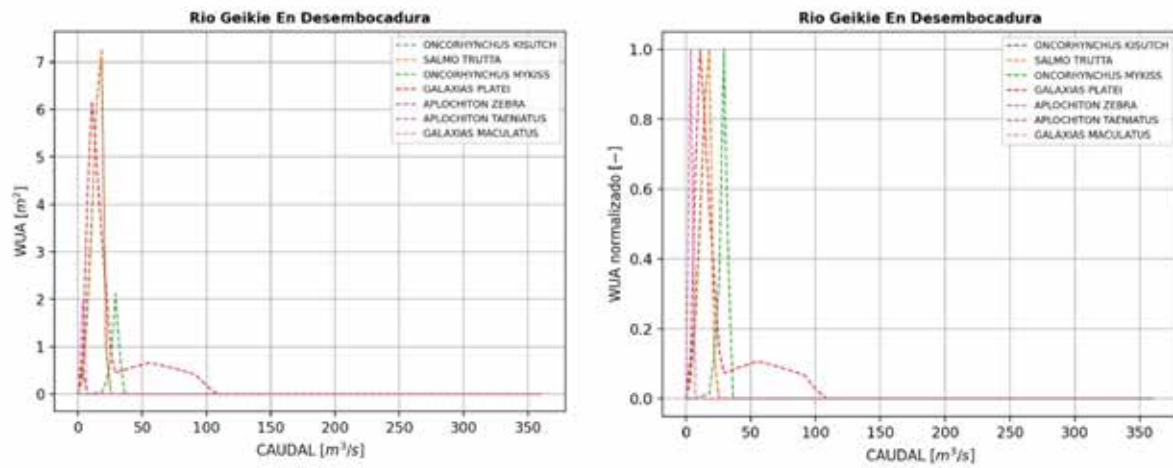


Figura 58. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Geikie en Desembocadura.

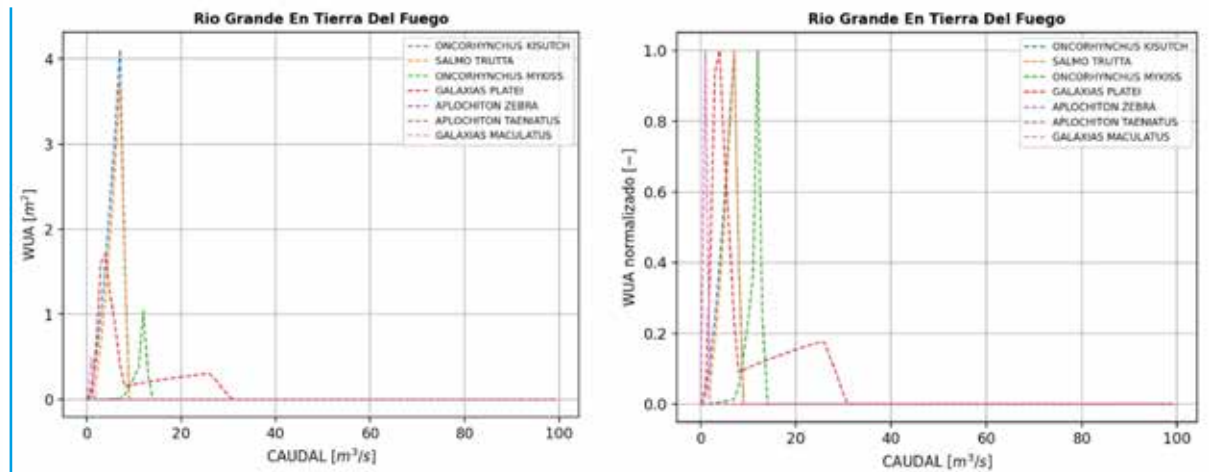


Figura 60. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Grande en Tierra del Fuego.

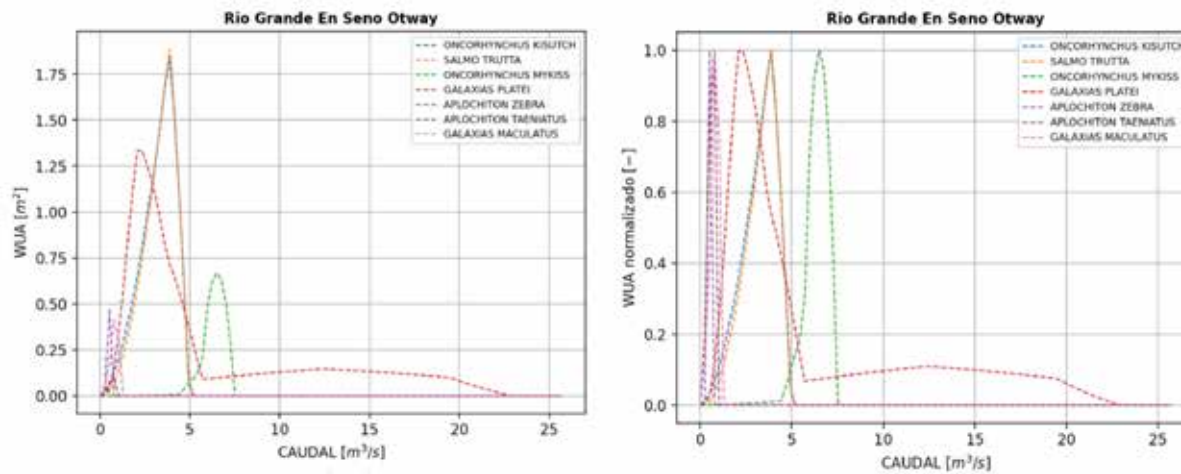


Figura 59. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Grande en Seno Otway.

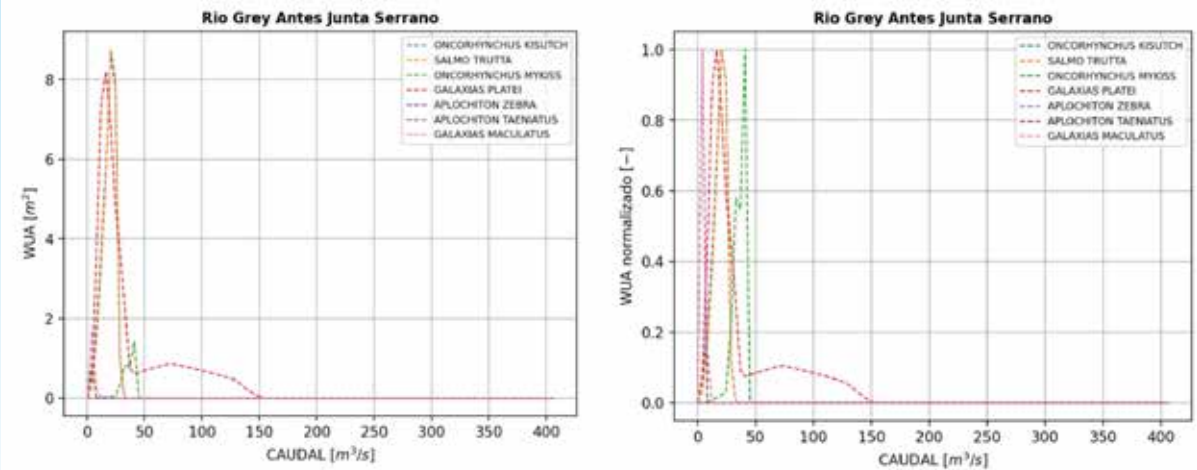


Figura 61. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Grey Antes Junta Serrano.

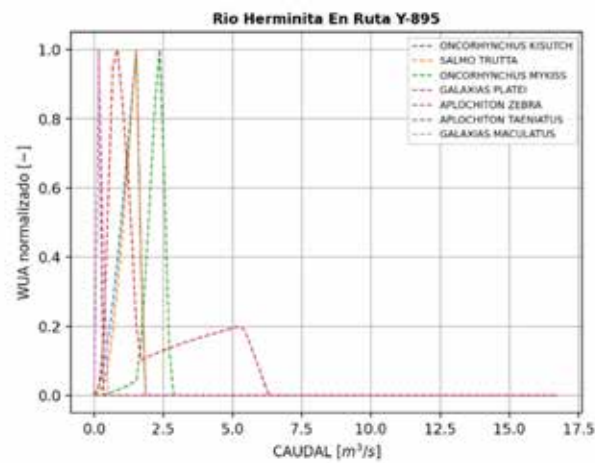
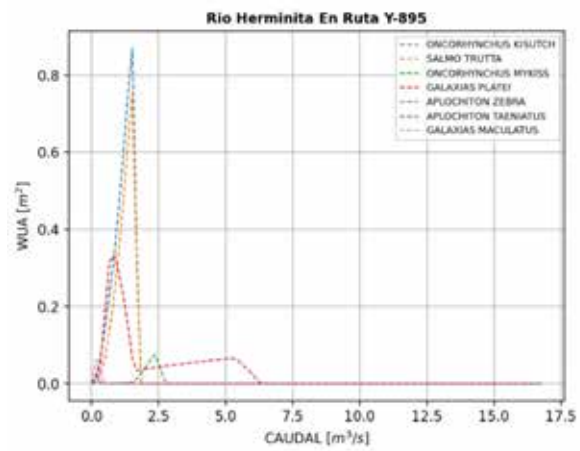


Figura 62. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Herminita en Ruta Y-895.

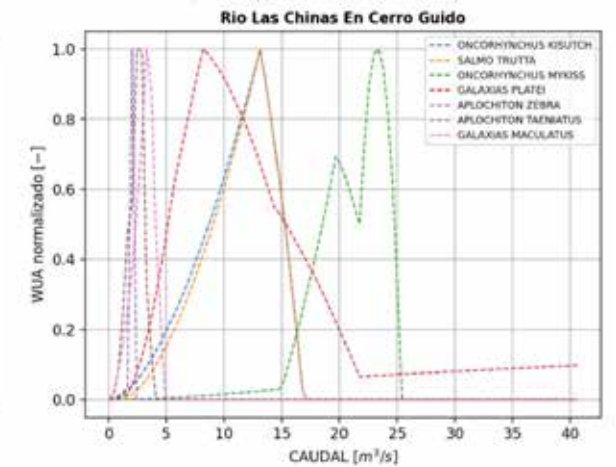
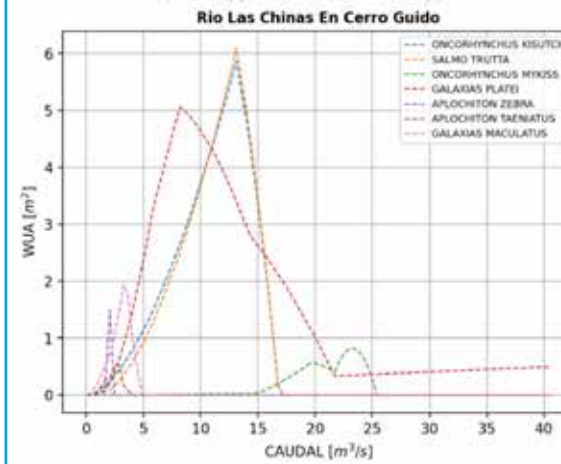


Figura 64. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Las Chinas en Cerro Guido.

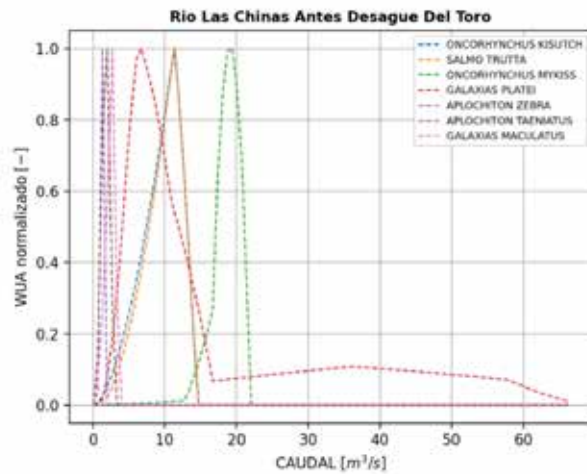
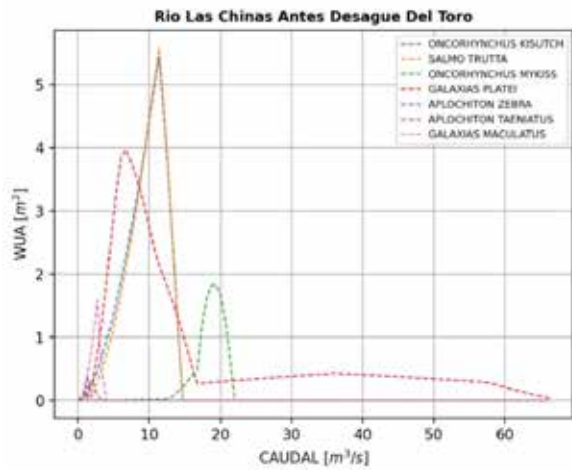


Figura 63. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Las Chinas Antes Desagüe del Toro.

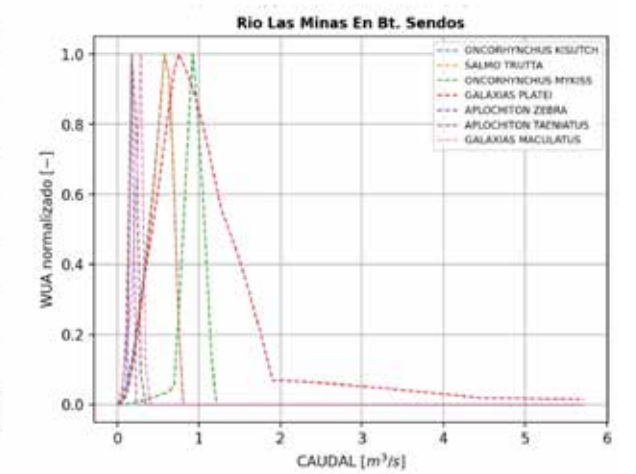
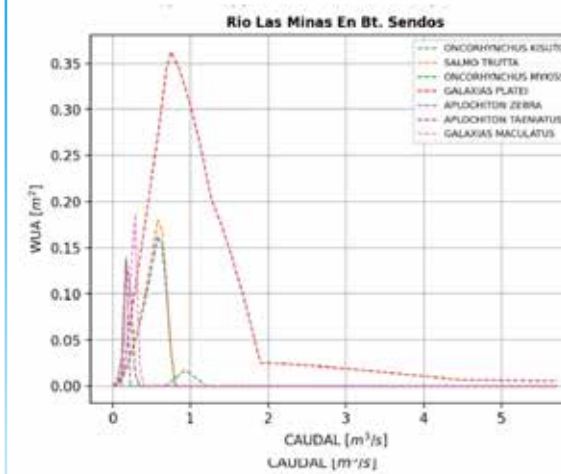


Figura 65. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Las Minas en Bt. Sendos.

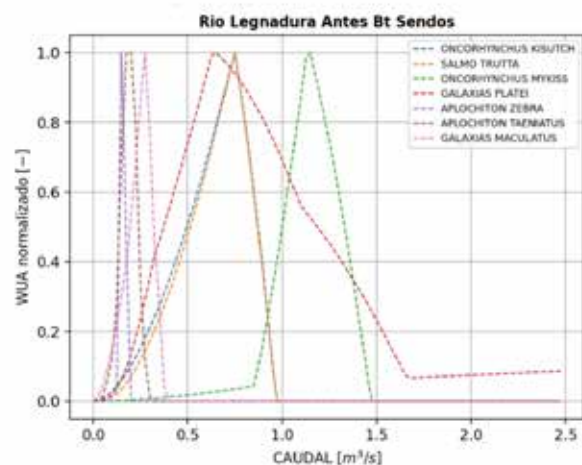
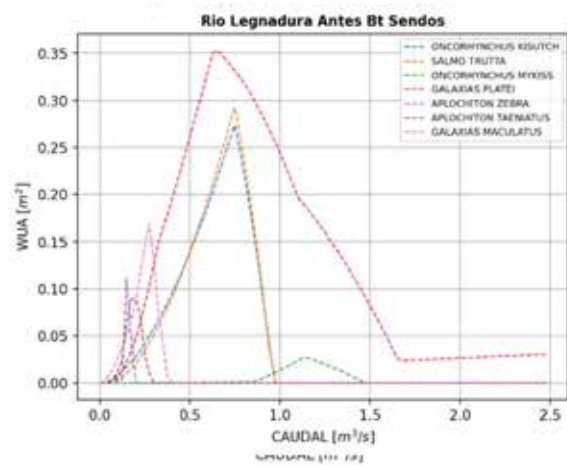


Figura 66. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Legnadura Antes Bt. Sendos.

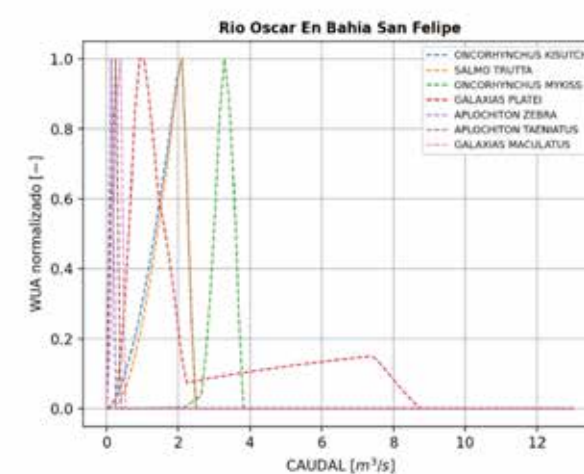
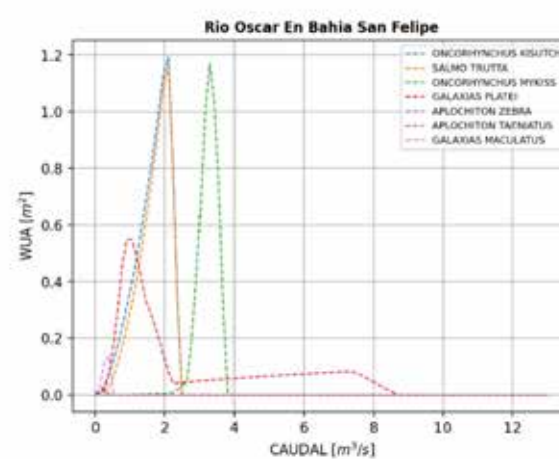


Figura 68. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Oscar en Bahía San Felipe.

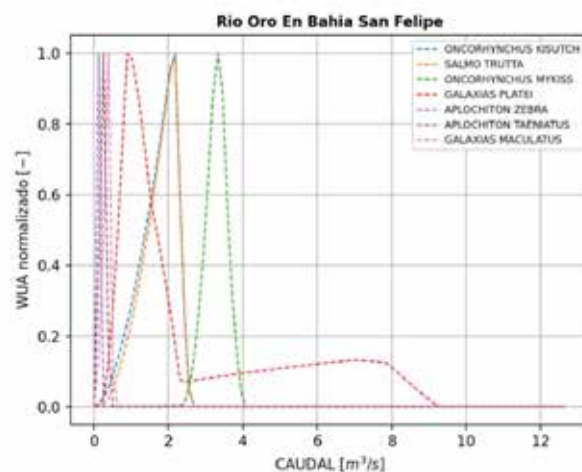
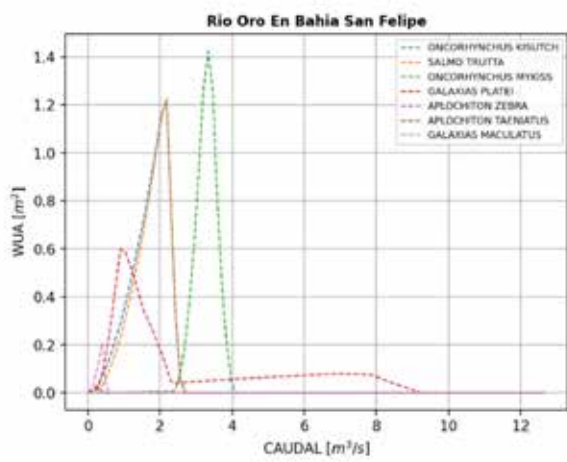


Figura 67. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Oro en Bahía San Felipe.

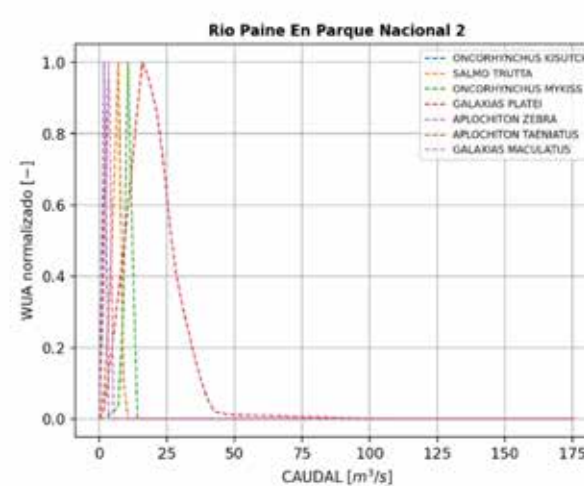
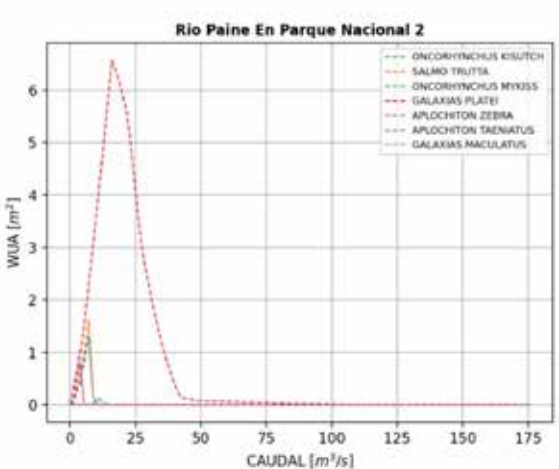


Figura 69. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Paine en Parque Nacional 2.

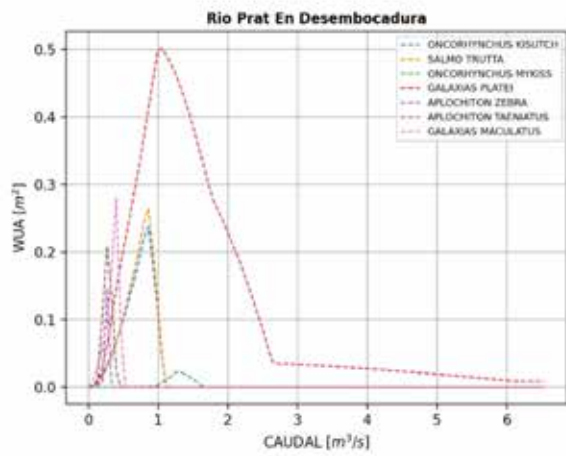


Figura 70. . Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Prat en Desembocadura.

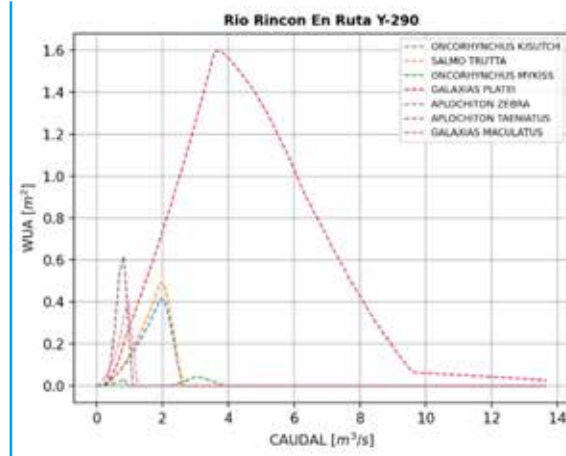
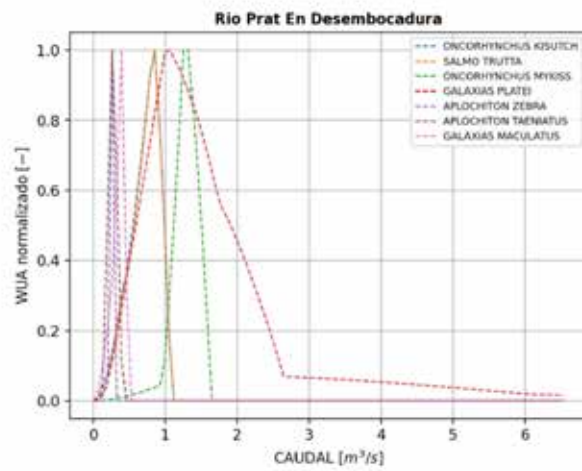


Figura 72. . Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Rincón en Ruta Y-290.

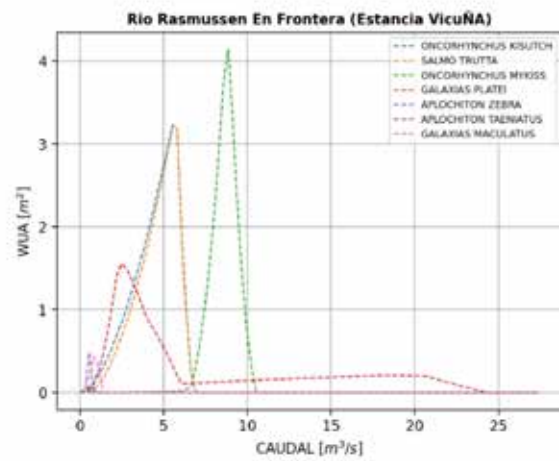
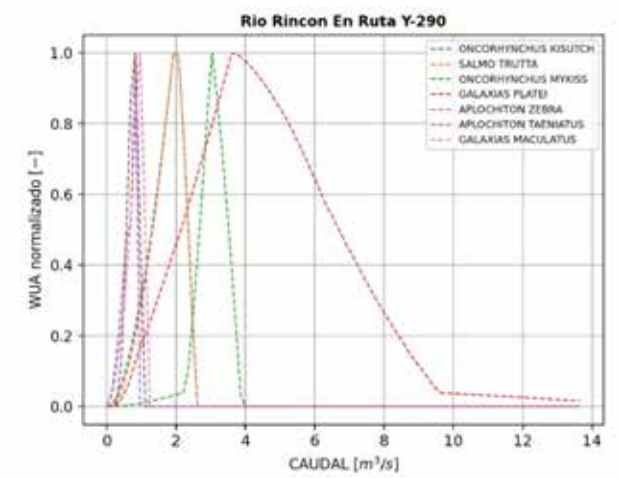


Figura 71. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Rasmussen en Frontera.

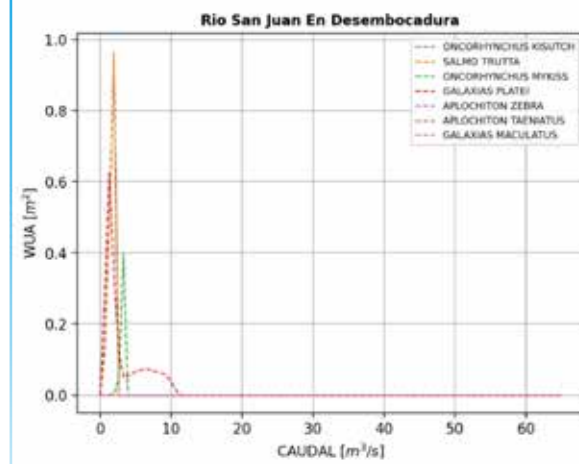
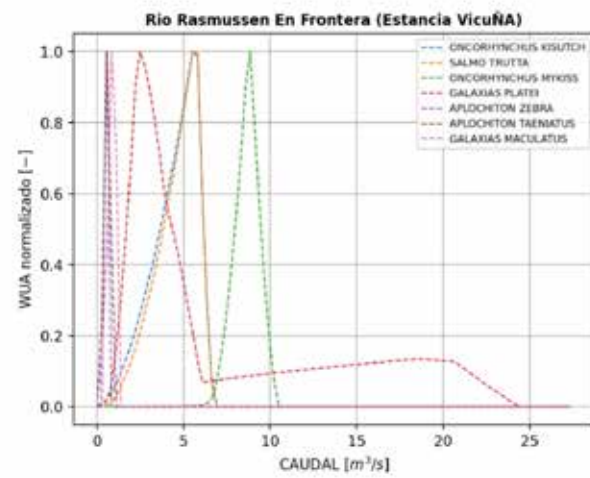
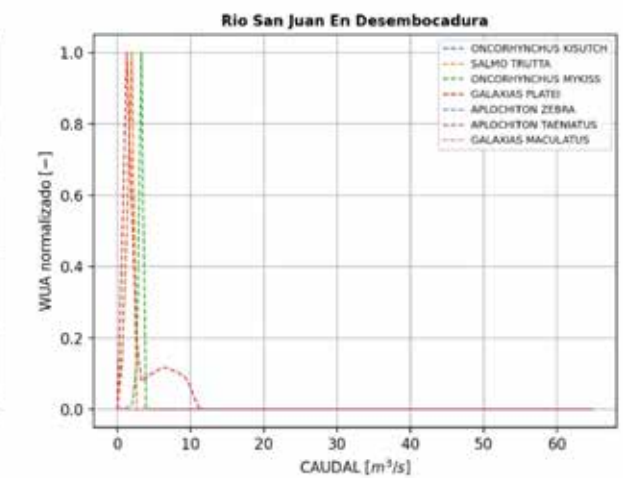


Figura 73. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río San Juan en Desembocadura.



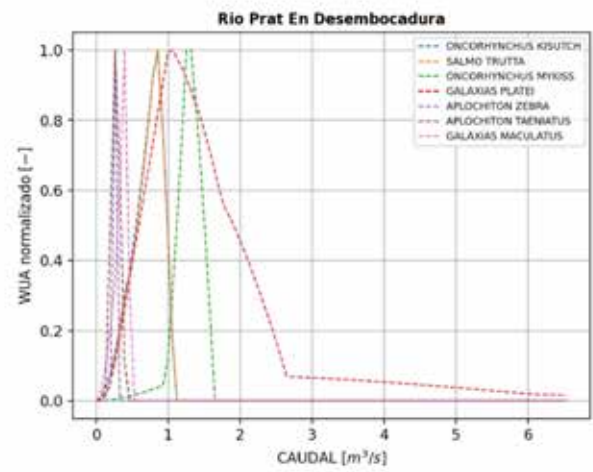
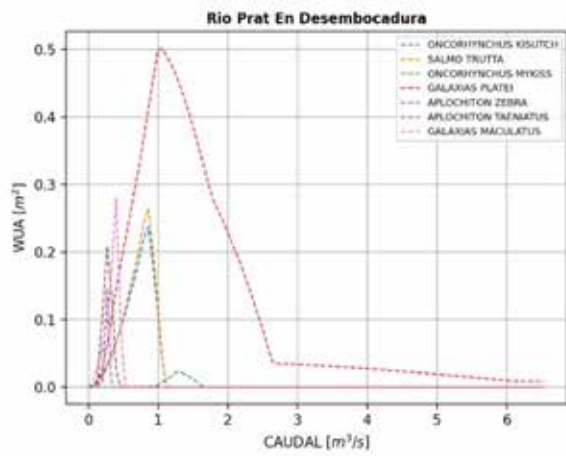


Figura 74. . . Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Serrano antes Junta Grey.

