

## APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ

### ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

#### **CAPÍTULO 4 – LINEA DE BASE AMBIENTAL**

#### **4.2 MEDIO NATURAL**

#### **4.2.9 - ICTIOFAUNA Y PESQUERÍAS EN EL RÍO SANTA CRUZ**

#### **ÍNDICE**

4.2.9.1	INTRODUCCION.....	1
4.2.9.2	PAISAJE, ICTIOFAUNA Y CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES DEL RÍO SANTA CRUZ EN BASE A ANTECEDENTES Y RELEVAMIENTO DE CAMPO.....	1
4.2.9.2.1	EL PAISAJE FLUVIAL DEL RÍO SANTA CRUZ.....	1
4.2.9.2.2	CARACTERÍSTICAS DE LA ICTIOFAUNA DEL RÍO SANTA CRUZ.....	12
4.2.9.2.3	CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS Y ECOLÓGICAS DE LAS ESPECIES DEL RIO SANTA CRUZ.....	17
4.2.9.3	CONCLUSIONES.....	58
4.2.9.4	METODOLOGÍA DEL RELEVAMIENTO DE CAMPO .....	62
4.2.9.5	BIBLIOGRAFÍA .....	69

ANEXO I – IMPORTANCIA PESQUERA Y SOCIO-ECONÓMICA DE LOS RECURSOS DEL RÍO SANTA CRUZ 1

ANEXO II - MAPAS 1



#### **4.2.9.1 INTRODUCCION**

El presente punto del informe sintetiza la información disponible sobre las características de la ictiofauna y las pesquerías de la cuenca del río Santa Cruz, a partir los trabajos científicos publicados, la Línea de Base desarrollada por Serman (2015) y los estudios complementarios realizados por Hudson (2015); Hudson y Riva Rossi (2017) y Riva Rossi et al (2017).

Asimismo se añade la información proveniente de una campaña realizada en mayo 2015 que tuvieron como objetivo complementar la información ambiental, de riqueza de especies y patrones de abundancia y distribución de peces, así como evaluar la situación de los recursos pesqueros e importancia socio-económica de la pesquería deportiva en el río Santa Cruz, cuyos detalles se presentan en el Anexo I.

El diagnóstico se realiza en forma conjunta, integrando revisión de antecedentes y resultados de los relevamientos de campo en un mismo análisis.

#### **4.2.9.2 PAISAJE, ICTIOFAUNA Y CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES DEL RÍO SANTA CRUZ EN BASE A ANTECEDENTES Y RELEVAMIENTO DE CAMPO**

##### **4.2.9.2.1 EL PAISAJE FLUVIAL DEL RÍO SANTA CRUZ**

Quiroga et al. (2015) ofrecen una caracterización ambiental orientada a poder identificar que patrones pueden explicar la distribución y abundancia de peces. Tagliaferro et al. (2013) señalan que se trata de un río homogéneo donde muchas variables ambientales son casi constantes (pendiente y oxígeno disuelto), otras poseen un gradiente suave (pendiente y conductividad) y otras poseen variabilidad local (clorofila a y materia inorgánica). Por otro lado, y como es de esperar, algunas de estas variables se modifican en dirección transversal, como por ejemplo la velocidad de corriente que alcanzó los 3 m/s en el centro del cauce en el curso medio durante la prospección de 2015 y el tamaño de sustrato que varía desde elementos finos en zonas de aguas residuales y orillas de brazos secundarios hasta muy gruesos en centro de cauce. Si bien Tagliaferro et al. (2013) indican que no existen sectores muy disímiles, la campaña de 2015 permitió distinguir cuatro áreas donde se aprecian diferencias importantes desde un punto de vista ambiental. El sector superior de la cuenca es corto pero se diferencia por la presencia de una mayor sinuosidad y una importante complejidad hidrológica. En este sector del río se identifican las áreas conocidas como Laberinto 1 y 2 donde se detecta la máxima complejidad ambiental, reconociéndose la presencia de cauces laterales separados por islas de sustrato fino en sus orillas y guijarros y cantos en su interior, correderas, pozones, playas de grava y guijarros, zonas de aguas residuales conectadas o no según el ciclo hidrológico y extensas bahías donde la velocidad del agua se reduce. Ello motivó que la Estación 5 se localizara en este sector del río y más

precisamente en la zona del Laberinto 1 (Fotos 1 a 4). El curso superior posee un solo afluente importante que es el río Bote. El sustrato varía considerablemente y es posible encontrar áreas netamente limosas localizadas en algunas bahías someras con baja velocidad de corriente y sustrato arenoso-limoso.



**Foto 1. Curso superior mostrando la complejidad geomorfológica e hidrológica generada por islas de grava y guijarros y la presencia de brazos secundarios**



**Foto 2. Isla de gravas y guijarros en la zona conocida como Laberinto 2**



**Foto 3. Zona de aguas residuales y fondos limosos localizada en la zona conocida como Laberinto 2**



**Foto 4: Vista general de la zona de Laberintos, mostrando la presencia de brazos secundarios**

Unos 20 km aguas debajo del llamado Laberinto 2 y ya a unos 70 km de las nacientes del río el cauce se simplifica al desaparecer estos cauces laterales, la sinuosidad se torna moderada y el río comienza a correr mucho más encajonado si casi presentar llanura aluvial con lo cual la velocidad de corriente y profundidad se incrementa (Fotos 5 y 6).



**Foto 5. Vista general del río en su tramo medio entre las represas NK y JC. Adviértase la ausencia de cauces secundarios o islas**



**Foto 6. Vista costa acantilada aguas entre el emplazamiento de la represa NK y Estación 5.**

Este sector presenta el ingreso de afluentes o cañadones intermitentes o estacionales generados por las precipitaciones y algunas bahías de fondos blandos (Foto 7). Aguas abajo del emplazamiento de la presa JC el cauce se angosta y presenta empinadas costas de acantilados (Fotos 8). La Estación 4 fue localizada en una playa de gravas y guijarros y en una bahía de fondos blandos (Fotos 9 a 11).



**Foto 7. Sector medio del curso mostrado una bahía de aguas quietas y someras**



**Foto 8. Costa de acantilados del curso medio donde se advierte la elevada velocidad de la corriente**



**Foto 9. Vista de orilla con guijarros y gravas en Estación 4**



**Foto 10. Detalle de la composición granulométrica en la Estación 4 y que abarca unos 4-5 metros de extensión desde la orilla. Nótese como el tamaño del sustrato se incrementa rápidamente a medida que crece la distancia desde la orilla.**





**Foto 11. Bahía de fondos blandos adyacente a la Estación 4**

El sector inferior del río ya cercano a Piedrabuena, sobresale por la presencia de islas e islotes con parches de vegetación riparia y donde dominan las orillas de limos y arenas y algunas zonas de playas con gravas pequeñas (Fotos 12 a 14). La complejidad hidrológica también crece al reconocerse la influencia que pueden ejercer las mareas modificando las alturas y la presencia de zonas de aguas más quietas como producto de pequeñas bahías donde el sustrato es limo-arenoso. La existencia de islas, por otro lado genera zonas de refugio y áreas con diferentes velocidad del agua.



**Foto 12. Vista del río aguas arriba de Piedrabuena (altura puente carretero Ruta 3)**



**Foto 13. Vista del río aguas arriba de Piedrabuena (zona del aeródromo)**



**Foto 14. Zona costera mostrando parches de vegetación riparia**

Finalmente, en su tramo terminal (no examinado en este estudio) el río se ensancha notablemente dando lugar a un estuario donde se ubica Puerto Santa Cruz y existe ingreso de agua de mar en mareas altas. La Tabla 1 resume las características del río Santa Cruz.

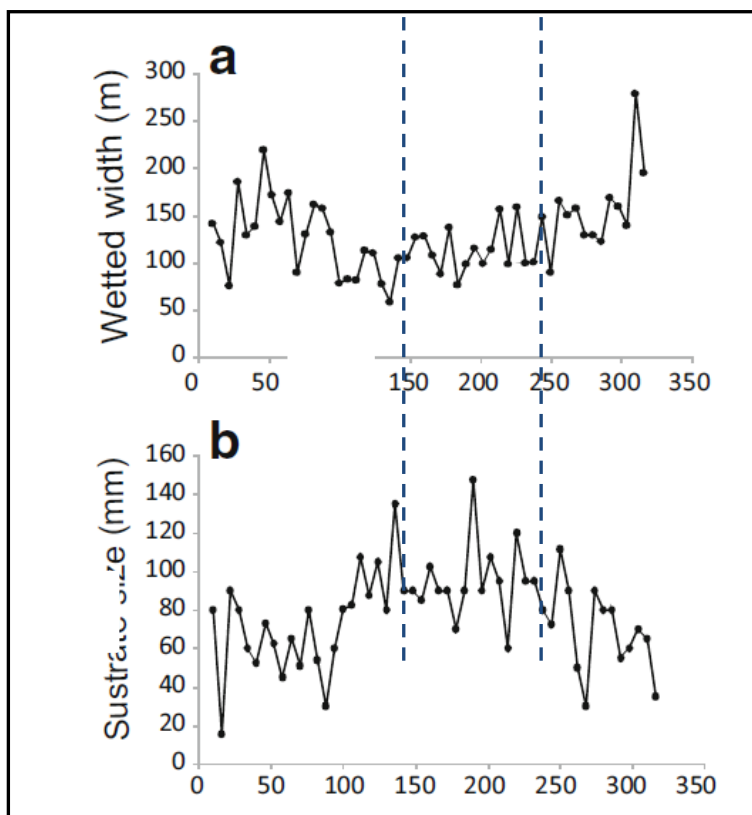
**Tabla 1. Principales características ecológicas del río Santa Cruz en sus zonas litorales. Fuente: Tagliaferro et al. (2013).**

Variable	Media	Desvío estándar	Rango
Altitud (m)			0-179
Altura del banco (m)	188,6	40	110-281
Sinuosidad	1,3	0,2	1,1-2,0
Pendiente <sup>1</sup>	0,6	0,2	0,1-0,9
Longitud de barras de grava (m)	48	28	6-158
Ancho del cauce mojado (m)	139,4	34,1	80-216
Profundidad máxima (m)	5,7	3	2,3-19,8
Velocidad de corriente (m/s)	0,3	0,2	0-0,9
Composición del sustrato (mm)	78,1	25,5	15,5-147,5
Temperatura (°C)	6,9	1,4	4,7-11,0
pH	5,8	0,3	5.0-6,5
Oxígeno disuelto (mg/L)	12,3	0,7	10,6-15,4
Conductividad (µS)	26,6	1,9	22,8-31,0
Sólidos inorgánicos suspendidos (mg/L)	22,2	19	5,2-117,0
Sólidos orgánicos suspendidos (mg/L)	3,1	2,2	0,6-12,8
Clorofila (µ/cm)	5,6	7,4	0,2-33,8

<sup>1</sup> Sin unidad en el trabajo citado.

Por su parte la Universidad de Valladolid (2017) reconoce y caracteriza morfométrica e hidrológicamente cinco segmentos diferentes. Un primer segmento desde el nacimiento del río hasta la represa NK que abarca 130 km; un segundo de 65 km de longitud que comprende la zona entre NK y JC; un tercero segmento que va desde JC hasta 15 km aguas arriba de Piedrabuena y abarca 113 km; un cuarto de 22 km que finaliza aguas abajo de Piedrabuena y un quinto que es el sector del estuario.

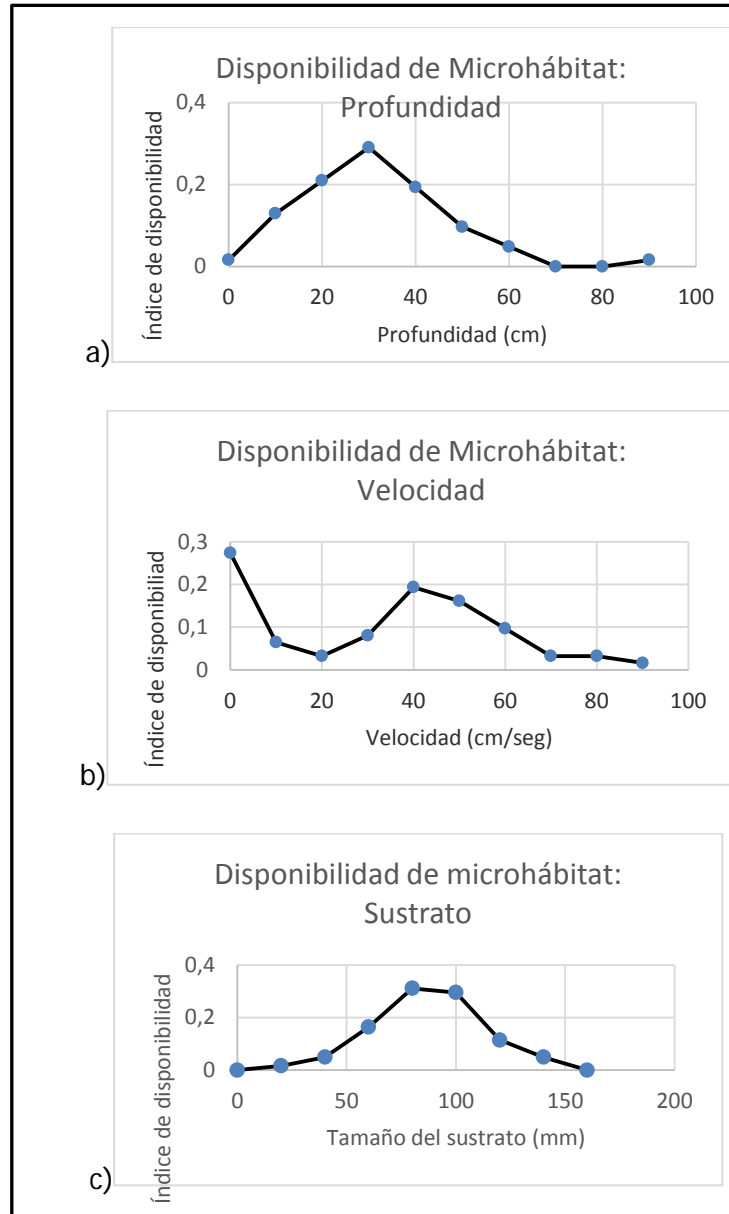
La Figura 2 ilustra como el ancho del río aumenta en el curso superior para luego decrecer en el sector medio y alcanzar su máximo en la zona de Piedrabuena. A su vez el tamaño de sustrato se comporta de manera opuesto al ancho del cauce como resultado de los cambios en la velocidad de corriente.



**Figura 2. Variabilidad del ancho de cauce y tamaño de sustrato desde el nacimiento (km 0) hasta la zona de Piedrabuena (km 318). Las líneas punteadas señalan la ubicación de las presas. Fuente: modificado de Quiroga et al. (2015)**

De particular interés es el análisis de algunas variables hidráulicas como la profundidad, velocidad de corriente y tamaño de sustrato en la franja litoral a lo largo del curso. Esta área cumple un destacado rol ecológico para juveniles de peces, productividad primaria (perifiton) y producción secundaria (macroinvertebrados). Estos resultados, expresados como proporción de un cierto rango de una determinada variable indican que la velocidad más

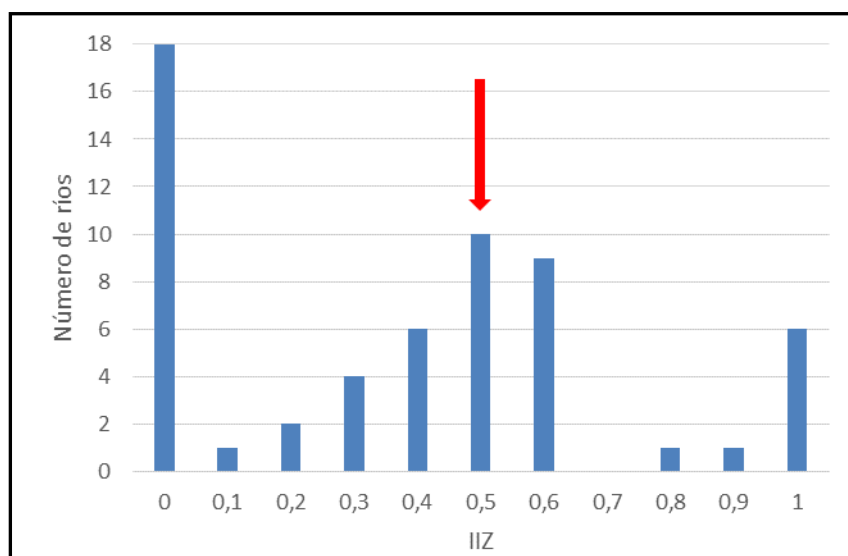
frecuente fue de 0,3 m, la velocidad de corriente de 0,4 m/s y el tamaño de sustrato entre 70 y 10 mm (Figura 3).



**Figura 3. Disponibilidad de microhábitat para las tres variables hidráulicas seleccionadas. a) Profundidad, b) Velocidad y c) Sustrato (tomado de Riva Rossi et al., 2017)**

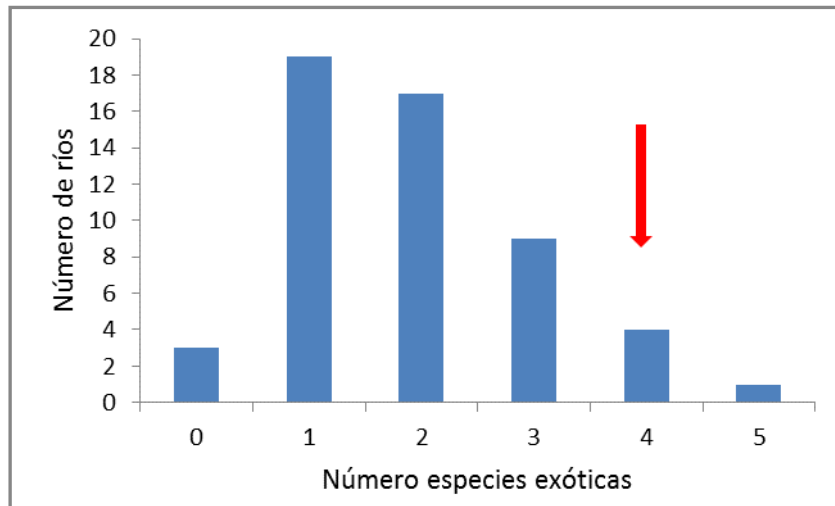
#### 4.2.9.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ICTIOFAUNA DEL RÍO SANTA CRUZ

La ictiofauna del río Santa Cruz se inscribe dentro la ictioregión patagónica (López et al., 2002). Su riqueza de especies se destaca por su pobreza y baja diversidad al igual que otras cuencas de la Patagonia (Ringuelet, 1975; Arratia et al., 1983; Baigún y Ferriz, 2003). Se trata de uno de los ríos del que se posee bastante información sobre las especies presentes, exhibiendo un índice de integridad zoogeográfica intermedio (porcentaje de especies nativas sobre el total de especies) y en cierto modo similar otros ríos patagónicos (Aigo et al., 2008) (Figura 4). Esta integridad zoogeográfica ubica al río Santa Cruz en el cuartil 60 respecto a otros ríos patagónicos, lo que indica que su composición de especies no difiere marcadamente de muchos otros ríos de la región.



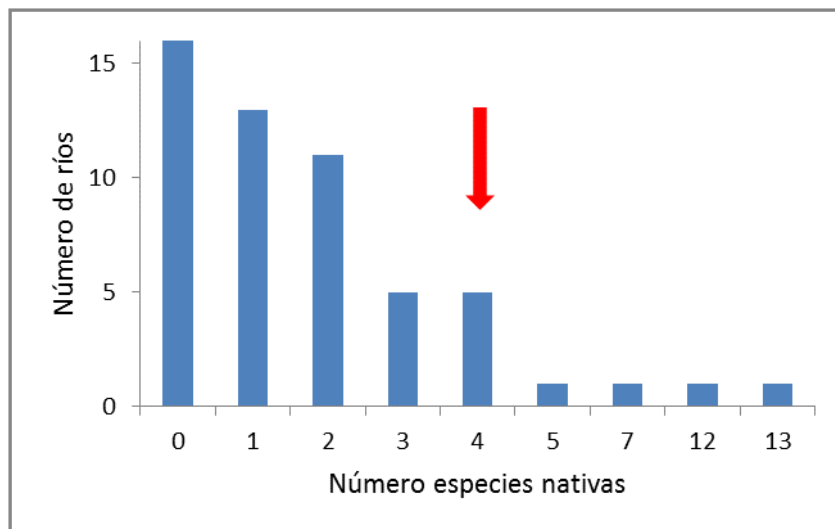
**Figura 4: Ubicación del río Santa Cruz (flecha roja) respecto a su Índice de Integridad Zoogeográfica (IIZ) comparado con otros ríos patagónicos (datos tomados de Aigo et al., 2008)**

El río Santa Cruz es uno de los cursos con mayor cantidad de especies exóticas y de las cuatro halladas, dos de ellas (trucha steelhead y salmón chinook) poseen anadromía demostrada. Recientemente, Hudson y Riva Rossi (2017) identificaron la presencia de la variedad anádroma de trucha marrón anádroma. Por su parte, la riqueza de especies nativas del río puede considerarse como moderada y similar a la de las exóticas (Figura 5).



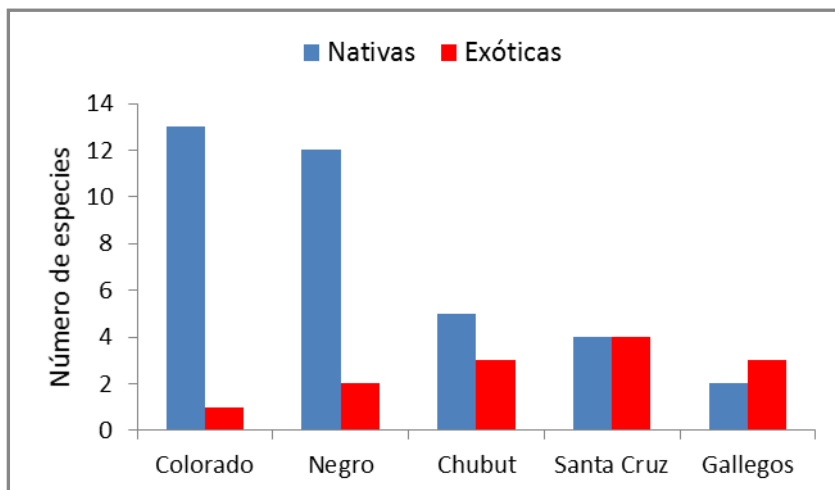
**Figura 5: Número de especies exóticas en ríos patagónicos. La flecha roja indica el río Santa Cruz**

Posee asimismo un número intermedio de especies nativas comparado con otros ríos de la Patagonia. En su sector inferior es viable encontrar especies estuariales como el róbalo cuyo ingreso ha sido detectado hasta Piedrabuena (Figura 6).



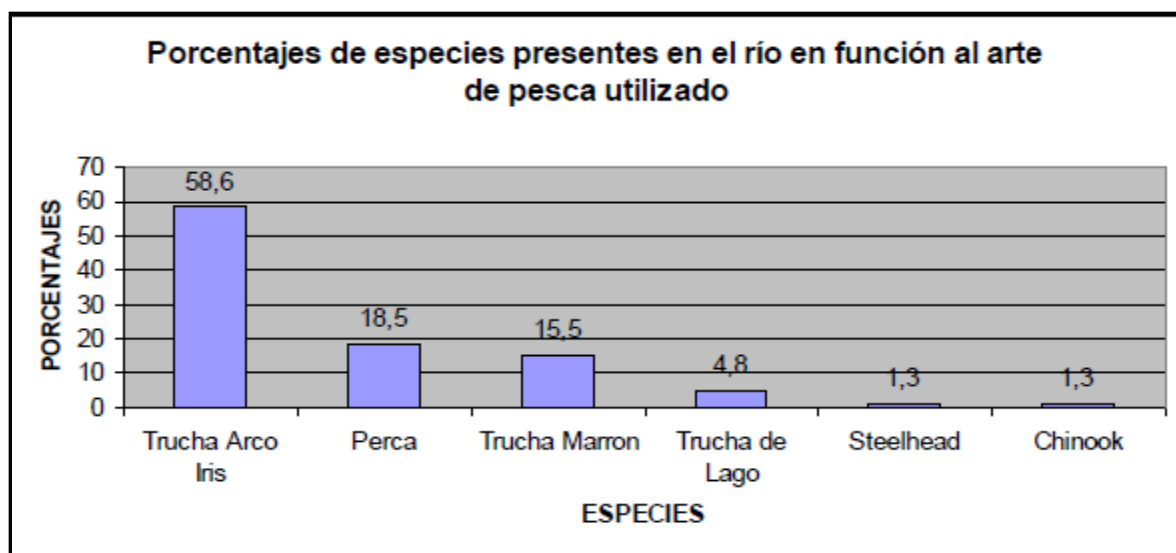
**Figura 6: Número de especies nativas en ríos patagónicos. La flecha roja indica el río Santa Cruz**

Cuando el río Santa Cruz se compara con otros grandes ríos patagónicos que desaguan en el Océano Atlántico se aprecia que es el que posee el ensamble más balanceado entre especies nativas y exóticas y su riqueza de especies nativas es menor que en los ríos localizados en la porción central y norte de Patagonia presentando una tendencia opuesta con las especies exóticas (Figura 7).



**Figura 7: Composición de especies nativas y exóticas de otros grandes ríos patagónicos que desaguan en el Océano Atlántico comparados con el Santa Cruz. Fuente: datos tomados de Aigo et al. (2008)**

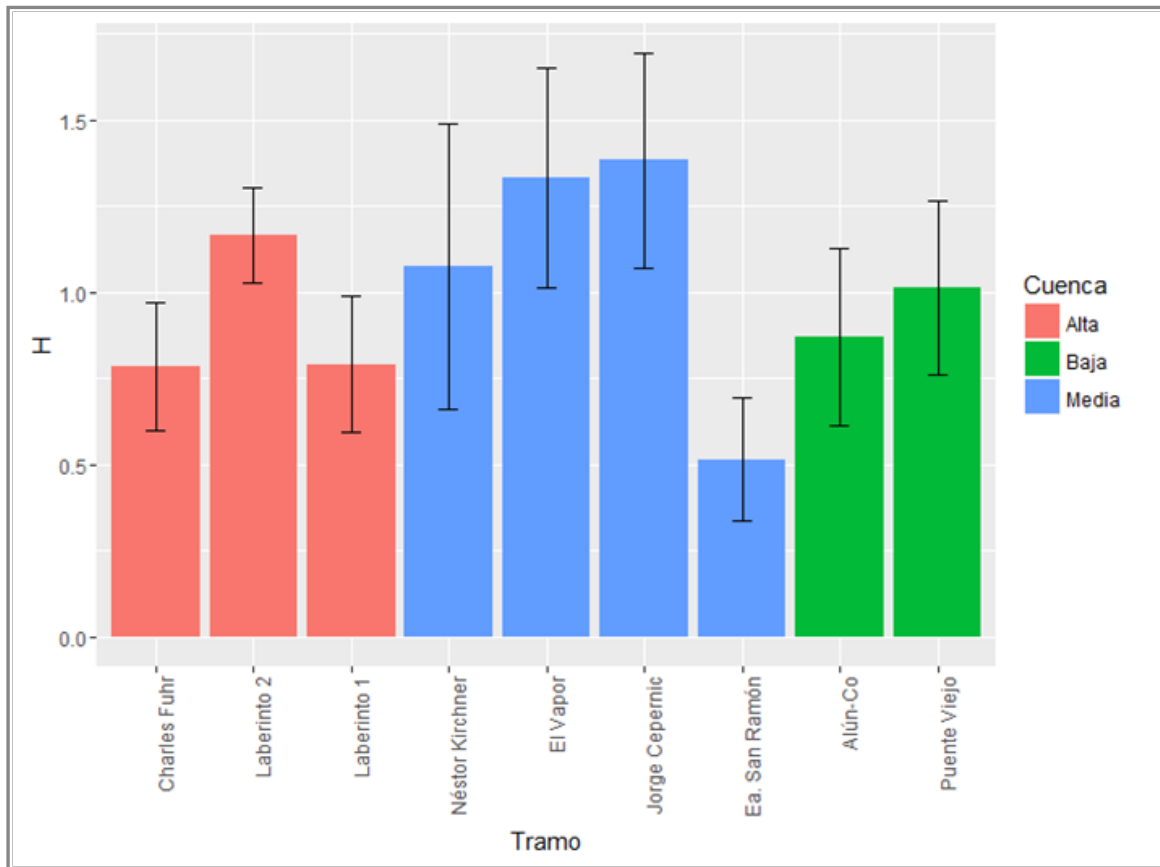
En un estudio integral de la cuenca llevado a cabo en setiembre 2010 en el área litoral (pesca eléctrica) el puyen representó el 65% de la abundancia de especies encontradas y juveniles de trucha arco iris con el 31 % (Riva Rossi et al., 2017). En 2015 un muestreo similar pero con redes enmalladoras la arco iris fue la especie dominante (58%), seguido de la perca (18%) (Hudson 2015) (Figura 8).



**Figura 8: Porcentaje de especies capturadas en muestreos con redes enmalladoras a lo largo del río Santa Cruz (tomado de Hudson, 2015)**

Riva Rossi et al. (2017) estimaron la diversidad específica del río Santa Cruz como baja concluyendo que los mayores valores corresponden con el tramo medio de la cuenca (Figura 9).





**Figura 9: Índice de Diversidad de Shannon ( $H'$ ) indicando la diversidad de especies de la comunidad íctica del río Santa Cruz (tomado de Riva Rossi et al. 2017)**

Pascual et al. (2005) señalan que en la cuenca del Santa Cruz existen también otras especies pero no detectadas aún en el río como el puyen grande (*Galaxias platei*), peladilla (*Aplocheilichthys zebra*) y el pejerrey patagónico (*Odontesthes hatcheri*). La Tabla 2 presenta el detalle de las especies detectadas en el río Santa Cruz (se excluyen las marinas de ingreso ocasional o circunscripto al área interna del estuario).

**Tabla 2. Lista de especies presentes en la cuenca del río Santa Cruz y sus principales características biológicas. CRSC: Presencia de la especie en la cuenca del río Santa Cruz; RSC: Presencia de la especie en el río Santa Cruz; HR: hábitat reproductivo utilizado; HC: hábitat de cría utilizado; HT: hábitat trófico utilizado; HM: Existencia de hábitos migratorios. Fuente: Pascual et al. (2005) y Serman & asoc. (2015)**

Especie	CRSC	RSC	HR	HC	HT	HM	Valor pesquero-económico en el RSC
Trucha arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	Presente	Todo el curso	Río	Río	Río (residente), mar (anádromo)	Anadromía parcial	Alto, deportivo (forma anádroma)
Trucha marrón ( <i>Salmo trutta</i> )	Presente	Curso superior	Río	Río	Río, lago	No	Bajo, deportivo
Trucha de lago ( <i>Salvelinus namaycush</i> )	Presente	Todo el curso	Lago	Lago	Lago, río	lago al río	Bajo, deportivo
Salmon chinook ( <i>Oncorhynchus tshawytscha</i> )	Presente	Todo el curso	Río	Río	Río, mar	Anádromo	Moderado, deportivo
Lamprea ( <i>Geotria australis</i> )	Presente	Todo el curso	Río, lago	Río, lago	Río ( larvas), Lago (larva, macroftalmia) mar ( adulto)	Anadromía total	Ninguno
Perca ( <i>Percichthys</i> )	Presente	Todo el curso	Lago, río	Lago, río	Lago, río	No	Muy bajo

Especie	CRSC	RSC	HR	HC	HT	HM	Valor pesquero-económico en el RSC
<i>trucha)</i>							
Puyen chico ( <i>Galaxias maculatus</i> )	Presente	Todo el curso	Estuario, río, lago	Estuario, río, lago	Estuario, río, lago	Anfidromía en el curso inferior	Ninguno
Róbalo ( <i>Eleginops maclovinus</i> )	Presente	Curso inferior	Mar	Estuario-río	Mar	Anfidromía en el curso inferior	Ninguno
Puyen grande ( <i>Galaxias platei</i> )	Presente	No	Lago	Lago	Lago	No	Ninguno
Pejerrey patagónico ( <i>Odontesthes hatcheri</i> )	Presente	No	Lago, río	Lago, río	Lago, río	No	Ninguno
Peladilla ( <i>Aplocheilichthys zebra</i> )	Presente	No	Lago, río	Lago, río	Lago, río	No	Ninguno

#### 4.2.9.2.3 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS Y ECOLÓGICAS DE LAS ESPECIES DEL RIO SANTA CRUZ

##### Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)

La trucha arco iris del río Santa Cruz es una especie exótica introducida en Patagonia a comienzo del siglo XX (Baigún y Quirós, 1986) y su origen se remontaría a las importaciones

de ovas provenientes del río McCloud de California que tuvieron lugar a principios del siglo XX (Pascual et al., 2001).

### **Formas de vida y tácticas migratorias**

La trucha arco iris del río Santa Cruz presenta el fenómeno conocido como anadromía parcial o facultativa donde una parte de la población exhibe comportamientos migratorios al medio marino con fines de alimentación y crecimiento para luego retornar al agua dulce a reproducirse, mientras la otra permanece siempre en los ríos como residente completando allí su ciclo de vida (Pascual et al., 2001; Riva Rossi et al., 2003; Hendry et al., 2004). Estas truchas migratorias se denominan trucha cabeza de acero o steelhead y sus adultos se distinguen a simple vista por su mayor tamaño, coloración y forma del cuerpo. De tal modo, la trucha arco iris del río Santa Cruz exhibe el fenómeno de polimorfismo que es también común en otros ríos del mundo (e.g Courter et al., 2013), pero que sería único para este río a partir de ejemplares introducidos (Pascual et al., 2001). El polimorfismo del río Santa Cruz ha sido también observado en otros ríos del mundo (e.g Olsen et al., 2006) y la posibilidad de entrecruzamiento entre la forma residente y la anádroma varía en diferentes sistemas habiéndose encontrado tanto aislamiento reproductivo como evidencias de intercambio genético (Courter et al., 2013).