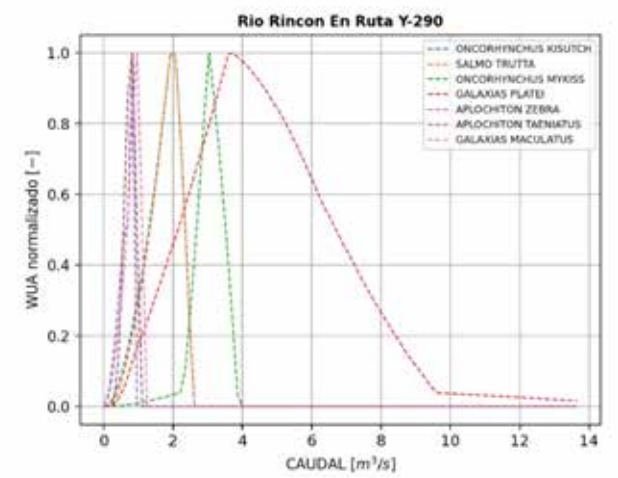
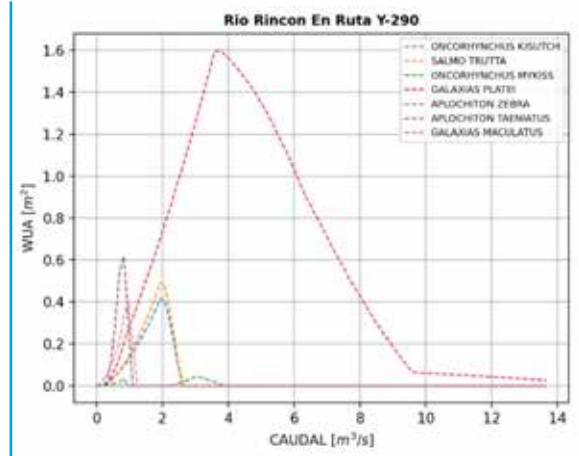


Figura 76. . Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Serrano En Desembocadura.

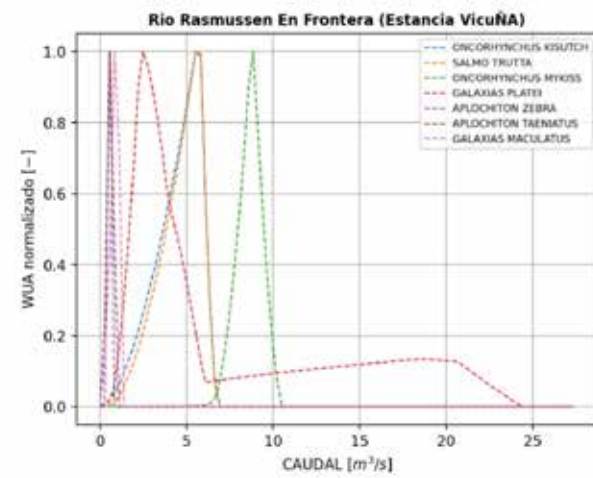
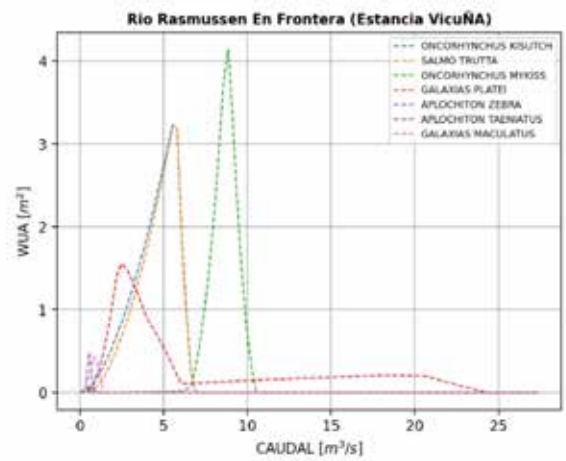


Figura 75. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Serrano En Desagüe Lago del Toro.

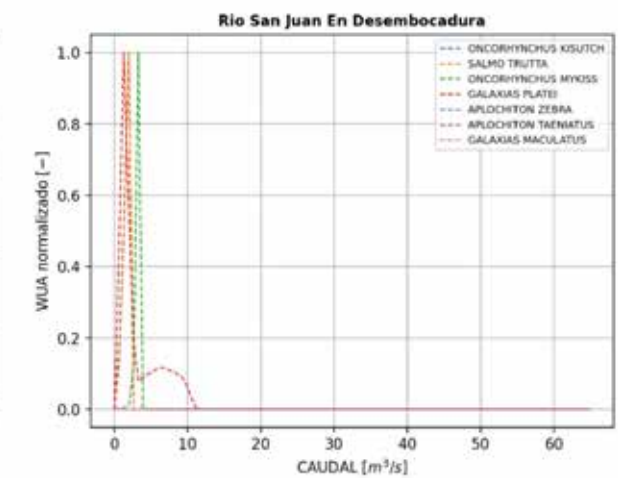
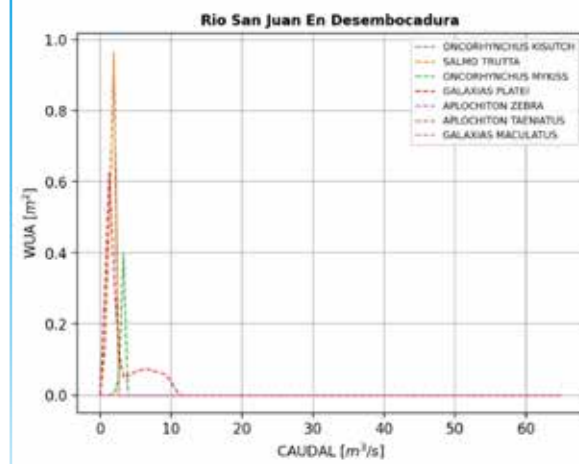


Figura 77. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Serrano En Cerro Sombrero.

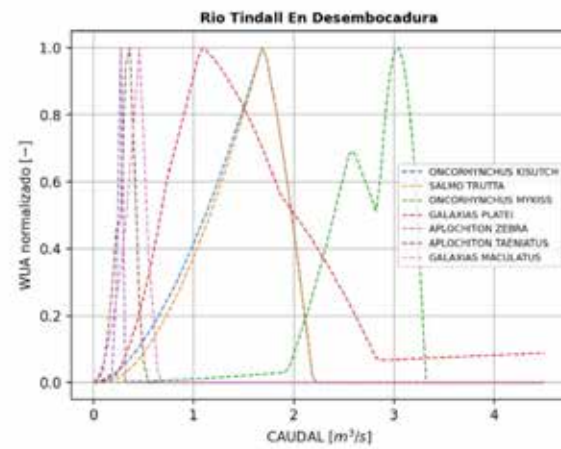
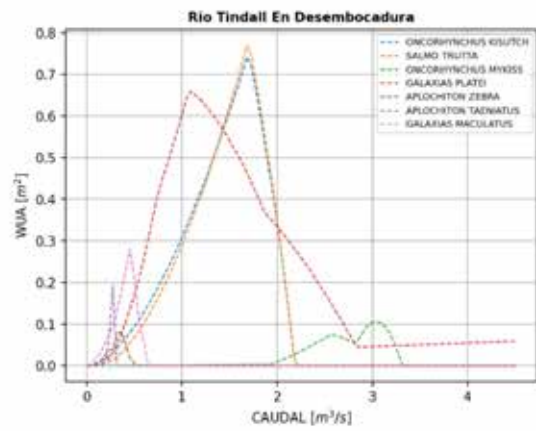


Figura 78. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Tindall en Desembocadura.

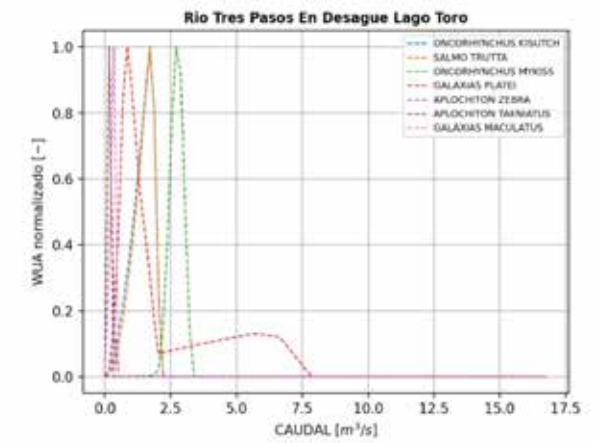
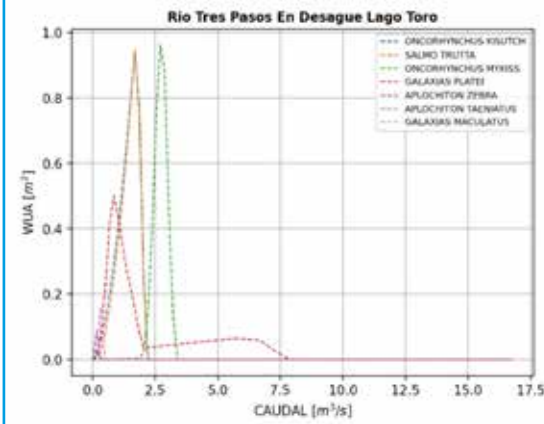


Figura 80. . Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Tres Pasos en Desagüe Lago Toro.

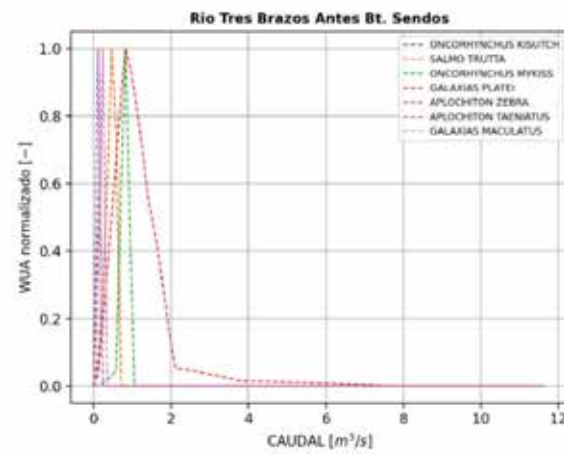
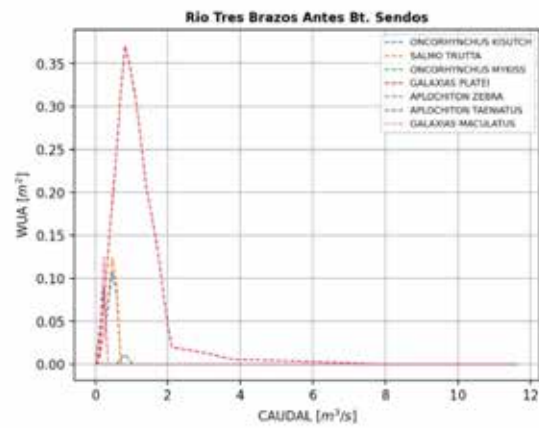


Figura 79. Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Tres Brazos Antes Bt. Sendos.

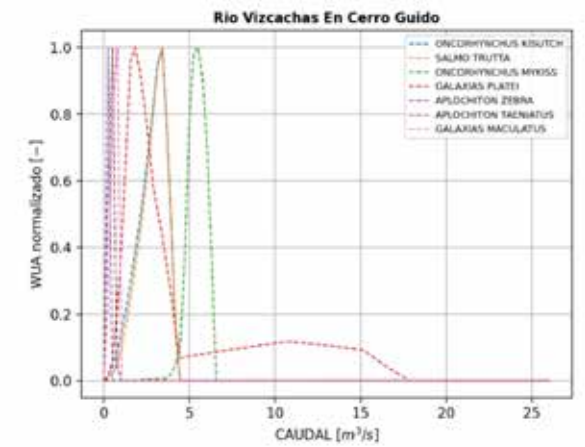
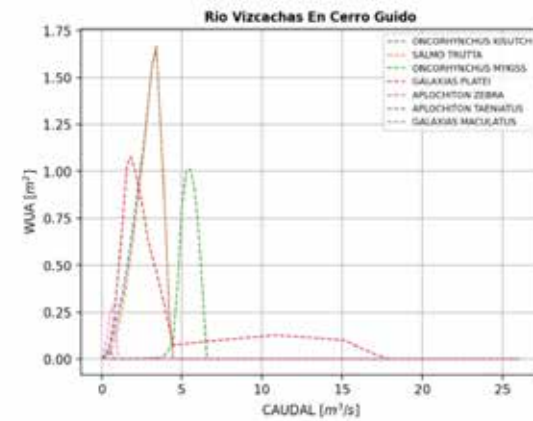


Figura 81. .Curva WUA [m<sup>2</sup>] vs Caudal [m<sup>3</sup>/s], Estación Río Vizcachas en Cerro Guido.

De las curvas de WUA y WUA normalizado, se aprecia que cada especie tiene diversos requerimientos de caudal, por lo que cada una obtiene un valor máximo de hábitat ponderado útil en un caudal específico, y este disminuye para otros valores de caudal.

#### 5.2.4. Determinación del caudal ambiental en tramos de río

Para la determinación del caudal ambiental, se consideró las curvas de hábitat de las especies nativas, considerando un 60% del hábitat óptimo (CEA,2019). Esto debido a que se considera que los caudales con Pexc del 85%, que son entendidos como una condición regular del sistema o como fue antes indicado una base mínima del sistema, logran generar un “%WUA\*max” promedio cercano al 60%, un criterio razonable para el sostenimiento mínimo del sistema correspondería a lograr sostener un valor de 60% del hábitat máximo siempre y con ello definir el caudal ambiental.

En todos los sectores estudiados, la especie nativa con mayores requerimientos de caudal corresponde a la *Galaxia platei*, por lo tanto, se considera esta especie como referencia al ser la más restrictiva. Manteniendo el caudal mínimo asociado al 60% de habitabilidad máxima esta especie se superará el caudal mínimo requerido por el resto de las nativas.

En la sección 10.5 de Anexos se detallan los valores mensuales de la componente hidrológica del caudal ambiental.



### 5.3. Modelación hidrológica

Las figuras a continuación presentan los diagramas unifilares de las cuencas de estudio denominadas de primera categoría. Estos diagramas corresponden a una representación gráfica simplificada de la red hídrica, en la que se identifican sentidos

de los flujos, confluencias, cuerpos de agua, aportes o extracciones de caudal, entre otros componentes de interés. Estos diagramas además dan cuenta de la escala espacial del análisis y resultados.

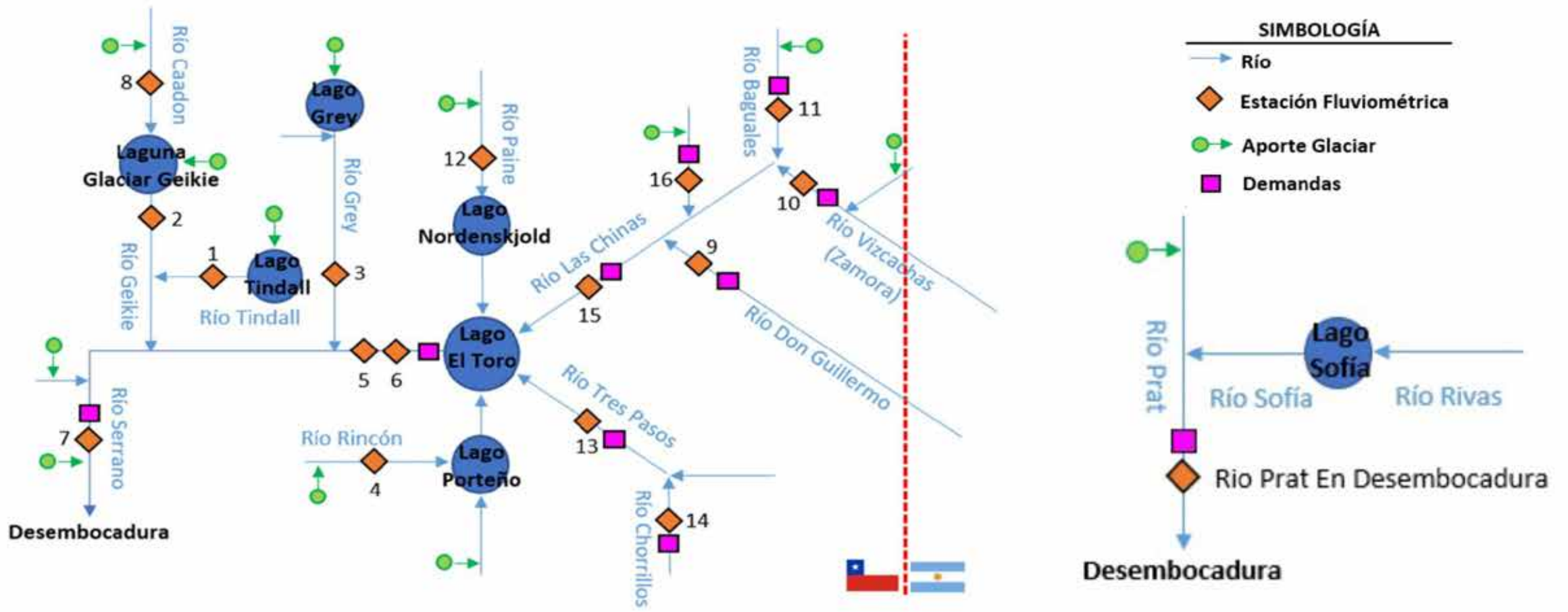


Figura 82. Diagramas unifilares de la Cuenca I: Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente.

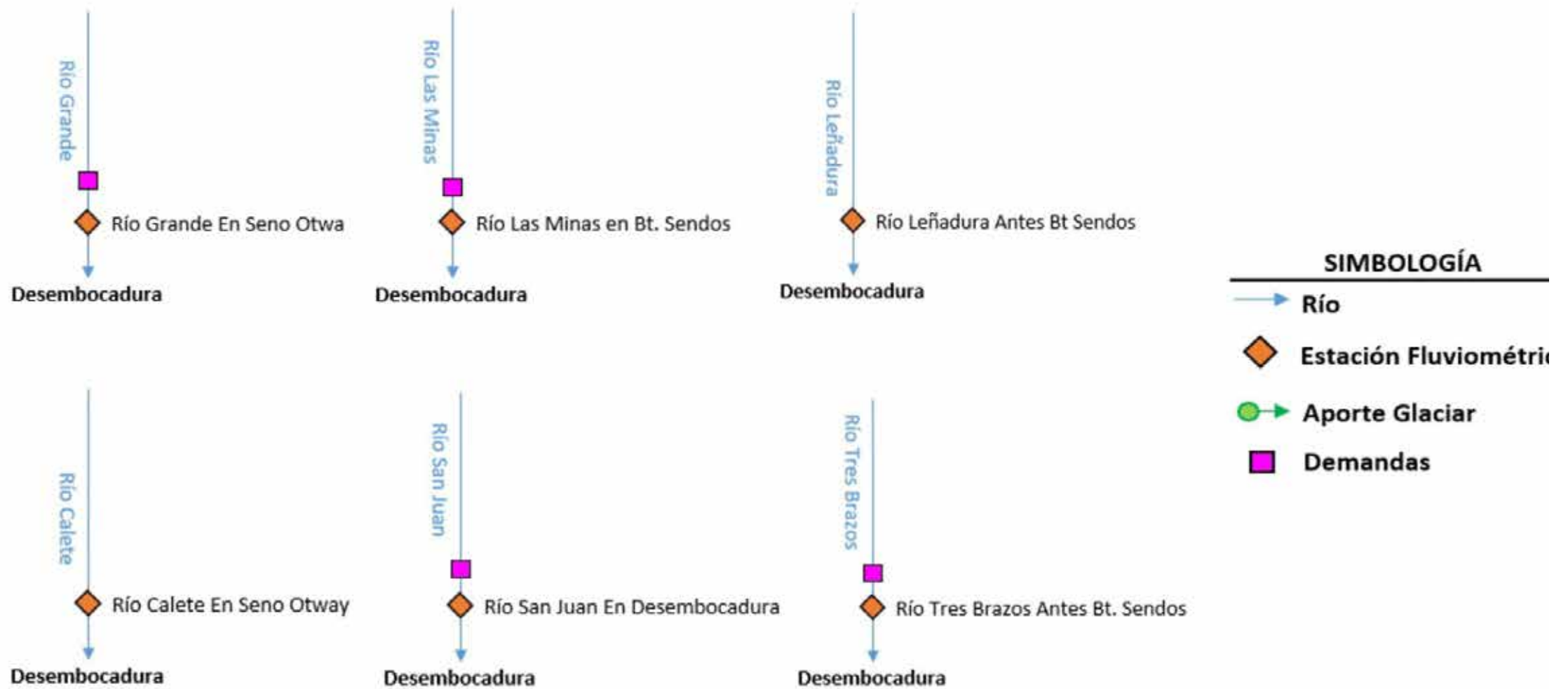


Figura 83. Diagramas unifilares de la Cuenca 2: Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes.

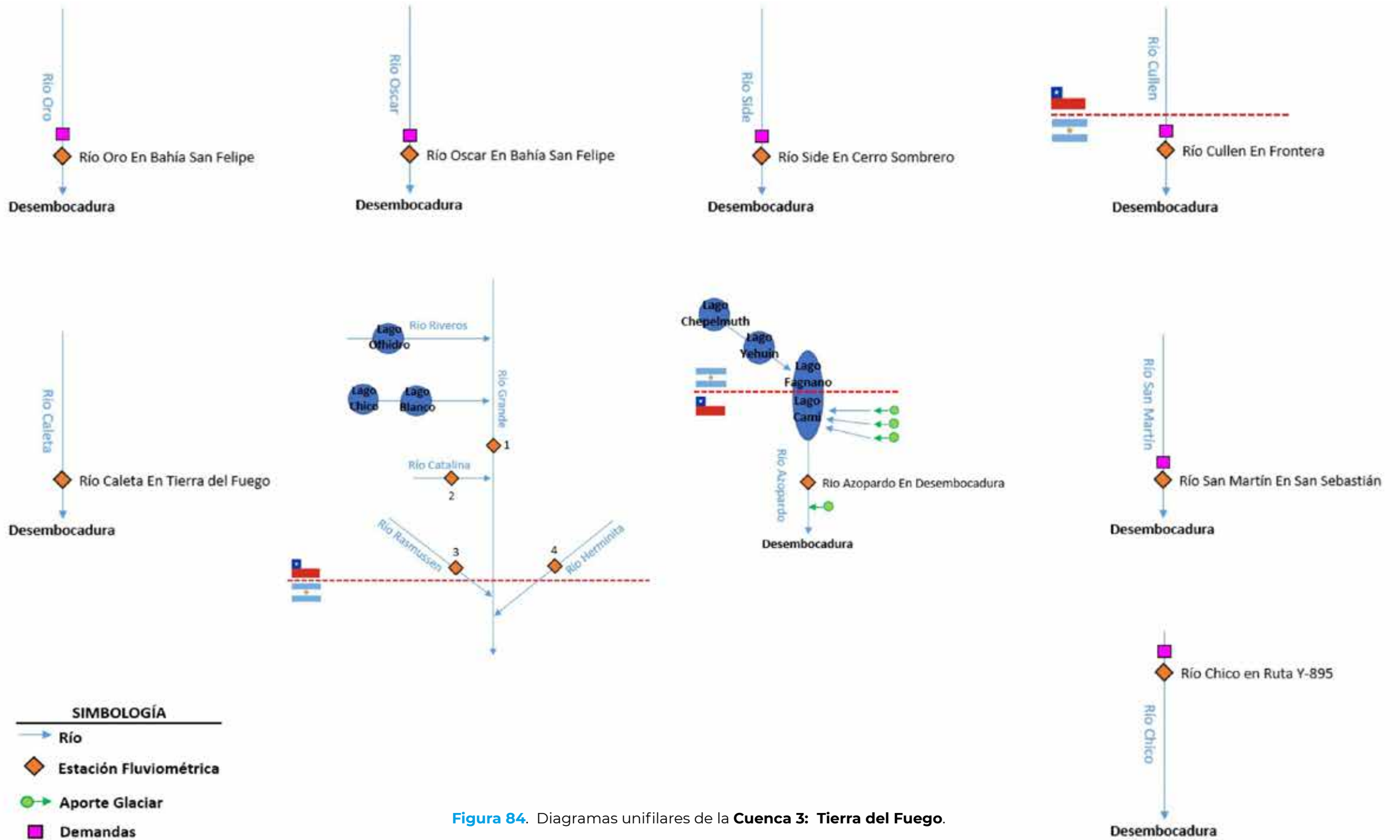


Figura 84. Diagramas unifilares de la Cuenca 3: Tierra del Fuego.

### 5.3.1. Estimación de la oferta hídrica superficial

La oferta hídrica superficial del periodo histórico se obtiene a partir de las estaciones fluviométricas presentes en la zona (ver Figura 2). La Figura 85 muestra la magnitud del caudal medido por estas estaciones. De esta forma, se obtiene de forma directa la oferta para las cuencas de primera categoría.

#### Aporte glacial

El aporte glacial histórico y futuro se obtiene de las series diarias resultantes del balance hídrico nacional (DGA, 2022), los que cuentan con el valor del caudal por aporte glacial por estación fluviométrica para el periodo histórico 1981 – 2020 y para el periodo futuro 1981 – 2060, este último obtenido a partir de 4 simulaciones climáticas globales: CCSM4, CSIRO, IPSL y MIROC. De este modo, en cada nodo de calibración (o estación fluviométrica) se incluye el caudal por aporte glacial. Para el periodo futuro, este caudal corresponde al promedio diario de las 4 simulaciones climáticas globales.

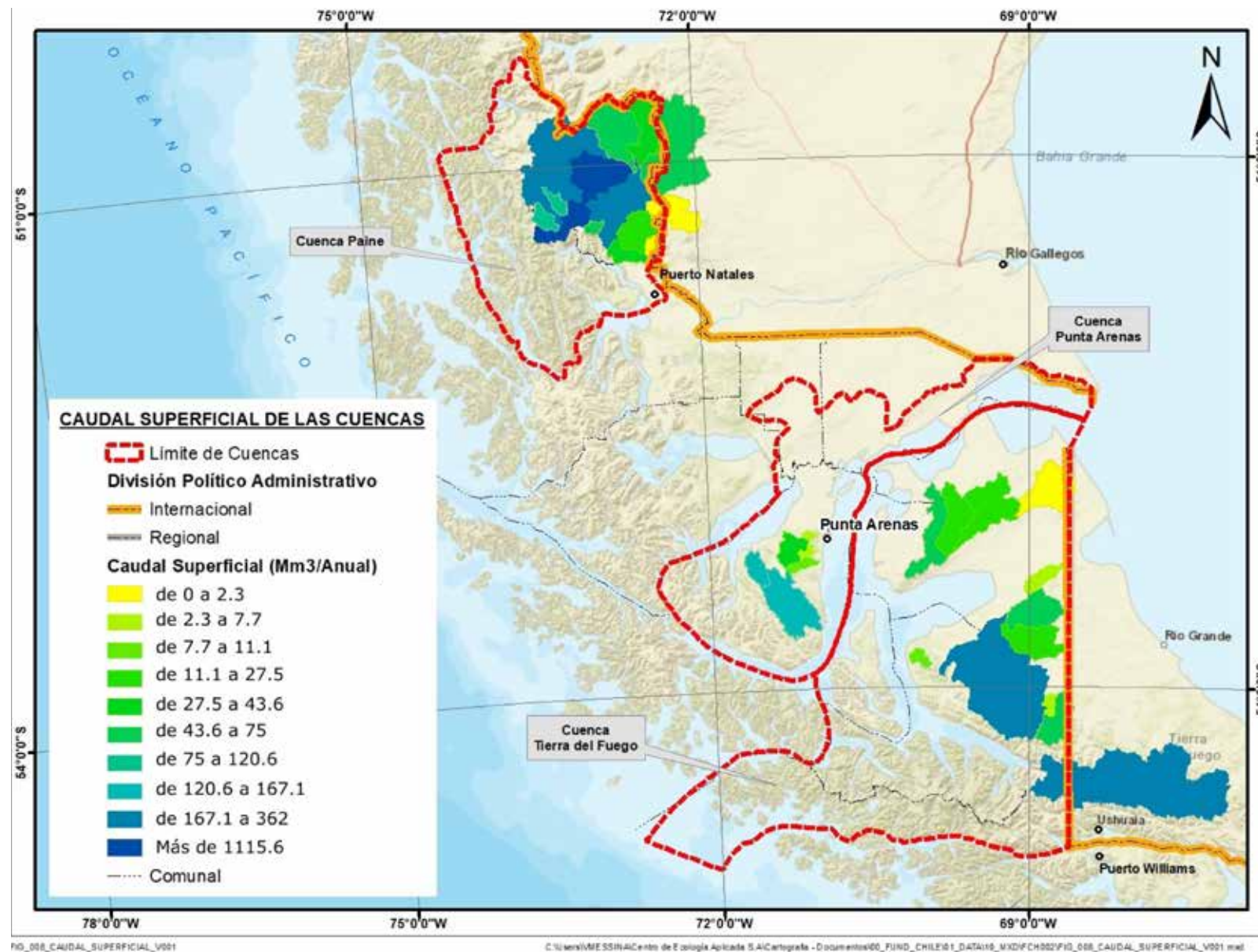


Figura 85. Oferta hídrica superficial en cuencas de primera categoría.

### 5.3.2. Estimación de la oferta hídrica subterránea

La oferta hídrica subterránea es proporcionada por Waterways al CEA a través de Fundación Chile, quienes calcularon que **“para garantizar la sostenibilidad de los sistemas, el volumen máximo disponible para captura corresponde al 35% de la recarga, equivalente a 470,65 L/s (16 mm/año)”**.

La Tabla 11 muestra los valores de consumo y recarga subterránea calculados por estación pluviométrica, es decir, por cuenca de primera categoría. A su vez, la Figura 86 ilustra la variación espacial de la recarga natural de acuíferos y, finalmente, la Figura 87 ilustra el caudal máximo disponible para captura, o bien, oferta hídrica subterránea.

Tabla 11. Valor de la oferta hídrica subterránea por estación pluviométrica.