Diversas evidencias han confirmado la presencia de la forma anádroma y residente de en el río Santa Cruz. Los estudios llevados a cabo en ADN de microsátélites revelan que no existen diferencias genéticas perceptibles por lo que debería considerarse como una población única con dos formas que se encuentran en simpatria (Pascual et al., 2001) y que de acuerdo a los análisis de ADN mitocondrial reconocen un ancestro común (Riva Rossi et al., 2004). Estos autores además demuestran que el impacto de las truchas criadas en la piscicultura local (Piedrabuena) y que reconocen un origen diferente, posiblemente de ríos de California y de Europa, no han logrado generar un efecto de introgresión significativo y por lo tanto alterar el genotipo original de las truchas importadas más de 100 años atrás. Los estudios de Riva Rossi et al. (2007) indican que la anadromía y la residencia son fenotipos alternativos de una única población y que cualquier individuo tiene la capacidad de adoptar una de estas formas, si bien la probabilidad está fuertemente condicionada por el origen de las gametas de las madres. Liberoff et al. (2014) concluyen que la expresión de una u otra forma es dependiente del origen materno y de las condiciones ambientales existentes y es posible que exista flujo génico entre ambas formas. Asimismo, señalan que hembras anádromas cruzadas con machos residentes o anádromos tienen mayor probabilidad de generar la forma (táctica) migratoria cuando los juveniles llegan a los dos años y smoltifican. Sin embargo, no se conoce en el río Santa Cruz con seguridad si existe o no entrecruzamiento entre las formas anádromas y residentes y los resultados observados basados en los tamaños de los juveniles y su localización en diferentes sectores del río sugieren la existencia de una

segregación de desoves al menos a la escala de hábitats entre las formas residentes y anádromas (Liberoff et al., 2014). Diversos estudios demuestran que existe flujo génico entre formas anádromas y residentes (McCusker et al., 2000; McMillan et al., 2007), pero también si existen casos documentados donde las formas anádromas y residentes poseen segregación espacial de sus áreas de desove (Zimmerman y Reeves, 2002). Por otro lado, en otras especies de salmónidos como *Salvelinus fontinalis*, *Salmo trutta confluentus* y *Onchorhynchus clarkii* se han observado flujo génico en machos residentes y hembras anádromas (Dodson et al., 2012).

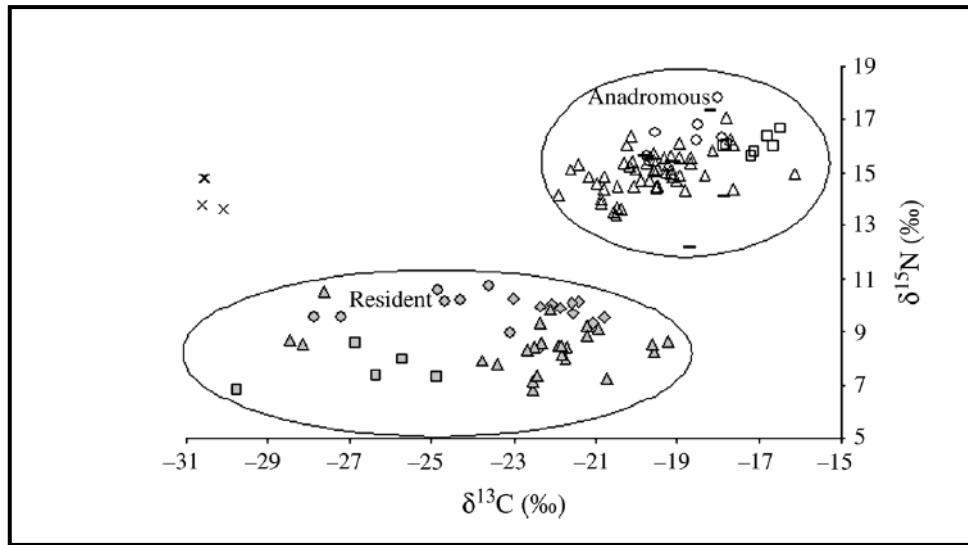
La influencia del genotipo maternal parece ser un factor importante en determinar la supervivencia larval y ello se vincula con diferencias en la calidad de los huevos entre hembras lo que es reemplazado por un efecto aditivo genético a medida que el individuo avanza hacia la fase juvenil (Evans et al., 2010). Los análisis de la composición Sr:Ca en otolitos de origen maternal sugieren que la población de trucha arco iris del río Santa Cruz puede expresar una u otra forma como alternativas fenotípicas de una población simpátrica (Riva Rossi et al., 2007). Los resultados sobre la microquímica del otolito son de gran valor al revelar sin margen de duda el origen de las hembras desovantes. En ambientes marinos la presencia de estroncio en la matriz del otolito es mayor que en agua dulce. Esta diferencia en la relación Sr:Ca presente en el agua se transmite de la madre al embrión durante la vitelogénesis y se manifiesta los núcleos de los otolitos de los juveniles permitiendo así reconocer si el juvenil proviene o no de una madre anádroma o dulceacuícola (Kalish, 1990).

La expresión fenotípica de individuos que resultan con comportamientos migratorios o formas anádromas está fuertemente influenciado por el tamaño del huevo y su provisión de vitelo y ello queda determinado por el genotipo de los individuos desovantes (Regnier et al., 2010). Así los juveniles que emergen de huevos más grandes poseen una ventaja competitiva sobre aquellos que nacen de huevos pequeños al tener un crecimiento mayor y esta diferencia se acentúa en ambientes con condiciones ambientales desfavorables (Einum y Fleming, 1999). De tal modo, diferencias entre tamaños de huevos pueden ser indicativas de ambientes más adversos y donde la especie maximiza su ajuste para reducir la mortalidad larval. Ello es altamente relevante ya que la mortalidad natural que poseen los embriones se calcula en un 50% y no más del 20% sobrevive al primer año de vida, estimándose que los smolts que migran después de 2-3 años de vida en los ríos constituyen entre el 10-20% de los huevos depositados en los nidos (Mehan y Bjornn, 1991). Para la trucha arco iris se ha visto también que la variación en la proporción de anadromía es una respuesta del ambiente dado por el tipo de hábitats de la cría y temperatura del agua (Mills et al., 2012). En todo caso la adopción de la forma anádroma está también vinculada a un efecto ambiental. Por ejemplo, los resultados de Tagliaferro et al. (2013) sobre la densidad de invertebrados acuáticos en el río Santa Cruz sugieren que la producción secundaria es baja y por lo tanto la

oferta trófica para las truchas es limitada. Ello sería coherente con la idea que las altas latitudes los ríos ofrecen una considerable menor productividad respecto al ecosistema marino en los ríos promoviendo la aparición de poblaciones polimórficas caracterizadas por formas anádromas de mayor crecimiento (Gross et al., 1988). Es asimismo coincidente con la baja talla que alcanzan las truchas residentes, las cuales por ejemplo en la campaña de 2015 no superaron los 37 cm.

La aplicación de técnicas isotópicas ha servido también para poder reconocer la existencia de anadromía en el río Santa Cruz. La racionalidad de utilizar la proporción de isótopos estables se basa en que la composición isotópica de un organismo depende de su dieta, su nivel trófico y de su firma isotópica basada en la dieta (Post, 2002; Menard et al., 2007). Esta técnica se utiliza para detectar anadromía a partir de cuantificar la diferencia entre la proporción de isótopos estables en ambientes marinos y de agua dulce (Rubenstein y Hobson, 2004). Los organismos marinos poseen una mayor proporción del isótopo  $\delta^{15}\text{N}$  que los de agua dulce (France, 1994) lo que permite reconocer el origen del alimento de una especie.

Ciancio et al. (2008a) lograron cuantificar la composición isotópica de  $\delta^{15}\text{N}$  y la composición isotópica del carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) en las truchas anádromas y residentes encontrando diferencias bien marcadas entre individuos (Figura 10). Estos autores señalan que la proporción de  $\delta^{15}\text{N}$  en las truchas anádromas del río Santa Cruz es aún mayor que para estas poblaciones del hemisferio norte lo que se relaciona con la riqueza de las aguas costeras marinas donde la trucha arco iris se alimenta de plancton compuesto por un 55% de crustáceos planctívoros cuando los smolts o adultos llegan al mar (Ciancio et al., 2008b). El cambio de una dieta bentófaga e insectívora existente en la forma residente a una dieta planctófaga en la etapa marina explica la marcada diferencia de tamaño existente entre ambas y refuerzan la presunción que la población de trucha arco iris del río Santa Cruz presenta anadromía parcial.



**Figura 10: Representación de la composición de los isótopos estables de carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) y nitrógeno ( $\delta^{15}\text{N}$ ) para trucha arco iris y trucha marrón. Los triángulos corresponden a los ejemplares de trucha arco iris capturados en el río Santa Cruz, los círculos a trucha marrón del Río Gallegos, los cuadrados a trucha marrón del río Grande de Tierra del Fuego y los rombos a truchas arco iris del río Negro. Las líneas corresponden a ejemplares de trucha arco iris capturadas en el medio marino (tomado de Ciancio et al. 2008a)**

### Migración, Crecimiento y Reproducción

Si bien tanto la forma anádromo como la residente constituyen una misma población genéticamente indistinguibles (Pascual et al., 2001; Riva Rossi et al., 2004), existen importantes diferencias en sus ciclos de vida relacionadas con la reproducción y el crecimiento (Liberoff et al., 2014) (Fotos 25 y 26).



**Foto 25. Ejemplares de trucha arco iris residente capturados en Estación 1r**



Foto 26. Ejemplar de trucha steelhead capturado en la Estación 3

Las truchas anádromas exhiben una talla mucho mayor (635 mm vs 350 mm), se reproducen 8 veces a lo largo de su ciclo de vida en contraposición con las residentes que solo lo hacen cuatro veces y son más fecundas (Pascual et al., 2001). La edad máxima para peces anádromos y no anádromos es de 11 y 7 años respectivamente (Figura 11).

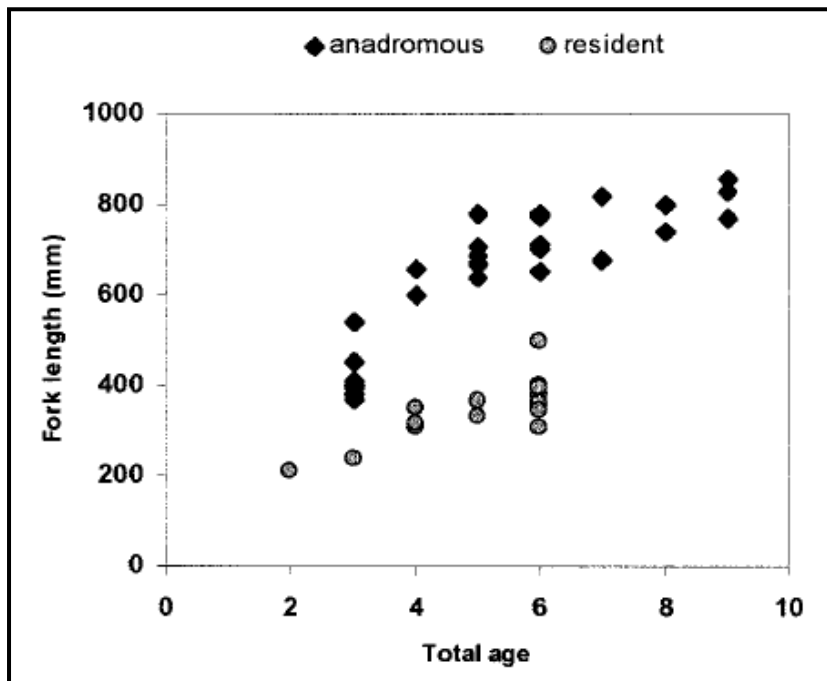
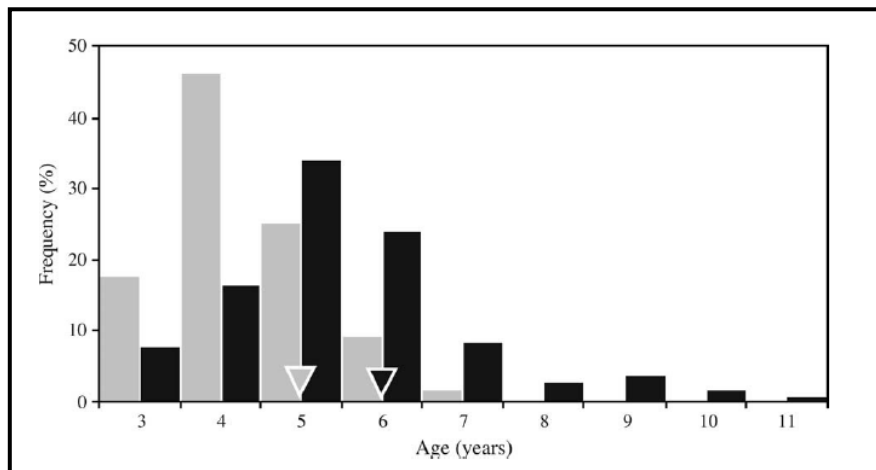


Figura 11: Comparación entre la talla fork (talla a la horquilla) correspondiente a una edad dada para truchas anádromas y residentes. Nótese que la máxima edad para las truchas residentes es de 6 y que la misma es aproximadamente similar a partir de la edad 4. Fuente: Pascual et al. (2001)

La estructura de edades de los peces anádromos estimado de la lectura de edad marca importantes diferencias entre las formas anádroma y residente (Riva Rossi et al., 2007). En la



forma anádroma se detectaron ejemplares de hasta 11 años, mientras que en la forma residente la edad máxima fue de solo 7 años (Figura 12). Moyle (2002) señala que la variedad anádroma de arco iris puede vivir hasta 9 años, lo que indica que las truchas del río Santa Cruz se ubican entre las más longevas en el mundo.



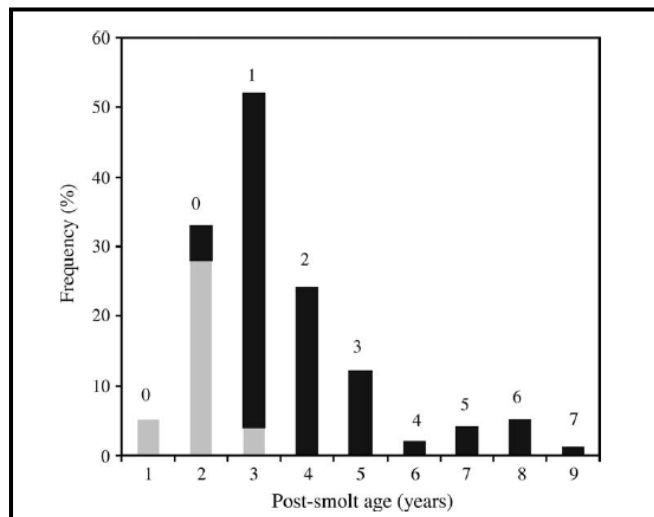
**Figura 12: Distribución de edades de peces anádromos (barras negras) y peces residentes (barras grises). Los triángulos indican la edad media. Fuente: Riva Rossi et al (2007)**

Los análisis de otolitos basados en la relación Sr:Ca y escamas realizados por Riva Rossi (2007) demuestran que una vez que la trucha adquiere la forma anádroma, esta se mantiene a lo largo de su ciclo de vida. La forma anádroma de esta especie migra al mar hacia mediados de primavera luego de permanecer mayormente 2 años en agua dulce, para luego retornar para iniciar la migración reproductiva en el río hacia fines del verano y comienzos del otoño (Riva Rossi et al., 2007). Dado que la especie es iterópara ello implica que la misma desova varias veces durante su vida y en el caso del río Santa Cruz permanece casi un 60% de su tiempo en agua dulce, mientras el 40% restante habita en el medio marino. Pascual et al. (2001) en base a la lectura escamas señalan que los smolts que van al mar hacia fines de primavera e inicio de verano regresan poco tiempo después al río como preadultos, por lo que su permanencia en el mar en el primer año de postsmoltificación es breve. Estos ejemplares son aún pequeños y orillan los 40-50 cm de largo total y son inmaduros. Ello transformaría su migración más en un movimiento con fines de dispersión en la cuenca que en un desplazamiento con fin objetivos reproductivo. Si bien, estos preadultos no fueron detectados en la campaña de 2015, los ejemplares capturados en el curso medio del río presentaban un muy avanzado estado de madurez, lo cual no es frecuente para la fecha (Foto 27). Por otro lado, dado que algunos pescadores de la zona de Piedrabuena declaran capturar truchas maduras hacia octubre, podría existir una segunda oleada migratoria ("run") hacia primavera, siendo ello común que exista en otros ríos del mundo.