Código BNA estación	Nombre estación	Área (km <sup>2</sup> )	Consumo (L/s)	Recarga (L/s)	Porcentaje de recarga otorgada
12861001	Río Cullen En Frontera	708.6	51.7	1150	4.50%
12660001	Río Ci-Aike Antes Frontera	1460.4	27.61	2006	1.38%
12400003	Río Tranquilo En Ruta N 9	380.3	16	415	3.86%
12400004	Río Hollemborg En Desembocadura	1236.1	16	951	1.68%
12289001	Río Serrano En Desembocadura	8574.6	8.6	15627	0.06%
12284005	Río Don Guillermo En Cerro Castillo	500.0	2.6	473	0.55%
12284007	Río Las Chinas Antes Desagüe Del Toro	3936.8	2.6	4580	0.06%
12802001	Río Side En Cerro Sombrero	808.5	1.38	937	0.15%
12876001	Río Grande En Tierra Del Fuego	2841.0	0.91	3940	0.02%
12806001	Río Oro En Bahía San Felipe	600.7	0.86	497	0.17%
12872001	Río Herminita En Ruta Y-895	590.8	0.72	2277	0.03%
12582001	Río San Juan En Desembocadura	864.0	0.3	920	0.03%

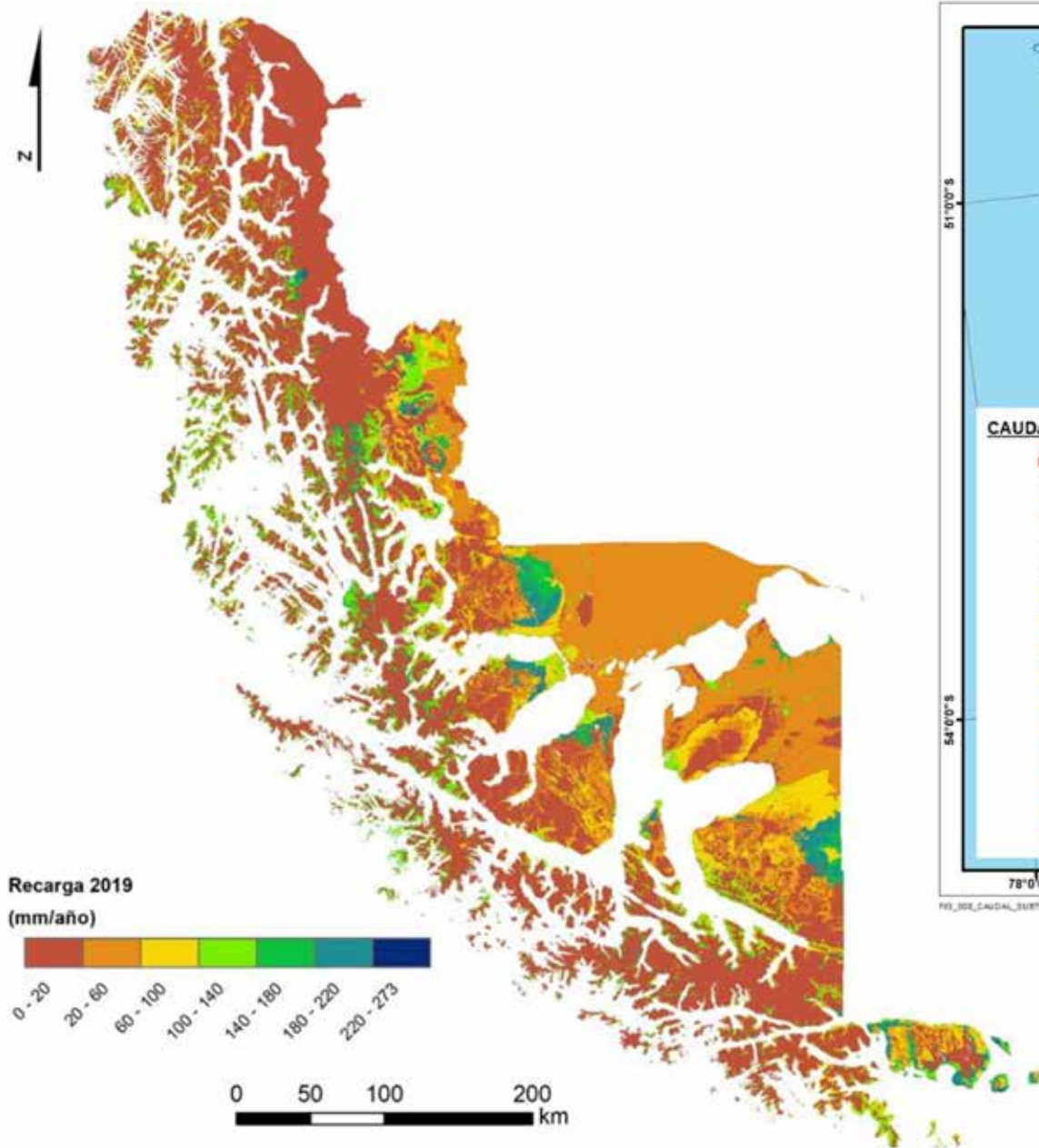


Figura 86. Recarga natural de acuíferos.

Fuente: ESTIMACIÓN DE LA RECARGA EN LA REGIÓN DE MAGALLANES A TRAVÉS DEL MODELO WETSPASS, 2023.

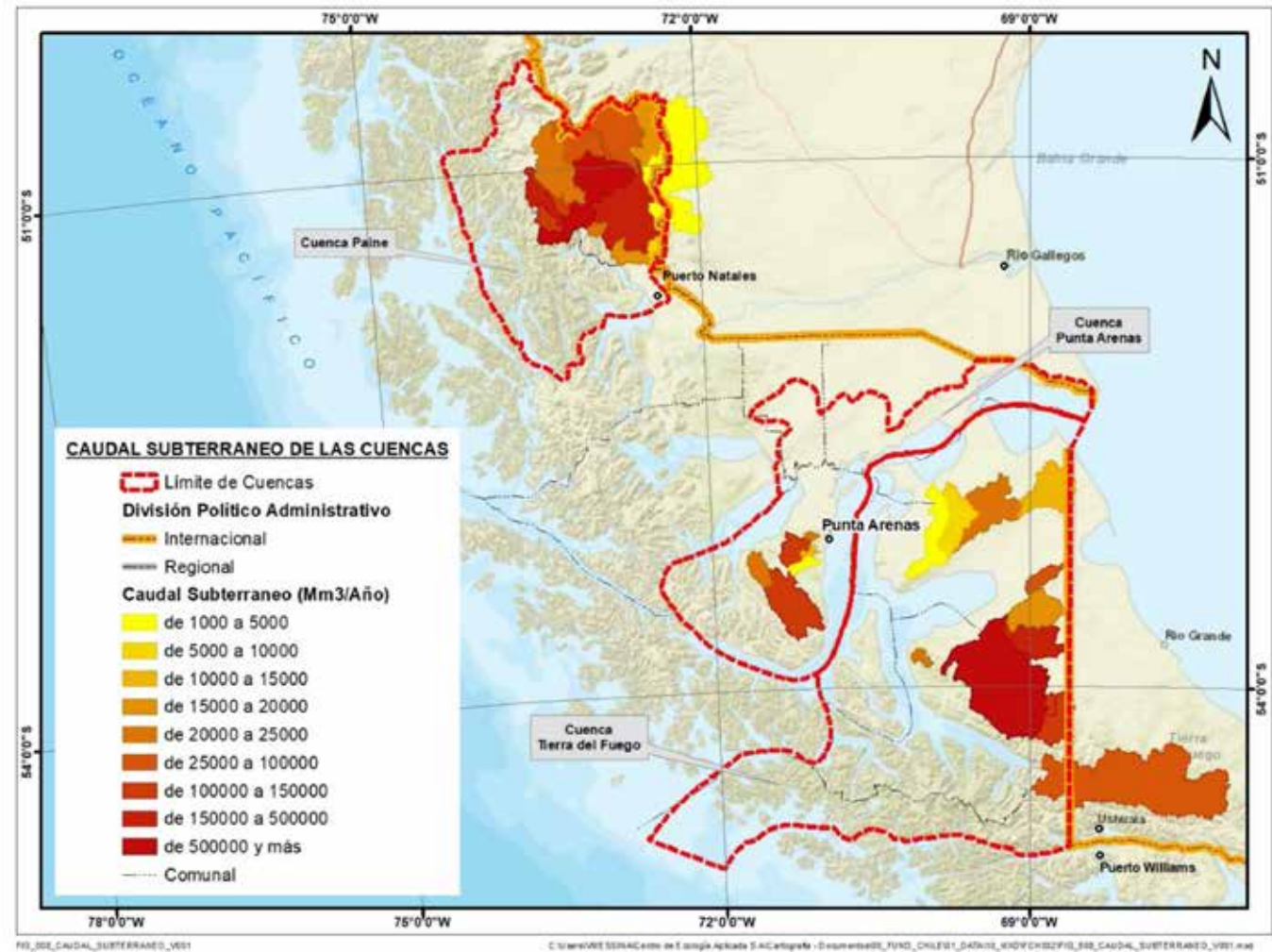


Figura 87. Oferta hídrica subterránea en cuencas de primera categoría.

### 5.3.3. Estimación de la demanda y reglas de operación histórica

La demanda superficial es obtenida a escala anual por subcuenca de estudio y por sector productivo utilizando los resultados del estudio Huella Hídrica (ver Anexo 10.3). Para obtener la demanda a escala mensual, se utiliza un factor de variabilidad mensual calculado a partir de los derechos de aprovechamiento de aguas registrados en la DGA a agosto del 2023. El cálculo de este factor consideró obtener un factor por uso de agua asociado a cada cuenca, sin embargo, para el valor final se promediaron sólo aquellos factores de usos de agua que se correspondía con los sectores productivos con demanda en la cuenca. Por ejemplo, para la cuenca Río Prat en Desembocadura se identifican cuatro usos de agua: “bebida/uso doméstico/saneamiento”, “riego”, “piscicultura” y “otros usos” (este último se refiere a aquellas demandas que no tienen un uso de suelo asociado), mientras que el estudio Huella Hídrica identifica los sectores agrícola y pecuario para dicha cuenca, por lo tanto, se promedian los factores de los últimos tres usos de suelo. Cabe destacar que “otros usos” es siempre considerado en el promedio. En los casos en que ninguno de los usos de agua se corresponda al sector productivo con demanda, se considera que no hay variabilidad.

A continuación, se muestran los valores obtenidos para los factores de variabilidad mensual de la demanda por cuenca de estudio; para aquellas cuencas sin demanda según el estudio Huella Hídrica el factor de variabilidad es igual a 0 sin importar si cuentan con derechos de aprovechamiento. La demanda a escala mensual ( $Mm^3/mes$ ) se muestra en Anexo 10.2.

Para la cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemborg e islas al oriente se observa variabilidad en todas las subcuencas exceptuando por Río Serrano en Desembocadura y un aumento en la demanda en los meses de primavera. En el caso de la estación Río Don Guillermo en Cerro Castillo los usos de agua no se corresponden con los sectores productivos por lo que la demanda mensual es igual a la anual (i.e. no hay variabilidad).

La cuenca Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes presenta variabilidad en las subcuencas Río San Juan en Desembocadura y Río Tres Brazos Antes Bt. Sendos con progresión interanual distinta entre ambas.

Finalmente, la cuenca Tierra del Fuego presenta variabilidad en todas las subcuencas con demanda. En el caso de Río Cullen en Frontera los usos de agua no se corresponden con los sectores productivos por lo que la demanda mensual es igual a la anual (i.e. no hay variabilidad).

La demanda a escala mensual ( $Mm^3/mes$ ) para las cuencas de primera categoría y la demanda anual y factores para las cuencas de segunda y tercera categoría se muestran en la sección 10.2 de Anexos.

**Tabla 12.** Factores de variabilidad mensual según subcuenca en cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente.

ESTACION	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Río Caadon 1 En Desembocadura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Río Geikie En Desembocadura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Río Tindall En Desembocadura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Río Grey Antes Junta Serrano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Río Paine En Parque Nacional 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Río Baguales En Cerro Guido	0.45	0.42	0.43	0.84	0.42	0.40	0.42	0.44	0.85	2.48	2.47	2.38
Río Vízcachas En Cerro Guido (A)	0.45	0.42	0.43	0.84	0.42	0.40	0.42	0.44	0.85	2.48	2.47	2.38
Río Vízcachas En Cerro Guido (B)	0.68	0.62	0.65	1.26	0.63	0.60	0.63	0.66	1.28	1.65	1.84	1.50
Río Las Chinas En Cerro Guido	0.45	0.42	0.43	0.84	0.42	0.40	0.42	0.44	0.85	2.48	2.47	2.38
Río Don Guillermo En Cerro Castillo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Las Chinas Antes Desagüe Del Toro	0.45	0.42	0.43	0.84	0.42	0.40	0.42	0.44	0.85	2.48	2.47	2.38
Río Chorrillos Tres Pasos Ruta N 9	0.85	0.78	0.81	0.81	0.92	1.04	1.07	1.24	1.07	1.17	1.19	1.04
Río Tres Pasos En Desagüe Lago Toro	0.85	0.78	0.81	0.81	0.92	1.04	1.07	1.24	1.07	1.17	1.19	1.04
Río Rincón En Ruta Y-290	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Río Serrano En Desagüe Lago Del Toro	0.95	0.94	0.95	1.00	0.95	0.95	0.96	0.96	1.01	1.11	1.12	1.09
Río Serrano Antes Junta Grey	0.95	0.94	0.95	1.00	0.95	0.95	0.96	0.96	1.01	1.11	1.12	1.09
Río Serrano En Desembocadura	0.95	0.95	0.95	1.00	0.95	0.96	0.96	0.97	1.01	1.11	1.11	1.09
Río Prat En Desembocadura	0.61	0.59	0.63	0.66	1.14	1.37	1.45	1.44	1.42	1.37	0.66	0.66

**Tabla 13.** Factores de variabilidad mensual según subcuenca en cuenca Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes.

ESTACION	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Río Calete En Seno Otway	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Río Grande En Seno Otway	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Río San Juan En Desembocadura	0.67	0.31	0.97	0.88	1.28	1.04	1.30	1.30	1.30	1.30	1.21	0.45
Río Tres Brazos Antes Bt. Sendos	1.24	1.03	1.28	1.05	1.25	0.62	0.62	1.21	0.62	0.62	0.93	1.54
Río Legnadura Antes Bt Sendos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Río Las Minas En Bt. Sendos	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Río Ci-Aike Antes Frontera	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

**Tabla 14.** Factores de variabilidad mensual según subcuenca en cuenca Tierra del Fuego..

ESTACION	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Río Oro En Bahía San Felipe	0.99	0.90	0.99	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.00
Río Oscar En Bahía San Felipe	1.10	1.10	0.67	0.72	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	0.67
Río Side En Cerro Sombrero	0.70	0.71	0.77	0.82	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	0.89	0.76
Río Cullen En Frontera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río San Martin En San Sebastián	0.60	0.62	0.71	0.80	1.11	1.35	1.35	1.35	1.35	1.17	0.88	0.71
Río Chico En Ruta Y-895	0.45	0.44	0.45	0.53	0.80	1.31	2.25	2.53	1.26	0.86	0.64	0.47
Río Herminita En Ruta Y-895	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Río Grande En Tierra Del Fuego	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Río Catalina En Pampa Guanacos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Río Rasmussen En Frontera (Estancia Vicuña)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Río Caleta En Tierra Del Fuego	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Río Azopardo En Desembocadura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

### 5.3.4. Proyección futura

La oferta superficial futura se estima mediante la modelación hidrológica del periodo histórico utilizando el modelo HydroBID. Se obtiene un caudal simulado que represente lo mejor posible el caudal observado mediante la calibración de distintos parámetros del modelo. De esta forma, los parámetros ya calibrados son usados para obtener la oferta futura, configurando como forzantes meteorológicas las proyectadas en el periodo 2020-2060 por el estudio DGA (2022). Los parámetros calibrados y sus valores finales se muestran en el Anexo 10.4.

Se acotó el período de calibración del modelo hidrológico al comprendido entre los años 2011 y 2020, lo cual da un mejor ajuste y tiene mayor representatividad de las condiciones presentes para luego proyectarlas a futuro.

Además, para algunas subcuencas se realizó un ajuste lineal a los datos de precipitación de CR2MET en función de los datos observados en las distintas estaciones disponibles, de forma de obtener un factor de ponderación que resulte en un caudal modelado más cercano al observado. La Tabla 15 muestra las subcuencas para las que fue necesario realizar esta metodología y el valor obtenido.

### 5.3.5. Estimación de la demanda y reglas de operación futuras

Se consideró mantener el valor de demandas constante y contrastarlo con las ofertas futuras obtenidas de la modelación en HydroBID.

Tabla 15. Factor de ponderación de la precipitación por subcuenca.

Estación (subcuenca)	Cuenca	Factor de ponderación precipitación
Río Side en Cerro Sombrero	Tierra del Fuego	1.0320
Río Chico En Ruta Y-895	Tierra del Fuego	0.9797
Río Herminita En Ruta Y-895	Tierra del Fuego	0.7788
Río Serrano en Desembocadura	Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente	1.1994

## 5.4. Cálculo del Índice de Seguridad Hídrica

### 5.4.1. Índice de Seguridad Hídrica Histórico

Debido a la presencia de glaciares en algunas de las subcuencas de estudio, se obtienen en ellas índices críticos en los meses de invierno, esto posiblemente debido a la contraposición entre la disminución de la oferta hídrica en los meses de invierno por su régimen de condición glacial versus el valor constante a lo largo del año de la componente ecológica del caudal ambiental. Por esta razón, se opta por omitir el valor del ISH para las cuencas con presencia de glaciares, de acuerdo con el Inventario Público de Glaciares 2022 versión 2 (IPG2022\_v2), y sólo en los meses de mayo a octubre, ya que según la información que entregan las series de tiempo de cuencas glaciales de la zona de estudio (ver sección 4.2.2 Caudales Observados) se observa que el caudal disminuye al punto medio de la curva entre el máximo y mínimo anual promedio en el mes de abril y, de manera análoga, en noviembre el caudal alcanza el punto medio entre estos dos extremos.

De esta forma, se agrega una nueva clasificación al criterio establecido en la sección 4.5 del presente informe sólo aplicable a las cuencas con presencia de glaciares, para las que se requiere una validación de la curva de habitabilidad local intra anual.

**Tabla 16.** Clasificación del Índice de Seguridad Hídrica actualizado.

Índice de Seguridad Hídrica	Comparación Oferta y Demandas	Color y clasificación
<b>ISH &lt; 0</b>	Oferta < $Q_{ambeco}$	<b>Crítica</b>
	Oferta < Demandas arriba + $Q_{ambeco}$ Oferta $\geq Q_{ambeco}$	<b>Insuficiente</b>
<b>ISH <math>\geq 0</math></b>	Oferta $\geq Q_{ambeco}$ + Demandas arriba	<b>Suficiente</b>
	Oferta $\geq Q_{ambeco}$ + Demandas aguas arriba + Demandas aguas abajo	<b>Excedente</b>
<b>ISH desconocido</b>	Existe presencia de glaciares en la cuenca	<b>Sin información suficiente para evaluar el ISH</b>

La Figura 88 muestra la clasificación del índice de seguridad hídrica (ISH) anual para el periodo histórico (1981-2020) con su ubicación y respectiva simbología aplicada a la extensión de cada subcuenca. Luego, la Tabla 17 y Tabla 18 muestran los resultados mensuales del ISH histórico para las subcuencas de primera categoría y segunda y tercera categoría, respectivamente. En estas tablas también se incluye el promedio anual de los índices mensuales por subcuenca.

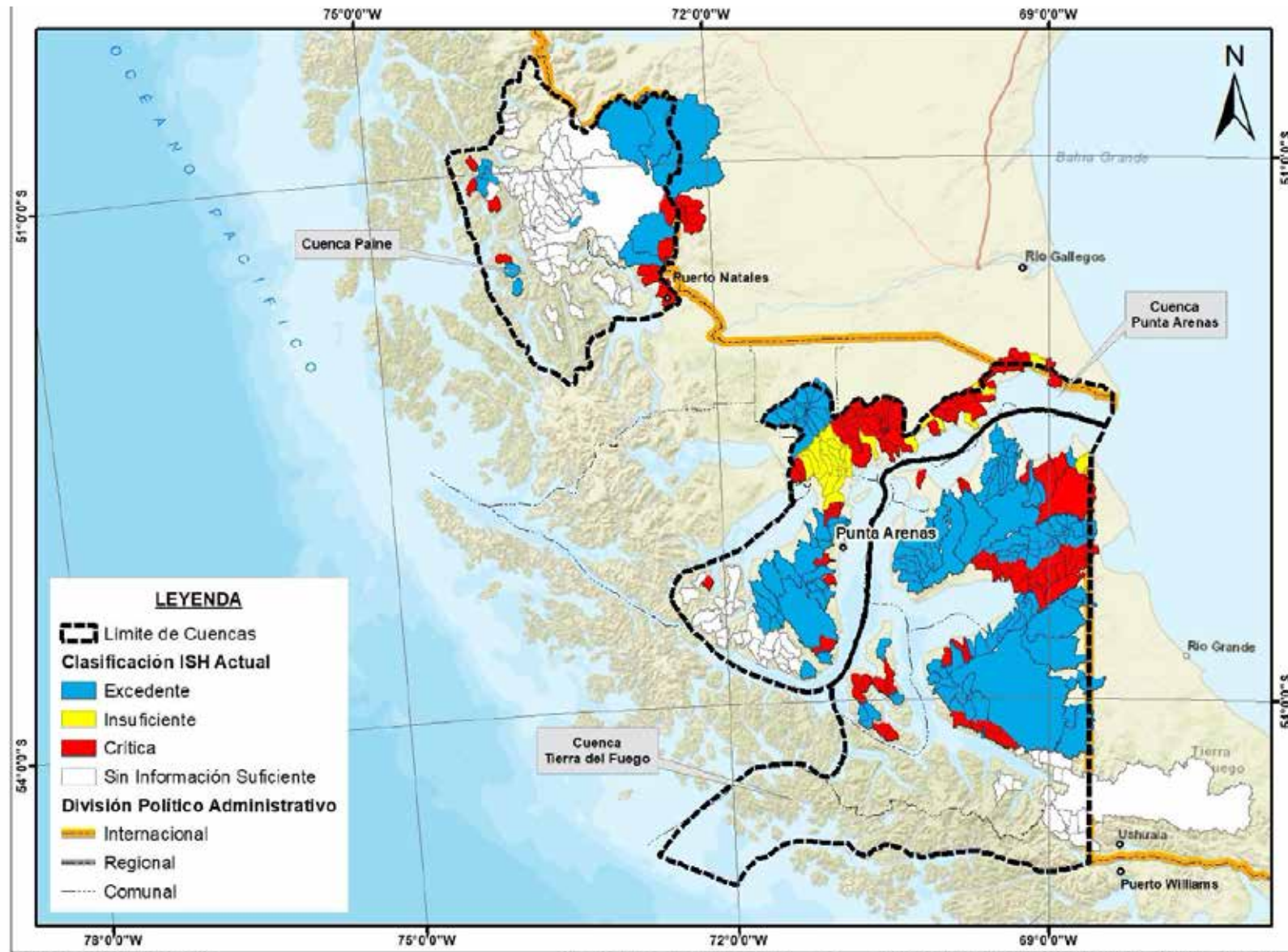
Sobre las cuencas de primera categoría, se observa que para la cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemborg e islas al oriente existen dos subcuencas con ISH crítico para todos los meses del año, Río Don Guillermo En Cerro Castillo y Río Chorrillos Tres Pasos Ruta N 9. De ellas se puede decir que son los sectores productivos agrícola y pecuario (sobre todo este último) los que aportan a este resultado además de la componente ecológica del caudal ambiental que para Río Don Guillermo En Cerro Castillo corresponde a casi 150 veces la oferta de la subcuenca. Además, notar que parte de la subcuenca Río Don Guillermo en Cerro Castillo se encuentra en territorio argentino.

En la cuenca Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes se identifican dos subcuencas con ISH crítico anual, pero observando la Tabla 17 se suman otras dos subcuencas con ISH crítico para algunos meses. De estas, Río Tres Brazos Antes Bt. Sendos presenta demanda del sector agrícola y Río Las Minas En Bt. Sendos del sector pecuario. Las restantes, Río Caleta en Seno Otway y Río Legnadura Antes Bt. Sendos, no tienen demanda de acuerdo con el estudio de Huella Hídrica por lo que es la componente ecológica del caudal ambiental la que provoca el carácter crítico.

Finalmente, tres subcuencas de la cuenca Tierra del Fuego tienen ISH crítico: Río Cullen En Frontera, Río San Martín En San Sebastián, ambas para todos los meses, y Río Caleta En Tierra Del Fuego, con índice crítico para los meses de verano principalmente. La primera posee un oferta superficial y subterránea bajas en comparación con la demanda

(sector pecuario) y caudal ecológico; para la segunda es el caudal ecológico el que ejerce más estrés en los resultados; y para la última la demanda calculada es nula con lo que el caudal ecológico provoca la clasificación crítica de la subcuenca.

Notar que para ninguna cuenca se presentan subcuencas con ISH clasificado como “suficiente”, lo cual significa que no se da el caso en que la oferta es mayor a la componente ecológica del caudal ambiental más la demanda aguas arriba y menor cuando a esta suma se le agrega la demanda aguas abajo.



**Figura 88.** Clasificación del Índice de Seguridad Hídrica (ISH), promedio anual. Periodo histórico 2010-2020.

**Tabla 17.** Índice de Seguridad Hídrica (ISH) para cuencas de primera categoría en el periodo histórico (m³/s).

Índice de seguridad hídrica (m³/s)													
Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
<b>CUENCA 1- Costeras entre Seno Andrew y R. Holleberg e islas al oriente.</b>													
Río Rincón En Ruta Y-290	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Serrano Antes Junta Grey	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Serrano En Desagüe Lago Del Toro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Serrano En Desembocadura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Vizcachas En Cerro Guido	1.01	0.35	0.39	0.66	0.99	0.69	1.21	0.72	0.93	4.48	5.26	2.15	1.57
Río Baguales En Cerro Guido	0.37	0.12	0.38	0.52	0.88	0.67	0.95	0.53	0.76	2.71	3.54	1.41	1.07
Río Paine En Parque Nacional 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Tres Pasos En Desagüe Lago Toro	2.15	2.08	1.99	2.32	2.61	2.46	3.01	3.06	5.12	4.89	3.46	2.57	2.98
Río Chorrillos Tres Pasos Ruta N 9	-0.85	-0.83	-0.83	-0.82	-0.83	-0.78	-0.64	-0.55	-0.57	-0.61	-0.86	-0.87	-0.75
Río Las Chinas Antes Desagüe Del Toro	17.87	15.53	16.00	15.69	18.65	18.33	18.45	17.95	18.52	30.27	29.05	22.01	19.86
Río Las Chinas En Cerro Guido	12.33	10.95	10.96	11.05	11.69	10.67	10.54	10.92	12.56	21.18	20.74	14.55	13.18
Río Prat En Desembocadura	5.63	5.28	5.23	5.01	5.32	4.78	4.97	4.88	5.52	6.29	6.37	6.16	5.45
<b>CUENCA 2- Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes.</b>													
Río Las Minas En Bt. Sendos	-0.16	-0.14	-0.09	0.03	0.12	0.34	0.36	0.22	0.54	0.23	-0.08	-0.14	0.10
Río Tres Brazos Antes Bt. Sendos	-0.17	-0.24	-0.07	0.40	0.21	1.17	1.23	1.32	1.82	1.55	0.34	-0.14	0.62
Río San Juan En Desembocadura	4.06	2.99	4.89	9.24	11.28	13.86	11.96	13.72	17.62	21.41	10.79	5.88	10.64
Río Calete En Seno Otway	-0.31	0.01	1.09	2.59	3.91	2.60	3.64	4.02	5.86	4.16	4.27	0.83	2.72
Río Grande En Seno Otway	0.27	0.52	1.19	1.69	2.15	3.70	3.61	5.29	6.63	3.10	1.66	0.56	2.53
<b>CUENCA 3- Tierra del Fuego.</b>													
Río Oscar En Bahía San Felipe	0.47	0.42	0.52	0.85	1.08	1.35	1.64	2.10	1.86	1.19	0.68	0.60	1.06
Río Side En Cerro Sombrero	0.16	0.29	0.25	0.28	0.29	0.73	1.09	1.08	0.72	0.32	0.10	0.13	0.45
Río Rasmussen En Frontera (Estancia Vicuña)	3.17	2.98	3.15	4.17	4.61	5.62	5.91	6.69	9.92	10.94	6.89	3.92	5.66
Río Catalina En Pampa Guanacos	1.63	1.51	1.54	1.54	1.53	1.65	2.39	2.79	3.50	3.53	2.27	1.78	2.14
Río Cullen En Frontera	-0.22	-0.22	-0.21	-0.21	-0.21	-0.19	-0.18	-0.18	-0.20	-0.21	-0.21	-0.22	-0.20
Río Azopardo En Desembocadura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Caleta En Tierra Del Fuego	-0.29	-0.33	-0.25	0.19	-0.03	0.39	0.38	0.53	0.54	0.32	-0.07	-0.23	0.09
Río Oro En Bahía San Felipe	1.18	1.11	1.22	1.53	1.80	2.45	3.18	2.90	3.02	2.30	1.73	1.35	1.98
Río Grande En Tierra Del Fuego	24.22	20.16	20.48	22.47	28.44	31.04	37.16	39.38	44.42	48.47	41.30	29.75	32.27
Río Herminita En Ruta Y-895	12.18	12.18	12.22	12.35	12.49	12.52	13.47	14.50	14.33	12.72	12.41	12.30	12.81
Río Chico En Ruta Y-895	1.07	0.95	1.28	1.38	1.86	2.51	2.79	3.14	2.76	1.75	1.29	1.05	1.82
Río San Martín En San Sebastián	-0.39	-0.41	-0.41	-0.39	-0.40	-0.36	-0.30	-0.22	-0.34	-0.41	-0.45	-0.40	-0.37

**Tabla 18.** Índice de Seguridad Hídrica (ISH) para cuencas de segunda y tercera categoría en el periodo histórico (m³/s).

Índice de seguridad hídrica (m³/s)													
Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
<b>CUENCA 1- Costeras entre Seno Andrew y R. Holleberg e islas al oriente.</b>													
Río Tindall En Desembocadura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Geikie En Desembocadura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Grey Antes Junta Serrano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Caadon 1 En Desembocadura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Don Guillermo En Cerro Castillo	-2.96	-2.96	-2.96	-2.96	-2.93	-2.91	-2.84	-2.65	-2.62	-2.61	-2.88	-2.95	-2.85
319823300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319831500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319837600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319844100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319849700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319849800	-2.75	-4.17	-4.58	-5.23	-6.01	-6.01	-6.01	-6.01	-6.01	-5.82	-4.19	-3.45	-5.02
319861800	-1.16	-2.72	-3.17	-3.88	-4.75	-4.75	-4.75	-4.75	-4.75	-4.53	-2.74	-1.93	-3.66
319862500	26.13	14.20	10.77	5.33	-1.29	-1.29	-1.29	-1.29	-1.29	0.35	14.05	20.25	7.05
319864700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319866500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319867500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319870300	-4.40	-6.56	-7.18	-8.17	-9.36	-9.36	-9.36	-9.36	-9.36	-9.07	-6.59	-5.47	-7.85
319871500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319879400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319893800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319895600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319895700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319895900	-4.06	-5.98	-6.54	-7.41	-8.48	-8.48	-8.48	-8.48	-8.48	-8.21	-6.01	-5.01	-7.13
319896300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319897600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319898200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319898400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319902000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Tabla 18.** Índice de Seguridad Hídrica (ISH) para cuencas de segunda y tercera categoría en el periodo histórico (m³/s).

Índice de seguridad hídrica (m³/s)													
Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
319902700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319903400	5.99	3.41	2.67	1.50	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.42	3.38	4.72	1.87
319907000	-1.36	-1.35	-1.44	-1.35	-1.12	-1.10	-1.09	-1.05	-1.01	-0.97	-1.11	-1.14	-1.17
319909500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319910200	5.01	2.85	2.22	1.24	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.33	2.82	3.94	1.55
319911600	-1.14	-1.05	-1.20	-1.12	-0.93	-0.78	-0.76	-0.73	-0.82	-0.68	-0.80	-0.83	-0.90
319913300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319914300	-0.82	-0.46	-0.78	-0.75	-0.72	-0.14	-0.14	-0.12	-0.69	-0.18	-0.18	-0.24	-0.43
319917100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319917200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319917300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319919000	-0.72	-0.74	-0.67	-0.64	-0.61	-0.56	-0.55	-0.20	-0.57	-0.26	-0.26	-0.66	-0.54
319921300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319922000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319937000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>CUENCA 2- Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes.</b>													
Río Legnadura Antes Bt Sendos	-0.28	-0.30	-0.26	-0.15	-0.08	-0.09	0.00	-0.01	0.65	0.46	-0.04	-0.21	-0.02
319956300	-0.44	-0.43	-0.44	-0.37	-0.40	-0.41	-0.37	-0.38	-0.40	-0.44	-0.42	-0.46	-0.41
319956500	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
319960200	-0.08	-0.08	-0.08	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.08	-0.07	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08
319960800	-0.04	-0.04	-0.05	-0.03	-0.05	-0.05	-0.03	-0.03	-0.04	-0.05	-0.04	-0.05	-0.04
319962700	-0.02	-0.02	-0.03	-0.01	-0.03	-0.03	0.00	0.00	-0.02	-0.03	-0.02	-0.04	-0.02
319963600	-0.24	-0.24	-0.27	-0.20	-0.25	-0.26	-0.17	-0.18	-0.23	-0.27	-0.24	-0.28	-0.24
319967300	-0.17	-0.19	-0.24	-0.15	-0.23	-0.23	-0.10	-0.10	-0.18	-0.24	-0.19	-0.25	-0.19
319969800	-0.16	-0.15	-0.15	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.15	-0.15	-0.16	-0.15
319970600	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02
319972000	-0.05	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.05	-0.04
319972600	-0.04	-0.04	-0.04	-0.03	-0.03	-0.04	-0.03	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04
319975300	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.02

**Tabla 18.** Índice de Seguridad Hídrica (ISH) para cuencas de segunda y tercera categoría en el periodo histórico (m³/s).