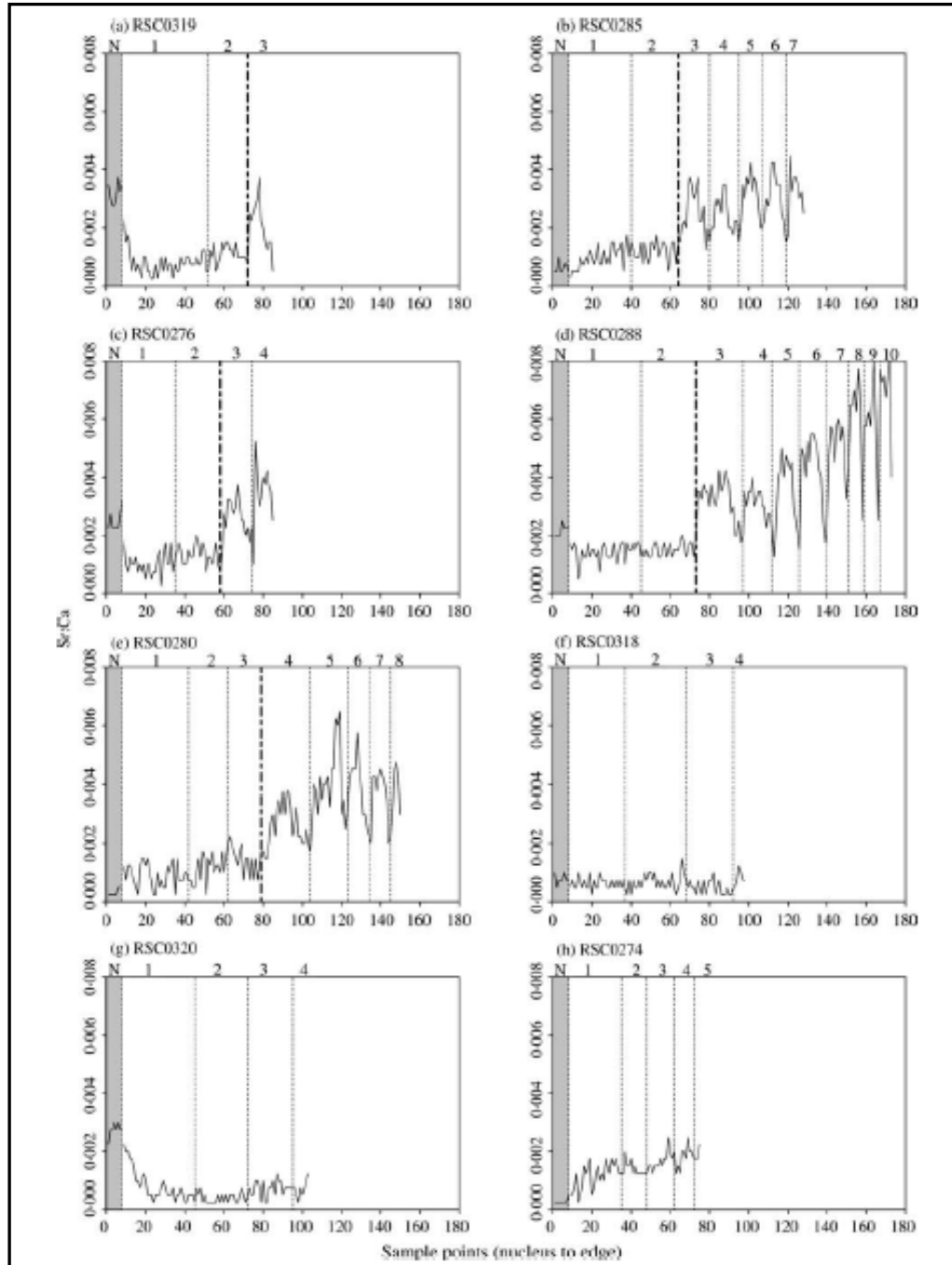
**Foto 27. Vista de hembra de trucha steelhead capturada en Estación 3 y en avanzado estado de madurez**

El mayor porcentaje de post-smolts que retornan al río para su primer desove poseen una edad de dos años (Riva Rossi et al., 2007). Ello implica que un poco más del 50% de los peces de 3 años que ingresan al río ya han desovado una vez. Se observa asimismo que el número de desoves se incrementa con la edad, lo que indica que una vez que se produce el primer desove, los peces repiten en años sucesivos, pudiendo tener hasta 8 desoves. Ello representa un grado de iteroparidad infrecuente en la forma anádroma de esta especie, constituyendo así el río Santa Cruz un caso destacado (Figura 13).



**Figura 13: Distribución de edad de adultos desovantes anádromos correspondientes a los años 2000, 2001 y 2004. Las edades se expresan en años luego de la primera migración oceánica tras el período de smoltificación. Las barras grises indican la composición de primeros desovantes y las barras negras la composición de peces que ya han desovado más de una vez. Los números encima de las barras indican los eventos reproductivos previos a cada edad correspondiente. Fuente: Riva Rossi et al. (2007)**

Estos desplazamientos del mar al agua dulce se reflejan asimismo en la relación Sr:Ca de los otolitos de los ejemplares adultos presentes en el río donde la mayor proporción de Sr indica una permanencia en el medio marino (Figura 14).

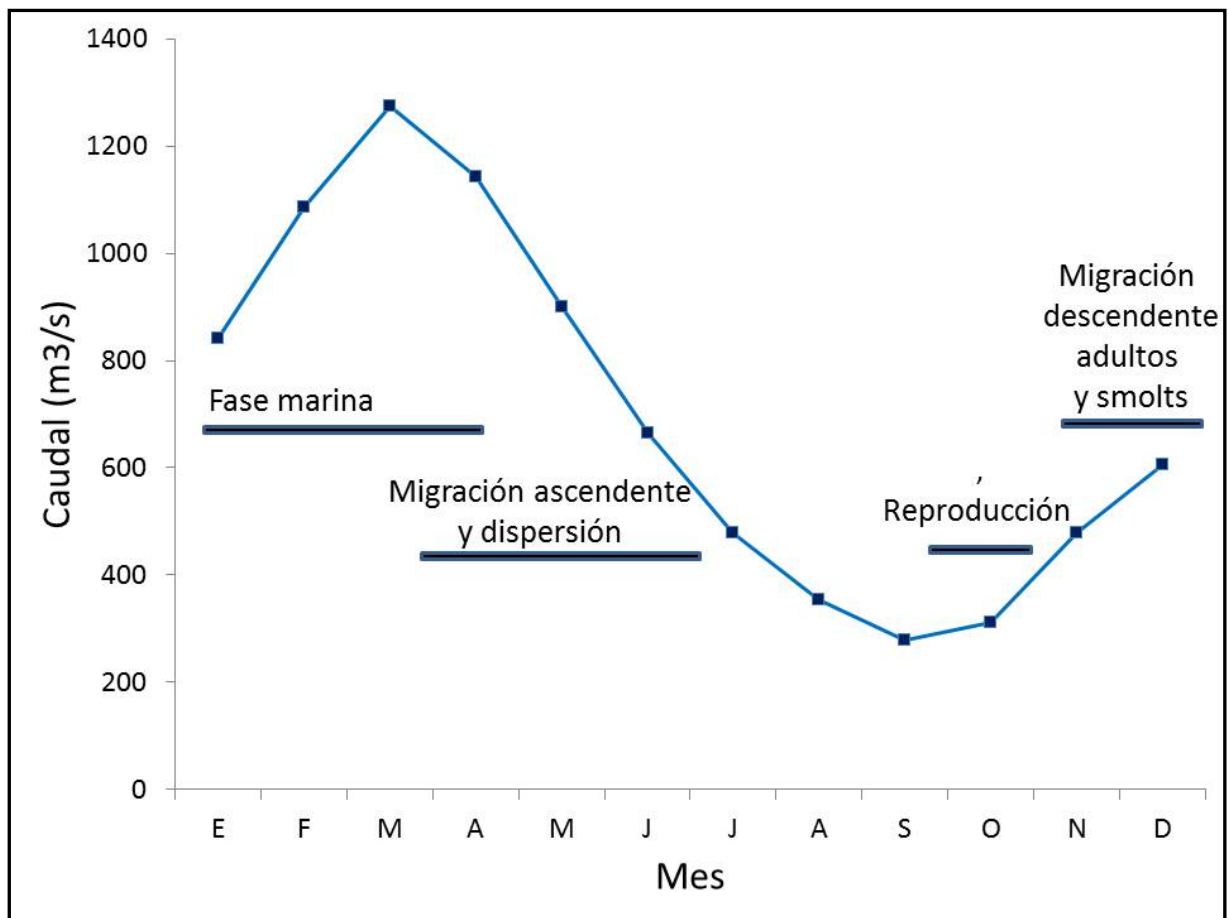


**Figura 14: Proporción de Sr:Ca. a-e: adultos anádromos; f-h: adultos residentes. La edad está indicada en el eje superior de la abscisa y las líneas punteadas representan la edad a la cual se forma el anulus (anillo anual). Las líneas punteadas gruesas indican el cambio del hábitat dulceacuícola a marino. Los paneles a-e muestran como las truchas se desplazan del río al mar a los 2/3 años, mientras los paneles f-h son ejemplificadores de peces que permanecen en el agua dulce. Fuente: Riva Rossi et al. (2007).**

A partir del movimiento de truchas anádromas radio marcadas y la captura de ejemplares en avanzado estado de madurez en primavera se pudo establecer que las áreas de desove se encontrarían en el sector alto de la cuenca, más precisamente en las zonas conocidas como Primer Laberinto (km 320, distancia desde la desembocadura) y Segundo Laberinto (km 350, distancia desde la desembocadura). En esta zona parecen converger no solo las truchas anádromas y residentes del río sino también otras de origen lacustre (Riva Rossi et al., 2003).

Los adultos ni bien ingresan al río se desplazan rápidamente hacia aguas arriba donde permanecen a la espera del período reproductivo, implicando ello entre 5-7 meses (Riva Rossi et al., 2003). Así la reproducción tiene lugar hacia setiembre cuando la temperatura del agua aumenta a 10 °C. Sin embargo, y de acuerdo a los resultados observados durante la pesca experimental de 2015, no puede descartarse la hipótesis que los migrantes que fueron detectados en avanzado estado de madurez desoven en el curso inferior o medio. Riva Rossi et al. (2003) concluyen en base a peces marcados que en el curso inferior podría existir un área de reproducción (km 55-80). Estos autores especulan que en el curso inferior podría existir interacción entre la forma anádroma y la residente, mucho más numerosa en ese sector del río y Pascual et al. (2005) sugieren que las formas anádromas y residentes se comportarían como unidades metapoblacionales con la consiguiente capacidad de intercambiar genes. Riva Rossi et al. (2007) señalan que los peces que migran entre marzo y mayo se encuentran inmaduros, mientras los que ingresan a partir de julio lo hacen en avanzado estado de madurez. Estos resultados, no obstante, no fueron coincidentes con los muestreos de 2015 donde los peces adultos capturados en la Estación 3 presentaban maduración ya avanzadas. La forma anádroma y residente tendrían épocas reproductivas diferentes, habiéndose ello determinado en base al análisis del momento del nacimiento de los alevinos.

La Figura 15 resume el ciclo biológico de la forma anádroma en el río Santa Cruz, contemplando la posibilidad que el período reproductivo abarque varios meses.



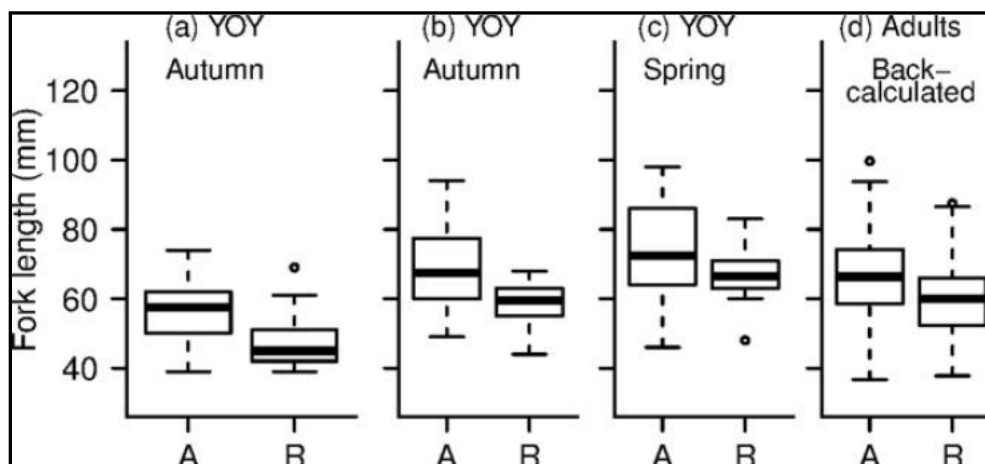
**Figura 15: Ciclo de vida de la forma anádroma en el río Santa Cruz y su relación con el régimen de caudal anual**

La fecundidad de los adultos varía con la talla y edad y constituye un dato de interés al estar relacionado con el potencial de reclutamiento. Ejemplares menores a 55 cm poseen menos de 2000 huevos pero aquellos de 85 cm pueden tener entre 5000 y 10000 (Mehan y Bjorn, 1991). No se dispone de información extensiva sobre las características de las áreas de desoves más allá que las mismas se encontrarían en el curso superior. Durante la prospección de 2015 se pudo individualizar sectores donde el río (Laberinto 1) posee sustrato apropiado y que se encuentran en la zona litoral de islas de guijarro y cantos. Usualmente la trucha steelhead utiliza la transición entre correderas y pozones para construir su nido habiéndose encontrado que el área media de cada nido ocupa 4-5 m<sup>2</sup> (Orcutt et al., 1968). La especie es eurífaga integrando su dieta caracoles, dípteros, trichópteros, anfípodos, copépodos y cladóceros (Hudson, 2015).

Si bien no se ha podido cuantificar el área de sustrato adecuado que posee el río debido a la época de muestreo, la misma no será necesariamente proporcional al número potencial de nidos que pueden construirse dado que otros factores como la velocidad de corriente y

profundidad no se encuentran necesariamente dentro del rango aceptable. En todo caso, la supervivencia del embrión parece estar directamente relacionada con la velocidad del agua que circula por el nido (Coble, 1961). Por otro lado, el tamaño del sustrato que conforma el nido influye en el porcentaje de emergencia de los alevinos al punto que un 20% de sedimentos finos cubriendo el nido puede reducir en 30% el porcentaje de emergencia. Otros factores como la cobertura que pueda tener el nido debido a vegetación riparia, troncos sumergidos, etc. serían de menor importancia en el río Santa Cruz.

La maduración y reproducción tiene así lugar durante el tercer año de vida y su desove no se produce hasta ya entrado el invierno (julio/agosto) y ocurre principalmente en setiembre. La eclosión de los huevos ocurre entre Noviembre y Enero (Quiroga et al., 2015) y el estadio de alevino se extiende durante la primavera entre 1 a 3 meses para luego a partir del verano transformarse en juvenil (estadio de parr). Los alevinos de la forma anádroma crecen más rápido y un aspecto destacado es que a pesar de tener los juveniles de la forma residente mayor edad, su talla al primer año resulta menor que el de las formas anádromas y presenta menor variabilidad (Figura 16).



**Figura 16:** Comparación entre la talla de peces juveniles capturados en abril de 2010 (a), junio de 2009 (b), setiembre de 2010 (c) y talla retrocalculada para adultos de edad 1+ (d). A: anádromos; R: residentes. Los límites superiores e inferiores del rectángulo indican el tercer y primer cuartil respectivamente, la barra dentro del rectángulo representa la mediana, los corchetes el rango y los puntos las observaciones anómalas (outliers). YOY: juveniles del año. Fuente: Liberoff et al. (2014).

Los juveniles provenientes de la forma anádroma y residentes difieren en cuanto a su momento de nacimiento (Liberoff et al., 2014). El análisis de retrocálculo basado en la lectura de otolitos para determinar la relación talla: edad permitió establecer que los juveniles residentes provenían de nacimientos acaecidos durante el fin del invierno mientras que los de truchas anádromas provenían de nacimientos ocurridos ya entrada la primavera (Figura 17). Independiente de su historia de vida los primeros dos años los juveniles de trucha arco iris requieren de ríos con cierta corriente, baja temperatura, de aguas claras y

donde las correderas predominan sobre los pozones. Asimismo es deseable la existencia de vegetación, riparia, bancos socavados y abundancia de invertebrados (Moyle, 2002).

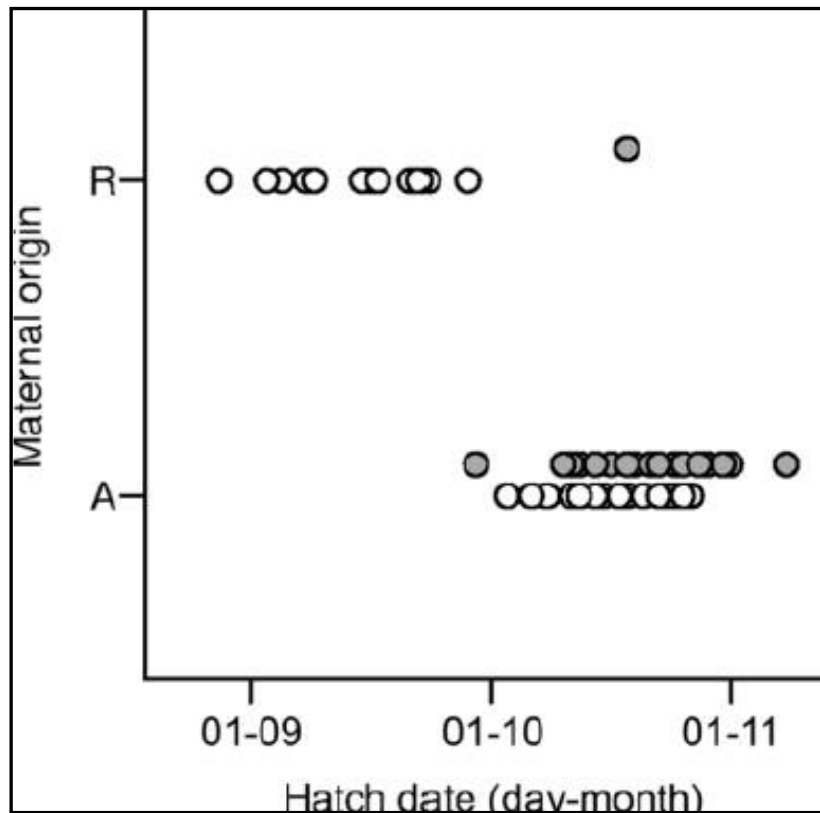


Figura 17: Fechas de nacimiento de alevinos de trucha arco iris relacionado con un origen materno anádromo (A) y residente R). Los puntos blancos indican la cohorte 2008 y los grises indican la cohorte 2009. Fuente: Liberoff et al. (2014)

## Distribución de juveniles en la cuenca

La abundancia de individuos recién eclosionados (0+) es estable en los tramos superiores y medios pero decrece notablemente hacia el tramo inferior (Figura 18).