Índice de seguridad hídrica (m³/s)													
Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
Río Santa Susana	-3.38	-3.13	-2.97	-2.71	-2.84	-2.75	-2.61	-2.97	-2.98	-3.19	-3.07	-3.27	-2.99
319976400	-0.05	-0.05	-0.07	-0.06	-0.04	-0.05	-0.04	-0.06	-0.04	-0.06	-0.05	-0.06	-0.05
319977100	-0.04	-0.04	-0.05	-0.04	-0.02	-0.03	-0.02	-0.04	-0.03	-0.04	-0.04	-0.05	-0.04
319977400	-0.05	-0.05	-0.06	-0.05	-0.04	-0.05	-0.04	-0.05	-0.04	-0.05	-0.05	-0.06	-0.05
319978400	-0.32	-0.30	-0.34	-0.28	-0.18	-0.24	-0.14	-0.28	-0.21	-0.34	-0.28	-0.35	-0.27
319980700	-0.07	-0.07	-0.09	-0.08	-0.05	-0.07	-0.04	-0.07	-0.05	-0.08	-0.07	-0.08	-0.07
319981000	-0.08	-0.08	-0.11	-0.10	-0.06	-0.08	-0.05	-0.08	-0.06	-0.09	-0.08	-0.09	-0.08
319981800	-0.14	-0.16	-0.23	-0.20	-0.09	-0.16	-0.08	-0.16	-0.09	-0.17	-0.15	-0.19	-0.15
319981900	-1.71	-1.99	-2.80	-2.56	-1.16	-2.06	-1.10	-2.10	-1.19	-2.17	-1.96	-2.34	-1.93
319982300	-0.10	-0.10	-0.11	-0.09	-0.06	-0.07	-0.05	-0.08	-0.06	-0.10	-0.09	-0.11	-0.08
319986500	-0.13	-0.15	-0.21	-0.19	-0.08	-0.15	-0.08	-0.15	-0.09	-0.16	-0.14	-0.17	-0.14
319986900	-0.16	-0.16	-0.19	-0.16	-0.11	-0.14	-0.10	-0.15	-0.12	-0.16	-0.15	-0.17	-0.15
319990200	0.11	0.11	0.07	0.10	0.17	0.13	0.18	0.12	0.16	0.10	0.12	0.09	0.12
319990400	-0.08	-0.18	-0.07	0.61	0.98	1.01	1.04	1.05	1.85	1.17	0.85	0.26	0.71
319991900	0.07	0.07	0.10	0.33	0.44	0.40	0.44	0.56	0.68	0.46	0.33	0.14	0.33
319998900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319999300	-0.87	0.07	1.09	1.79	1.62	0.88	0.25	0.55	2.36	1.15	0.87	-0.09	0.81
319999400	1.22	-0.14	-0.53	-1.15	-1.91	-1.91	-1.91	-1.91	-1.91	-1.72	-0.15	0.55	-0.95
320000500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320000700	-1.62	-1.64	-1.53	-1.23	-1.17	-1.25	-1.39	-1.37	-0.84	-1.19	-1.30	-1.52	-1.34
320001300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320001800	-0.22	0.29	1.57	3.81	4.06	3.09	1.82	2.01	6.42	3.67	2.85	0.92	2.52
320002000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320002300	0.38	1.00	1.47	1.75	1.51	1.00	0.60	1.00	1.61	1.22	1.21	0.82	1.13
320004200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320004400	18.84	11.20	8.81	5.42	0.70	0.38	0.16	0.50	1.33	2.60	11.00	15.03	6.33
320005400	8.77	4.50	3.28	1.33	-1.03	-1.03	-1.03	-1.03	-1.03	-0.45	4.45	6.67	1.95
320005800	6.86	2.19	0.84	-1.28	-3.88	-3.88	-3.88	-3.88	-3.88	-3.23	2.13	4.55	-0.61
320005900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Tabla 18.** Índice de Seguridad Hídrica (ISH) para cuencas de segunda y tercera categoría en el periodo histórico (m³/s).

Índice de seguridad hídrica (m³/s)													
Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
320006600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320007500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320009500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320009800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320010200	-3.53	-3.00	-2.45	-2.02	-2.12	-2.53	-2.94	-2.85	-1.66	-2.36	-2.53	-3.11	-2.59
320013400	0.31	0.62	0.93	1.18	1.12	0.88	0.65	0.70	1.38	0.98	0.89	0.56	0.85
320013700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320015600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320017300	5.60	2.30	1.35	-0.15	-1.98	-1.98	-1.98	-1.98	-1.98	-1.52	2.26	3.98	0.33
320311500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laguna Blanca NE	0.05	0.10	0.13	0.18	0.15	0.18	0.20	0.14	0.13	0.08	0.13	0.08	0.13
Laguna Blanca SW	0.08	0.14	0.18	0.25	0.21	0.24	0.28	0.19	0.18	0.12	0.17	0.11	0.18
<b>CUENCA 3- Tierra del Fuego.</b>													
319972700	-0.02	-0.02	-0.01	0.02	0.05	0.08	0.10	0.09	0.05	0.01	-0.01	-0.02	0.03
319973800	-0.01	-0.01	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.04	0.02	0.00	0.00	-0.01	0.01
319976000	-1.50	-1.39	-1.12	0.55	1.48	2.56	3.40	3.06	1.93	0.39	-0.38	-1.19	0.65
319976100	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
319977200	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.01
319977300	-0.28	-0.23	-0.19	-0.10	-0.10	-0.04	-0.04	-0.08	-0.15	-0.21	-0.21	-0.26	-0.16
319979200	-0.05	-0.05	-0.05	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
319981600	-0.24	-0.24	-0.25	-0.22	-0.20	-0.17	-0.14	-0.13	-0.15	-0.17	-0.20	-0.22	-0.19
319981700	-0.10	-0.08	-0.07	-0.02	-0.03	-0.01	-0.02	-0.04	-0.07	-0.08	-0.07	-0.09	-0.06
319982700	-0.26	-0.23	-0.20	-0.18	-0.15	-0.12	-0.09	-0.10	-0.11	-0.14	-0.15	-0.21	-0.16
319982800	0.08	0.08	0.09	0.12	0.14	0.17	0.19	0.18	0.14	0.09	0.08	0.08	0.12
319982900	-0.03	0.06	0.13	0.34	0.33	0.44	0.43	0.31	0.18	0.09	0.11	0.01	0.20
319983800	-0.21	-0.22	-0.20	-0.17	-0.14	-0.12	-0.08	-0.08	-0.10	-0.15	-0.18	-0.20	-0.15
319992300	-0.12	-0.10	-0.01	0.14	0.28	0.40	0.55	0.68	0.58	0.40	0.22	0.05	0.26
319992600	0.22	0.37	0.53	0.88	1.10	1.36	1.65	1.68	1.47	1.12	0.88	0.50	0.98
319992800	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

**Tabla 18.** Índice de Seguridad Hídrica (ISH) para cuencas de segunda y tercera categoría en el periodo histórico (m³/s).

Índice de seguridad hídrica (m³/s)													
Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
319993400	-0.18	-0.15	-0.25	1.43	2.16	1.91	2.45	2.49	1.36	0.48	0.18	-0.15	0.98
319993500	0.33	0.40	0.64	1.07	1.54	1.99	2.56	2.76	2.53	1.93	1.35	0.82	1.49
319996800	-2.09	-2.09	-2.13	-1.35	-1.03	-1.14	-0.90	-0.88	-1.39	-1.79	-1.94	-2.08	-1.57
319999100	0.61	0.73	0.87	1.18	1.37	1.60	1.87	1.87	1.70	1.39	1.17	0.85	1.27
319999600	0.13	0.16	0.19	0.26	0.30	0.34	0.40	0.39	0.36	0.29	0.25	0.18	0.27
320000200	-0.35	-0.33	-0.27	-0.19	-0.17	-0.12	-0.08	-0.08	-0.14	-0.23	-0.26	-0.34	-0.21
320000300	-0.16	-0.16	-0.16	-0.14	-0.13	-0.13	-0.12	-0.12	-0.14	-0.15	-0.15	-0.16	-0.14
320000400	-0.13	-0.13	-0.13	-0.12	-0.12	-0.12	-0.11	-0.11	-0.12	-0.13	-0.13	-0.13	-0.12
320001000	-0.38	-0.38	-0.38	-0.33	-0.30	-0.31	-0.29	-0.29	-0.32	-0.35	-0.37	-0.38	-0.34
320001900	0.10	0.12	0.15	0.20	0.24	0.28	0.32	0.32	0.29	0.23	0.20	0.14	0.22
320002100	-0.64	-0.63	-0.62	-0.59	-0.49	-0.61	-0.67	-0.57	-0.69	-0.67	-0.64	-0.66	-0.62
320003300	-0.29	-0.23	0.11	1.08	1.44	1.97	2.79	2.34	1.57	0.48	0.35	-0.20	0.95
320004000	-0.22	-0.06	-0.31	0.57	0.36	0.48	0.56	0.42	0.27	-0.25	-0.32	-0.41	0.09
320007300	-0.21	-0.23	-0.24	0.27	0.47	0.73	0.93	0.83	0.59	0.18	0.07	-0.16	0.27
320009200	-0.17	-0.19	-0.19	0.37	0.60	0.89	1.11	0.99	0.73	0.27	0.14	-0.11	0.37
320009600	0.06	0.05	0.05	0.10	0.27	0.43	0.49	0.50	0.37	0.22	0.12	0.07	0.23
320009900	-0.25	-0.25	-0.25	-0.24	-0.06	0.11	0.17	0.21	0.06	-0.09	-0.20	-0.24	-0.09
320010300	-0.18	-0.18	-0.18	-0.06	0.34	0.71	0.87	0.89	0.58	0.21	-0.01	-0.14	0.24
320010400	-0.25	-0.26	-0.26	0.11	0.37	0.71	0.90	0.81	0.56	0.15	0.02	-0.20	0.22
320011000	0.13	0.08	0.00	0.00	0.15	0.23	0.20	0.19	0.11	0.12	0.40	0.45	0.17
320011100	-0.25	-0.25	-0.25	-0.24	0.03	0.28	0.37	0.43	0.21	-0.02	-0.18	-0.24	-0.01
320011400	-0.45	-0.50	-0.52	-0.26	0.05	0.22	0.42	0.54	0.41	0.14	-0.06	-0.29	-0.02
320013800	-0.23	-0.24	-0.24	-0.20	0.32	0.81	1.00	1.12	0.69	0.22	-0.09	-0.21	0.25
320017700	-0.28	-0.31	-0.36	-0.37	-0.27	-0.21	-0.23	-0.24	-0.29	-0.29	-0.10	-0.07	-0.25
320017800	-0.04	-0.08	-0.14	-0.14	-0.02	0.03	0.01	0.00	-0.05	-0.05	0.16	0.20	-0.01
320018300	-0.10	-0.14	-0.19	-0.19	-0.09	-0.04	-0.06	-0.07	-0.11	-0.11	0.07	0.10	-0.08
320018400	-0.02	0.00	0.10	0.30	0.33	0.42	0.52	0.61	0.52	0.35	0.24	0.06	0.29
320019600	-0.43	-0.47	-0.53	-0.53	-0.41	-0.35	-0.37	-0.38	-0.44	-0.44	-0.22	-0.18	-0.40
320020000	-0.16	-0.21	-0.29	-0.29	-0.14	-0.07	-0.09	-0.10	-0.18	-0.17	0.10	0.15	-0.12

**Tabla 18.** Índice de Seguridad Hídrica (ISH) para cuencas de segunda y tercera categoría en el periodo histórico (m³/s).

Índice de seguridad hídrica (m³/s)													
Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
320020600	4.30	4.29	4.33	4.57	4.75	4.80	4.98	4.79	4.73	4.53	4.47	4.34	4.57
320021200	-0.34	-0.38	-0.44	-0.44	-0.32	-0.26	-0.28	-0.29	-0.35	-0.35	-0.13	-0.09	-0.31
320021600	4.74	5.18	7.62	12.83	16.93	25.09	30.84	33.18	29.50	19.03	12.71	7.07	17.06
320022900	0.32	0.29	0.24	0.23	0.34	0.39	0.37	0.36	0.31	0.32	0.50	0.54	0.35
320025900	3.68	1.80	1.26	0.40	-0.64	-0.64	-0.64	-0.64	-0.64	-0.39	1.77	2.75	0.67
320026100	5.21	2.56	1.79	0.59	-0.89	-0.89	-0.89	-0.89	-0.89	-0.52	2.53	3.90	0.97
320026600	2.81	1.11	0.62	-0.15	-1.09	-1.09	-1.09	-1.09	-1.09	-0.86	1.09	1.98	0.09
320027900	-0.70	-0.66	-0.48	-0.12	-0.07	0.11	0.28	0.44	0.28	-0.02	-0.24	-0.55	-0.15
320028400	-0.58	-3.14	-3.88	-5.05	-6.47	-6.47	-6.47	-6.47	-6.47	-6.12	-3.17	-1.84	-4.68
320029400	-0.79	-0.79	-0.79	-0.79	-0.68	-0.27	-0.04	-0.06	-0.24	-0.52	-0.73	-0.78	-0.54
320029700	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.30	-0.12	-0.02	-0.03	-0.11	-0.23	-0.33	-0.35	-0.24
320029800	0.09	0.08	0.08	0.08	0.38	1.50	2.14	2.07	1.59	0.82	0.24	0.11	0.76
320030900	-0.77	-0.79	-0.79	-0.79	0.22	3.96	6.12	5.89	4.27	1.68	-0.24	-0.68	1.51
320031100	-0.34	-0.37	-0.42	-0.42	-0.33	-0.28	-0.30	-0.31	-0.35	-0.35	-0.18	-0.14	-0.32
320031600	-1.11	-1.11	-1.11	-1.11	-0.92	-0.22	0.18	0.14	-0.16	-0.65	-1.01	-1.09	-0.68
320034000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320035300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320038000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320038100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320040000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320041200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320057000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 5.4.2 Índice de Seguridad Hídrica Proyectado

Considerando los resultados de la proyección 2020-2060 en la Figura 89 se muestra la clasificación del ISH anual con su ubicación y respectiva simbología aplicada a la extensión de cada subcuenca.

En las Tabla 19 y Tabla 20 se muestran los resultados del índice de seguridad hídrica (ISH) evaluado en las cuencas de categoría 1 y categoría 2 y 3 respectivamente. Además, se incluye la clasificación del ISH según el criterio establecido en la sección 4.5 del presente informe con la actualización hecha para cuencas de régimen glacial o con presencia de glaciares.

Se observa que para las tres cuencas de estudio aumenta el número de subcuencas clasificadas como críticas o insuficientes y disminuye el valor del índice, es decir, se vuelve más negativo. El mayor cambio se produce en la zona norte de la cuenca de Tierra del Fuego y para cuencas que no presentan estación fluviométrica. Al igual que para el escenario actual, se nota que no se presentan cuencas clasificadas con ISH "suficiente".

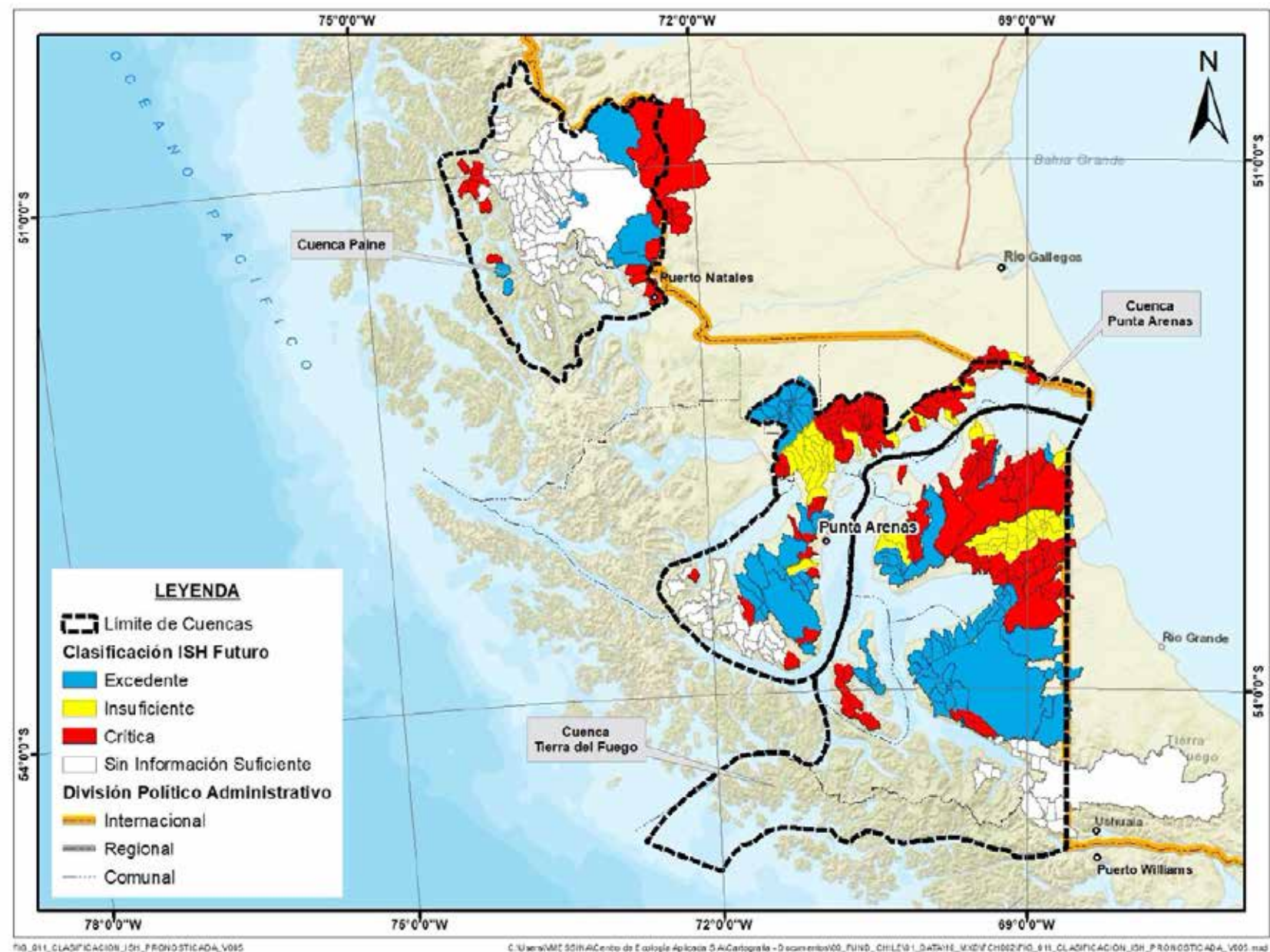


Figura 89. Clasificación del índice de seguridad hídrica (ISH). Proyección 2020-2060.

**Tabla 19.** Índice de Seguridad Hídrica (ISH) para cuencas de primera categoría en el periodo futuro (m³/s).

Estación \ Mes	Índice de seguridad hídrica (m³/s)												PROM. ANUAL
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
<b>CUENCA 1- Costeras entre Seno Andrew y R. Holleberg e islas al oriente.</b>													
Río Rincón En Ruta Y-290	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Serrano Antes Junta Grey	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Serrano En Desagüe Lago Del Toro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Serrano En Desembocadura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Vízcachas En Cerro Guido	-1.27	-1.27	-1.27	-1.32	-1.27	-1.26	-1.27	-1.27	-1.32	-1.41	-1.41	-1.40	-1.31
Río Baguales En Cerro Guido	-0.38	-0.43	-0.46	-0.53	-0.50	-0.52	-0.54	-0.55	-0.60	-0.79	-0.65	-0.54	-0.54
Río Paine En Parque Nacional 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Tres Pasos En Desagüe Lago Toro	2.10	1.93	1.79	1.71	1.61	1.53	1.60	1.70	1.97	2.28	2.69	2.43	1.94
Río Chorrillos Tres Pasos Ruta N 9	-0.88	-0.86	-0.87	-0.87	-0.89	-0.92	-0.93	-0.97	-0.89	-0.95	-0.96	-0.92	-0.91
Río Las Chinas Antes Desagüe Del Toro	17.34	15.89	15.62	14.33	13.18	12.32	11.96	11.87	13.48	15.27	19.86	22.33	15.29
Río Las Chinas En Cerro Guido	13.64	12.38	12.05	10.70	9.45	8.88	8.76	8.79	9.66	10.29	14.84	18.91	11.53
Río Prat En Desembocadura	4.75	4.63	4.52	4.48	4.50	4.74	4.99	5.27	5.40	5.20	5.10	4.91	4.88
<b>CUENCA 2- Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes.</b>													
Río Las Minas En Bt. Sendos	-0.12	-0.19	-0.23	-0.25	-0.23	-0.10	-0.15	-0.17	0.24	0.50	0.21	0.01	-0.04
Río Tres Brazos Antes Bt. Sendos	-0.32	-0.38	-0.41	-0.42	-0.26	0.22	0.11	0.06	0.97	0.52	0.09	-0.19	0.00
Río San Juan En Desembocadura	8.16	7.83	10.28	14.51	16.31	12.84	8.95	8.59	15.84	16.94	14.29	10.53	12.09
Río Calete En Seno Otway	3.67	3.45	3.79	4.31	4.69	1.81	0.07	-1.11	5.59	5.00	4.88	4.13	3.36
Río Grande En Seno Otway	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	0.05	0.05	0.11	0.29	1.40	0.12	0.01	-0.01	0.16
<b>CUENCA 3- Tierra del Fuego.</b>													
Río Oscar En Bahía San Felipe	-0.20	-0.20	-0.17	-0.18	-0.20	-0.09	0.06	0.04	-0.11	-0.17	-0.19	-0.17	-0.13
Río Side En Cerro Sombrero	-0.34	-0.34	-0.35	-0.35	-0.40	-0.34	-0.19	-0.20	-0.33	-0.37	-0.35	-0.34	-0.32
Río Rasmussen En Frontera (Estancia Vicuña)	2.22	1.98	1.87	1.81	1.82	1.89	2.65	3.85	5.40	6.29	4.02	2.81	3.05
Río Catalina En Pampa Guanacos	1.41	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.42	1.48	2.24	2.20	1.67	1.47	1.57
Río Cullen En Frontera	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.22	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23
Río Azopardo En Desembocadura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Caleta En Tierra Del Fuego	0.24	0.25	0.58	1.19	1.53	1.53	1.54	1.58	1.30	1.05	0.81	0.53	1.01
Río Oro En Bahía San Felipe	-0.05	-0.06	-0.07	-0.06	0.02	0.17	0.35	0.40	0.24	0.11	0.03	-0.02	0.09
Río Grande En Tierra Del Fuego	15.49	15.43	15.38	15.34	15.32	15.30	15.36	15.41	15.91	15.98	15.68	15.58	15.52
Río Herminita En Ruta Y-895	11.79	11.73	11.69	11.65	11.63	11.61	11.66	11.71	12.22	12.29	11.98	11.88	11.82
Río Chico En Ruta Y-895	-0.99	-0.99	-0.98	-0.41	0.04	-0.26	-0.39	-0.30	0.57	1.37	-0.46	-0.94	-0.31
Río San Martín En San Sebastián	-0.49	-0.49	-0.50	-0.51	-0.52	-0.51	-0.53	-0.50	-0.48	-0.52	-0.51	-0.50	-0.51

**Tabla 20.** Índice de Seguridad Hídrica (ISH) para cuencas de segunda y tercera categoría en el periodo futuro (m³/s).

Índice de seguridad hídrica (m³/s)													
Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
<b>CUENCA 1- Costeras entre Seno Andrew y R. Holleberg e islas al oriente.</b>													
Río Tindall En Desembocadura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Geikie En Desembocadura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Grey Antes Junta Serrano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Caadon 1 En Desembocadura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Don Guillermo En Cerro Castillo	-1.25	-1.76	-1.62	-1.13	-1.32	-2.13	-2.56	-2.77	-2.69	2.43	1.97	-0.08	-1.08
319823300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319831500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319837600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319844100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319849700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319849800	-5.94	-5.86	-5.85	-5.89	-5.91	-5.93	-5.95	-5.96	-5.97	-5.98	-5.99	-5.99	-5.94
319861800	-4.68	-4.58	-4.57	-4.61	-4.64	-4.66	-4.68	-4.70	-4.71	-4.72	-4.72	-4.73	-4.67
319862500	-0.74	0.01	0.06	-0.21	-0.44	-0.62	-0.76	-0.88	-0.96	-1.03	-1.09	-1.10	-0.65
319864700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319866500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319867500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319870300	-9.26	-9.13	-9.12	-9.17	-9.21	-9.24	-9.26	-9.29	-9.30	-9.31	-9.32	-9.33	-9.25
319871500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319879400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319893800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319895600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319895700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319895900	-8.39	-8.27	-8.26	-8.31	-8.34	-8.37	-8.40	-8.41	-8.43	-8.44	-8.45	-8.45	-8.38
319896300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319897600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319898200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319898400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319902000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CONTINUA 

**Tabla 20.** Índice de Seguridad Hídrica (ISH) para cuencas de segunda y tercera categoría en el periodo futuro (m³/s).

Índice de seguridad hídrica (m³/s)													
Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
319902700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319903400	0.18	0.35	0.36	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.11	0.11	0.20
319907000	-1.68	-1.70	-1.74	-1.77	-1.77	-1.70	-1.66	-1.58	-1.51	-1.55	-1.60	-1.65	-1.66
319909500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319910200	0.14	0.27	0.28	0.23	0.19	0.16	0.14	0.11	0.09	0.08	0.08	0.07	0.15
319911600	-1.40	-1.34	-1.44	-1.46	-1.45	-1.27	-1.22	-1.15	-1.23	-1.15	-1.20	-1.24	-1.30
319913300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319914300	-0.91	-0.54	-0.91	-0.91	-0.91	-0.37	-0.37	-0.37	-0.90	-0.37	-0.37	-0.37	-0.61
319917100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319917200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319917300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319919000	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.48	-0.81	-0.48	-0.48	-0.82	-0.73
319921300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319922000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319937000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>CUENCA 2- Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes.</b>													
Río Legnadura Antes Bt Sendos	-0.35	-0.35	-0.36	-0.36	-0.35	-0.35	-0.36	-0.27	-0.08	-0.32	-0.35	-0.35	-0.32
319956300	-0.46	-0.48	-0.49	-0.46	-0.49	-0.47	-0.41	-0.43	-0.47	-0.49	-0.47	-0.49	-0.47
319956500	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
319960200	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.09	-0.09	-0.09	-0.08
319960800	-0.04	-0.05	-0.05	-0.04	-0.05	-0.05	-0.03	-0.03	-0.04	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
319962700	-0.02	-0.03	-0.04	-0.02	-0.04	-0.04	0.00	-0.01	-0.03	-0.04	-0.03	-0.04	-0.03
319963600	-0.25	-0.27	-0.30	-0.25	-0.30	-0.28	-0.20	-0.20	-0.26	-0.30	-0.27	-0.30	-0.26
319967300	-0.17	-0.21	-0.25	-0.18	-0.26	-0.24	-0.11	-0.12	-0.20	-0.26	-0.21	-0.25	-0.20
319969800	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.16	-0.16	-0.16	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17
319970600	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
319972000	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
319972600	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04
319975300	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03

CONTINUA 

**Tabla 20.** Índice de Seguridad Hídrica (ISH) para cuencas de segunda y tercera categoría en el periodo futuro (m³/s).

Estación \ Mes	Índice de seguridad hídrica (m³/s)												PROM. ANUAL
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Río Santa Susana	-3.65	-3.65	-3.65	-3.65	-3.65	-3.58	-3.48	-3.49	-3.60	-3.64	-3.65	-3.65	-3.61
319976400	-0.05	-0.06	-0.07	-0.07	-0.04	-0.06	-0.04	-0.06	-0.04	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06
319977100	-0.04	-0.05	-0.06	-0.06	-0.04	-0.05	-0.04	-0.05	-0.04	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
319977400	-0.05	-0.06	-0.06	-0.06	-0.05	-0.06	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06	-0.06	-0.06	-0.05
319978400	-0.38	-0.41	-0.48	-0.47	-0.34	-0.42	-0.31	-0.40	-0.33	-0.42	-0.41	-0.44	-0.40
319980700	-0.07	-0.08	-0.10	-0.10	-0.06	-0.08	-0.06	-0.08	-0.06	-0.08	-0.08	-0.09	-0.08
319981000	-0.08	-0.09	-0.11	-0.11	-0.07	-0.09	-0.07	-0.09	-0.07	-0.09	-0.09	-0.10	-0.09
319981800	-0.14	-0.17	-0.24	-0.23	-0.11	-0.18	-0.10	-0.18	-0.11	-0.18	-0.17	-0.20	-0.17
319981900	-1.77	-2.10	-2.94	-2.78	-1.35	-2.27	-1.32	-2.24	-1.34	-2.27	-2.11	-2.44	-2.08
319982300	-0.11	-0.12	-0.13	-0.13	-0.10	-0.12	-0.09	-0.11	-0.10	-0.12	-0.12	-0.12	-0.11
319986500	-0.13	-0.15	-0.21	-0.20	-0.10	-0.17	-0.10	-0.16	-0.10	-0.17	-0.15	-0.18	-0.15
319986900	-0.16	-0.17	-0.21	-0.20	-0.15	-0.18	-0.14	-0.17	-0.15	-0.18	-0.17	-0.19	-0.17
319990200	0.11	0.09	0.05	0.06	0.13	0.08	0.14	0.09	0.13	0.08	0.09	0.08	0.09
319990400	-0.16	-0.30	-0.38	-0.42	-0.38	-0.12	-0.22	-0.27	0.59	1.13	0.53	0.10	0.01
319991900	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.04	-0.06	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07
319998900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319999300	1.20	1.05	1.38	2.17	2.39	0.51	-0.84	-1.40	0.99	5.06	3.21	1.99	1.48
319999400	-1.84	-1.76	-1.75	-1.78	-1.81	-1.83	-1.85	-1.86	-1.87	-1.88	-1.88	-1.88	-1.83
320000500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320000700	-1.75	-1.76	-1.77	-1.77	-1.73	-1.58	-1.61	-1.63	-1.34	-1.48	-1.62	-1.70	-1.65
320001300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320001800	-0.58	-0.65	-0.29	0.40	1.04	1.39	0.78	1.18	2.51	1.61	0.67	0.04	0.68
320002000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320002300	2.13	2.03	2.19	2.39	2.56	1.20	0.33	-0.17	2.61	2.75	2.68	2.37	1.92
320004200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320004400	0.51	0.68	0.88	0.85	0.79	0.16	-0.28	-0.40	0.63	0.83	0.59	0.46	0.47
320005400	-0.84	-0.57	-0.55	-0.65	-0.73	-0.79	-0.85	-0.89	-0.92	-0.94	-0.96	-0.97	-0.80
320005800	-3.66	-3.37	-3.35	-3.45	-3.54	-3.61	-3.67	-3.71	-3.75	-3.78	-3.80	-3.80	-3.62
320005900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CONTINUA 