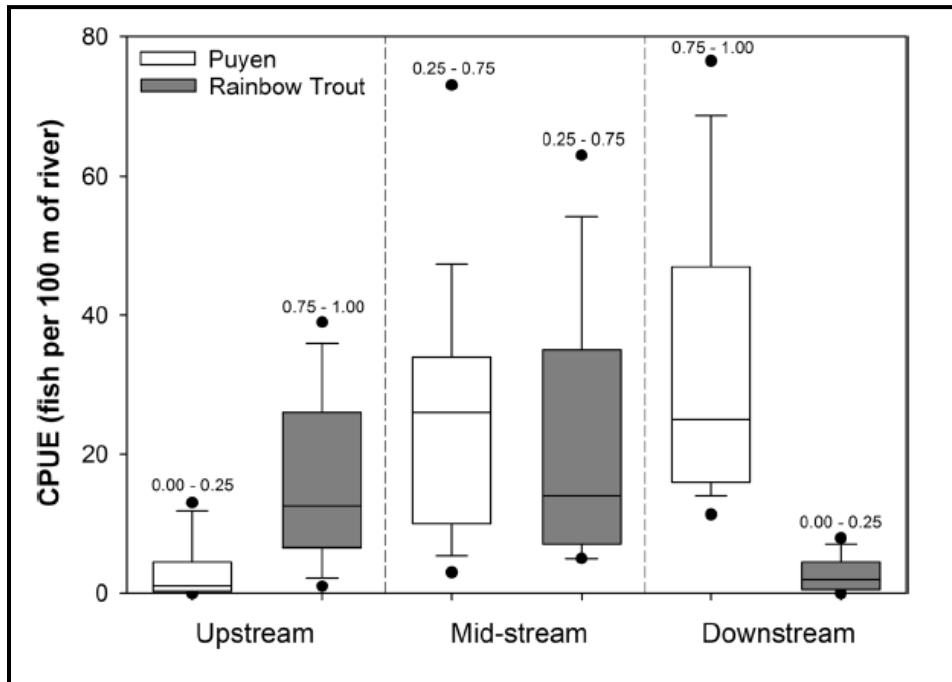
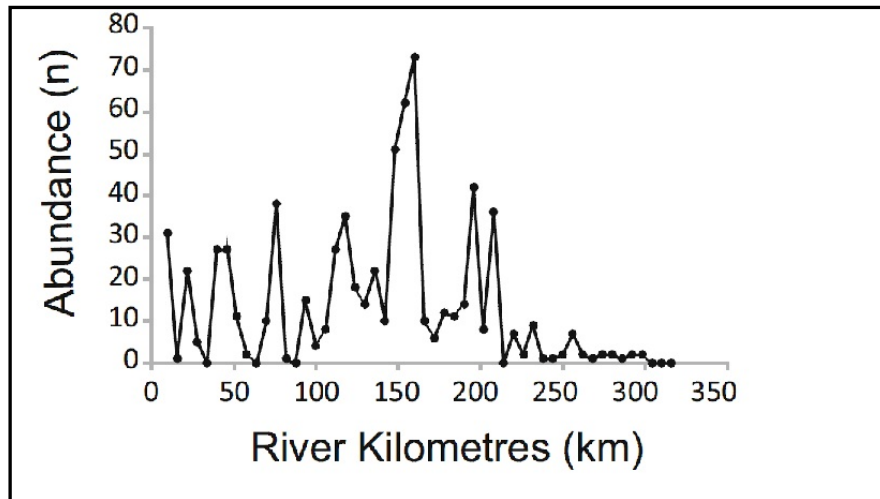


Figura 18: CPUE (Captura por unidad de esfuerzo) expresado como (peces/100 m de río) de puyen y trucha arco iris. Los gráficos de caja representan la mediana y los percentiles 5, 25, 75 y 95. Los números indican la proporción puyen/trucha arco iris. Fuente: Tagliaferro et al. (2014b)

La distribución de juveniles a lo largo de la cuenca no es homogénea tal cual fue demostrado por Quiroga et al. (2015). Estos autores encontraron máximos valores entre los km 200 y 300 (medidos desde el nacimiento hacia la desembocadura), siendo muy baja en el curso inferior (Figura 19). La talla de los juveniles varió entre 50 y 110 mm con una talla modal de 70 mm.





**Figura 19. Abundancia de juveniles de trucha arco iris desde el nacimiento del río hasta la desembocadura. Fuente: Quiroga et al. (2015)**

La presencia de juveniles en el curso superior se asoció a hábitats localizados en cauces secundarios que proporcionan cobertura costera debido a vegetación riparia o sumergida (Fotos 28 y 29) y en el curso medio estuvo asociado a playas de cantos que ofrecen buena cobertura así (Foto 30 y 31).



**Foto 28. Cobertura riparia en un brazo lateral (Estación 5)**



**Foto 29. Ramas depositadas en el fondo de un brazo secundario ofreciendo refugio para juveniles de arco iris en Estación 5**

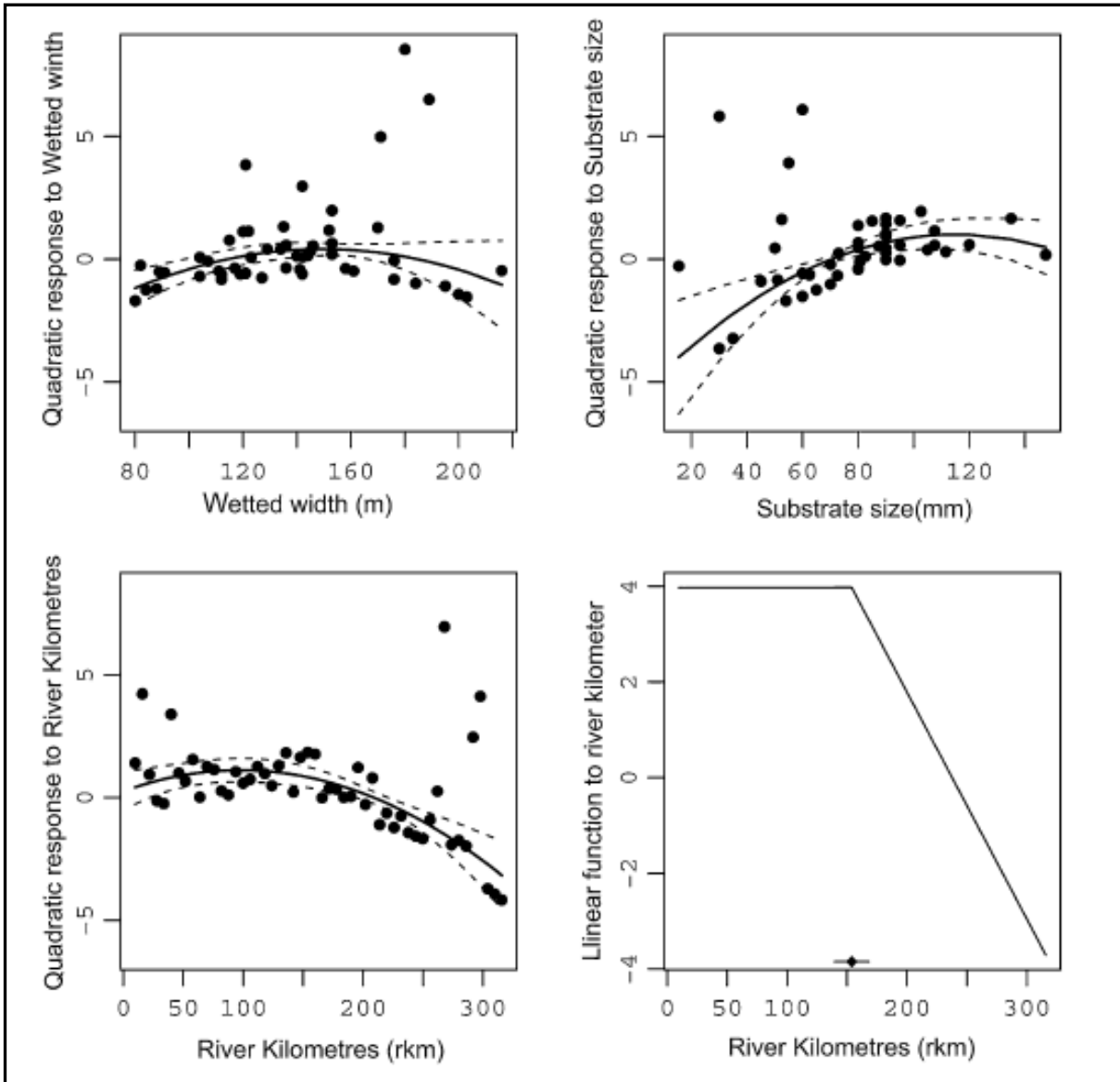


**Foto 30. Hábitats de juveniles trucha arco iris debido a vegetación riparia en Estación 2**



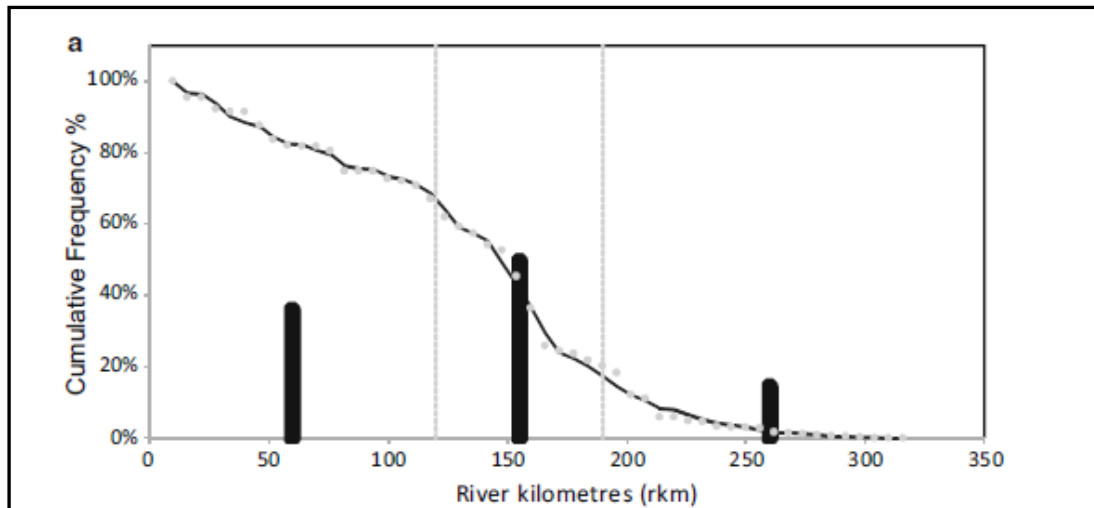
**Foto 31. Orilla de canto rodado que proporciona hábitats para juveniles de trucha arco iris en Estación 2**

Quiroga et al. (2015) encontraron que las variables que explicaban dicho patrón de distribución eran el ancho del canal mojado, tamaño de sustrato y distancia a las nacientes. La relación entre la abundancia de juveniles y cada una de estas variables fue diferente de acuerdo al sector de la cuenca (Figura 20). Así, por ejemplo la máxima abundancia se verificó en sectores de cauce con ancho medios de aproximadamente 150 m, la abundancia creció asociada al incremento del sustrato pero hasta un tamaño de 100 mm aproximadamente y se mantuvo elevada y constante durante los primeros 150 km pero luego decreció de manera perceptible.



**Figura 20:** Variación de la abundancia de juveniles de trucha arco iris en función del ancho de cauce mojado, distancia a la naciente y tamaño de sustrato. Fuente: tomado de Quiroga et al. (2015).

La integración de estos resultados a través de ajustes permitió generar un modelo integral de distribución de estos juveniles pudiéndose apreciar que el sector de la cuenca comprendido entre los km 100 y 200 (tomados desde el nacimiento hacia la desembocadura) son los que presentan las mayores densidades (Figura 21). Estos resultados son en buena medida coincidente con los resultados de Tagliaferro et al. (2013) que encontraron que la mayor abundancia de invertebrados acuáticos en el sector comprendido entre las presas planificadas.



**Figura 21: Variación espacial de la abundancia de juveniles de trucha arco iris desde el origen hacia la desembocadura. Las barras indican la abundancia acumulativa en cada uno de los sectores delimitados por las presas y marcado por líneas grises verticales. Fuente: Quiroga et al. (2015).**

La distribución de los juveniles, sin embargo, puede estar también asociado a las áreas de desove dado que los ejemplares adultos marcados en la zona baja del río durante el otoño optaron por desplazarse hacia el sector superior del río y fueron detectados allí durante el período reproductivo (Riva Rossi et al., 2003). En estudios realizados en otros ríos se ha establecido que las áreas donde existe una mayor densidad de juveniles se encuentran próximas a las áreas de desove (Foldvik et al., 2010), pero que los juveniles de edad 0+ tienden a dispersarse también a lo largo del curso posiblemente para reducir la competencia (Roper et al., 1994). Liberoff et al. (2014) mediante análisis de la proporción del isótopo  $\delta^{15}\text{N}$  lograron determinar que los juveniles provenientes de madres anádromas y residentes respectivamente se distribuían diferencialmente en la cuenca. Por otro lado, utilizando la relación Sr:Ca de la matriz (centro) del otolito lograron determinar el origen de los juveniles distribuidos en la cuenca, encontrando que los juveniles provenientes de madres anádromas así se localizaban en el sector bajo (km 240-320) y medio (km 155-210) de la cuenca, mientras los juveniles residentes fueron detectados en el sector alto (km 55-110). En este último caso, estos juveniles se encontraron en cauces secundarios. Narum et al. (2008), por ejemplo, encontraron que la forma anádroma de la trucha arco iris del río Kickitast (USA) dominaba en las partes inferiores mientras la residente se limitaba al sector superior de la cuenca, no existiendo así escasa probabilidad de flujo génico. En este sentido, las diferencias de distribución espacial encontradas en juveniles anádromos y residentes podría sugerir un comportamiento de este tipo (Liberoff et al., 2014), si bien la cuenca del río Santa Cruz prácticamente no ofrece tributarios para un desarrollo en ellos de la forma residente. Los muestreos llevados a cabo en 2015, por otra parte, permitieron detectar juveniles entre 72 y 110 mm de largo total, siendo más abundante la presencia de los mismos en el sector

comprendido entre el futuro emplazamiento de las dos presas (Foto 32). A su vez, en el curso inferior (Estación 1e) se encontraron ejemplares de truchas arco iris inmaduros cuyas tallas variaron entre 17 y 35 cm.



**Foto 32. Ejemplares de juveniles de trucha arco iris capturados en la Estación 4**

Un aspecto adicional de interés es el alto grado de ejemplares con ceguera que exhibe esta especie (Hudson, 2015), lo cual podría deberse a la presencia de metacercarias de *Diplostomum* (Foto 33), fenómeno conocido en salmónidos.



**Foto 33: Ejemplar de steelhead con signos de ceguera por infestación de *Diplostomum* (Foto tomada de Hudson, 2015)**

La Tabla 3 presenta una síntesis de la información biológica y ecológica relacionada con esta especie.

**Tabla 3. Características bioecológicas generales de la trucha steelhead y su relación con variables ambientales. Fuentes: Bell (1973); Powers y Osborn (1985); Pauley et al. (1986); Bjorn y Reiser (1991); U. S. Fish and Wildlife Service (1995); SWRI (2003).**

Variable	Valores
Temperatura letal para adultos	23-24 °C, pero los individuos del "run" de verano puede vivir hasta 25-27 °C por períodos cortos  < 4 °C
Rango de temperatura óptima	11,8-11,1 °C. Para el run de verano la temperatura preferida en pozones es de 10-15 °C
Temperatura óptima para crecimiento (forma residente)	15-18 °C
Temperatura óptima para la migración ascendente	7,8-11,1 °C
Mínima profundidad de nado	18 cm
Máxima total de sólidos disueltos para la migración	4000 mg/l
Profundidad preferida para adultos	3m (pozones)
Rango de velocidad observada para adultos	0,28-1,62 m/s (crucero o prolongada - 2 a 4 largos totales/s); 1,4-4,16 (sostenible o de duración corta- 4.7 largos totales/s); 4,16-8, 13 m/s (de punta o por escasos segundos- 8 a 12 largos totales/s)

Variable	Valores
Rango de velocidad observada para juveniles	0,32-0,4 m/s (sostenible); 0,7-1,2 m/s (prolongada)
Fecundidad	2000 huevos/kg para ejemplares de 50-60 cm
Capacidad de los nidos	1000 huevos por nido; 6-7 nidos por puesta
Dimensión de los nidos	2-11 m <sup>2</sup> , promedio=5,4 m <sup>2</sup>
Sustrato de desove preferido	Grava de 0,6-7,6 cm de diámetro
Rango de temperatura tolerable para el desove	Bajo estres: 11.2°C–14.7°C; estres medio: 14.2°C–16.1°C; estres alto: mayor a 16.1°C
Rango de temperatura preferido de desove	7,8-11.1 °C
Mínimo nivel de oxígeno para el desove	80% de saturación y no menos de 5 mg/l
Rango de velocidad del agua para el desove	20-155 cm/s
Velocidad del agua preferida para el desove	60, 9 cm/s
Rango de profundidad en la que se construyen los nidos	10-150 cm
Profundidad preferida para el desove	35, 6cm
Temperatura del agua tolerable para la incubación	17 °C



Variable	Valores
Rango de temperatura preferida para la incubación	8,9-11,1 °C
Tiempo de permanencia de las larvas en la grava luego de la eclosión	2 a 8 semanas
Tamaño de la larva a la eclosión	14-15,5 mm
Tiempo entre la fertilización y la eclosión (incubación)	30 días a temperatura entre 8,9-11 °C
Rango de temperatura crítico para los alevinos	Estrés bajo: 15.6°C–20°C; stress moderado: 20.1°C–22.5°C; estrés alto: >22.5°C
Rango de temperatura óptimo para alevinos y juveniles	12.8°C–15.5°C
Rango de temperatura óptimo para alevinos emergentes	7,2°C–15.5°C
Rango de velocidad del agua que utilizan los alevinos y juveniles	0.09–0.3 m/s (alevinos); 0.09–0.46 m/s (juveniles)
Rango de velocidad óptima para los alevinos y juveniles	(1-25 cm/s (alevinos < 50 mm); 10-30 cm (juveniles 50-100 mm))

Variable	Valores
Rango de temperatura tolerante para la emigración	Bajo estrés: 11.3°C–15.2°C; estres medio: 15.2°C–17.3°C; alto estres: >17.3°C
Rango de temperatura óptimo para la smoltificación y emigración	6.9°C–11.3°C; 11,8°C-14,6°C
Rango de velocidad óptima para los alevinos y juveniles	0.18 m/sec (alevinos); 0,27 m/s
Rango de profundidad utilizada por alevinos y juveniles	0,05 a 0, 8 m, más frecuente en 0,2 m (alevinos); 0,5 -1,5 m, más frecuente en 0,4 m (juveniles)
Niveles de oxígeno letales para los embriones	1,6 mg/L
Porcentaje de sedimentos finos que producen mortalidad en embriones	25 % (25% mortalidad); 50% (40 % mortalidad); 75% (50% mortalidad)
Nivel de oxígeno para incubación mínimo recomendable para la incubación	7,8 mg/L (óptimo); 6 mg/L (subóptimo); 4,6 mg/L (mínimo)
Niveles de saturación de oxígeno para incubación	76% de 0-15° C; 85% a 20 °C; 93% a 25 °C
Nivel de pH óptimo	7-8

### **Trucha marrón (*Salmo trutta*)**

Esta especie que es común en Patagonia, pero su conocimiento en el río Santa Cruz es todavía muy limitado (Foto 34). Aun cuando la especie presenta una forma anádroma reconocida en el río Grande (O'Neal y Standford, 2011) no se ha corroborado que exista una forma anádroma establecida en el río Santa Cruz, si bien Riva Rossi y Hudson (2017) identificaron la presencia de la forma marina en el sector inferior del río. Los resultados de la campaña de 2015 permitieron capturar ejemplares de trucha marrón adultos (tallas entre 44 y 54 cm) y cuyo estado de madurez fue de IV a VI, lo que indica que los ejemplares se encuentran próximos al momento del desove (Fotos 35). Su dieta es carnívora pero también ingiere macroinvertebrados detectándose en sus estómagos puyen, larvas de lamprea, odonatos, anfípodos caracoles, dípteros (Hudson, 2015).



**Foto 34. Ejemplares de trucha marrón capturados en Estación 5**



**Foto 35. Hembra de trucha marrón en estado de madurez muy avanzada y en condiciones de desovar**

Esta especie realizaría un circuito migratorio entre el lago Argentino y el río Santa Cruz al momento de la reproducción, lo que es coincidente con lo que se conoce sobre salmónidos residentes en Patagonia que remontan los ríos para reproducirse y utilizar hábitats de cría localizados en los ríos. La Tabla 4 resume las principales características bioecológicas de esta especie con relación a diferentes variables ambientales.

**Tabla 4. Principales características biológicas y ecológicas de la trucha marrón (adaptado de Fish and Wildlife Service, 1986).**

Variable	Valores
Temperatura máxima letal para adultos	27 °C
Temperatura óptima para crecimiento	12-19 °C
Nivel de oxígeno óptimo	9 C a temperatura $\leq 12$ C; y $\geq 12$ g/L a temperatura $> 10$ C
Mínimo nivel de oxígeno	5 mg/L
pH óptimo	6C.8-7,8
Temperatura óptima de desove	7-9 °C
Tamaño de la grava preferida para la construcción de los nidos	1 a 7 cm
Profundidad óptima de construcción del nido	24,4 a 45,7 cm
Velocidad del agua sobre el nido	40 a 70 cm/s

Variable	Valores
Temperatura óptima de desarrollo del embrión	2-13 C
Condiciones de sustrato óptimo para la incubación	≤5 % de sedimentos finos
Condiciones de sustrato inapropiado para la incubación	≥ 30% de sedimentos finos
Temperatura óptima para los alevinos	7-15 °C
Rango óptimo de oxígeno disuelto para alevinos	3-7 mg/l a ≤15 °C; 5-9 mg/L a >15 °C
Rango óptimo para el crecimiento de juveniles	7-19 °C
Oxígeno disuelto óptimo	≥ 7 mg/L a < 15°C y ≥ 9 mg/L a ≥ 15 °C
Velocidad preferida de juveniles	15 cm/s

### **Trucha de lago (*Salvelinus namycush*)**

Su presencia es común en todo el curso del río Santa Cruz y en la campaña de 2015 se capturó un ejemplar en estadio 2 de longitud 35 cm en la Estación 1E (Foto 36). Su ciclo de vida es predominantemente lacustre pero pueden ingresar a los ríos con fines tróficos siendo una especie eminentemente carnívora. Hudson (2015) menciona que la misma ingiere lampreas, puyen, juveniles de arco iris, y odonatos. Carece de toda relevancia para la pesca deportiva en el río.



Foto 6. Ejemplar de trucha de lago capturado en Estación 1E

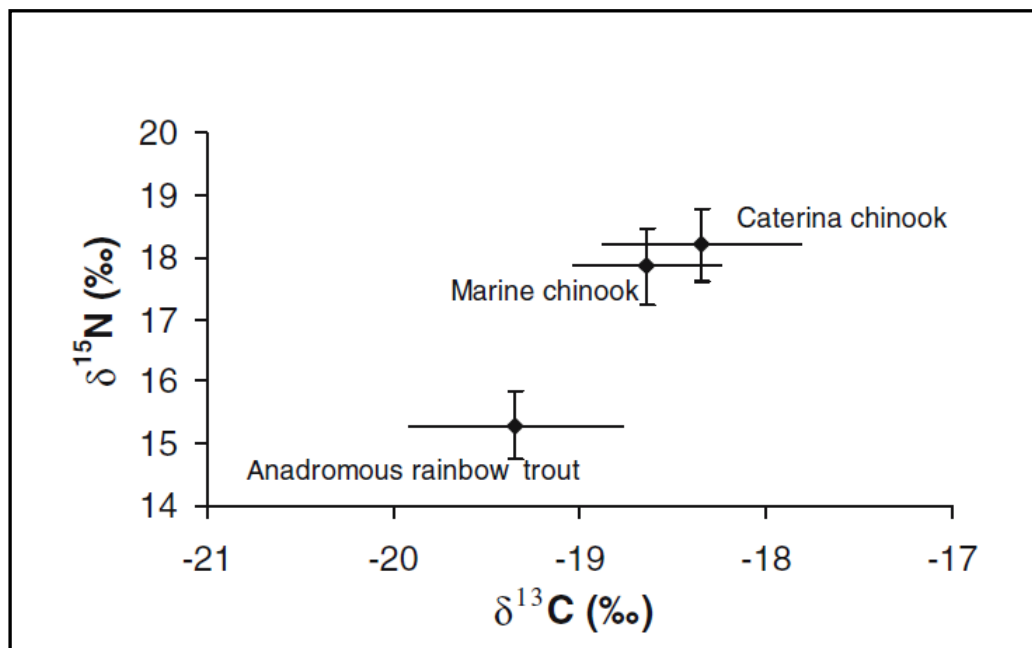
### **Salmon chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*)**

La especie ingresa por el río Santa Cruz hacia mediados del verano y se introduce en el río Caterina en febrero tras atravesar el lago Argentino con el fin de desovar en dicho curso en marzo (Ciancio et al., 2005). Sin embargo el ingreso de la especie podría comenzar en primavera (Pascual et al., 2005) o bien prolongarse hasta comienzos de otoño, dado que en la campaña de 2015 se capturó un ejemplar macho maduro en la zona de Piedrabuena (Longitud Total= 1002 mm, Peso=10,8 k) y dos más aguas arriba en la zona del Laberinto 1 (Estación 5) que resultaron ser una hembra estadio VI (Longitud Total= 670 mm, Peso=5,2 kg) y un macho estadio VI (Longitud Total= 690 mm, Peso=5,2 kg) (Foto 37).



Foto 37. Ejemplar de salmón chinook capturado en Estación 1r

Esta especie es semélpara dado que tras el desove los reproductores mueren a los pocos días. Becker et al. (2007) mencionan que el origen actual de la especie en la cuenca se debería a escapes de la piscicultura de Chile más que a las primeras siembras provenientes de USA y que se remontan a 1908 (Tulian, 1908; Matini y Mastrarrigo, 1963; Baigún y Quiros, 1986). En el río Caterina se han podido detectar peces de hasta 20 kg, pero que debido a la corta longitud del río (8 km) su numerosidad que no excedería los 1000 ejemplares por año. Los resultados de los análisis de isótopos de C y N de Ciancio et al. (2008a) revelan un origen indiscutiblemente marino (Figura 22).



**Figura 22: Composición de isótopos estables de carbono y nitrógeno en ejemplares de salmón chinook del río Caterina, áreas costero-marina y de truchas steelhead del río Santa Cruz.**

La mayoría de los ejemplares encontrados responderían al “tipo río o fluvial”, aunque estos autores reconocen también la presencia de pocos ejemplares “tipo oceánico”. Estas diferencias entre ecotipos aluden a que el tipo oceánico ascienden el río en otoño (primavera en el hemisferio sur), desova en los sectores bajos de los ríos y los juveniles solo permanecen tres meses en agua dulce antes de migrar al mar. Los peces “tipo río” desovan en los sectores superiores de las cuencas, ingresa a los ríos durante casi todo el año pero predominantemente en primavera (otoño en el hemisferio sur) y desova en aguas más frías, quedando por lo general los juveniles un año en el agua dulce previo a migrar al mar (Narum et al., 2004). Para el desove practican nidos de grava gruesa y utilizan correderas y pozones para desplazarse por el río a la espera del momento de la reproducción. Los alevinos nacen en primavera y su permanencia como juveniles en agua dulce varía y va de 3-6 meses a un año teniendo al momento de migrar una talla de 70-90 mm. No se dispone aún de

información sobre el ciclo de vida de los alevinos y juveniles de esta especie en la cuenca del río Santa Cruz, pero su migración al mar se daría al final de la primavera cuando el río gana en caudal.

Diversos autores, Bell (1986) y Thompson (1972) han propuesto rangos de máxima tolerancia para esta especie durante el período migratorio. Dependiendo si se trata de chinook de otoño, primavera o verano el rango de temperatura aceptable sería de 10,6-19,4 °C, 3,3-13,3 °C y de 13, 9-20 °C, respectivamente, desarrollando velocidad crucero de m/s sostenida de 1,04 a 3, 29 m/s y de punta de 3,29 a 6,83 m/s. La temperatura de desove de la especie oscila entre 5,6 y 13,9 °C y la de incubación de 5 a 14,4 °C. Las dimensiones de los nidos oscilan entre 9 y 10 m<sup>2</sup> los que se instalan en profundidades de 0. 45 m. Una vez desarrollado el nido la supervivencia del embrión se ve reducida al 50 % si el porcentaje de sedimento fino es del 40%.

Además de la presencia de esta especie en el río Caterina, existen también salmones chinook en el río de las Vueltas, afluente del lago Argentino, pero a la fecha no se conocen resultados sobre sus características poblacionales (Figura 23). En ambos casos, el ingreso de esta especie a la cuenca se da únicamente por el río Santa Cruz que actúa como corredor de dispersión mientras los otros dos cursos representan áreas de reproducción y cría de juveniles.





**Figura 23: Ubicación geográfica de los ríos de la cuenca del río Santa Cruz donde se han detectado salmónes chinook (líneas amarillas). El río Santa Cruz se muestra solo en su sector inicial**

Aun cuando la especie no presenta en la cuenca la relevancia que posee la trucha steelhead su gran porte atrae el interés de pescadores muy exclusivos que se desplazan hacia estos ríos. Dado que se trata de ríos de recorrido corto, es probable que la especie pueda ser sobrepescada, incluso mediante métodos no deportivos.

**Lamprea (*Goetria australis*)**

La especie *Goetria aastralis* es anádroma y seméipara y constituye un género monotípico del Hemisferio Sur (Foto 38). La identificación de lampreas en la cuenca del Santa Cruz data de fines del siglo XIX cuando Lista (1896) menciona la presencia de la especie (erróneamente clasificada como *Exomegas macrostomus* en la orilla del lago Argentino y cerca de la embocadura del río Santa Cruz. Ya en el siglo XX la especie también es capturada por Lahille (1915) en el río Santa Cruz, y Nani (1950) la menciona en el lago Argentino, lo que corrobora que su rango de distribución, aunque poco conocido actualmente, excede al curso del Santa Cruz. De acuerdo a Neira et al (1988) las poblaciones de *G. australis* de Argentina

poseen características morfológicas únicas que las diferencian de sus congéneres del hemisferio sur.

La lamprea, aunque no necesariamente endémica de la región patagónica (Lahille, 1915) se encuentra en otros grandes ríos o cuencas de esta región y que tienen conexión marina. Ha sido detectada en el Limay (Neira et al., 1988; Baigún et al., 2003), en el río Negro (Alzpelicueta et al., 2001; Alvear et al., 2007), río Chubut (Alzpelicueta et al., 2001) y estuario del río Gallegos (Torres et al., 2006). Sin embargo, el río Santa Cruz parece ser la única cuenca donde la lamprea existe tanto en lagos glaciares como en el corredor fluvial que desemboca en el mar.

Es prácticamente nulo el conocimiento que se posee de la especie en la cuenca del río Santa Cruz. Los muestreos experimentales en el río Santa Cruz han permitido obtener capturas de sus larvas y adultos pero en bajas proporciones, lo que se debe atribuir a los artes empleados y a las zonas del río muestreadas. Hudson (2015) menciona la presencia de un adulto de lamprea desovado (Largo total= 480 mm; peso= 174 g) en la zona donde se emplazará la represa NK en un ambiente de grandes clastos, escasez de bahía o entradas, escasa vegetación y elevada corriente, sugiriendo este autor que la zona no es apta para el desove de esta u otra especie. También señala la presencia de larvas en estómagos de una trucha de lago en el área de JC y en el estómago de una trucha marrón en el sector de Puente Viejo.

A pesar de la falta de información sobre la especie en patagonia, las características morfométricas de cada estadio ontogenético de *Geotria australis* permanecen invariables por lo cual brindan información relevante a nivel genérico que es de utilidad para el marco del presente documento.

Tanto el género *Geotria* como todo el orden Petromyzontiformes se caracteriza por la falta de vejiga gaseosa lo cual determina que los desplazamientos se restrinjan al lecho de los cuerpos de agua.

La duración de la fase larvaria "ammocetes" puede extenderse más allá de 4 años en (Potter & Hillard 1986). La movilidad de las larvas ammocetes es función de la fisiografía de la cuenca. En tramos de baja pendiente y flujos reducidos dichas larvas permanecen en los sitios colonizados cerca de los nidos donde se produjo la eclosión. En tramos de pendientes pronunciadas el desplazamiento es significativo. (Potter, I. C. 1980. Ecology of Larval and Metamorphosing Lampreys., Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol. 37 1642-1657. Kelso, J. R. M & P. R. Todd, 1993. Instream size segregation and density of *Geotria australis* ammocoetes in two New Zealand streams. Ecology of Freshwater Fish. 2: 108-115). En Argentina las tallas registradas para las larvas ammocetes se encuentran en el rango de 44,7 – 85 mm. (Nani, A.

1950. Nota preliminar sobre la biología de la lamprea argentina *Geotria australis* Gray. Primer Congreso Nacional de Pesquerías Marítimas e Industrias derivadas. Mar del Plata 49, 2: 147-166.)