**Tabla 20.** Índice de Seguridad Hídrica (ISH) para cuencas de segunda y tercera categoría en el periodo futuro (m³/s).

Índice de seguridad hídrica (m³/s)													
Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
320006600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320007500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320009500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320009800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320010200	-3.63	-3.63	-3.31	-2.84	-2.57	-2.75	-3.07	-2.90	-2.92	-3.15	-3.28	-3.49	-3.13
320013400	0.26	0.26	0.44	0.71	0.86	0.76	0.58	0.68	0.66	0.53	0.46	0.34	0.54
320013700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320015600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320017300	-1.83	-1.62	-1.61	-1.68	-1.74	-1.79	-1.83	-1.87	-1.89	-1.91	-1.92	-1.93	-1.80
320311500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laguna Blanca NE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
Laguna Blanca SW	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
CUENCA 3- Tierra del Fuego.													
319972700	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
319973800	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
319976000	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67
319976100	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
319977200	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
319977300	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.30	-0.30	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31
319979200	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
319981600	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.27	-0.27	-0.28	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	-0.26	-0.27
319981700	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.12	-0.12	-0.13	-0.13	-0.13	-0.12	-0.11	-0.11	-0.12
319982700	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.29	-0.29	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30
319982800	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07
319982900	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.10	-0.10	-0.12	-0.13	-0.12	-0.10	-0.08	-0.08	-0.10
319983800	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22
319992300	-0.29	-0.29	-0.29	-0.31	-0.34	-0.35	-0.34	-0.26	-0.31	-0.31	-0.30	-0.29	-0.31
319992600	-0.26	-0.27	-0.28	-0.25	-0.15	-0.04	0.05	0.09	-0.04	-0.14	-0.20	-0.24	-0.14
319992800	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

CONTINUA 

**Tabla 20.** Índice de Seguridad Hídrica (ISH) para cuencas de segunda y tercera categoría en el periodo futuro (m³/s).

Estación \ Mes	Índice de seguridad hídrica (m³/s)												PROM. ANUAL
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
319993400	-0.38	-0.39	-0.39	-0.39	-0.04	0.30	-0.08	0.39	0.69	-0.14	-0.33	-0.35	-0.09
319993500	-0.13	-0.14	-0.15	-0.15	-0.15	-0.06	0.14	0.18	0.07	-0.02	-0.08	-0.11	-0.05
319996800	-2.15	-2.16	-2.16	-2.16	-1.99	-1.83	-2.02	-1.79	-1.64	-2.04	-2.13	-2.14	-2.02
319999100	0.20	0.18	0.18	0.21	0.31	0.41	0.51	0.52	0.42	0.32	0.26	0.22	0.31
319999600	0.04	0.04	0.03	0.04	0.07	0.09	0.11	0.11	0.09	0.07	0.05	0.04	0.07
320000200	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.40	-0.40	-0.40	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39
320000300	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	-0.15	-0.15	-0.15	-0.14	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16
320000400	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.12	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13
320001000	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.37	-0.36	-0.37	-0.35	-0.34	-0.37	-0.38	-0.38	-0.37
320001900	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.06	0.08	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.04
320002100	-0.65	-0.64	-0.63	-0.69	-0.62	-0.70	-0.81	-0.69	-0.72	-0.70	-0.67	-0.67	-0.68
320003300	-0.10	-0.21	-0.27	-0.28	0.59	1.29	1.69	1.99	1.57	0.93	0.47	0.11	0.65
320004000	-0.44	-0.43	-0.42	-0.19	0.22	0.16	0.09	0.33	0.05	-0.34	-0.50	-0.46	-0.16
320007300	-0.07	-0.14	-0.18	-0.20	0.10	0.52	0.76	0.91	0.75	0.51	0.26	0.05	0.27
320009200	-0.01	-0.09	-0.13	-0.15	0.18	0.65	0.91	1.08	0.91	0.63	0.35	0.13	0.37
320009600	0.16	0.12	0.10	0.25	0.49	0.57	0.61	0.68	0.60	0.48	0.37	0.25	0.39
320009900	-0.12	-0.17	-0.17	0.03	0.24	0.30	0.32	0.39	0.31	0.19	0.09	-0.04	0.11
320010300	0.08	-0.03	-0.06	0.30	0.86	1.07	1.14	1.31	1.11	0.84	0.58	0.28	0.62
320010400	-0.09	-0.16	-0.20	-0.22	0.20	0.55	0.78	0.93	0.77	0.51	0.25	0.04	0.28
320011000	0.49	0.37	0.28	0.24	0.26	0.17	0.10	0.04	-0.01	0.18	0.80	0.64	0.30
320011100	-0.07	-0.14	-0.14	0.17	0.48	0.57	0.60	0.69	0.58	0.41	0.25	0.06	0.29
320011400	-0.18	-0.18	0.02	0.39	0.60	0.61	0.62	0.63	0.47	0.32	0.17	0.00	0.29
320013800	0.13	-0.02	-0.02	0.60	1.21	1.40	1.46	1.65	1.41	1.08	0.76	0.39	0.84
320017700	-0.04	-0.12	-0.18	-0.21	-0.19	-0.25	-0.30	-0.34	-0.37	-0.25	0.17	0.06	-0.17
320017800	0.23	0.14	0.07	0.04	0.06	-0.01	-0.06	-0.11	-0.15	-0.01	0.47	0.35	0.08
320018300	0.12	0.05	-0.01	-0.03	-0.02	-0.08	-0.12	-0.16	-0.19	-0.07	0.33	0.22	0.00
320018400	0.17	0.16	0.30	0.51	0.63	0.61	0.62	0.64	0.51	0.42	0.36	0.24	0.43
320019600	-0.15	-0.24	-0.31	-0.35	-0.33	-0.40	-0.45	-0.50	-0.54	-0.39	0.09	-0.04	-0.30
320020000	0.19	0.07	-0.01	-0.06	-0.04	-0.12	-0.19	-0.25	-0.30	-0.12	0.50	0.34	0.00

CONTINUA 

**Tabla 20.** Índice de Seguridad Hídrica (ISH) para cuencas de segunda y tercera categoría en el periodo futuro (m³/s).

Índice de seguridad hídrica (m³/s)													
Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
320020600	4.43	4.37	4.33	4.31	4.29	4.29	4.29	4.29	4.30	4.71	4.72	4.54	4.40
320021200	-0.06	-0.15	-0.22	-0.25	-0.24	-0.31	-0.36	-0.41	-0.45	-0.30	0.18	0.06	-0.21
320021600	11.12	10.47	13.57	20.77	24.95	25.31	27.17	30.71	27.91	22.77	19.18	14.56	20.71
320022900	0.56	0.48	0.42	0.40	0.41	0.35	0.30	0.26	0.23	0.35	0.77	0.66	0.43
320025900	-0.56	-0.44	-0.43	-0.48	-0.51	-0.54	-0.56	-0.58	-0.59	-0.60	-0.61	-0.61	-0.54
320026100	-0.77	-0.60	-0.59	-0.65	-0.70	-0.74	-0.77	-0.80	-0.82	-0.83	-0.84	-0.85	-0.75
320026600	-1.02	-0.91	-0.90	-0.94	-0.97	-1.00	-1.02	-1.04	-1.05	-1.06	-1.07	-1.07	-1.00
320027900	-0.36	-0.36	-0.12	0.26	0.47	0.44	0.46	0.50	0.27	0.10	0.00	-0.22	0.12
320028400	-6.35	-6.19	-6.18	-6.24	-6.29	-6.33	-6.36	-6.38	-6.40	-6.42	-6.43	-6.43	-6.33
320029400	-0.75	-0.77	-0.78	-0.78	-0.79	-0.79	-0.68	-0.43	-0.39	-0.55	-0.65	-0.71	-0.67
320029700	-0.33	-0.34	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.30	-0.19	-0.17	-0.25	-0.29	-0.32	-0.30
320029800	0.21	0.16	0.13	0.11	0.10	0.10	0.40	1.07	1.18	0.74	0.46	0.30	0.41
320030900	-0.36	-0.53	-0.64	-0.70	-0.74	-0.73	0.27	2.52	2.90	1.41	0.50	-0.04	0.32
320031100	-0.12	-0.19	-0.25	-0.28	-0.26	-0.32	-0.36	-0.40	-0.43	-0.31	0.07	-0.03	-0.24
320031600	-1.03	-1.06	-1.08	-1.09	-1.10	-1.10	-0.91	-0.49	-0.42	-0.70	-0.87	-0.97	-0.90
320034000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320035300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320038000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320038100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320040000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320041200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320057000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## 5.5 Medidas, Acciones y Soluciones (MAS)

Para este análisis se consideraron las siguientes soluciones basadas en la naturaleza (SbN) como medidas/acciones/soluciones para poder realizar un manejo de los recursos hídricos con el objetivo de cerrar total o parcialmente las brechas hídricas identificadas a partir de los resultados del ISH.

- **01. Conservación de humedales naturales**
- **02. Conservación de Turberas**
- **03. Conservación de Ríos**
- **04. Conservación de estepas y pastizales**
- **05. Conservación de Bosque Siempreverde**
- **06. Conservación de Bosque Caducifolio**
- **07. Llanuras de inundación**
- **08. Bordos superficiales**
- **09. Sistema de captación Cochas**
- **10. Zanjas de infiltración**
- **11. Infiltración por gravedad**
- **12. Reforestación y forestación**
- **13. Restauración Estepas y pastizales**

Fundación Chile proporcionó la información de los aportes potenciales de estas SbN, con lo cual se trabajó en la distribución espacial de estos a los distintos COMIDs, para luego agruparlos según las subcuencas analizadas.

Para ello, se consideraron los excedentes cuantificados en los resultados del ISH, los cuales según las capacidades potenciales de infiltración del conjunto de SbN fueron considerados como un almacenamiento en la napa subterránea. Luego este aporte a las aguas subterráneas, el cual era posible considerar solo en algunos meses con excedentes, generaba una disponibilidad de aguas subterráneas para los meses con déficit hídrico, ya sean clasificados como Críticos o insuficientes según el ISH. Como factor de seguridad, se considera que la oferta disponibilizada corresponde a un 85% de la totalidad de aporte por infiltración de las SbN.

La Figura 90. Clasificación del índice de seguridad hídrica (ISH). Periodo futuro 2020-2060 con MAS. Figura 90 muestra el mapa de las cuencas y sus subcuencas coloreadas según la clasificación del ISH anual de acuerdo con el criterio establecido en la sección 4.5 del presente informe y actualizado en la sección 5.4.1 para cuencas de régimen glacial o con presencia de glaciares. Luego, en la Tabla 21 se detallan los valores mensuales que toma el ISH para las cuencas de primera categoría, y en la Tabla 22 para las cuencas de segunda y tercera categoría.

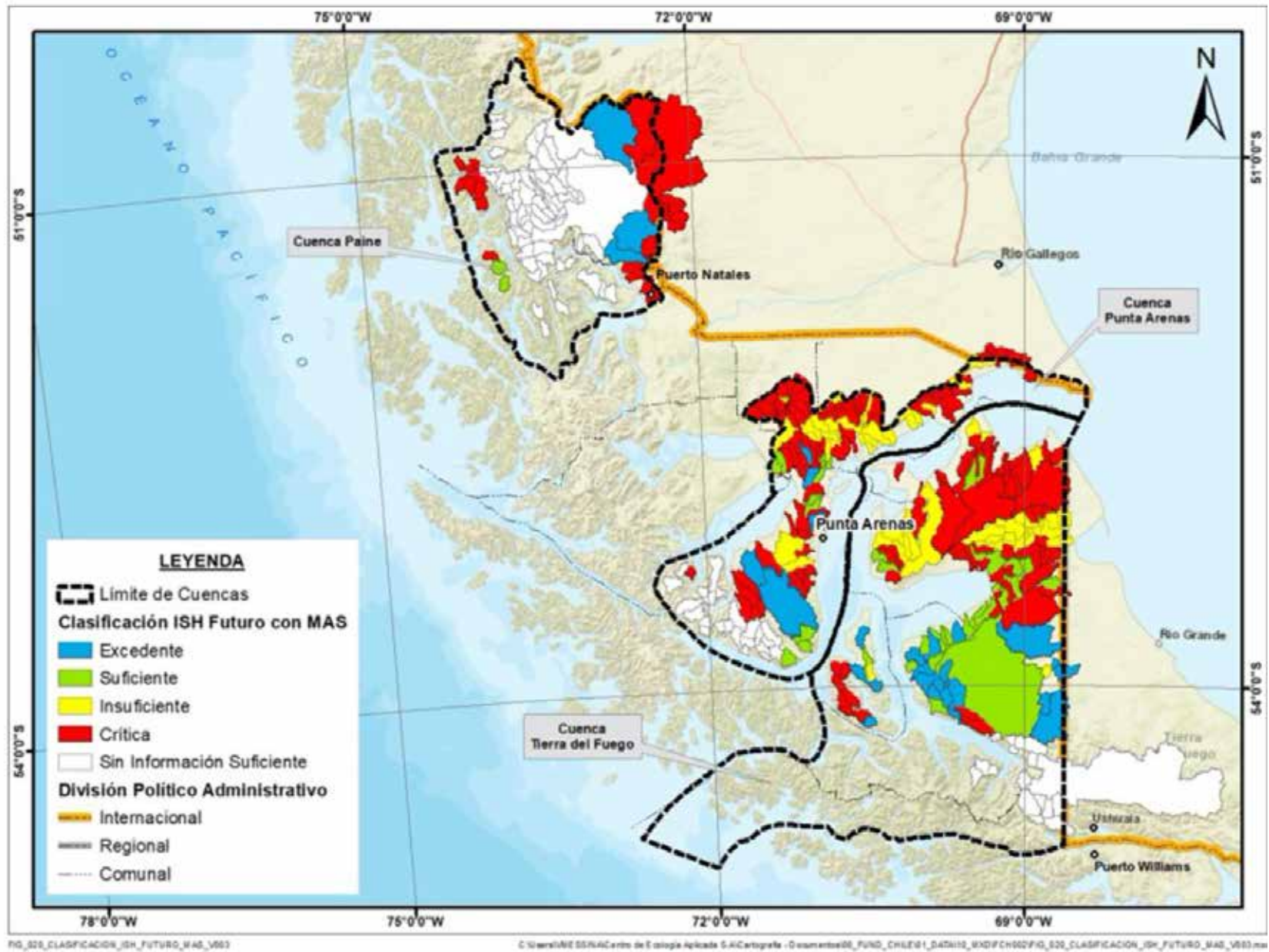


Figura 90. Clasificación del índice de seguridad hídrica (ISH). Periodo futuro 2020-2060 con MAS

**Tabla 21.** Índice de Seguridad Hídrica (ISH) para cuencas de primera categoría en el periodo futuro con MAS (m³/s).

Índice de seguridad hídrica (m³/s)													
Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
<b>CUENCA 1- Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente.</b>													
Río Rincón En Ruta Y-290	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Serrano Antes Junta Grey	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Serrano En Desagüe Lago Del Toro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Serrano En Desembocadura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Vízcachas En Cerro Guido	-1.27	-1.27	-1.27	-1.32	-1.27	-1.26	-1.27	-1.27	-1.32	-1.41	-1.41	-1.40	-1.31
Río Baguales En Cerro Guido	-0.38	-0.43	-0.46	-0.53	-0.50	-0.52	-0.54	-0.55	-0.60	-0.79	-0.65	-0.54	-0.54
Río Paine En Parque Nacional 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Tres Pasos En Desagüe Lago Toro	0.12	0.13	0.13	0.09	0.11	0.08	0.08	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.07
Río Chorrillos Tres Pasos Ruta N 9	-0.88	-0.86	-0.87	-0.87	-0.89	-0.92	-0.93	-0.97	-0.89	-0.95	-0.96	-0.92	-0.91
Río Las Chinas Antes Desagüe Del Toro	0.12	0.13	0.13	0.09	0.11	0.08	0.08	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.07
Río Las Chinas En Cerro Guido	7.96	6.71	6.38	5.03	3.78	3.20	3.09	3.12	3.99	4.62	9.17	13.23	5.86
Río Prat En Desembocadura	4.59	4.47	4.36	4.32	4.34	4.57	4.83	5.11	5.24	5.04	4.93	4.74	4.71
<b>CUENCA 2- Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes.</b>													
Río Las Minas En Bt. Sendos	-0.12	-0.19	-0.23	-0.25	-0.23	-0.10	-0.15	-0.17	0.24	0.50	0.21	0.01	-0.04
Río Tres Brazos Antes Bt. Sendos	-0.32	-0.38	-0.41	-0.42	-0.26	0.22	0.11	0.06	0.97	0.52	0.09	-0.19	0.00
Río San Juan En Desembocadura	0.00	0.00	1.97	6.20	8.00	4.53	0.64	0.28	7.53	8.63	5.98	2.22	3.83
Río Calete En Seno Otway	3.27	3.05	3.38	3.90	4.29	1.41	0.00	-1.11	5.18	4.59	4.48	3.72	3.01
Río Grande En Seno Otway	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01
<b>CUENCA 3- Tierra del Fuego.</b>													
Río Oscar En Bahía San Felipe	-0.20	-0.20	-0.17	-0.18	-0.20	-0.09	0.00	0.00	-0.11	-0.17	-0.19	-0.17	-0.14
Río Side En Cerro Sombrero	-0.34	-0.34	-0.35	-0.35	-0.40	-0.34	-0.19	-0.20	-0.33	-0.37	-0.35	-0.34	-0.32
Río Rasmussen En Frontera (Estancia Vicuña)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77	2.33	3.22	0.94	0.00	0.60
Río Catalina En Pampa Guanacos	0.59	0.57	0.56	0.56	0.56	0.56	0.60	0.66	1.41	1.38	0.84	0.65	0.74
Río Cullen En Frontera	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.22	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23
Río Azopardo En Desembocadura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Caleta En Tierra Del Fuego	0.00	0.00	0.02	0.63	0.97	0.97	0.98	1.01	0.73	0.48	0.25	0.00	0.50
Río Oro En Bahía San Felipe	-0.05	-0.06	-0.07	-0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02
Río Grande En Tierra Del Fuego	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Río Herminita En Ruta Y-895	0.90	0.84	0.80	0.76	0.74	0.72	0.77	0.82	1.33	1.40	1.09	0.99	0.93
Río Chico En Ruta Y-895	-0.99	-0.99	-0.98	-0.41	0.00	-0.26	-0.39	-0.30	0.00	0.00	-0.46	-0.94	-0.48
Río San Martín En San Sebastián	-0.49	-0.49	-0.50	-0.51	-0.52	-0.51	-0.53	-0.50	-0.48	-0.52	-0.51	-0.50	-0.51

**Tabla 22.** Índice de Seguridad Hídrica (ISH) para cuencas de segunda y tercera categoría en el periodo futuro con MAS (m³/s).

Índice de seguridad hídrica (m³/s)													
Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
CUENCA 1- Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente.													
Río Tindall En Desembocadura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Geikie En Desembocadura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Grey Antes Junta Serrano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Caadon 1 En Desembocadura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Río Don Guillermo En Cerro Castillo	-1.25	-1.76	-1.62	-1.13	-1.32	-2.13	-2.56	-2.77	-2.69	2.43	1.97	-0.08	-1.08
319823300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319831500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319837600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319844100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319849700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319849800	-5.94	-5.86	-5.85	-5.89	-5.91	-5.93	-5.95	-5.96	-5.97	-5.98	-5.99	-5.99	-5.94
319861800	-4.68	-4.58	-4.57	-4.61	-4.64	-4.66	-4.68	-4.70	-4.71	-4.72	-4.72	-4.73	-4.67
319862500	-0.73	0.00	0.00	-0.21	-0.44	-0.62	-0.76	-0.87	-0.96	-1.03	-1.08	-1.09	-0.65
319864700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319866500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319867500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319870300	-9.26	-9.13	-9.12	-9.17	-9.21	-9.24	-9.26	-9.29	-9.30	-9.31	-9.32	-9.33	-9.25
319871500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319879400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319893800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319895600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319895700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319895900	-8.39	-8.27	-8.26	-8.31	-8.34	-8.37	-8.40	-8.41	-8.43	-8.44	-8.45	-8.45	-8.38
319896300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319897600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319898200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319898400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CONTINUA 

**Tabla 22.** Índice de Seguridad Hídrica (ISH) para cuencas de segunda y tercera categoría en el periodo futuro con MAS (m³/s).

Índice de seguridad hídrica (m³/s)													
Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
319902000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319902700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319903400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319907000	-1.68	-1.70	-1.74	-1.77	-1.77	-1.70	-1.66	-1.58	-1.51	-1.55	-1.60	-1.65	-1.66
319909500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319910200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319911600	-1.40	-1.34	-1.44	-1.46	-1.45	-1.27	-1.22	-1.15	-1.23	-1.15	-1.20	-1.24	-1.30
319913300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319914300	-0.91	-0.54	-0.91	-0.91	-0.91	-0.37	-0.37	-0.37	-0.90	-0.37	-0.37	-0.37	-0.61
319917100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319917200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319917300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319919000	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.48	-0.81	-0.48	-0.48	-0.82	-0.73
319921300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319922000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319937000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CUENCA 2- Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes.													
Río Legnadura Antes Bt Sendos	-0.35	-0.35	-0.36	-0.36	-0.35	-0.35	-0.36	-0.27	-0.08	-0.32	-0.35	-0.35	-0.32
319956300	-0.46	-0.48	-0.49	-0.46	-0.49	-0.47	-0.41	-0.43	-0.47	-0.49	-0.47	-0.49	-0.47
319956500	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
319960200	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.09	-0.09	-0.09	-0.08
319960800	-0.04	-0.05	-0.05	-0.04	-0.05	-0.05	-0.03	-0.03	-0.04	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
319962700	-0.02	-0.03	-0.04	-0.02	-0.04	-0.04	0.00	-0.01	-0.03	-0.04	-0.03	-0.04	-0.03
319963600	-0.25	-0.27	-0.30	-0.25	-0.30	-0.28	-0.20	-0.20	-0.26	-0.30	-0.27	-0.30	-0.26
319967300	-0.17	-0.21	-0.25	-0.18	-0.26	-0.24	-0.11	-0.12	-0.20	-0.26	-0.21	-0.25	-0.20
319969800	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.16	-0.16	-0.16	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17
319970600	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
319972000	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05

CONTINUA 

**Tabla 22.** Índice de Seguridad Hídrica (ISH) para cuencas de segunda y tercera categoría en el periodo futuro con MAS (m³/s).

Índice de seguridad hídrica (m³/s)													
Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
319972600	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04
319975300	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
Río Santa Susana	-3.65	-3.65	-3.65	-3.65	-3.65	-3.58	-3.48	-3.49	-3.60	-3.64	-3.65	-3.65	-3.61
319976400	-0.05	-0.06	-0.07	-0.07	-0.04	-0.06	-0.04	-0.06	-0.04	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06
319977100	-0.04	-0.05	-0.06	-0.06	-0.04	-0.05	-0.04	-0.05	-0.04	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
319977400	-0.05	-0.06	-0.06	-0.06	-0.05	-0.06	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06	-0.06	-0.06	-0.05
319978400	-0.38	-0.41	-0.48	-0.47	-0.34	-0.42	-0.31	-0.40	-0.33	-0.42	-0.41	-0.44	-0.40
319980700	-0.07	-0.08	-0.10	-0.10	-0.06	-0.08	-0.06	-0.08	-0.06	-0.08	-0.08	-0.09	-0.08
319981000	-0.08	-0.09	-0.11	-0.11	-0.07	-0.09	-0.07	-0.09	-0.07	-0.09	-0.09	-0.10	-0.09
319981800	-0.14	-0.17	-0.24	-0.23	-0.11	-0.18	-0.10	-0.18	-0.11	-0.18	-0.17	-0.20	-0.17
319981900	-1.77	-2.10	-2.94	-2.78	-1.35	-2.27	-1.32	-2.24	-1.34	-2.27	-2.11	-2.44	-2.08
319982300	-0.11	-0.12	-0.13	-0.13	-0.10	-0.12	-0.09	-0.11	-0.10	-0.12	-0.12	-0.12	-0.11
319986500	-0.13	-0.15	-0.21	-0.20	-0.10	-0.17	-0.10	-0.16	-0.10	-0.17	-0.15	-0.18	-0.15
319986900	-0.16	-0.17	-0.21	-0.20	-0.15	-0.18	-0.14	-0.17	-0.15	-0.18	-0.17	-0.19	-0.17
319990200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319990400	-0.02	-0.03	-0.04	-0.05	-0.04	-0.01	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.02
319991900	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.04	-0.06	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07
319998900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319999300	0.74	0.59	0.93	1.71	1.93	0.05	0.00	0.00	0.53	4.61	2.76	1.54	1.28
319999400	-1.84	-1.76	-1.75	-1.78	-1.81	-1.83	-1.85	-1.86	-1.87	-1.88	-1.88	-1.88	-1.83
320000500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320000700	-1.75	-1.76	-1.77	-1.77	-1.73	-1.58	-1.61	-1.63	-1.34	-1.48	-1.62	-1.70	-1.65
320001300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320001800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320002000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320002300	1.71	1.62	1.77	1.97	2.15	0.79	0.00	0.00	2.19	2.34	2.26	1.95	1.56
320004200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320004400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

CONTINUA 

**Tabla 22.** Índice de Seguridad Hídrica (ISH) para cuencas de segunda y tercera categoría en el periodo futuro con MAS (m³/s).

Índice de seguridad hídrica (m³/s)													
Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
320005400	-0.84	-0.57	-0.55	-0.65	-0.73	-0.79	-0.85	-0.89	-0.92	-0.94	-0.96	-0.97	-0.80
320005800	-3.66	-3.37	-3.35	-3.45	-3.54	-3.61	-3.67	-3.71	-3.75	-3.78	-3.80	-3.80	-3.62
320005900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320006600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320007500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320009500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320009800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320010200	-3.63	-3.63	-3.31	-2.84	-2.57	-2.75	-3.07	-2.90	-2.92	-3.15	-3.28	-3.49	-3.13
320013400	0.00	0.00	0.00	0.09	0.25	0.14	0.00	0.06	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05
320013700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320015600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320017300	-1.83	-1.62	-1.61	-1.68	-1.74	-1.79	-1.83	-1.87	-1.89	-1.91	-1.92	-1.93	-1.80
320311500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laguna Blanca NE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Laguna Blanca SW	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CUENCA 3- Tierra del Fuego.													
319972700	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
319973800	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
319976000	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67
319976100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319977200	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
319977300	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.30	-0.30	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31
319979200	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
319981600	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.27	-0.27	-0.28	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	-0.26	-0.27
319981700	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.12	-0.12	-0.13	-0.13	-0.13	-0.12	-0.11	-0.11	-0.12
319982700	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.29	-0.29	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30
319982800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319982900	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.10	-0.10	-0.12	-0.13	-0.12	-0.10	-0.08	-0.08	-0.10

CONTINUA 

**Tabla 22.** Índice de Seguridad Hídrica (ISH) para cuencas de segunda y tercera categoría en el periodo futuro con MAS (m³/s).

Índice de seguridad hídrica (m³/s)													
Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
319983800	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22
319992300	-0.29	-0.29	-0.29	-0.31	-0.34	-0.35	-0.34	-0.26	-0.31	-0.31	-0.30	-0.29	-0.31
319992600	-0.25	-0.26	-0.26	-0.23	-0.14	-0.03	0.00	0.00	-0.03	-0.13	-0.19	-0.22	-0.15
319992800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319993400	-0.20	-0.21	-0.21	-0.21	-0.02	0.00	-0.04	0.00	0.00	-0.07	-0.18	-0.18	-0.11
319993500	-0.09	-0.09	-0.10	-0.10	-0.10	-0.04	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.05	-0.07	-0.05
319996800	-2.15	-2.16	-2.16	-2.16	-1.99	-1.83	-2.02	-1.79	-1.64	-2.04	-2.13	-2.14	-2.02
319999100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319999600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320000200	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.40	-0.40	-0.40	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39
320000300	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	-0.15	-0.15	-0.15	-0.14	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16
320000400	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.12	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13
320001000	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.37	-0.36	-0.37	-0.35	-0.34	-0.37	-0.38	-0.38	-0.37
320001900	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320002100	-0.65	-0.64	-0.63	-0.69	-0.62	-0.70	-0.81	-0.69	-0.72	-0.70	-0.67	-0.67	-0.68
320003300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320004000	-0.33	-0.32	-0.31	-0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.25	-0.37	-0.34	-0.17
320007300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320009200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320009600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320009900	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320010300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.24	0.05	0.00	0.00	0.00	0.03
320010400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320011000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
320011100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320011400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320013800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.56	0.62	0.80	0.57	0.24	0.00	0.00	0.26
320017700	-0.04	-0.11	-0.16	-0.19	-0.18	-0.23	-0.27	-0.31	-0.34	-0.23	0.00	0.00	-0.17

CONTINUA 

**Tabla 22.** Índice de Seguridad Hídrica (ISH) para cuencas de segunda y tercera categoría en el periodo futuro con MAS (m³/s).

Índice de seguridad hídrica (m³/s)													
Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
320017800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320018300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.01	0.00	0.00	-0.01
320018400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320019600	-0.15	-0.24	-0.31	-0.34	-0.32	-0.39	-0.44	-0.49	-0.53	-0.38	0.00	-0.04	-0.30
320020000	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.02	-0.03	-0.03	-0.04	-0.02	0.00	0.00	-0.01
320020600	0.43	0.37	0.33	0.31	0.30	0.29	0.29	0.29	0.30	0.71	0.72	0.54	0.40
320021200	-0.06	-0.14	-0.21	-0.24	-0.22	-0.28	-0.34	-0.38	-0.41	-0.28	0.00	0.00	-0.21
320021600	4.44	3.79	6.89	14.09	18.27	18.63	20.50	24.03	21.23	16.09	12.50	7.88	14.03
320022900	0.35	0.27	0.21	0.18	0.20	0.14	0.09	0.05	0.02	0.14	0.56	0.45	0.22
320025900	-0.56	-0.44	-0.43	-0.48	-0.51	-0.54	-0.56	-0.58	-0.59	-0.60	-0.61	-0.61	-0.54
320026100	-0.77	-0.60	-0.59	-0.65	-0.70	-0.74	-0.77	-0.80	-0.82	-0.83	-0.84	-0.85	-0.75
320026600	-1.02	-0.91	-0.90	-0.94	-0.97	-1.00	-1.02	-1.04	-1.05	-1.06	-1.07	-1.07	-1.00
320027900	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320028400	-6.35	-6.19	-6.18	-6.24	-6.29	-6.33	-6.36	-6.38	-6.40	-6.42	-6.43	-6.43	-6.33
320029400	-0.75	-0.77	-0.78	-0.78	-0.79	-0.79	-0.68	-0.43	-0.39	-0.55	-0.65	-0.71	-0.67
320029700	-0.33	-0.34	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.30	-0.19	-0.17	-0.25	-0.29	-0.32	-0.30
320029800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.36	0.00	0.00	0.00	0.05
320030900	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
320031100	-0.12	-0.19	-0.24	-0.27	-0.26	-0.31	-0.35	-0.39	-0.42	-0.31	0.00	-0.03	-0.24
320031600	-1.03	-1.06	-1.08	-1.09	-1.10	-1.10	-0.91	-0.49	-0.42	-0.70	-0.87	-0.97	-0.90
320034000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320035300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320038000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320038100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320040000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320041200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320057000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## 5.6 Modelo hidráulico para analizar desbordes del cauce ante crecidas

La Figura 91 muestra la ubicación de las zonas urbanas para las que se analizan los desbordes ante crecidas en HC-RAS.

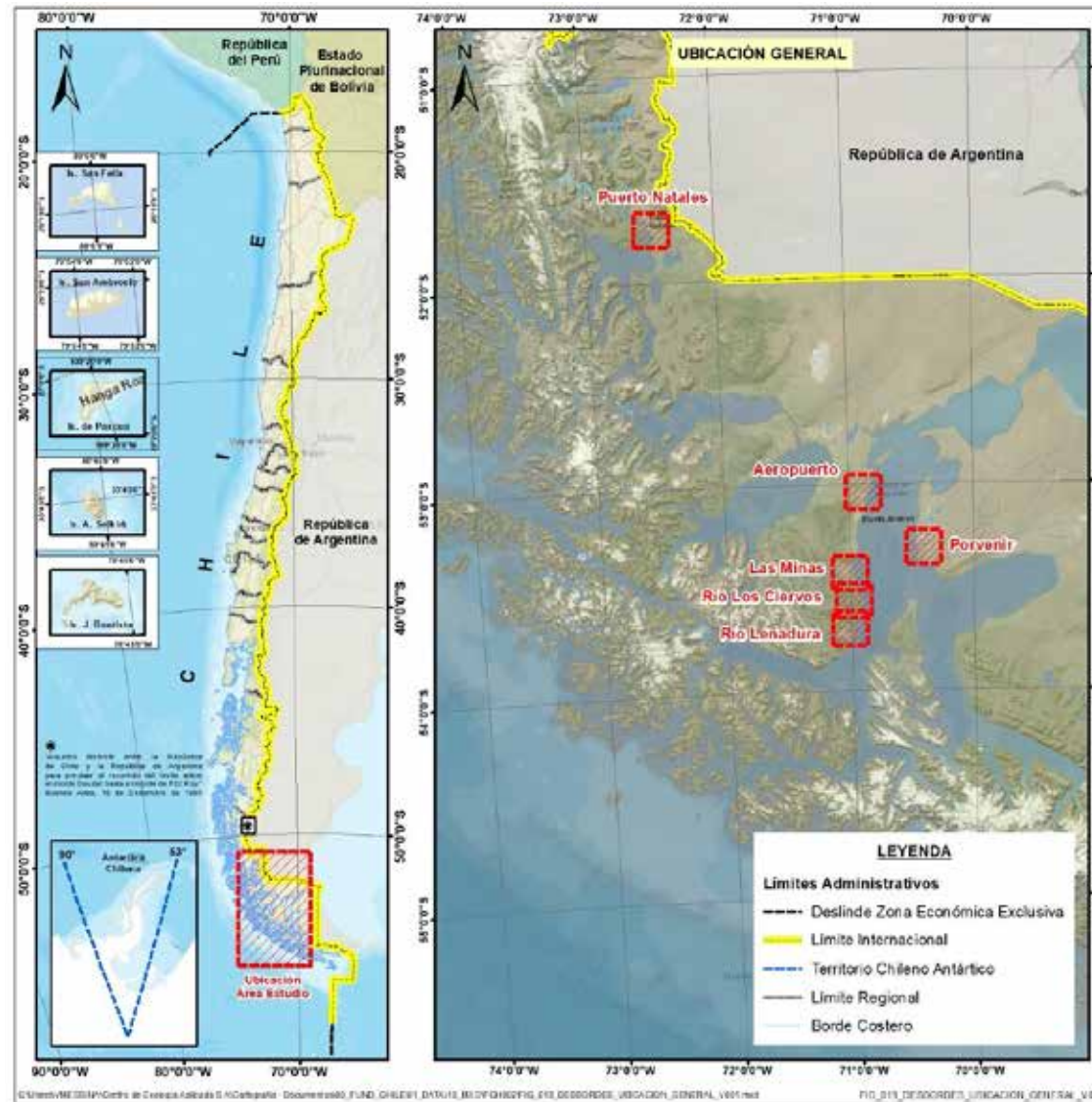


Figura 91. Ubicación zonas urbanas.

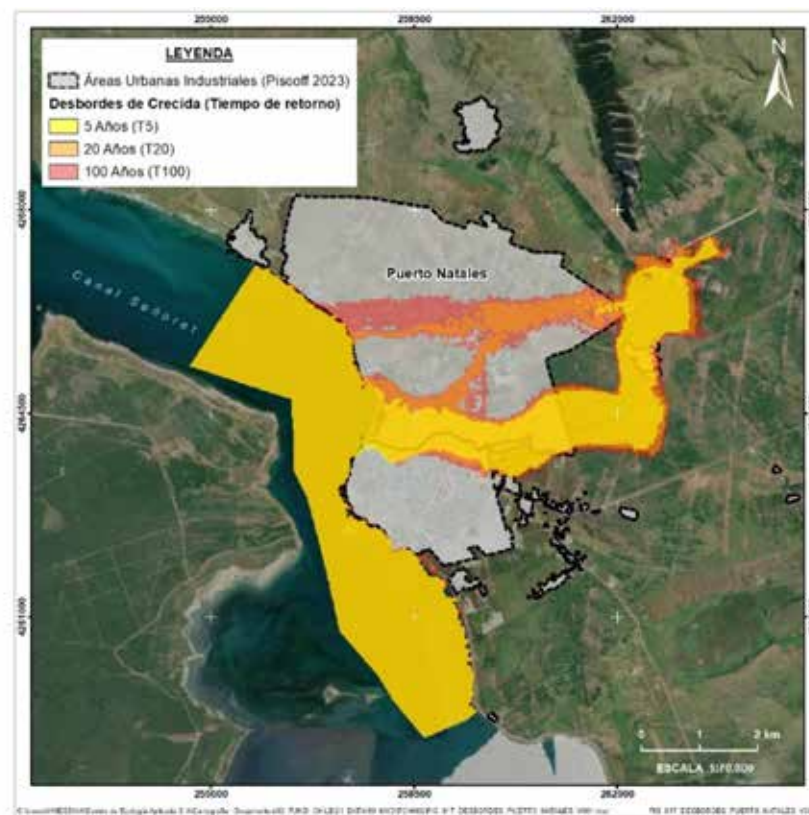
La tabla a continuación detalla los caudales obtenidos para los tres periodos de retorno (T) a analizar, T = 5, 20, 100 años, obtenidos mediante el método de análisis de frecuencia. Notar que la zona urbana de Punta Arenas Norte está compuesta de tres COMIDs, esto debido a que el estero Chabunco está formado por la confluencia de dos afluentes.

**Tabla 23.** Caudales para distintos periodos de retorno en las zonas urbanas de las cuencas de estudio.

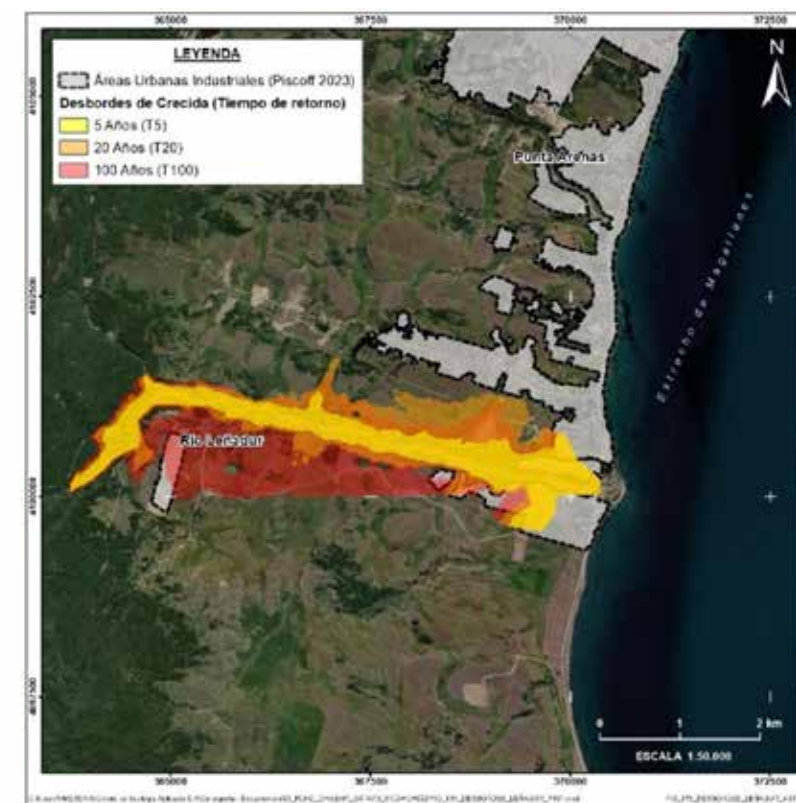
Cuenca	Zona urbana	COMID	Distribución	Caudal (m <sup>3</sup> /s)		
				50 años	20 años	100 años
<b>Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente.</b>	<b>Puerto Natales, Río Natales</b>	319914300	Gumbel	13.42	20.74	28.85
	<b>Punta Arenas Sur, Río Legnadura</b>	319997600	LogNormal	7.36	14.78	26.70
<b>Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes.</b>	<b>Punta Arenas Sur, Río Los Ciervos</b>	319996200	Gumbel	6.97	10.44	14.30
	<b>Punta Arenas Centro, Río de Las Minas</b>	319994800	LogPearson	15.61	26.36	42.43
	<b>Punta Arenas Norte, Estero Chabunco</b>	319990200	LogPearson	0.21	0.67	2.31
		319990100	LogPearson	0.08	0.25	0.86
		319990900	LogPearson	0.12	0.38	1.30
<b>Tierra del Fuego</b>	<b>Porvenir, Río Porvenir</b>	319999600	LogPearson	2.02	5.82	16.35

Las figuras siguientes muestran los resultados obtenidos a partir de la modelación hidráulica en HEC-RAS para cada zona urbana analizada. El color amarillo representa la crecida modelada con un tiempo de retorno (T) de 5 años, el color naranja para un T = 20 años y el color rojo para T = 100 años. La zona urbana es representada por la capa de borde negro grueso. En primer lugar, se muestran las crecidas para las zonas urbanas de la cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente, consistente en Puerto Natales.

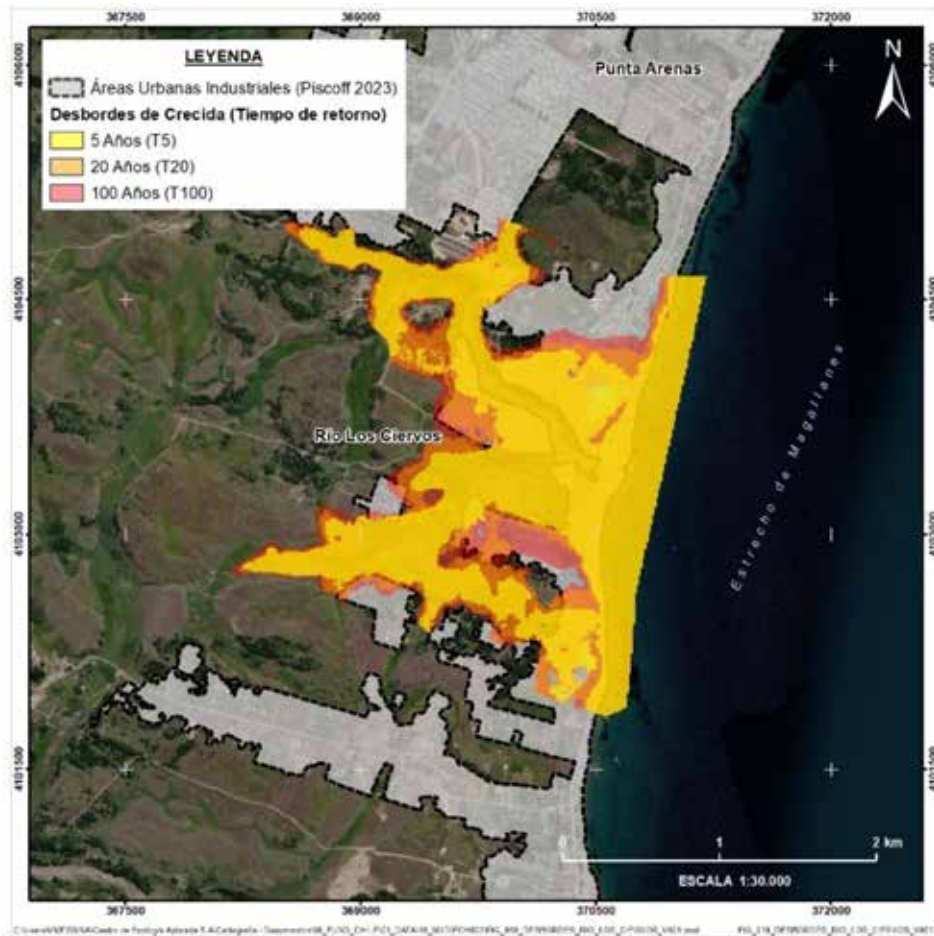
Las crecidas obtenidas para las zonas urbanas de la cuenca Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes, ubicadas en su mayoría en la comuna de Punta Arenas y sus alrededores, se muestran a continuación.



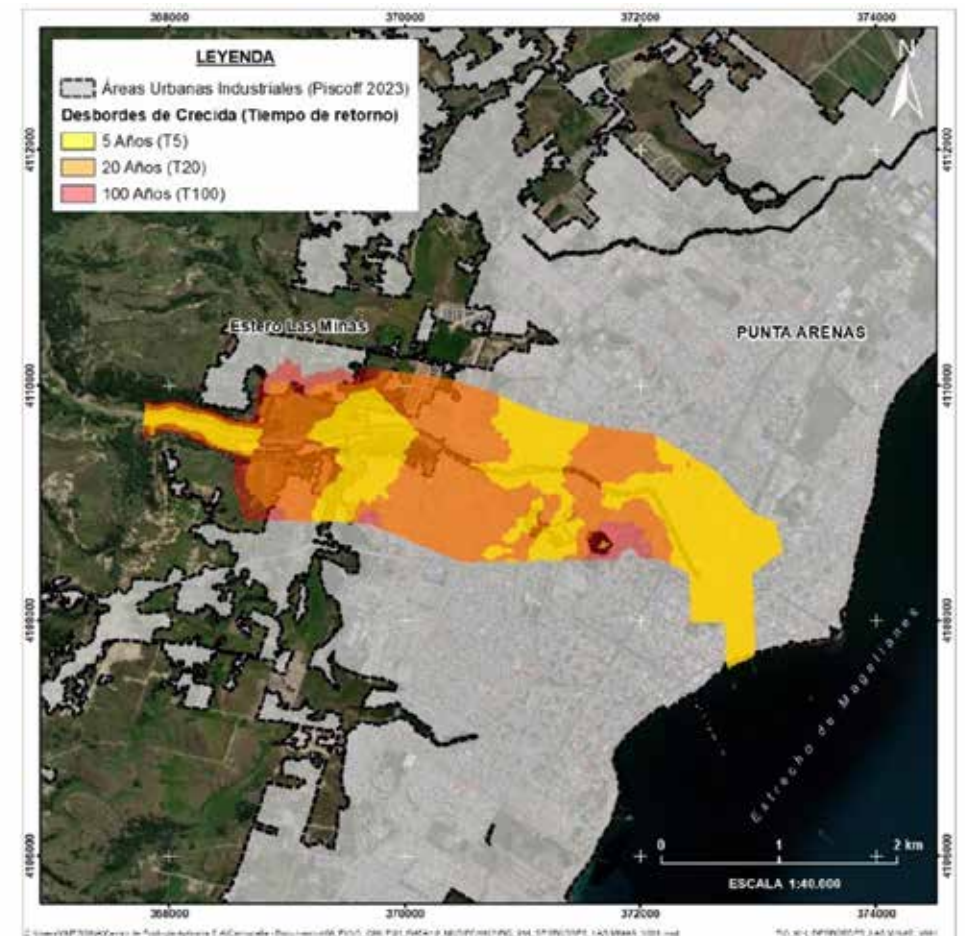
**Figura 92**  
Crecidas del río Natales (Puerto Natales) para los periodos de retorno T = 5 años (amarillo), T = 20 años (naranja) y T = 100 años (rojo).



**Figura 93**  
Crecidas del río Legnadura (Punta Arenas sur) para los periodos de retorno T = 5 años (amarillo), T = 20 años (naranja) y T = 100 años (rojo).

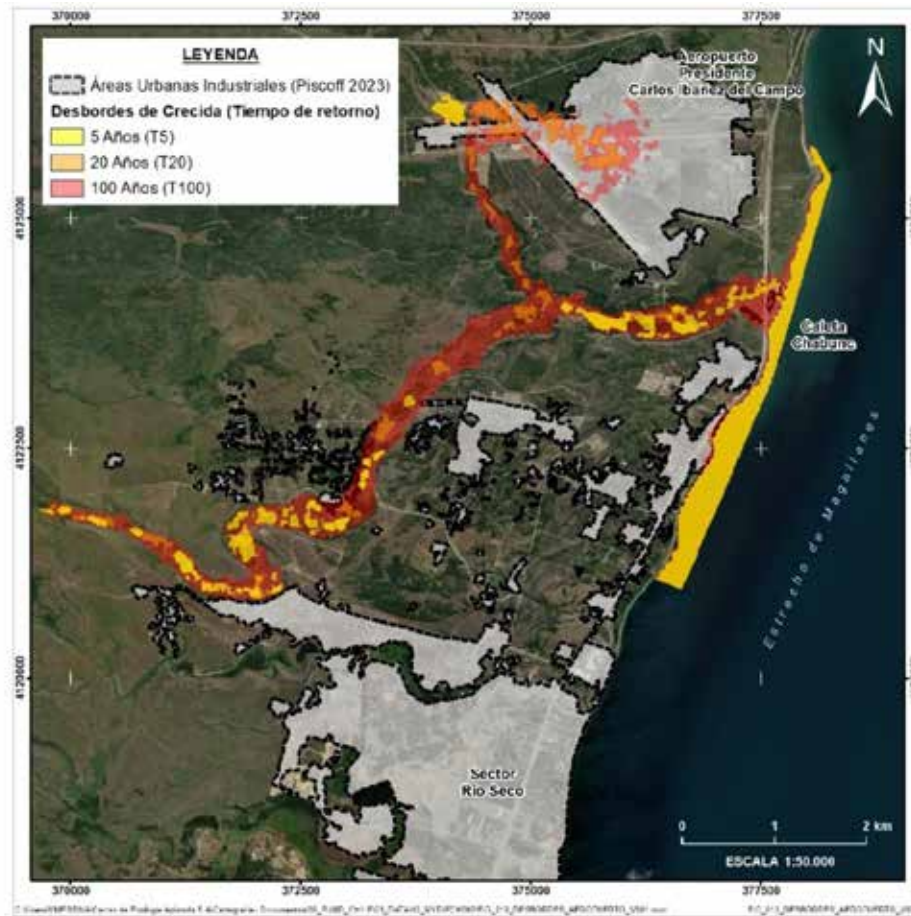


**Figura 94**  
Crecidas del río de Los Ciervos (Punta Arenas sur) para los periodos de retorno T = 5 años (amarillo), T = 20 años (naranja) y T = 100 años (rojo).

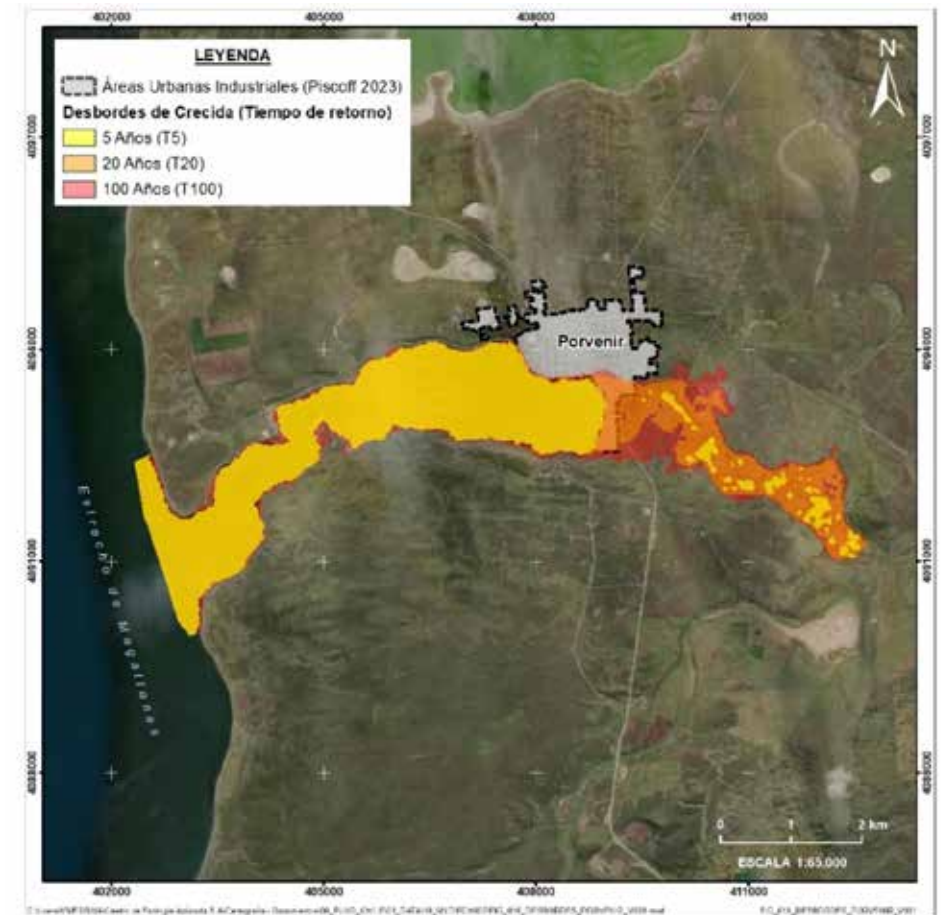


**Figura 95.** Crecidas del río de Las Minas (Punta Arenas centro) para los periodos de retorno T = 5 años (amarillo), T = 20 años (naranja) y T = 100 años (rojo).

A continuación, se muestran las crecidas para las zonas urbanas de Tierra del Fuego que consisten únicamente en la comuna de Porvenir.



**Figura 96**  
Crecidas del estero Chabunco (Punta Arenas norte) para los periodos de retorno T = 5 años (amarillo), T = 20 años (naranja) y T = 100 años (rojo).



**Figura 97.** Crecidas del río Porvenir (Porvenir) para los periodos de retorno T = 5 años (amarillo), T = 20 años (naranja) y T = 100 años (rojo).

# 6. Discusiones

**La caracterización hidrometeorológica de la zona de estudio permite identificar el tipo de régimen que presentan las cuencas, destacando un número importante de cuencas con régimen glacial.** Esta particularidad resulta en valores del índice ISH críticos, debido a los parámetros de la ecuación del índice, en específico, ya que el caudal ambiental se supone constante para todos los meses del año. Este supuesto se propone a raíz de la falta de mayores antecedentes respecto de la historia de vida de las especies acuáticas analizadas, por lo que, considerando que en todas las estaciones del año en que se realizó el monitoreo de ictiofauna se realizó la captura de ejemplares, se plantea el mismo requerimiento para todos los meses del año. Si bien este supuesto funciona para cuencas nivales y pluviales, no es representativo para los meses de invierno en cuencas glaciares, donde la oferta superficial se reduce considerablemente; por esta razón, se opta por omitir el cálculo del ISH en cuencas de régimen glacial para los meses de abril a diciembre, acción que se generaliza para cuencas de segunda y tercera categoría con presencia de glaciares.

**Con respecto al caudal ambiental, la especie nativa más relevante corresponde a la *Galaxia platei*,** la cual presenta los mayores requerimientos de hábitat por desarrollarse en la columna de agua, y por lo tanto requerir de mayores caudales que logren generar mayores alturas del escurrimiento. *Galaxia platei*

es la especie con mayor abundancia del estudio, representando el 37% de todas las muestras (515 avistamientos de un total de 1382), esta especie se encuentra distribuida en las cuencas Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente y Tierra del Fuego. Cabe destacar también que la mayoría de las observaciones de los individuos se dieron en lagos de la zona y no en ríos, por lo tanto, se supuso que las especies encontradas en lagos también se encontraban en el tramo de río tributario más cercano a este lago, ocupándose las características de ancho y rugosidad de esa sección del río.

**Se determinó el régimen de caudal ambiental de acuerdo con los requerimientos de hábitat identificados,** donde se estableció el criterio de un mínimo de 60% para el “%WUA\*max” para todos los meses del año y todos los sectores (% WUA: hábitat ponderado útil). El cálculo de la oferta hídrica superficial estuvo determinado por la falta de información fluviométrica en parte importante de la zona de estudio. Se realizó una sectorización de las cuencas según cobertura de uso de suelo, lo que permitió extrapolar los caudales observados en zonas con información fluviométrica (denominadas cuencas de categoría 1) a aquellas zonas sin información (cuencas de categoría 2 y 3) basándose en la similitud entre sectores. A pesar de que esta metodología permite ampliar los resultados espaciales del ISH, la falta de datos observados impide

su validación, por lo cual deben ser considerados como referenciales. Por su parte, la oferta hídrica superficial histórica para las cuencas de primera categoría se obtuvo directamente de las estaciones fluviométricas por lo que los resultados del ISH asociados a estas cuencas presentan baja incertidumbre.

**La calibración de los caudales y modelación del periodo futuro se realizó en el modelo HydroBID,** el cual utiliza la base de datos LAC-AHD (Base de Datos Hidrográfica Analítica de América Latina y el Caribe) que cuenta con información hidrográfica a escala de cuencas compuestas por un solo tramo de red hídrica (COMID). Como se observa en las Figura 1 y Figura 2, los resultados no cubren toda la zona de estudio, esto debido a limitaciones en la resolución de la LAC-AHD y que escapan del alcance de este estudio.

**Sobre la modelación hidrológica,** también es relevante mencionar que se acotó el período de calibración del modelo hidrológico a 10 años debido a la falta de información fluviométrica y a que mejoró el ajuste con los datos simulados. Lo anterior no es ideal desde el punto de vista climático puesto que se espera calibrar para un intervalo de mínimo 30 años de forma de representar los fenómenos que se generan en una cuenca. A pesar de esto, se debe tener en cuenta las limitaciones de información, en particular, en la hidrometeorología del extremo sur del país. En línea con

lo anterior, fue necesario realizar en algunas cuencas un ajuste lineal a la precipitación del CR2MET (base de datos utilizada para la calibración histórica y modelación futura) para mejorar los resultados de la modelación.

**En cuanto a la demanda, cabe mencionar que fue obtenida de un estudio del año 2017** (Jaramillo & Acevedo, 2017). Para el periodo futuro se trabajó con el supuesto de que la demanda permanece constante en el tiempo, información que se debiese tener en cuenta al momento de analizar los resultados futuros.

Los resultados del índice para el periodo histórico en la cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente arrojaron 9 subcuencas con ISH anual excedente y 10 con ISH anual crítico, siendo el resto cuencas con presencia de glaciares. De las subcuencas críticas destaca por su tamaño y magnitud (-2.85 m<sup>3</sup>/s) Río Don Guillermo En Cerro Castillo. Para esta subcuenca aportan a su clasificación la demanda del sector productivo pecuario y la componente ecológica del caudal ambiental que corresponde a casi 150 veces la oferta de la subcuenca. Cabe notar que parte de su superficie se encuentra en territorio argentino y que fue una de las zonas que no fue incluida en el análisis como cuenca de primera categoría, debido a la poca cantidad de mediciones que presenta. En línea con lo anterior, a excepción de una, las subcuencas con ISH crítico en esta zona de estudio no tienen datos observados de caudal. Varias subcuencas con índice crítico superan el valor de -1 m<sup>3</sup>/s de promedio anual siendo la máxima de -7.85 m<sup>3</sup>/s. Por otro lado, también entre las zonas críticas se encuentra la zona urbana de Puerto Natales, la que

presenta índice negativo en todos los meses del año acrecentándose en verano y otoño; el ISH anual es de 0.43 m<sup>3</sup>/s.

**En la cuenca Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes se identifican 18 subcuencas con ISH anual crítico y 11 insuficientes.**

Del ISH mensual se desprende que estas subcuencas presentan en su mayoría esta clasificación en todos los meses del año. Destaca la zona norte de la cuenca, donde se encuentra la localidad de San Gregorio, lugar donde se está evaluando el emplazamiento de proyectos de Hidrógeno Verde. Con índices excedentes, también se encuentra en esta zona la Laguna Blanca, un cuerpo de agua natural de 160 km<sup>2</sup> de superficie. La zona norte de la cuenca registra montos de precipitación mucho menores que las estaciones de la zona sur por lo que su vulnerabilidad hídrica es mayor con respecto al sur. Los resultados críticos e insuficientes del índice se deben principalmente a la magnitud del caudal ecológico versus la oferta superficial y subterránea de cada subcuenca. Al igual que en la cuenca anterior, las zonas críticas no cuentan con estaciones fluviométricas, por lo tanto, los resultados pueden presentar incertidumbres que subestimen este ya crítico valor.

**Por otro lado, entre las subcuencas con excedentes** se encuentra Río Las Minas En Bt. Sendos, efluente perteneciente a la comuna de Punta Arenas, cuyo índice tiene un valor de 0.1 m<sup>3</sup>/s anual, pero que es crítico durante los meses de verano.

**29 subcuencas de la cuenca Tierra del Fuego tienen ISH anual crítico y 1 insuficiente.** El ISH mensual muestra que esta tendencia ocurre a lo largo de todo el año para una parte de estas y, para otra parte, sucede sólo en los meses de verano. Las subcuencas críticas se agrupan entre los ríos San Martín y Cullen y en general el ISH anual no supera los -1 m<sup>3</sup>/s. Al igual que en las cuencas anteriores, el caudal ecológico es el que ejerce más estrés en los resultados, seguido por la demanda, que en esta zona proviene principalmente del sector pecuario. Observando más en detalle, en Río Cullen En Frontera, las demandas (demandas totales más caudal ambiental-ecológico) son de 0.07 m<sup>3</sup>/s mientras que la oferta de 0.28 m<sup>3</sup>/s; y en Río San Martín En San Sebastián presenta una demanda de 0.13 m<sup>3</sup>/s y oferta de 0.53 m<sup>3</sup>/s. La zona urbana de Porvenir resulta en un índice positivo para todos los meses del año, con un total de 0.27 m<sup>3</sup>/s.

**Para el escenario futuro se observa que aumenta el número de cuencas clasificadas como críticas o insuficientes,** además, la magnitud del índice se agrava. El mayor cambio se produce en la zona norte de la cuenca de Tierra del Fuego y para cuencas que no presentan estación fluviométrica. Con respecto a las zonas urbanas, destaca la zona de la comuna de Punta Arenas, que cambia su clasificación de excedente a crítico debido a que el estrés hídrico pasa de ocurrir sólo en verano a ocurrir en otoño e invierno también. Por su parte Puerto Natales y Porvenir mantienen su categoría de crítico y excedente respectivamente.

**Finalmente, se nota que en ninguno de los escenarios se presentan cuencas con ISH clasificado como “suficiente”.** Esto tiene su

explicación en la hidrografía del sector, donde la mayoría de las cuencas desembocan directamente en el mar y no en cuencas más grandes, por lo tanto, las cuencas poseen un caudal independiente, sin aportes o extracciones en cuencas aguas arriba ni cuencas aguas abajo. Una cuenca es “suficiente” cuando la oferta es mayor a la componente ecológica del caudal ambiental más la demanda aguas arriba y menor cuando a esta suma se le agrega la demanda aguas abajo; en general, ambas demandas son iguales a 0 puesto que no existen cuencas ni aguas arriba ni aguas abajo provocando que la clasificación siempre sea “excedente”.

Esta particularidad en la conectividad entre cuencas (o más bien la falta de conectividad) es relevante al momento de aplicar potenciales MAS en la zona. Se desprende que estas deberán ser en primera instancia de carácter local y pueden cerrar brechas dentro de la misma, sin embargo, el desafío recae en aplicar MAS conectando cuencas independientes de forma de aprovechar los excedentes hídricos que unas posean para mitigar el carácter críticos de otras.

De manera independiente al ISH, se realiza una modelación hidráulica para identificar las áreas de potenciales desbordes ante eventos de crecidas en zonas urbanas, y así garantizar la seguridad hídrica. Se evalúa para caudales con periodo de retorno de 5, 20 y 100 años. En Puerto Natales ya se observan desbordes para un caudal de 5 años de tiempo de retorno. En las zonas urbanas al norte y sur de la comuna de Punta Arenas se identifican desbordes a considerar para un caudal de tiempo de retorno de 20 años, sin embargo, en el centro de la comuna los desbordes ocurren para el caudal de menor tiempo de retorno analizado. Situación similar ocurre en la comuna de Porvenir, donde se observa que los desbordes se adentran más de 200m en la zona urbana a la altura de la Bahía Chilota (desagüe río Porvenir).