La fase ontogenética denominada macroftalmia se desarrolla con posterioridad a la metamorfosis de las larvas ammocetes e involucra movimientos activos de alcance local y movimientos pasivos río abajo durante la noche que estarían asociados a incrementos en los caudales fluviales. (Dawson, H. A. et al. 2015. The ecology of larval and metamorphosing lampreys. 75-137. En: Lampreys: Biology, conservation and control. Springer. Dordrecht 438 pp.)



**Foto 38: Captura de lamprea adulta (Foto tomada de Hudson, 2015)**



Foto 39:

Lamprea adulta en la eta de agua dulce previo al desove exhibiendo el saco gular (Foto superior tomada de Maitland et al. 2015) y estadio de macroftalmia (Foto inferior tomada de Maitland et al., 2015)

*Geotria australis* es considerada como especie DD (sin datos suficientes) según la UICN (<http://www.iucnredlist.org/search>), mientras en Nueva Zelandia se la considera como especie en declinación y en Chile se la ha catalogado como vulnerable en el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres desde la VI a la XII Región.

La situación de la lamprea en el río Santa Cruz, no obstante la ausencia de información, debe ser considerada con atención, ya que un 33% de las lampreas en el mundo posee algún grado de vulnerabilidad debido a una reducción de la conectividad longitudinal por represas, deterioro de la calidad del agua y pérdida de hábitats costeros debido a usos de la costa y actividades que destruyen las áreas de crías (Maitland et al., 2015). Varias de estas causas han llevado a que de las 34 especies del hemisferio norte, 10 estén consideradas en peligro, 9 sean clasificadas como vulnerables y una se considera extinguida (Renaud, 1997). Se ha sugerido, de acuerdo a estudios morfométricos, que la especie argentina podría representar una especie diferente que la existente en Chile y Australasia, lo cual sugiere que se deben extremar las precauciones para conservar la especie (Renaud, 2011).

### **Perca (*Percichtys trucha*)**

Esta especie que ha sido considerada única para toda la Patagonia (Ruzzante et al., 2006) se distribuye por toda la cuenca y es frecuente en todo el curso del río Santa Cruz. En la campaña de 2015 por ejemplo se encontraron ejemplares juveniles en el curso inferior y adultos en el curso superior (Foto 40). En los ambientes lacustres habita aguas someras y a menudo vegetadas (Buria et al., 2007), y prefiere fondos fangosos por lo que es probable que en el río Santa Cruz se localice en aquellas zonas donde el río presenta bahías protegidas tal como fue detectado en el curso medio e inferior. Se alimenta de dípteros, copépodos, anfípodos y cladóceros (Hudson, 2015).

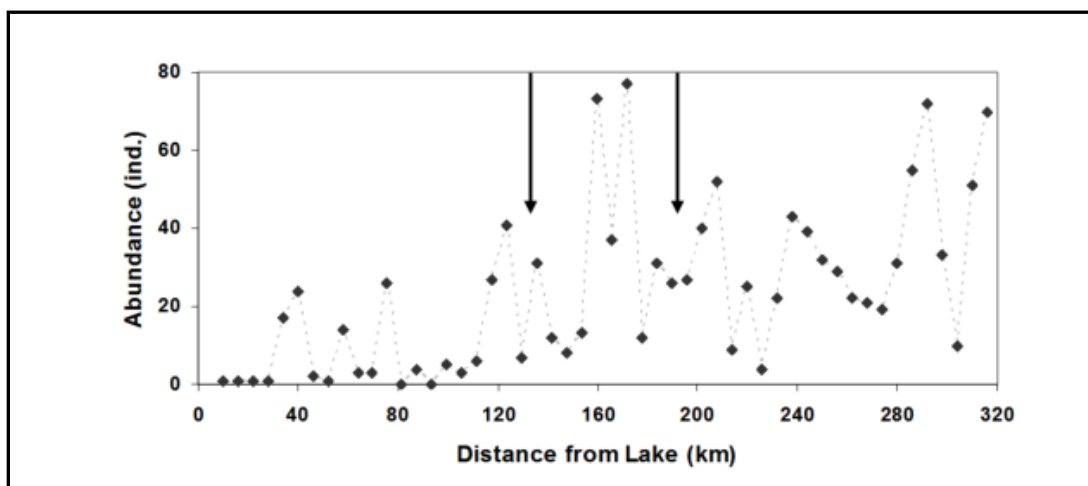


Foto 40. Ejemplar de perca capturado en Estación 1r

### Puyen chico (*Galaxias maculatus*)

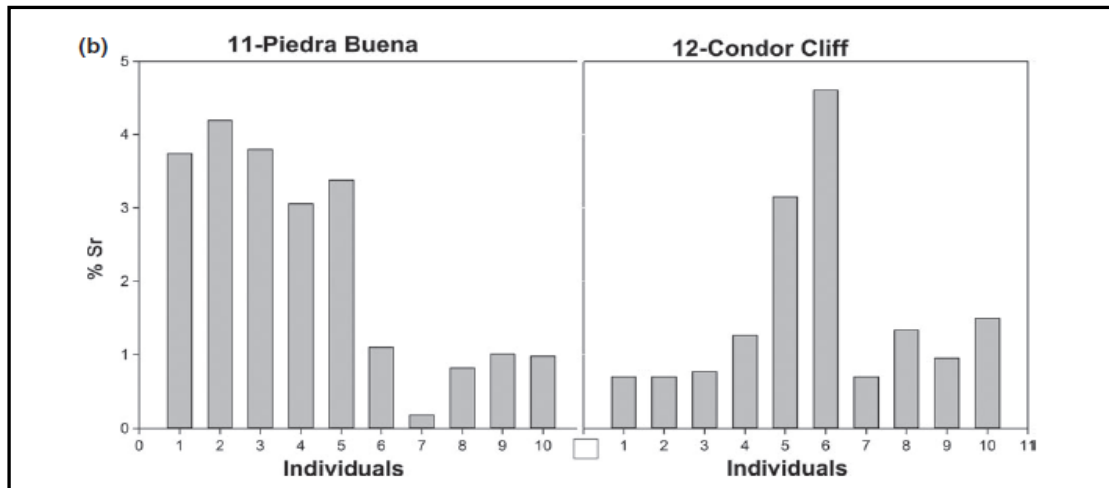
El puyen chico se distribuye ampliamente en Patagonia ocupando ambientes tanto lóticos como lénticos (Baigun y Ferriz, 2003; Barriga et al., 2007) estando asociado su presencia con vegetación acuática (Colin et al., 2012).

En el río Santa Cruz esta especie aumenta su abundancia a partir de su curso medio, alcanzando las mayores densidad en el tramo inferior (Tagliaferro et al., 2014a) (Figura 24).



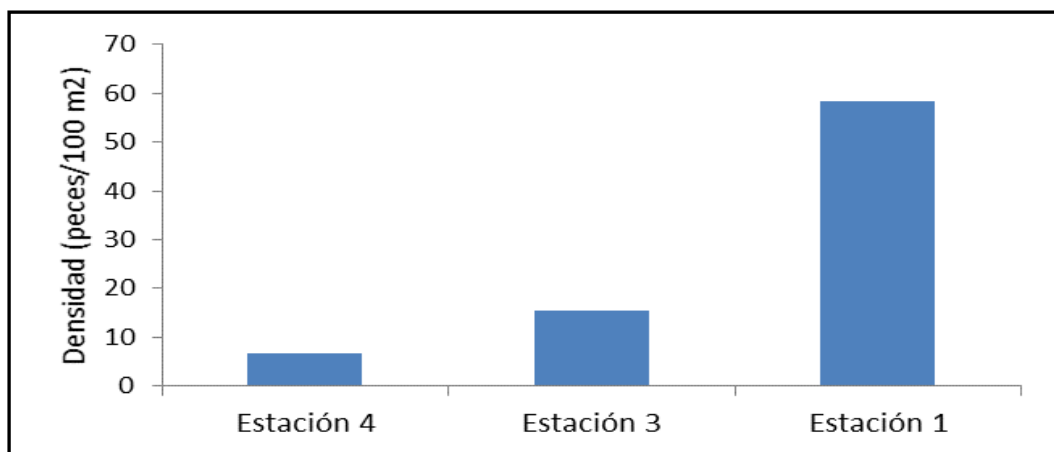
**Figura 24: Abundancia de puyen estimada a lo largo del río Santa Cruz desde su nacimiento en el lago Argentino hasta su desembocadura. Las flechas indican la localización de las presas N. Kirchner y J. Cepernic respectivamente. Fuente: Tagliaferro et al. (2014a)**

Tagliaferro et al. (2014a) demuestran como la abundancia de esta especie en el río Santa Cruz se relaciona positivamente con el ancho del río, máxima profundidad y negativamente con la distancia a las nacientes. La mayor abundancia hacia la desembocadura parece estar asociada con un comportamiento diádromo aunque la especie también desarrolla poblaciones encerradas y por lo tanto la diadromía de esta especie en el río Santa Cruz sería facultativo (Carrea et al., 2013). Sus larvas pueden tener comportamiento migratorio lo que puede explicar la amplia distribución que posee la especie (Barriga et al., 2007). Ello es concordante con el comportamiento que esta especie muestra en otros ambientes del hemisferio sur (McDowall, 2001). En el área de Piedrabuena, por ejemplo se encontraron ejemplares conteniendo estroncio en otolitos y una menor proporción en el curso sugiriéndose que en hasta zona del río es posible encontrar poblaciones en simpatria (Figura 25). Este fenómeno, por el contrario no se detecta hacia las nacientes del río, donde la densidad de puyen es nula.



**Figura 25: Porcentaje de estroncio en otolitos de puyen capturados en Piedrabuena y Cónдор Cliff (presa N. Kirchner). Fuente: Carrea et al. (2013).**

La campaña de 2015 confirmó en parte estos resultados previos, encontrándose que densidad de puyen presentó una tendencia a crecer hacia aguas abajo, no encontrándose individuos de esta especie en el curso superior (Figura 26). Ello se relacionaría con la disponibilidad de hábitats con mayor cobertura por vegetación en el curso inferior tanto sumergida como primaria. Es asimismo coherente con la plasticidad fenotípica y capacidad adaptativa que muestra esta especie y que le permite ocupar diferentes limnótopos en lagos y ríos (Barriga et al., 2011). De tal modo se podría considerar que una fracción de la población que se distribuye entre Piedrabuena y el sector medio de la cuenca es residente mientras otra que ocupa el sector más inferior de la cuenca exhibe características de anfidromia con larvas que migran al estuario para luego crecer allí y retornar al río (Figura 27).



**Figura 26: Densidad de puyen en las diferentes estaciones de muestreo con pesca eléctrica**

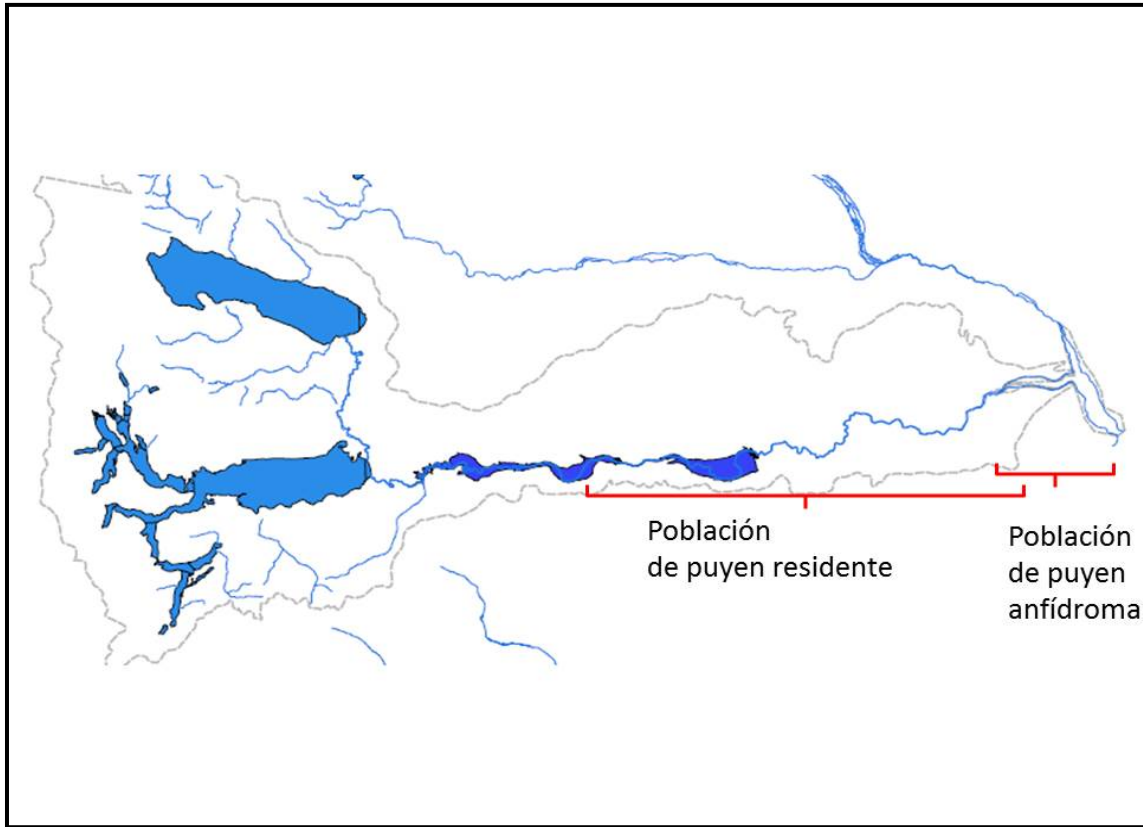


Figura 27: Distribución de las formas o ecotipos de puyen en el río Santa Cruz

Por su parte, las tallas de puyen aumentaron desde aguas arriba hacia aguas abajo (Figura 28), lo que sería indicativo que el curso inferior se comporta como un área de cría.

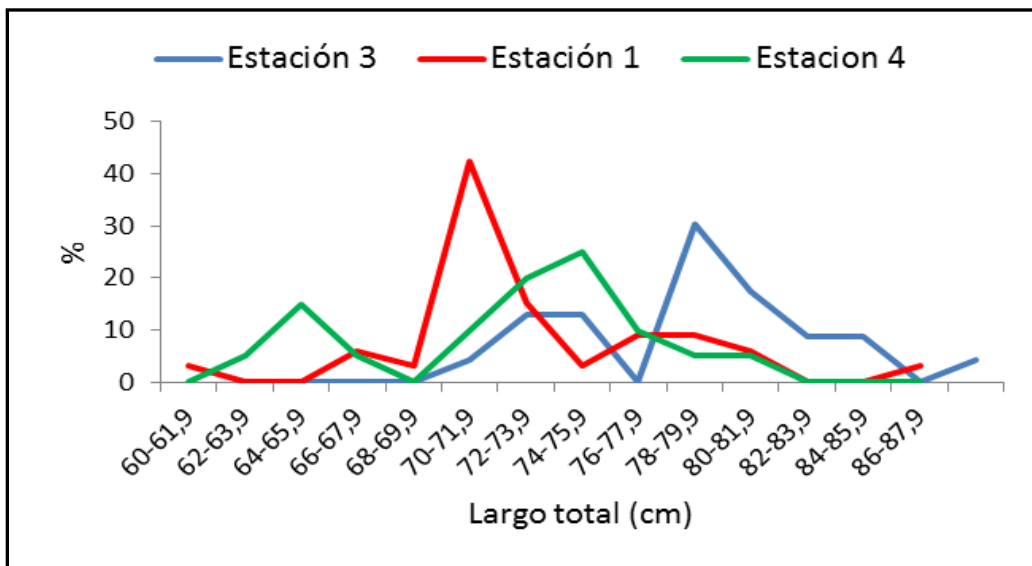


Figura 28: Distribución de talla de puyen en diversas estaciones de muestreo realizadas con pesca eléctrica



La abundancia de puyen parece estar asociado a la oferta de hábitats apropiados. En la estación 1E la orilla ofrece microhábitats con vegetación acuática (Foto 41) cobertura por vegetación riparia y cobertura debido a pequeños troncos y ramas y en menor medida por la presencia de sectores con banco socavado. Por el contrario, en la estaciones 2 y 3, la especie se encuentra asociada a fondos de piedra ominados por sustrato conteniendo guijarro y cantos pero su abundancia decrece en profundidades mayores a 1 a 1.5 m (Foto 42). Ello es coincidente con los observado por Tagliaferro et al. (2014a) quienes señalan que existe una asociación negativa en la abundancia de esta especie y la profundidad, poniendo en evidencia la preferencia de la especie por las áreas litorales.