# 7. Conclusiones

En el presente informe se estima el índice de seguridad hídrica (ISH) en tres cuencas de la Región de Magallanes considerando como factores la oferta hídrica, demanda superficial y subterránea, así como también los requerimientos ecológicos de los ecosistemas acuáticos mediante la determinación del caudal ambiental.

Este índice también se estima en el escenario futuro utilizando proyecciones de datos climáticos para modelar la oferta hídrica superficial.

La determinación del caudal ambiental fue realizada para 4 especies nativas de peces presentes en el área de estudio, *Galaxias Platei*, *Aplochiton Zebra*, *Aplochiton Taeniatus* y *Galaxias Maculatus* y 3 especies exóticas, *Oncorhynchus kisutch*, *Oncorhynchus mykiss* y *Salmo salar*. Luego de analizar los resultados del caudal ambiental, se decidió ocupar aquellos relacionados con la especie *Galaxia platei* por su mayor distribución espacial en el área de estudio, con 37% de los avistamientos del total de registros, y por ser una de las especies con mayor requerimiento de caudal. El método utilizado para calcular el caudal ambiental se

denomina hábitat ponderado útil (de las siglas del inglés **Weighted Usable Area - WUA**), el cual toma como criterio las curvas de habitabilidad de las especies, considerando un 60%WUA como hábitat óptimo. Los resultados del caudal ambiental varían dependiendo de la cuenca seleccionada, pero en general, el caudal ambiental en las cuencas de primera categoría presentó valores medios de 2.6 m<sup>3</sup>/s y máximos de 10.7 m<sup>3</sup>/s, y las de segunda y tercera categoría un promedio de aproximadamente 1.3 m<sup>3</sup>/s y máximo de 9.4 m<sup>3</sup>/s.

La aplicación de la metodología estuvo limitada por brechas de información, principalmente debido a la falta de estaciones fluviométricas en la zona de estudio. Sin embargo, fue posible ampliar los resultados espaciales del ISH extrapolar los caudales observados y modelados según similitud en cobertura de uso de suelo. Al no contar con datos observado, no es posible validar los valores extrapolados por lo que existe un grado de incertidumbre en ellos, por lo que deben ser considerados como referenciales al interpretar los resultados del ISH. Lo anterior evidencia la necesidad de aumentar la red el monitoreo de caudales, para así obtener un diagnóstico más realista de la disponibilidad actual del recurso hídrico y de los efectos de escenarios futuros en él.

De norte a sur, la primera cuenca analizada es costeras entre Seno Andrew y R. Holleberg e islas al oriente. En ella se identifican 9 subcuencas con

ISH anual excedente, lo que quiere decir que la oferta hídrica conjunta, superficial y subterránea, logra suplir las demandas y requerimientos ecológicos identificados; estos caudales excedentes son claves para la gestión de recursos hídricos. Por el contrario, se clasifican 10 subcuencas con ISH anual crítico, entre las cuales se encuentra la zona urbana de Puerto Natales. Con respecto al escenario futuro aumenta la magnitud de los ISH negativos y la cantidad de cuencas con esta clasificación; esto último ocurre en la zona noroeste de la cuenca, cerca de los campos de hielo.

En la segunda cuenca, correspondiente a Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes en términos de ISH, se presentan 17 subcuencas excedentes, 11 insuficientes y 18 críticas. Las críticas alcanzan valores anuales de -2,99 m<sup>3</sup>/s. Nuevamente para el escenario futuro aumentan la cantidad de cuencas con ISH negativo; este cambio, de excedente a crítico/insuficiente, se da en la zona central y sur de la cuenca. La magnitud del índice también aumenta siendo el máximo igual a -3.62 m<sup>3</sup>/s. Punta Arenas es la principal zona urbana de esta cuenca, comuna que presenta un índice positivo para el escenario actual, pero con estrés en verano e índice negativo en el escenario futuro producto de las estaciones de verano, otoño e invierno.

Finalmente, en la cuenca de Tierra del Fuego, se observan 42 cuencas con ISH positivo y 30 cuencas con ISH menor a cero. La zona más afectada

se encuentra entre los ríos San Martín y Cullen, en específico para estas subcuencas se tienen índices de  $-0.37 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $-0.20 \text{ m}^3/\text{s}$  respectivamente. Para el escenario futuro aumenta la proporción de cuencas con ISH crítico e insuficiente en mayor medida que en las otras cuencas de estudio. En específico se ve afectada la zona norte, donde los efluentes desembocan en el estrecho de Magallanes, y la zona centro, donde los efluentes tienen su punto de salida en las bahías Inútil y San Sebastián (lado argentino) y en cuerpos de agua continentales. En esta cuenca se encuentra la comuna de Porvenir para la que el índice es clasificado como excedente en el análisis histórico y mantiene esta condición en el análisis futuro.

Por otro lado, la presencia de glaciares en la zona de estudio limita el cálculo del ISH para las cuencas de régimen glacial, o con presencia de glaciares, entre los meses de abril y diciembre. Para la estimación del escenario futuro es necesaria una evaluación de campo en ríos de régimen glacial que permita validar la curva de habitabilidad de la fauna íctica local.

Es importante señalar que el análisis del ISH no permite realizar análisis locales específicos, debido a la escala de las fuentes de información utilizadas. Lo anterior es particularmente relevante en algunas localidades de la zona de estudio que son actualmente de gran interés debido al potencial emplazamiento de proyectos de hidrógeno verde, tales como la zona de Laguna Blanca y San Gregorio, ubicados al norte de la cuenca Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y

Magallanes, y Tierra del Fuego. A modo de ejemplo se puede señalar que en la Laguna Blanca a partir de un análisis de imágenes satelitales entre los años 2014-2022, se identificó su máximo en extensión durante los meses de septiembre-octubre, superficie que ha disminuido paulatinamente a través del tiempo. En el caso de la zona de San Gregorio, se presentan índices actuales críticos o insuficientes, lo que se debe principalmente a la magnitud del caudal ecológico versus la oferta superficial y subterránea de cada subcuenca. Ambas zonas no cuentan con estaciones fluviométricas, por lo tanto, los resultados presentan incertidumbres que pueden sobreestimar o subestimar el panorama actual y proyectado. Debido a estos resultados, se vuelve necesario ampliar este estudio hacia el norte de la cuenca (límite con Argentina) de forma de obtener un panorama completo de la zona en vista de los futuros proyectos.

En cuanto a la evaluación la aplicación de medidas acciones y soluciones (MAS) para reducir las brechas hídricas, considerando las soluciones basadas en la naturaleza (SbN), se obtienen mejores valores anuales, aunque manteniéndose la clasificación del índice. Sin embargo, al ver el efecto intra-anual de las MAS, es posible observar que se cierran brechas en ciertos meses y sectores, mejorando muchas veces la categoría de clasificación mensual del ISH en esos casos. Es importante dar relevancia a las SbN, y priorizar su aplicación antes de otro tipo de medidas, ya que se caracterizan por tener un bajo impacto al ecosistema y en general un bajo costo de implementación.

A pesar de esta mejora en los resultados producto de las MAS, es necesario explorar otras soluciones para poder cerrar las brechas hídricas identificadas en el área de estudio. Se recomienda analizar la relocalización de la extracción del recurso hídrico en caso que la extracción esté presente sobre una cuenca clasificada como crítica, para poder obtener el recurso desde subcuencas aledañas, debido a que en parte de las subcuencas críticas, existen cuencas con excedentes en sus cercanías.

En el estudio de crecidas se concluye tener en consideración las zonas urbanas de Puerto Natales, Punta Arenas y Porvenir, para las cuales existe posibilidad de desbordes que amenazan la seguridad hídrica para un caudal con periodo de retorno de 5 años.

Para finalizar, es posible concluir que este estudio contribuye de manera importante a la comprensión de la situación actual y futura de la disponibilidad hídrica, siendo un primer paso para alcanzar la seguridad hídrica de manera eficiente y sostenible para la Región de Magallanes.

# 8. Recomendaciones

El estudio de seguridad hídrica detallado en este informe identifica oportunidades de mejora a partir de las brechas y desafíos observados a lo largo del estudio. Estas se plantean a continuación:

- **Validación de la curva de habitabilidad local en cuencas con presencia de glaciares:** el estudio no considera el cálculo del ISH para cuencas con presencia de glaciares debido a que se desconoce la curva de habitabilidad en cuencas con régimen glacial para las especies de estudio. Debido a la importancia hídrica que poseen los glaciares y sus cuencas asociadas, se recomienda realizar una evaluación de campo de estas cuencas de forma de validar la curva de habitabilidad de la fauna íctica local.
- **Ampliación de la zona de estudio a la zona de San Gregorio:** la zona de San Gregorio cobra especial importancia debido a que posee potencial energético por producción de hidrógeno verde. Los alcances geográficos de este estudio no abarcan por completo esta zona y, aquella sección que sí se encuentra dentro de los alcances posee ISH negativo para el periodo actual y proyectado. Por lo tanto, debido a la importancia que la zona tendrá en un futuro y al estrés hídrico que presenta parte de la zona, se recomienda ampliar este estudio hasta los límites con Argentina.
- **Aumento de control fluviométrico:** la principal limitante de este estudio es la falta de estaciones fluviométricas en la mayoría de las subcuencas de la zona de interés. Esta limitante se identifica al momento de extrapolar la oferta hídrica superficial y la consecuente incertidumbre que genera y a la falta de monitoreo en zonas de interés público como San Gregorio y Laguna Blanca. Además, el estudio identifica que la gran parte de las subcuencas con ISH negativo histórico y/o futuro (especialmente en las cuencas Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes y Tierra del Fuego) no cuentan con control fluviométrico. Por estas razones, se vuelve necesario contar con mayores fuentes de monitoreo del caudal, de forma de obtener resultados robustos en estudios hídricos futuros y conocer un panorama más realista de la disponibilidad del recurso hídrico y de los efectos del cambio climático en este.
- **Evaluación de la variación temporal de la superficie de Laguna Blanca:** Laguna Blanca es un cuerpo de agua que ha mostrado (al menos) desde el 2014 una disminución paulatina en su superficie máxima anual. Si bien esta zona presenta un ISH clasificado como excedente para el escenario actual y proyectado, debido a la variación temporal y a que se trabajó la zona con oferta hídrica extrapolada, se recomienda aumentar los estudios hídricos en la laguna de forma de evaluar su condición a escala local.

# Referencias

Alvarez-Garretón, C., Mendoza, P. A., Boisier, J. P., Addor, N., Galleguillos, M., Zambrano-Bigiarini, M., Lara, A., Puelma, C., Cortes, G., Garreaud, R., McPhee, J., and Ayala, A.: The CAMELS-CL dataset: catchment attributes and meteorology for large sample studies – Chile dataset, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 22, 5817–5846, <https://doi.org/10.5194/hess-22-5817-2018>, 2018.

BID (2014) Hydro-BID: un sistema integrado para la simulación de impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos. Parte 2. Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente, División de Agua y Saneamiento. NOTA TÉCNICA # IDB-TN-529.

Boisier, J. P., C. Álvarez-Garretón, J. Cepeda, A. Osses, N. Vásquez and R. Rondanelli (2018). CR2MET: A high-resolution precipitation and temperature dataset for hydroclimatic research in Chile. EGU General Assembly Conference Abstracts, 19739.

CEA (2014). Conservación de ecosistemas acuáticos continentales y su biodiversidad, implementación de metodologías y desarrollo de herramientas para la planificación, evaluación y priorización de ecosistemas

CEA (2019). Guía metodológica para la estimación del caudal ambiental en la cuenca del río Loa. Guía desarrollada por el Centro de Ecología Aplicada Ltda. (CEA) como parte del desarrollo del estudio “Diagnóstico del caudal ambiental del río Loa, región de Antofagasta”, código BIP: 30130919.

Chow, V.T. (1959). *Open-channel hydraulics*: New York, McGraw-Hill.

Coli, P., Nalesso, M. (2017). Guía paso a paso: Manual de Hydro-BID. División de Agua y Saneamiento, Banco Interamericano de Desarrollo BID.

CONAMA. (1998). Evaluación del instrumento caudal ecológico panorama legal e institucional en Chile y Brasil: [https://www.academia.edu/5271320/conama\\_chile\\_gestion\\_integrada\\_de\\_cuencas](https://www.academia.edu/5271320/conama_chile_gestion_integrada_de_cuencas)

CR2 (2018) “Simulaciones climáticas regionales y marco de evaluación de la vulnerabilidad”, Santiago, Chile.

DGA (2009). Análisis metodológico para determinar caudales de dilución en zonas estuarinas.

DGA (2017). Actualización del balance hídrico nacional. Ministerio de obras públicas, Dirección General de Aguas.

DGA (2017). Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile, SIT N° 419. Ministerio de obras públicas, dirección general de aguas, división de estudios planificación, Santiago, Chile. Realizado por Hídrica Consultores SpA y Aquaterra Ingenieros Ltda.

DGA (2008). Manual de normas y procedimientos para la administración de recursos hídricos.

DGA (2022). Homologación del cálculo hidrológico para la estimación de la oferta natural de agua histórica y futura en Chile. SIT N° 524. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación, Santiago, Chile. Elaborado por: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

DGA (2023). Actualización Balance hídrico nacional.

Fundación Chile (2018) “Escenarios hídricos 2030. Radiografía del agua: brecha y riesgo hídrico en Chile”, Chile.

H. Bengtson, Harlan. (2002). *Hydrology (part 2)- Frequency analysis of flood data*. 2002.

Haith, D.A. (1985) “An event-based procedure for estimating monthly sediment yields”, *transactions of the American society of agricultural engineers* 28(6): 1916-1920.

Haith, D.A., Mandel, R., and Wu, R.S. (1996) “Generalized watershed loading functions. Version 2.0 user’s manual”.

Hudson, H., Byrom, A., & Chadderton, L. (2003). A critique of the IFIM – instream habitat simulation in the New Zealand context. Department of Conservation, Science for Conservation 231.

Jaramillo, C (2017) “Aplicación de la metodología de contabilidad de huella hídrica directa a 15 regiones de Chile”, elaborado para el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Fundación Chile.

Ligett y Caughey (1998) *Fluid mechanics: an interactive text*. American society of civil engineers.

Luebert, F. y Pliscoff, P. (2017) Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile [en línea]. Santiago: 2da. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/62340>

Moreda, F; Miralles-Wilhelm, F; Muñoz, R (2014) “Hydro-BID: un sistema integrado para la simulación de impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos. Parte 2. Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente, División de Agua y Saneamiento. NOTA TÉCNICA # IDB-TN-529.

Milhouse, R.T. & Waddle T.J. (2012). *Physical Habitat Simulation (PHABSIM) Software for Windows (v.1.5.1)*. USGS Fort Collins Science Center.

Schiff, J. B., & Schönfeld, J. C. (1953). Theoretical considerations on the motion of salt and freshwater. *Proceedings Minnesota International Hydraulics Convention*, 321-333.

Schneiderman, E.M., T.S. Steenhuis, D.J. Thongs, Z.M. Easton, M.S. Zion, A.L. Neal, G.F. Mendoza, and M.T. Walter. (2007) “Incorporating variable source area hydrology into a curve-number-based watershed model”, *Hydrol. Process.* 21, 3420-3430.

Servicio de Evaluación Ambiental-SEA (2016) Guía metodológica para determinar el caudal ambiental para centrales hidroeléctricas en el SEIA.

Sha, J., M. Liu, D. Wang, D.P. Swaney, and Y. Wang. (2013) “Application of the renuma model in the Sha He river watershed: tools for watershed environmental management”, *journal of environmental management* 124, 4050.

Waterways (2022). Conclusiones anexas derivadas del estudio “Estimación de la recarga en la cuenca del río Maipo a través del modelo Wetspass”. Lisboa, Portugal, 01 de marzo del 2022.

Waterways (2022). Conclusiones anexas derivadas del estudio “Estimación de la recarga en la cuenca del río Maule a través del modelo Wetspass”. Lisboa, Portugal, 01 de marzo del 2022.

## 10.1. Equipo de trabajo

La tabla a continuación lista el equipo de trabajo y el cargo o función desempeñada por cada uno

**Tabla 24.** Responsables y participantes de las actividades.

Equipo de trabajo	Cargo
Pablo Lagos	Gerente operaciones
Alejandro Aguado	Jefe de Proyecto, Especialista hidráulico
Javiera Cáceres	Especialista hidráulica
Pablo Sanhueza	Especialista hidráulico
Manuel Contreras	Asesor Senior
Víctor Messina	Jefe Área SIG
Valentina Avendaño	Especialista SIG
Francisca Urmeneta	Administradora de contratos, Especialista hidráulica

## 10.2 Nombre ríos subcuencas de segunda y tercera categoría

La tabla siguiente detalla el nombre del curso de agua correspondiente a cada COMID de salida para las subcuencas de segunda y tercera categoría.

COMID	Nombre Curso de Agua	Coord. inicio curso de agua		Coord. fin curso de agua	
		Lat (°)	Lon (°)	Lat (°)	Lon (°)
<b>CUENCA 1- Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente.</b>					
319823300	RIO CAJON	-50.68	-73.77	-50.67	-73.77
319831500	RIO CUMBRES DEL BRUJO	-50.74	-73.70	-50.74	-73.77
319837600	RIO SANTA ANA	-50.80	-73.73	-50.78	-73.78
319844100	RIO MEANDRO DEL BRUJO	-50.88	-73.74	-50.89	-73.79
319849700	RIO AMALIA	-50.97	-73.78	-50.96	-73.77
319849800	FIORDO LA ESPERANZA	-50.96	-74.07	-50.97	-74.07
319861800	RIO ISLA LUCIA	-51.09	-74.10	-51.10	-74.11
319862500	RIO EL HUMEDAL	-51.03	-73.98	-51.11	-73.99
319864700	RIO LOS BRUJOS	-51.11	-73.75	-51.13	-73.74
319866500	RIO ANTARTICA	-51.11	-73.61	-51.14	-73.69
319867500	FIORDO NEVADO	-51.10	-73.89	-51.15	-73.96
319870300	RIO EL DESHIELO	-51.18	-73.91	-51.19	-73.94
319871500	ESTERO SERRANO	-51.20	-73.65	-51.21	-73.66
319879400	RIO LA VANGUARDIA	-51.30	-73.66	-51.29	-73.69
319893800	ESTERO LAS CUMBRES	-51.41	-73.56	-51.44	-73.56
319895600	RIO LAS CASCADAS	-51.48	-73.52	-51.45	-73.56
319895700	FIORDO BALMACEDA	-51.43	-73.40	-51.48	-73.26
319895900	FIORDO DOBLE PICO	-51.48	-73.86	-51.46	-73.91
319896300	RIO GLACIARES DE SERRANO	-51.47	-73.04	-51.49	-73.04
319897600	ESTERO FRONTIS SERRANO	-51.50	-73.11	-51.50	-73.11
319898200	FIORDO BELLAVISTA	-51.50	-73.34	-51.49	-73.27
319898400	ESTERO LA CADENA	-51.51	-73.22	-51.51	-73.21
319902000	LAGO LIMPIO	-51.53	-73.50	-51.51	-73.58
319902700	RIO ESTANCIA PERALES	-51.42	-72.90	-51.54	-72.85
319903400	FIORDO CARRINGTON	-51.55	-73.78	-51.54	-73.85
319907000	RIO PUERTO CONSUELO	-51.60	-72.55	-51.61	-72.66
319909500	RIO BLANCO	-51.62	-73.41	-51.64	-73.40
319910200	FIORDO LAS NUBES	-51.64	-73.75	-51.65	-73.78
319911600	RIO BOLEADORES	-51.64	-72.59	-51.67	-72.60
319913300	RIO ESCONDIDO	-51.69	-73.29	-51.69	-73.27
319914300	RIO NATALES	-51.71	-72.44	-51.72	-72.51
319917100	RIO BAHIA VERGARA	-51.63	-73.00	-51.76	-72.89
319917200	ESTERO MERCEDES	-51.75	-72.84	-51.76	-72.84
319917300	ESTERO BUENA ESPERANZA	-51.74	-72.76	-51.76	-72.83
319919000	RIO NATALES SUR	-51.75	-72.40	-51.78	-72.45
319921300	RIO ALMIRANTE MONTT	-51.79	-73.21	-51.78	-73.16
319922000	RIO AZUL	-51.80	-73.46	-51.79	-73.50
319937000	RIO LA MORRENA	-51.90	-73.41	-51.90	-73.43

COMID	Nombre Curso de Agua	Coord. inicio curso de agua		Coord. fin curso de agua	
		Lat (°)	Lon (°)	Lat (°)	Lon (°)
<b>CUENCA 2- Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes.</b>					
319956300	ESTERO CAÑADON GRANDE	-52.17	-69.26	-52.20	-69.23
319956500	RIO DEL CONDOR	-52.15	-69.08	-52.20	-69.12
319960200	ESTERO POSESION	-52.19	-68.99	-52.26	-69.01
319960800	ESTERO RANCHO CARANCHO 2	-52.28	-69.50	-52.29	-69.49
319962700	ESTERO RANCHO CARANCHO 1	-52.32	-69.56	-52.29	-69.49
319963600	ESTERO FARO CERRO DIRECCION	-52.34	-69.67	-52.34	-69.49
319965200	LAGUNA BLANCA	-52.39	-71.20	-52.39	-71.20
319967300	RIO CHIORRILLO KIMIRI AIKE	-52.38	-69.88	-52.43	-69.57
319969800	ESTERO TERCER CHORRILLO	-52.48	-69.85	-52.49	-69.84
319970600	ESTERO EL ESTRECHO	-52.50	-69.65	-52.51	-69.64
319972000	ESTERO ESTANCIA ALEJANDRA	-52.46	-70.06	-52.53	-69.95
319972600	ESTERO SANHUEZA	-52.54	-70.02	-52.54	-69.99
319975300	ESTERO PUERTO SARA	-52.60	-70.25	-52.61	-70.19
319976400	ESTERO MALLIN	-52.64	-70.39	-52.66	-70.37
319977100	ESTERO BAHIA OAZY	-52.58	-70.63	-52.67	-70.58
319977400	ESTERO SANTA MARIA	-52.64	-70.44	-52.69	-70.41
319978400	ESTERO CASIMIRO	-52.62	-70.70	-52.71	-70.74
319980700	LAGUNA DEL TORO	-52.70	-71.19	-52.75	-71.15
319981000	ESTERO LAGUNA DEL TORO	-52.66	-71.15	-52.75	-71.15
319981800	ESTERO LOS TRES PALOS	-52.61	-71.13	-52.75	-71.15
319981900	ESTRECHO VERDANA	-52.74	-70.85	-52.76	-70.80
319982300	ESTERO ENTRE VIENTO	-52.78	-71.27	-52.79	-71.27
319986500	ESTERO PESCADO	-52.90	-71.00	-52.91	-70.88
319986900	RIO PESCADO	-52.92	-70.91	-52.91	-70.89
319990200	ESTERO CHABUNCO	-53.02	-70.86	-53.02	-70.83
319990400	RIO DE LOS PATOS	-53.03	-71.08	-52.94	-71.16
319991900	ESTERO DEL MEDIO	-53.07	-71.19	-53.00	-71.25
319998900	ESTERO ISLA ROA	-53.30	-72.22	-53.27	-72.18
319999300	RIO EL CANELO	-53.30	-71.36	-53.16	-71.53
319999400	ESTERO PUNTA SANTA CRUZ	-53.31	-72.11	-53.31	-72.11

COMID	Nombre Curso de Agua	Coord. inicio curso de agua		Coord. fin curso de agua	
		Lat (°)	Lon (°)	Lat (°)	Lon (°)
320000500	ESTERO LA COTA	-53.37	-71.93	-53.24	-71.91
320000700	RIO SANTA MARIA	-53.33	-71.00	-53.37	-70.97
320001300	ESTERO CUTTER	-53.39	-72.32	-53.37	-72.42
320001800	RIO AGUA FRESCA	-53.40	-71.09	-53.40	-70.99
320002000	ESTERO ISLA FONDEADERO	-53.41	-72.08	-53.41	-72.10
320002300	RIO PUNTA SIERRALTA	-53.41	-71.60	-53.33	-71.78
320004200	ESTERO TRES MONTES	-53.50	-71.96	-53.51	-71.95
320004400	RÍO PUNTA ACEVEDO	-53.52	-71.55	-53.37	-71.75
320005400	RIO SILVA PALMA	-53.55	-71.65	-53.45	-71.75
320005800	RIO BACHELOR	-53.51	-72.16	-53.56	-72.31
320005900	ESTERO 4 LAGUNAS	-53.56	-72.13	-53.54	-72.05
320006600	RIO FONDO SENO PALMA	-53.60	-72.03	-53.56	-72.00
320007500	ESTERO ISLA DOÑAS	-53.61	-71.70	-53.50	-71.79
320009500	RIO SAN BERNABE	-53.67	-71.86	-53.68	-71.88
320009800	ESTERO DOS SARDINAS	-53.68	-72.03	-53.69	-72.01
320010200	RIO SAN PEDRO	-53.70	-71.09	-53.67	-70.97
320013400	RIO SAN NICOLAS O GENNES	-53.79	-71.07	-53.80	-71.03
320013700	RÍO PARQUE FRANCISCO COLOA- NE	-53.76	-71.69	-53.81	-71.64
320015600	RIO DEL ORO	-53.81	-71.43	-53.84	-71.44
320017300	RIO NODALES	-53.85	-71.23	-53.87	-71.19
320311500	ESTERO SENO SILVA PALMA	-53.45	-71.89	-53.47	-71.83
<b>CUENCA 3- Tierra del Fuego.</b>					
319972700	ESTERO PROGRESO	-52.54	-69.45	-52.48	-69.48
319973800	ESTERO CERRO SOMBRERO	-52.58	-69.32	-52.56	-69.30
319976000	ESTERO LA ESTANCIA	-52.64	-69.31	-52.59	-69.28
319976100	ESTERO PUNTA CATALINA	-52.66	-68.81	-52.61	-68.81
319977200	ESTERO ESPIRITU SANTO	-52.68	-68.68	-52.64	-68.64
319977300	ESTERO LOS BOFEDALES 2	-52.68	-69.00	-52.66	-69.01
319979200	RIO CALAFATE	-52.73	-68.90	-52.64	-68.89
319981600	ESTERO MORRO SAN SIMON	-52.75	-70.16	-52.74	-70.13

COMID	Nombre Curso de Agua	Coord. inicio curso de agua		Coord. fin curso de agua	
		Lat (°)	Lon (°)	Lat (°)	Lon (°)
319981700	ESTERO LA PORFIADA	-52.76	-69.20	-52.69	-69.17
319982700	ESTERO PUNTA PIEDRA	-52.81	-69.81	-52.79	-69.83
319982800	ESTERO EÑL BOFEDAL	-52.81	-69.34	-52.63	-69.24
319982900	ESTERO LA PRIMAVERA	-52.81	-69.13	-52.69	-69.16
319983800	RIO OSCAR	-52.83	-69.76	-52.78	-69.81
319992300	ESTERO AGUA SANTA	-53.09	-70.00	-52.85	-69.96
319992600	RIO VERDE	-53.09	-70.09	-53.00	-70.12
319992800	RIO FILARET 1	-53.08	-68.58	-53.10	-68.57
319993400	RIO FILARET 2	-53.11	-68.66	-53.10	-68.57
319993500	ESTERO ESTANCIA GENTE GRANDE	-53.12	-70.34	-53.06	-70.30
319996800	ESTERO SALADO	-53.22	-68.66	-53.20	-68.54
319999100	ESTERO PUNTA CHILOTA	-53.24	-70.38	-53.30	-70.42
319999600	RIO PORVENIR	-53.32	-70.31	-53.30	-70.37
320000200	ESTERO ESTANCIA COPIHUE	-53.23	-69.60	-53.35	-69.45
320000300	ESTERO TRES HERMANOS	-53.28	-69.56	-53.36	-69.51
320000400	ESTERO PUNTA NUEVA	-53.34	-69.40	-53.36	-69.42
320001000	ESTERO JACK CAMERON	-53.28	-69.39	-53.38	-69.34
320001900	RIO SANTA MARIA	-53.37	-70.27	-53.41	-70.31
320002100	ESTERO ESTANCIA CALETA JOSE-FINA	-53.37	-69.19	-53.41	-69.33
320003300	ESTERO GODOY	-53.46	-69.24	-53.45	-69.31
320004000	RIO CACHIMBA	-53.46	-68.69	-53.49	-68.56
320007300	RIO HONDO	-53.60	-69.39	-53.50	-69.32
320009200	RIO TORRIDO	-53.67	-69.47	-53.53	-69.36
320009600	RIO ANA	-53.68	-69.76	-53.66	-69.78
320009900	RIO GREEN	-53.69	-69.79	-53.66	-69.80
320010300	RIO MC CLELLAND	-53.71	-69.63	-53.64	-69.65
320010400	ESTERO CALIFORNIA	-53.71	-69.55	-53.59	-69.56
320011000	ESTERO AERODROO DAWSON	-53.72	-70.56	-53.68	-70.48
320011100	RIO MORITZ	-53.72	-69.84	-53.67	-69.91
320011400	RIO BUENO E.	-53.73	-69.95	-53.72	-69.98

COMID	Nombre Curso de Agua	Coord. inicio curso de agua		Coord. fin curso de agua	
		Lat (°)	Lon (°)	Lat (°)	Lon (°)
320013800	RIO BLANCO	-53.81	-69.85	-53.69	-69.92
320017700	RIO BAHIA AMIGO	-53.88	-70.81	-53.86	-70.85
320017800	RIO FOX	-53.86	-70.49	-53.88	-70.46
320018300	ESTERO PUNTA ARBOLADA	-53.89	-70.50	-53.88	-70.46
320018400	ESTERO FINO	-53.89	-70.13	-53.89	-70.14
320019600	ESTERO MESKEM	-53.90	-70.69	-53.91	-70.68
320020000	ESTERO ORIENTAL	-53.92	-70.59	-53.87	-70.62
320020600	RIO GRANDE	-53.91	-68.71	-53.90	-68.47
320021200	RIO SANTA LUDGARDA	-53.95	-70.82	-53.94	-70.84
320021600	RIO GRANDE O CONDOR	-53.96	-70.07	-53.97	-70.10
320022900	ESTERO BAHIA NO ENTRES	-53.99	-70.40	-53.99	-70.37
320025900	ESTERO CANAL GABRIEL 1	-54.09	-70.73	-54.10	-70.79
320026100	RIO PUERTO COISEL	-54.07	-70.65	-54.11	-70.59
320026600	ESTERO CANAL GABRIEL 2	-54.13	-70.74	-54.11	-70.79
320027900	ESTERO PUERTO ARTURO	-54.13	-69.85	-54.16	-69.90
320028400	RIO ESTRECHO 1	-54.16	-70.53	-54.14	-70.51
320029400	ESTERO PARALELO	-54.16	-69.53	-54.19	-69.61
320029700	ESTERO LOS FIORDOS	-54.19	-69.63	-54.20	-69.62
320030900	RIO PARALELO	-54.20	-69.62	-54.22	-69.64
320031100	RIO ESTRECHO 2	-54.22	-70.50	-54.23	-70.49
320031600	RIO PARALELO	-54.25	-69.39	-54.19	-69.61
320034000	ESTERO EL VERTICE	-54.31	-69.30	-54.32	-69.32
320035300	RIO OESTE	-54.35	-69.10	-54.37	-69.15
320038000	RIO MARINELLI NORTE	-54.45	-69.48	-54.44	-69.49
320038100	ESTERO BAHIA JACKSON	-54.45	-68.93	-54.45	-68.96
320040000	ESTERO BAHIA PARRY	-54.51	-69.27	-54.51	-69.26
320041200	RIO CALETA MARIA	-54.54	-69.01	-54.48	-68.98
320057000	RIO LAPATALA O ROCA	-54.74	-68.72	-54.85	-68.56

## 10.3 Anexo demanda superficial

El presente anexo detalla el valor de la demanda a escala anual y mensual para las cuencas de primera categoría agrupadas por cuenca de estudio. El ID de la estación corresponde a una abreviación del nombre de la estación.

En primer lugar, la cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente sólo presenta demanda en los sectores agrícola y pecuario, este último de mayores magnitudes; además, las cuencas con alta presencia de glaciares tienen demanda cero en todos los sectores.

Por otra parte, la cuenca Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes presenta demanda en los mismos sectores, en específico para tres cuencas en el sector agrícola y para dos cuencas distintas en el sector pecuario.

Finalmente, la cuenca Tierra del Fuego presenta demanda del sector pecuario en aquellas cuencas ubicadas más al norte.

**Tabla 25.** Demanda anual por sector cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente.

ID Estación	DEMANDA SECTOR AGRICOLA (Mm³/año)	DEMANDA SECTOR FORESTAL (Mm³/año)	DEMANDA SECTOR PECUARIO (Mm³/año)	DEMANDA SECTOR DOMESTICO (Mm³/año)	DEMANDA SECTOR ENERGIA (Mm³/año)	DEMANDA SECTOR INDUSTRIA (Mm³/año)	DEMANDA SECTOR MINERÍA (Mm³/año)
Cadoon	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Geikie	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tindall	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Grey	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Paine PN2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Baguales	0.01	0.00	3.87	0.00	0.00	0.00	0.00
Vizcachas (A)	0.01	0.00	1.24	0.00	0.00	0.00	0.00
Vizcachas (B)	0.00	0.00	1.81	0.00	0.00	0.00	0.00
Chinas Cerro Guido	0.99	0.00	1.72	0.00	0.00	0.00	0.00
Don Guillermo	0.02	0.00	1.69	0.00	0.00	0.00	0.00
Chinas Desagüe Toro	1.03	0.00	13.75	0.00	0.00	0.00	0.00
Chorrillos	0.15	0.00	7.43	0.00	0.00	0.00	0.00
Tres Pasos	0.15	0.00	14.17	0.00	0.00	0.00	0.00
Rincón	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Serrano Desagüe Toro	2.96	0.00	28.58	0.00	0.00	0.00	0.00
Serrano	2.96	0.00	29.07	0.00	0.00	0.00	0.00
Prat	2.42	0.00	3.24	0.00	0.00	0.00	0.00

**Tabla 26.** Demanda mensual en Mm<sup>3</sup>/año cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente.

ID Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Caadon	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Geikie	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tindall	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Grey	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Paine PN2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Baguales	1.76	1.62	1.68	3.26	1.62	1.55	1.63	1.72	3.31	9.62	9.58	9.23
Vizcachas (A)	0.57	0.52	0.54	1.05	0.52	0.50	0.53	0.55	1.07	3.10	3.08	2.97
Vizcachas (B)	1.23	1.13	1.18	2.29	1.14	1.08	1.14	1.21	2.32	2.99	3.34	2.72
Chinas Cerro Guido	1.22	1.13	1.17	2.27	1.13	1.08	1.14	1.20	2.31	6.70	6.67	6.43
Don Guillermo	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71
Chinas Desagüe Toro	14.78	14.78	14.78	14.78	14.78	14.78	14.78	14.78	14.78	14.78	14.78	14.78
Chorrillos	6.43	5.91	6.14	6.15	7.01	7.92	8.12	9.42	8.08	8.90	9.03	7.87
Tres Pasos	12.15	11.17	11.59	11.63	13.24	14.97	15.34	17.81	15.27	16.81	17.07	14.87
Rincón	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Serrano Desagüe Toro	29.96	29.75	29.85	31.45	29.93	30.02	30.14	30.42	31.83	35.11	35.41	34.53
Serrano Junta Grey	29.96	29.75	29.85	31.45	29.93	30.02	30.14	30.42	31.83	35.11	35.41	34.53
Serrano	30.57	30.39	30.47	31.87	30.55	30.63	30.73	30.98	32.21	35.39	35.62	34.87
Prat	3.46	3.35	3.59	3.73	6.45	7.75	8.20	8.15	8.05	7.77	3.75	3.73

**Tabla 27.** Demanda anual por sector cuenca Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes.

ID Estación	DEMANDA SECTOR AGRICOLA (Mm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA SECTOR FORESTAL (Mm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA SECTOR PECUARIO (Mm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA SECTOR DOMESTICO (Mm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA SECTOR ENERGIA (Mm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA SECTOR INDUSTRIA (Mm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA SECTOR MINERÍA (Mm <sup>3</sup> /año)
Calete	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Grande	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
San Juan	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tres Brazos	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Legnadura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Las Minas	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Ci-Aike	0.00	0.00	9.14	0.00	0.00	0.00	0.00

**Tabla 28.** Demanda mensual en Mm<sup>3</sup>/año cuenca Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes.

ID Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Calete	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GrandePA	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
SanJuan	0.03	0.01	0.05	0.04	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.02
TresBrazos	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02
Legnadura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LasMinas	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Ci-Aike	9.14	9.14	9.14	9.14	9.14	9.14	9.14	9.14	9.14	9.14	9.14	9.14

**Tabla 29.** Demanda anual por sector cuenca Tierra del Fuego.

ID Estación	DEMANDA SECTOR AGRICOLA (Mm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA SECTOR FORESTAL (Mm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA SECTOR PECUARIO (Mm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA SECTOR DOMESTICO (Mm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA SECTOR ENERGIA (Mm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA SECTOR INDUSTRIA (Mm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA SECTOR MINERÍA (Mm <sup>3</sup> /año)
Oro	0.00	0.00	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00
Oscar	0.00	0.00	1.88	0.00	0.00	0.00	0.00
Side	0.00	0.00	3.93	0.00	0.00	0.00	0.00
Cullen	0.00	0.00	3.41	0.00	0.00	0.00	0.00
San Martín	0.00	0.00	2.97	0.00	0.00	0.00	0.00
Chico	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00
Herminita	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Grande	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Catalina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rasmussen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Caleta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azopardo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Tabla 30.** Demanda mensual en Mm<sup>3</sup>/año cuenca Tierra del Fuego.

ID Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Oro	2.79	2.53	2.79	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.82
Oscar	2.08	2.08	1.25	1.36	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	1.25
Side	2.74	2.81	3.03	3.20	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	3.50	2.98
Cullen	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41
SanMartín	1.78	1.84	2.12	2.37	3.30	4.02	4.02	4.02	4.02	3.47	2.61	2.10
Chico	0.36	0.35	0.36	0.43	0.65	1.06	1.81	2.04	1.02	0.69	0.52	0.38
Herminita	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Grande	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Catalina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rasmussen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Caleta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azopardo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Las tablas a continuación muestran los valores de demanda anual y factor de variabilidad mensual para las subcuencas de segunda y tercera categoría por COMID. Para reducir el tamaño de las tablas, se opta por mostrar sólo aquellos COMIDs con demanda no nula.

Se observa nuevamente demanda en sólo los sectores agrícola y pecuario, especialmente en este último.

**Tabla 31.** Demanda anual por sector para subcuencas de segunda y tercera categoría, cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente.

COMID	DEMANDA SECTOR AGRICOLA (Mm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA SECTOR FORESTAL (Mm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA SECTOR PECUARIO (Mm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA SECTOR DOMESTICO (Mm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA SECTOR ENERGIA (Mm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA SECTOR INDUSTRIA (Mm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA SECTOR MINERÍA (Mm <sup>3</sup> /año)
319907000	5.06	0.00	9.07	0.00	0.00	0.00	0.00
319911600	0.00	0.00	8.31	0.00	0.00	0.00	0.00
319914300	2.47	0.00	5.03	0.00	0.00	0.00	0.00
319919000	0.21	0.00	7.85	0.00	0.00	0.00	0.00

**Tabla 32.** Demanda anual por sector para subcuencas de segunda y tercera categoría, cuenca Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes.

COMID	DEMANDA SECTOR AGRICOLA (Mm³/año)	DEMANDA SECTOR FORESTAL (Mm³/año)	DEMANDA SECTOR PECUARIO (Mm³/año)	DEMANDA SECTOR DOMESTICO (Mm³/año)	DEMANDA SECTOR ENERGIA (Mm³/año)	DEMANDA SECTOR INDUSTRIA (Mm³/año)	DEMANDA SECTOR MINERÍA (Mm³/año)
319956300	0.00	0.00	1.26	0.00	0.00	0.00	0.00
319956500	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
319960200	0.00	0.00	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00
319960800	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00
319962700	0.00	0.00	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00
319963600	0.00	0.00	2.27	0.00	0.00	0.00	0.00
319967300	0.00	0.00	3.55	0.00	0.00	0.00	0.00
319969800	0.00	0.00	1.16	0.00	0.00	0.00	0.00
319970600	0.00	0.00	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00
319972000	0.02	0.00	1.74	0.00	0.00	0.00	0.00
319972600	0.00	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00
319975300	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00
Río Santa Susana	0.00	0.00	10.40	0.00	0.00	0.00	0.00
319976400	0.30	0.00	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00
319977100	0.00	0.00	1.57	0.00	0.00	0.00	0.00
319977400	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319978400	0.93	0.00	5.06	0.00	0.00	0.00	0.00
319980700	0.00	0.00	2.62	0.00	0.00	0.00	0.00
319981000	0.00	0.00	2.86	0.00	0.00	0.00	0.00
319981800	0.45	0.00	5.05	0.00	0.00	0.00	0.00
319981900	56.63	0.00	9.99	0.00	0.00	0.00	0.00
319982300	0.00	0.00	1.39	0.00	0.00	0.00	0.00
319986500	0.92	0.00	3.89	0.00	0.00	0.00	0.00
319986900	0.00	0.00	2.42	0.00	0.00	0.00	0.00
319990200	1.47	0.00	1.82	0.00	0.00	0.00	0.00
319990400	0.56	0.00	2.16	0.00	0.00	0.00	0.00
320001800	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Tabla 33.** Demanda anual por sector para subcuencas de segunda y tercera categoría, cuenca Tierra del Fuego.

COMID	DEMANDA SECTOR AGRICOLA (Mm³/año)	DEMANDA SECTOR FORESTAL (Mm³/año)	DEMANDA SECTOR PECUARIO (Mm³/año)	DEMANDA SECTOR DOMESTICO (Mm³/año)	DEMANDA SECTOR ENERGIA (Mm³/año)	DEMANDA SECTOR INDUSTRIA (Mm³/año)	DEMANDA SECTOR MINERÍA (Mm³/año)
319972700	0.00	0.00	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00
319973800	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00
319976000	0.00	0.00	2.58	0.00	0.00	0.00	0.00
319976100	0.00	0.00	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00
319977200	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00
319977300	0.00	0.00	1.09	0.00	0.00	0.00	0.00
319979200	0.00	0.00	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00
319981600	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00
319981700	0.00	0.00	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00
319982700	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00
319982800	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00
319982900	0.00	0.00	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00
319983800	0.00	0.00	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
319992300	0.00	0.00	3.12	0.00	0.00	0.00	0.00
319992600	0.00	0.00	2.04	0.00	0.00	0.00	0.00
319993400	0.90	0.00	13.47	0.00	0.00	0.00	0.00
319993500	0.00	0.00	2.79	0.00	0.00	0.00	0.00
319996800	0.20	0.00	6.92	0.00	0.00	0.00	0.00
319999100	4.35	0.00	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00
319999600	0.46	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
320000200	0.00	0.00	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00
320000300	0.00	0.00	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00
320000400	0.00	0.00	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00
320001000	0.00	0.00	3.98	0.00	0.00	0.00	0.00
320001900	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00
320002100	0.00	0.00	2.81	0.00	0.00	0.00	0.00
320003300	0.00	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00
320004000	0.00	0.00	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00

CONTINUA 

**Tabla 34.** Factor de variabilidad mensual para las subcuencas de segunda y tercera categoría de las tres cuencas de estudio.

Cuenca	COMID	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente	319907000	0.95	0.93	0.97	0.99	1.00	1.01	1.07	1.06	1.05	1.01	0.99	0.99
	319914300	1.26	0.93	1.26	1.26	1.26	0.79	0.79	0.79	1.26	0.79	0.79	0.79
	319911600	2.26	0.68	2.26	2.26	2.26	0.00	0.00	0.00	2.26	0.00	0.00	0.00
	319919000	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	0.00	1.33	0.00	0.00	1.33
Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes	319956300	0.71	1.00	1.42	0.72	1.44	1.38	0.26	0.26	0.96	1.43	1.00	1.41
	319956500	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	319960200	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	319960800	0.71	1.00	1.42	0.72	1.44	1.38	0.26	0.26	0.96	1.43	1.00	1.41
	319962700	0.71	1.00	1.42	0.72	1.44	1.38	0.26	0.26	0.96	1.43	1.00	1.41
	319963600	0.71	1.00	1.42	0.72	1.44	1.38	0.26	0.26	0.96	1.43	1.00	1.41
	319967300	0.71	1.00	1.42	0.72	1.44	1.38	0.26	0.26	0.96	1.43	1.00	1.41
	319969800	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	319970600	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	319972000	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	319972600	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	319975300	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Río Santa Susana	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	319976400	0.85	1.01	1.41	1.33	0.65	1.09	0.65	1.09	0.65	1.09	1.01	1.17
	319977100	0.90	1.00	1.26	1.21	0.78	1.06	0.78	1.06	0.78	1.06	1.01	1.11
	319977400	0.90	1.00	1.26	1.21	0.78	1.06	0.78	1.06	0.78	1.06	1.01	1.11
	319978400	0.85	1.01	1.41	1.33	0.65	1.09	0.65	1.09	0.65	1.09	1.01	1.17
	319980700	0.90	1.00	1.26	1.21	0.78	1.06	0.78	1.06	0.78	1.06	1.01	1.11
	319981000	0.90	1.00	1.26	1.21	0.78	1.06	0.78	1.06	0.78	1.06	1.01	1.11
	319981800	0.85	1.01	1.41	1.33	0.65	1.09	0.65	1.09	0.65	1.09	1.01	1.17
	319981900	0.85	1.01	1.41	1.33	0.65	1.09	0.65	1.09	0.65	1.09	1.01	1.17
	319982300	0.85	1.01	1.41	1.33	0.65	1.09	0.65	1.09	0.65	1.09	1.01	1.17
	319986500	0.85	1.01	1.41	1.33	0.65	1.09	0.65	1.09	0.65	1.09	1.01	1.17
	319986900	0.85	1.01	1.41	1.33	0.65	1.09	0.65	1.09	0.65	1.09	1.01	1.17
	319990200	0.85	1.01	1.41	1.33	0.65	1.09	0.65	1.09	0.65	1.09	1.01	1.17
	319990400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
320001800	0.48	0.43	0.87	1.00	1.09	1.13	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	0.92

Cuenca	COMID	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Tierra del Fuego	319972700	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	319973800	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	319976000	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	319976100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	319977200	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	319977300	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	319979200	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	319981600	0.49	0.53	0.52	0.62	0.96	1.38	2.04	1.36	1.51	1.12	0.86	0.61
	319981700	0.42	0.49	0.55	0.55	0.88	1.15	1.83	2.14	1.84	1.10	0.56	0.46
	319982700	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99
	319982800	0.68	0.70	0.77	0.83	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	0.90	0.75
	319982900	0.42	0.49	0.55	0.55	0.88	1.15	1.83	2.14	1.84	1.10	0.56	0.46
	319983800	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99
	319992300	0.49	0.53	0.52	0.62	0.96	1.38	2.04	1.36	1.51	1.12	0.86	0.61
	319992600	0.74	0.72	0.73	0.78	0.98	1.23	1.56	1.21	1.30	1.07	0.92	0.78
	319993400	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	1.30	1.30	1.26	1.10	0.96	0.83
	319993500	1.00	1.00	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	319996800	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	1.30	1.30	1.26	1.10	0.96	0.83
	319999100	1.00	1.00	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	319999600	1.00	1.00	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	320000200	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	1.33	1.32	1.28	1.10	0.94	0.94
	320000300	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	320000400	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	320001000	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	320001900	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
320002100	0.43	0.28	0.13	0.86	0.28	1.42	2.56	1.48	2.09	1.19	0.67	0.60	
320003300	0.43	0.28	0.13	0.86	0.28	1.42	2.56	1.48	2.09	1.19	0.67	0.60	
320004000	0.86	0.64	0.46	0.45	0.43	0.45	0.53	0.81	1.32	2.27	2.51	1.27	

## 10.4 Anexo resultados calibración

Los parámetros calibrados son los siguientes:

- **CN: Curva número (-)**
- **AWC: Capacidad disponible de agua en el suelo (-)**
- **R: Coeficiente de recesión (día-1)**
- **S: Coeficiente de percolación (día-1)**
- **Factor de evapotranspiración en temporada de crecimiento (-)**
- **Factor de evapotranspiración en temporada latente (-)**
- **Tumbral: Umbral de temperatura (°C)**
- **Factor de fusión (°C)**

Por otro lado, la efectividad del modelo se evalúa con cuatro indicadores estadísticos calculados por el modelo HydroBID mediante las siguientes fórmulas:

**Ove:** error general de volumen (%)

$$Ove = \frac{\sum_{t=1}^N P_t - \sum_{t=1}^N O_t}{\sum_{t=1}^N O_t} * 100$$

Donde  $P_t$  y  $O_t$  es el caudal observado y simulado en el tiempo. Su valor óptimo es el 0%.

$r$ : correlación (-)

$$r = \frac{N * \sum_{t=1}^N Q_{obs} Q_{sim} - \sum_{t=1}^N Q_{obs} * \sum_{t=1}^N Q_{sim}}{\sqrt{[N * \sum_{t=1}^N Q_{sim}^2 - (\sum_{t=1}^N Q_{sim})^2][N * \sum_{t=1}^N Q_{obs}^2 - (\sum_{t=1}^N Q_{obs})^2]}}$$

$$Ove = \frac{\sum_{t=1}^N P_t - \sum_{t=1}^N O_t}{\sum_{t=1}^N O_t} * 100$$

Donde  $Q_{obs}$  y  $Q_{sim}$  es el caudal observado y simulado en el tiempo respectivamente. Un  $r$  igual a 1 indica que los caudales tienen un ajuste perfecto.

$r_{mod}$ : correlación modificada (-)

$$r_{mod} = r \frac{\min(\sigma_{sim}, \sigma_{obs})}{\max(\sigma_{sim}, \sigma_{obs})}$$

Donde  $\sigma_{obs}$  y  $\sigma_{sim}$  corresponden a las desviaciones estándar de las series de tiempo de flujos simulados y observados respectivamente. Un  $r_{mod}$  igual a 1 indica que los caudales tienen un ajuste perfecto.

**NSE:** coeficiente de eficiencia de Nash-Sutcliffe (-)

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{t=1}^N (Q_{obs} - Q_{sim})^2}{\sum_{t=1}^N (Q_{obs} - \overline{Q_{obs}})^2}$$

Donde  $\overline{Q_{obs}}$  es el promedio de los caudales observados. Un NSE igual a 1 indica que los caudales tienen un ajuste perfecto.

Las tablas a continuación muestran los resultados para los nodos de calibración de la cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Hollelberg e islas al oriente. Notar que los nodos Río Cadoon en Desembocadura, Río Geikie en Desembocadura, Río Tindall en Desembocadura, Río Grey antes junta Serrano y Río Don Guillermo en Cerro Castillo no son calibrados, esto debido a la poca cantidad de mediciones que presentan, a excepción de Río Grey que no fue calibrado por falta de valores de curva número (valores proporcionados por el modelo). Por lo tanto, para el cálculo del ISH proyectado estas cuencas son consideradas de segunda categoría.

**Tabla 35.** Valores parámetros de calibración cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Hollelberg e islas al oriente.

Nodo de calibración	CN (-)	AWC (-)	R (día <sup>-1</sup> )	S (día <sup>-1</sup> )	ET factor en crecimiento (-)	ET factor en latente (-)	T <sub>umbral</sub> (°C)	Factor de fusión (°C)
Paine PN2	1.7	0.2	0.75	0.0006	1	0.1	6.2	0.19
Chinas Cerro Guido	0.84	0.2	0.02	0.07	1	0.3	4.6	0.68
Baguales	0.85	1.2	0.0006	0.011	1	0.8	4.6	0.6
Vizcachas (A)	0.7	1.2	0.0006	0.025	1	0.7	4.5	0.9
Vizcachas (B)	0.69	1.2	0.0006	0.03	1	2.5	4.3	0.75
Chorrillos	0.69	1.2	0.001	0.0095	1	3	2.5	0.9
Tres Pasos	0.69	1.2	0.005	0.0095	1	3	3.5	0.89
Rincón	1.2	1.2	0.7	0.001	1	0.5	4	0.1
Chinas Desagüe Lago Toro	0.8	1.2	0.004	0.02	1	0.5	4.6	0.8
Serrano Desagüe Lago Toro	0.79	1.2	0.007	0.0008	1	0.1	5.1	0.2
Serrano	1.6	1.2	0.75	0.0008	1	0.1	7.8	0.5
Prat	0.67	0.2	0.0031	0.0035	1	3.3	-0.09	0.1

**Tabla 36.** Estadísticos calibración cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Hollelberg e islas al oriente.

Nodo de calibración	Ove (%)	r (-)	r <sub>mod</sub> (-)	NSE (-)
Paine PN2	-30.03	0.83	0.8	0.42
Chinas Cerro Guido	1.52	0.58	0.45	0.29
Baguales	-1.16	0.52	0.31	0.26
Vizcachas (A)	6.3	0.5	0.42	0.13
Vizcachas (B)	-2.8	0.45	0.37	0.06
Chorrillos	-1.49	0.46	0.29	0.18
Tres Pasos	2.55	0.61	0.41	0.37
Rincón	-17.9	0.55	0.47	0.14
Chinas Desagüe Lago Toro	-1.34	0.35	0.19	0.08
Serrano Desagüe Lago Toro	7.36	0.5	0.31	0.2
Serrano	-36.88	0.62	0.39	0.04
Prat	0.44	0.26	0.09	0.06

Los resultados para los nodos de calibración de la cuenca Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes se muestran a continuación. La Tabla 48 muestra los valores finales de los parámetros calibrados y la Tabla 49 los estadísticos resultantes. Notar que el nodo río Legnadura Antes Bt Sendos no es calibrado, esto debido a la poca cantidad de mediciones que presenta, por lo tanto, para el cálculo del ISH proyectado esta cuenca es considerada de segunda categoría.

**Tabla 37.** Valores parámetros de calibración cuenca Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes.

Nodo de calibración	CN (-)	AWC (-)	R (día <sup>-1</sup> )	S (día <sup>-1</sup> )	ET factor en crecimiento (-)	ET factor en latente (-)	T <sub>umbral</sub> (°C)	Factor de fusión (°C)
Calete	1	1	0.015	0.005	1	0.5	2.5	0.8
Grande	1	1	0.015	0.005	1	2.5	2.1	0.8
Las Minas	1	1	0.015	0.004	1	1.4	2.1	0.4
Tres Brazos	1	1	0.021	0.004	1	1.25	2.3	0.4
San Juan	0.95	1	0.025	0.004	1	0.8	2.3	0.6
Ci-Aike	0.5	0.2	0.0005	0.05	1	1.2	1	0.8

**Tabla 38.** Estadísticos calibración cuenca Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes.

Nodo de calibración	Ove (%)	r (-)	r <sub>mod</sub> (-)	NSE (-)
Calete	0.23	0.45	0.23	0.2
Grande	4	0.73	0.47	0.52
Las Minas	-1.5	0.54	0.39	0.25
Tres Brazos	-3.6	0.68	0.5	0.46
San Juan	-2.08	0.61	0.39	0.37
Ci-Aike	-0.55	0.33	0.18	0.06

A continuación, se muestran los resultados para los nodos de calibración de la cuenca Tierra del Fuego. Se observa que los nodos Side, Cullen y Azopardo no obtuvieron valores positivos para el indicador NSE, sin embargo, para estos casos se procuró obtener valores decentes para los demás indicadores.

**Tabla 40.** Estadísticos calibración cuenca Tierra del Fuego.

Nodo de calibración	Ove (%)	r (-)	r <sub>mod</sub> (-)	NSE (-)
Oro	0.69	0.73	0.56	0.54
Oscar	-0.05	0.61	0.36	0.37
Side	-6.11	0.17	0.07	-0.04
Cullen	-0.99	0.1	0.07	-0.33
San Martin	-0.49	0.37	0.2	0.11
Chico	-3.85	0.36	0.22	0.07
Herminita	0.04	0.42	0.15	0.17
Grande	-3.06	0.75	0.73	0.52
Catalina	0.52	0.32	0.16	0.08
Rasmussen	-2.58	0.6	0.46	0.34
Caleta	-1.99	0.24	0.09	0.04
Azopardo	0.17	0.26	0.17	-0.06

## 10.5 Anexo componente ecológica del caudal ambiental

As tablas a continuación muestran el valor mensual de la componente ecológica del caudal ambiental.

**Tabla 41.** Componente ecológica del caudal ambiental para cuencas de primera categoría (m³/s).

Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
<b>CUENCA 1- Costeras entre Seno Andrew y R. Holleberg e islas al oriente.</b>													
Rio Rincón En Ruta Y-290	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45
Rio Serrano Antes Junta Grey	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06
Rio Serrano En Desagüe Lago Del Toro	9.28	9.28	9.28	9.28	9.28	9.28	9.28	9.28	9.28	9.28	9.28	9.28	9.28
Rio Serrano En Desembocadura	7.45	7.45	7.45	7.45	7.45	7.45	7.45	7.45	7.45	7.45	7.45	7.45	7.45
Rio Vizcachas En Cerro Guido	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23
Rio Baguales En Cerro Guido	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
Rio Paine En Parque Nacional 2	10.72	10.72	10.72	10.72	10.72	10.72	10.72	10.72	10.72	10.72	10.72	10.72	10.72
Rio Tres Pasos En Desagüe Lago Toro	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
Rio Chorrillos Tres Pasos Ruta N 9	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
Rio Las Chinas Antes Desagüe Del Toro	4.46	4.46	4.46	4.46	4.46	4.46	4.46	4.46	4.46	4.46	4.46	4.46	4.46
Rio Las Chinas En Cerro Guido	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60
Rio Prat En Desembocadura	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
<b>CUENCA 2- Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes.</b>													
Rio Las Minas En Bt. Sendos	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
Rio Tres Brazos Antes Bt. Sendos	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
Rio San Juan En Desembocadura	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
Rio Calete En Seno Otway	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92
Rio Grande En Seno Otway	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51
<b>CUENCA 3- Tierra del Fuego.</b>													
Rio Oscar En Bahía San Felipe	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
Rio Side En Cerro Sombrero	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Rio Rasmussen En Frontera (Estancia Vicuña)	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
Rio Catalina En Pampa Guanacos	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
Rio Cullen En Frontera	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Rio Azopardo En Desembocadura	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67
Rio Caleta En Tierra Del Fuego	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
Rio Oro En Bahía San Felipe	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Rio Grande En Tierra Del Fuego	2.41	2.41	2.41	2.41	2.41	2.41	2.41	2.41	2.41	2.41	2.41	2.41	2.41
Rio Herminita En Ruta Y-895	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
Rio Chico En Ruta Y-895	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Rio San Martin En San Sebastián	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44

**Tabla 42.** Componente ecológica del caudal ambiental para cuencas de segunda y tercera categoría (m³/s).

Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
<b>CUENCA 1- Costeras entre Seno Andrew y R. Holleberg e islas al oriente.</b>													
Rio Tindall En Desembocadura	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73
Rio Geikie En Desembocadura	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90
Rio Grey Antes Junta Serrano	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60
Rio Caadon 1 En Desembocadura	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21
Rio Don Guillermo En Cerro Castillo	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92
319823300	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93
319831500	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24
319837600	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
319844100	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
319849700	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68
319849800	6.07	6.07	6.07	6.07	6.07	6.07	6.07	6.07	6.07	6.07	6.07	6.07	6.07
319861800	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80
319862500	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67
319864700	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60
319866500	5.33	5.33	5.33	5.33	5.33	5.33	5.33	5.33	5.33	5.33	5.33	5.33	5.33
319867500	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
319870300	9.39	9.39	9.39	9.39	9.39	9.39	9.39	9.39	9.39	9.39	9.39	9.39	9.39
319871500	6.78	6.78	6.78	6.78	6.78	6.78	6.78	6.78	6.78	6.78	6.78	6.78	6.78
319879400	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52
319893800	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
319895600	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84
319895700	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53
319895900	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52
319896300	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
319897600	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42
319898200	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88
319898400	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
319902000	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72
319902700	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15

**Tabla 42.** Componente ecológica del caudal ambiental para cuencas de segunda y tercera categoría (m<sup>3</sup>/s).

Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
319903400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319907000	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43
319909500	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
319910200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319911600	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21
319913300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319914300	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
319917100	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94
319917200	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21
319917300	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
319919000	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
319921300	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17
319922000	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
319937000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>CUENCA 2- Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes.</b>													
Rio Legnadura Antes Bt Sendos	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
319956300	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
319956500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319960200	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
319960800	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
319962700	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319963600	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
319967300	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
319969800	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
319970600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319972000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319972600	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
319975300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Río Santa Susana	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34
319976400	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

**Tabla 42.** Componente ecológica del caudal ambiental para cuencas de segunda y tercera categoría (m<sup>3</sup>/s).

Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
319977100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319977400	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
319978400	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
319980700	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319981000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319981800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319981900	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319982300	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
319986500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319986900	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
319990200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319990400	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
319991900	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
319998900	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
319999300	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92
319999400	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
320000500	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72
320000700	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79
320001300	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83
320001800	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92
320002000	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31
320002300	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
320004200	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47
320004400	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74
320005400	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29
320005800	4.13	4.13	4.13	4.13	4.13	4.13	4.13	4.13	4.13	4.13	4.13	4.13	4.13
320005900	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64
320006600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320007500	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92
320009500	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52

CONTINUA 

**Tabla 42.** Componente ecológica del caudal ambiental para cuencas de segunda y tercera categoría (m<sup>3</sup>/s).

Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
320009800	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
320010200	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09
320013400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320013700	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06
320015600	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41
320017300	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23
320311500	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33
Laguna Blanca NE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Laguna Blanca SW	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>CUENCA 3- Tierra del Fuego.</b>													
319972700	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319973800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319976000	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
319976100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319977200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319977300	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
319979200	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
319981600	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
319981700	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
319982700	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
319982800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319982900	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
319983800	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
319992300	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
319992600	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
319992800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319993400	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
319993500	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
319996800	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
319999100	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09

**Tabla 42.** Componente ecológica del caudal ambiental para cuencas de segunda y tercera categoría (m<sup>3</sup>/s).

Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
319999600	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
320000200	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
320000300	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
320000400	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
320001000	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
320001900	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
320002100	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
320003300	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
320004000	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
320007300	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
320009200	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
320009600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320009900	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
320010300	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
320010400	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
320011000	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
320011100	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
320011400	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
320013800	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
320017700	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
320017800	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
320018300	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
320018400	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
320019600	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
320020000	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
320020600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320021200	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
320021600	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54
320022900	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320025900	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70

**Tabla 42.** Componente ecológica del caudal ambiental para cuencas de segunda y tercera categoría (m³/s).

Estación \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
320026100	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
320026600	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
320027900	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26
320028400	6.53	6.53	6.53	6.53	6.53	6.53	6.53	6.53	6.53	6.53	6.53	6.53	6.53
320029400	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
320029700	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
320029800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320030900	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48
320031100	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
320031600	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24
320034000	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
320035300	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
320038000	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32
320038100	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
320040000	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
320041200	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
320057000	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51

**CEA** CENTRO  
ECOLOGÍA  
APLICADA

ESCAMERIOS  
HÍDRICOS  
2030  
CHILE

**FCh**  
FUNDACIÓN CHILE.