**Foto 41. Hábitat ripario apropiado para puyen con presencia banco socavado y vegetación en Estación 1e**



**Foto 42. Hábitats someros de puyen en la Estación 3**

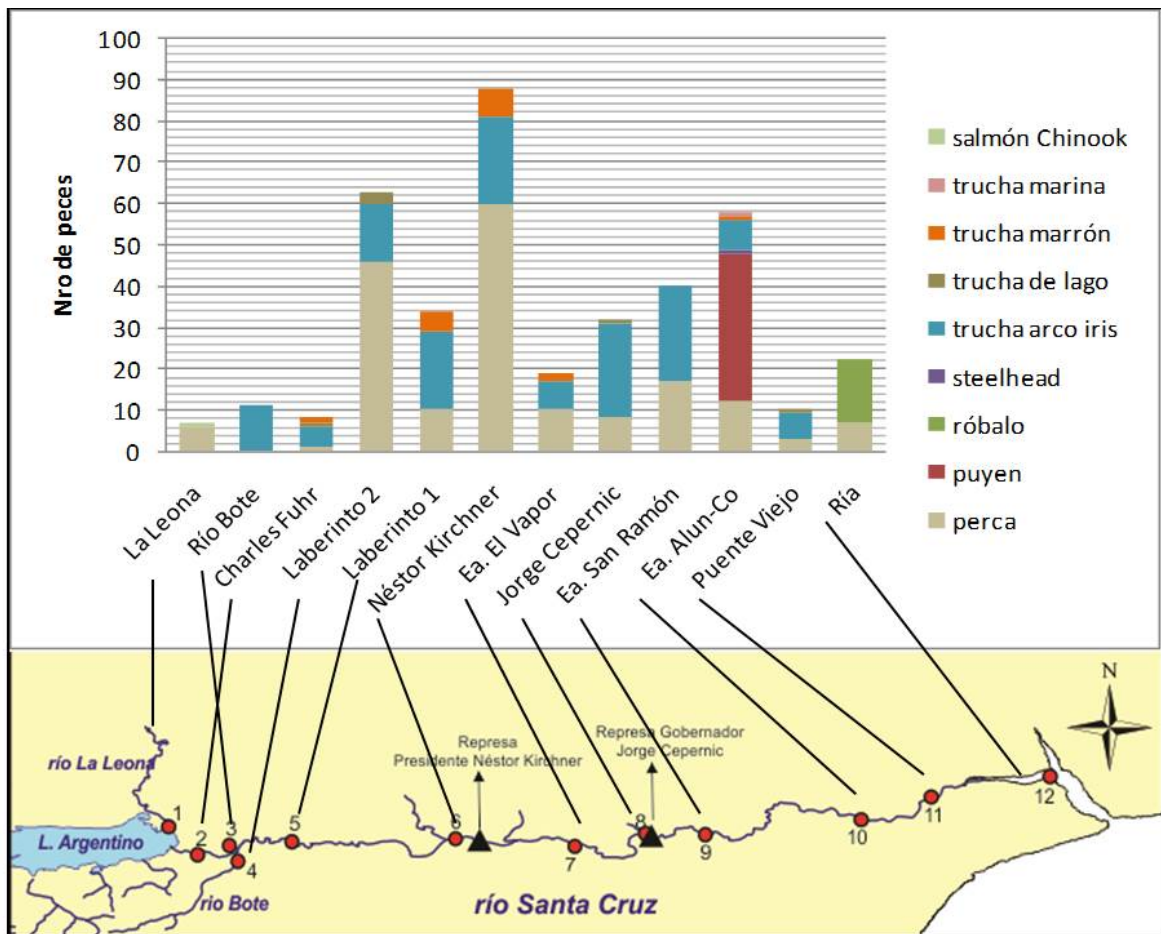
### **Róbalo (*Eleginops maclovinus*)**

Se trata de una especie netamente costera, con rasgos nerítico-demersal a bento-nerítico, encontrándose normalmente asociada a zonas estuarinas (Pequeño, 1979; Cousseau y Perrota, 2014). Durante una etapa de su vida entra desde el mar a la desembocadura de ríos, donde permanece viviendo en las cercanías del fondo, alimentándose de algas y pequeños invertebrados (Guzmán y Campodónico, 1973; Pequeño, 1987) y utiliza los estuarios como áreas de cría (Pequeño, 1981). Martin y Bastida (2008) señalan que sus desplazamientos se asocian a los ciclos de marea. En la zona de Piedrabuena se pudo capturar ejemplares entre 150 mm y 400 mm, lo que indica que a la zona ingresan tanto ejemplares juveniles como adultos pequeños o preadultos (Foto 43). Dicha presencia se verificó en aguas con muy baja conductividad (26  $\mu$ S) y en aguas altas.



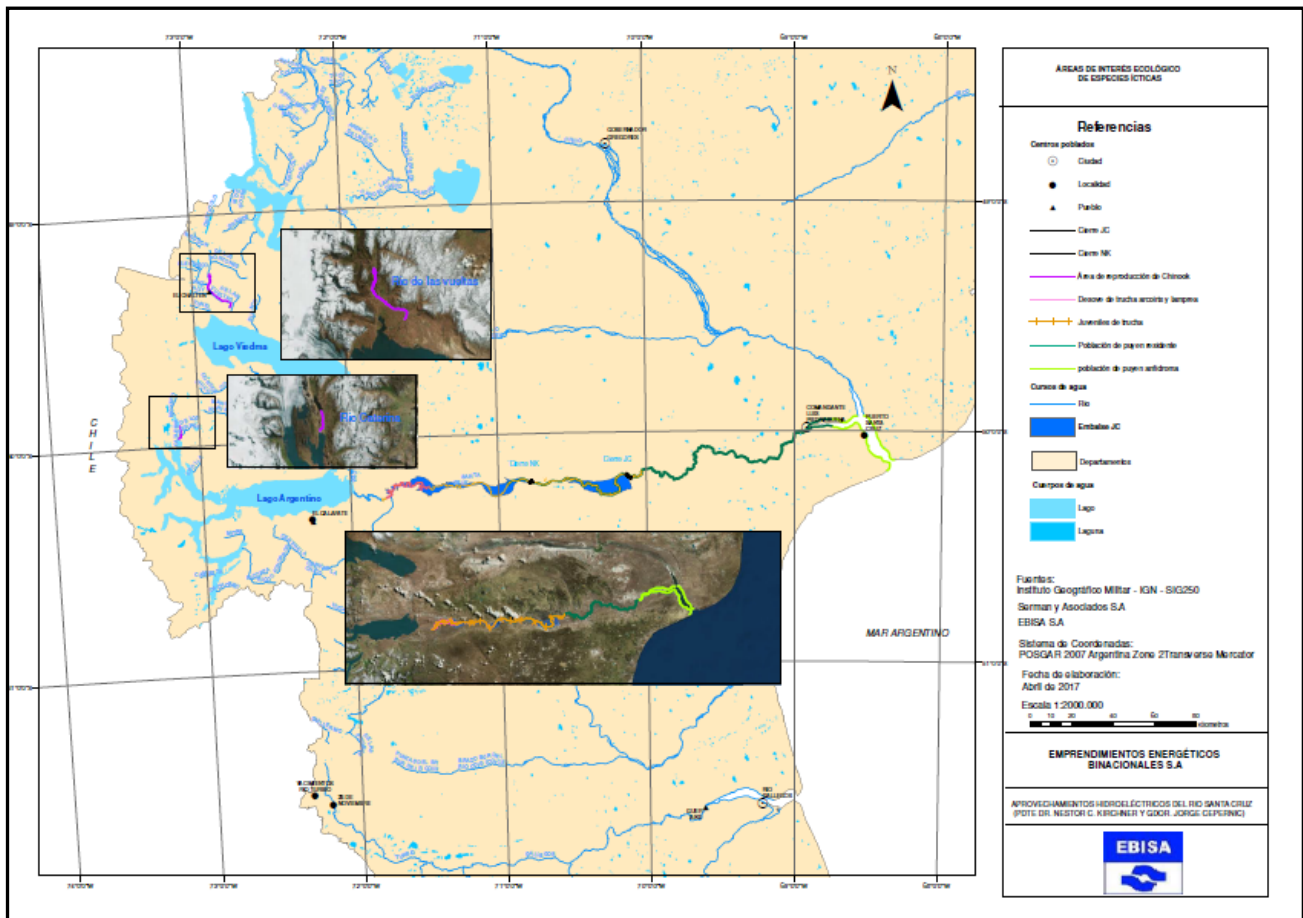
**Foto 43. Ejemplares de róbalo capturados en Estación 1r**

La Figura 29 resume la abundancia relativa de las diferentes especies en la época de primavera, lo que permite apreciar que ciertas especies como la perca posee mayor presencia en el sector medio, o bien puyen y el róbalo en el sector inferior, mientras que otras como la trucha arco iris muestran una abundancia pareja a lo largo del río.



**Figura 29: Abundancia relativa de especies en el perfil longitudinal del río Santa Cruz y otros ambientes (adaptado de Riva Rossi y Hudson 2017)**

Por su parte la Figura 30 presenta la distribución espacial de los diferentes estadios de las especies que exhiben formas residentes o anádromas facultativas u obligadas de acuerdo al conocimiento disponible. En el Anexo II se puede observar el mapa 1 – Interés ecológico, (Figura 30).



**Figura 30: Distribución espacial de áreas de reproducción y cría de especies con anadromía facultativa u obligada**

#### 4.2.9.3 **CONCLUSIONES**

La información obtenida en el río Santa Cruz a la fecha revela que este curso presenta una composición de especies pobre pero acorde a lo exhibido en otros ríos de Patagonia. Se han identificado 4 especies nativas (lamprea, perca, puyen chico y róbalo) y 4 exóticas (trucha arco iris, trucha marrón, trucha de lago y salmón chinook) teniendo así un índice de integridad zoogeográfica intermedio. También han sido señaladas para la cuenca especies no detectadas aún en el río como el puyen grande, peladilla y el pejerrey patagónico. Ciertas especies como los salmónidos podrían presentar desplazamientos entre el río y el lago Argentino y acaso otros cursos de la cuenca, mientras que la lamprea también tiene un rango de distribución extendido en la cuenca.

La trucha arco iris del río Santa Cruz presenta el fenómeno conocido como anadromía parcial o facultativa donde una parte de la población exhibe comportamientos migratorios al medio marino con fines de alimentación y crecimiento, para luego retornar al agua dulce a reproducirse, mientras la otra permanece siempre en los ríos o lagos como residente

completando allí su ciclo de vida. La presencia de la forma anádroma es un caso único en Patagonia y acaso en Sudamérica. Los estudios genéticos revelan que no existen diferencias genéticas perceptibles por lo que debería considerarse como una población polimórfica con dos formas que se encuentran en simpatria y que reconocen un ancestro común. Los análisis de la composición de otolitos sugieren que la población de trucha arco iris del río Santa Cruz puede expresar una u otra forma como alternativas fenotípicas de una población simpátrica y la aplicación de técnicas isotópicas ha servido también para poder corroborar la existencia de anadromía en el río Santa Cruz. Sin embargo, no se tiene certeza del grado de flujo génico existente entre ambas. La aparición de smolts parece estar relacionado con un componente genético asociado al origen materno, pero ciertamente los factores ambientales pueden influir sobre la decisión de que los juveniles smoltifiquen o no.

Las truchas anádromas exhiben una talla mucho mayor, se reproducen hasta 8 veces a lo largo de su ciclo de vida y son más fecundas, en contraposición con las residentes que solo lo hacen cuatro veces. La edad máxima para peces anádromos y no anádromos es de 11 y 7 años respectivamente.

A partir del movimiento de truchas anádromas radio marcadas y la captura de ejemplares en avanzado estado de madurez en primavera se pudo establecer que las áreas de desove se encontrarían en el sector alto de la cuenca, más precisamente en las zonas conocidas como Primer Laberinto (km 320, distancia desde la desembocadura) y Segundo Laberinto (km 350, distancia desde la desembocadura). En esta zona parecen converger no solo las truchas anádromas y residentes del río sino también otras de origen lacustre.

La maduración y reproducción tiene lugar durante el tercer año de vida y su desove no se produce hasta ya entrado el invierno (julio/agosto) y ocurre principalmente en setiembre eclosionando los huevos entre noviembre y enero. Una vez eclosionado el huevo el estadio de alevino se extiende durante la primavera entre 1 a 3 meses para luego a partir del verano transformarse en juvenil (parr). Los juveniles residentes provienen de nacimientos acaecidos durante el fin del invierno mientras que los de truchas anádromas provienen de nacimientos ocurridos ya entrada la primavera.

Los juveniles de la forma anádroma migran al mar hacia mediados de primavera luego de permanecer mayormente 2 años en agua dulce, para luego retornar al río con el fin de iniciar la migración reproductiva hacia fines del verano y comienzos del otoño. Dado que la especie es iterópara, ello implica que la misma desova varias veces durante su ciclo de vida y en el caso del río Santa Cruz permanece casi un 60% de su tiempo en agua dulce, mientras el 40% restante habita en el medio marino. El mayor porcentaje de post-smolts que retornan al

río para su primer desove poseen una edad de dos años y un poco más del 50% de los peces de 3 años que ingresan al río ya han desovado una vez.

La abundancia de individuos recién eclosionados (0+) de trucha arco iris es estable en los tramos superiores y medios pero decrece notablemente hacia el tramo inferior. La presencia de juveniles en el curso superior se asocia a hábitats localizados en cauces secundarios que proporcionan cobertura costera debido a vegetación riparia o sumergida y en el curso medio se debería a playas de cantos que ofrecen buena cobertura.

Los juveniles provenientes de madres anádromas se localizarían preferentemente en el sector alto (km 240-320) y medio (km 155-210) de la cuenca, mientras los juveniles residentes dominarían en el sector bajo (km 55-110).

En todo caso, es aun escasa la información que se tiene sobre la disponibilidad de sitios de desove en la cuenca para permitir reemplazar aquellos que puedan ser afectados por el desarrollo de los embalses. Se ignora, en todo caso, cuales son las tasas de retorno y como ello podría diferir en función de la aptitud ambiental de las áreas de cría. Aun cuando el conocimiento de las áreas reproductivas es incipiente se reconoce que el curso superior del río parece desempeñar un rol ecológico fundamental al disponer de la calidad de hábitat requerida por la especie para su reproducción, mientras el sector medio contribuiría más como área de cría.

Sobre el ciclo biológico de las otras especies exóticas la información existente es mínima. La trucha marrón presenta una distribución limitada a la cuenca superior donde parece tener su área de desove. Al igual que puede ocurrir con la variedad residente de la trucha arco iris, es probable que estas especies se desplacen en cierto momento entre el lago y el río. Recientemente se ha detectado la forma anádroma de esta especie en el sector inferior de la cuenca, lo que parece ser concordante con lo conocido en otros ríos de Patagonia como el río Gallegos y el río Grande en Tierra del Fuego.

Por su parte, el salmón chinook ingresa por el río Santa Cruz (que utiliza como corredor migratorio) hacia fines de primavera y mediados del verano y se introduce en el río Caterina en febrero tras atravesar el lago Argentino con el fin de desovar en dicho curso en marzo. También se lo encuentra en el río de las Vueltas, afluente del lago Viedma. Esta especie es anádroma obligada y semélpara y utiliza estos cursos de agua para su reproducción

En cuanto a las especies nativas, el puyen presenta una distribución abundante en la cuenca inferior y decrece hacia aguas arriba, exhibiendo un comportamiento diádromo. Ello se relacionaría con la disponibilidad de hábitats con mayor cobertura por vegetación tanto

sumergida como riparia. Las tallas de esta especie aumentaron desde aguas arriba hacia aguas abajo lo que sería indicativo que el curso inferior se comporta como un área de cría.

Otra especie nativa migratoria, y también anádroma obligada, es la lamprea, sobre la cual no se tiene información alguna de su ciclo biológico en este curso pero se la ha detectado en el curso medio y superior y existen antiguas evidencias que la especie se encuentra también en el lago Argentino.

Es así que de las ocho especies detectadas en el río Santa Cruz, cinco de ellas requieren mantener sus desplazamientos migratorios (de dispersión, tróficos, de smoltificación y reproductivos). La información biológica y ecológica de estas especies, particularmente aquellos aspectos vinculados a la dinámica migratoria ascendente y descendente, áreas de reproducción y de cría se considera aún insuficiente.

Un aspecto distintivo del río Santa Cruz es su relevancia como pesquero provincial e incluso internacional. Se trata de una pesquería única en su tipo para la región patagónica y posiblemente para Sudamérica gracias a la presencia de una población de trucha arco iris anádroma (Steelhead) con características de interoparidad y longevidad destacadas. Los concursos anuales vinculados a la captura de esta especie representan un evento muy movilizador a nivel provincial y que activa durante su duración la economía local de Piedrabuena.

Para la comunidad local la pesca en el río Santa Cruz reviste gran importancia social y se destaca como actividad importante para la comunidad, teniendo lugar durante todo el período migratorio de la especie. Al parecer, el río ha mantenido su pesquería en un estado saludable conformando las expectativas de los usuarios, quienes valoran el tamaño de sus peces más que la cantidad y por lo tanto asignan gran valor a poder disfrutar de la experiencia de pescar un recurso único en la Patagonia.

El río Santa Cruz posee relevancia pesquera por sí mismo y es considerado como el mejor pesquero provincial, no solo debido a la posibilidad de capturar la trucha arco iris sino también trucha marrón en su curso superior. Otra especie de creciente interés deportivo es el salmón chinook. Esta última especie es capturada casi exclusivamente en el sector superior de la cuenca a donde se desplaza con fines reproductivos. Esto parece haber incentivado el turismo pesquero en dichas zonas pero en la actualidad no se dispone aún de datos fidedignos sobre las características e impactos de estos recursos, pero que deberían ser tenidas en cuenta para el proyecto.

#### 4.2.9.4 METODOLOGÍA DEL RELEVAMIENTO DE CAMPO

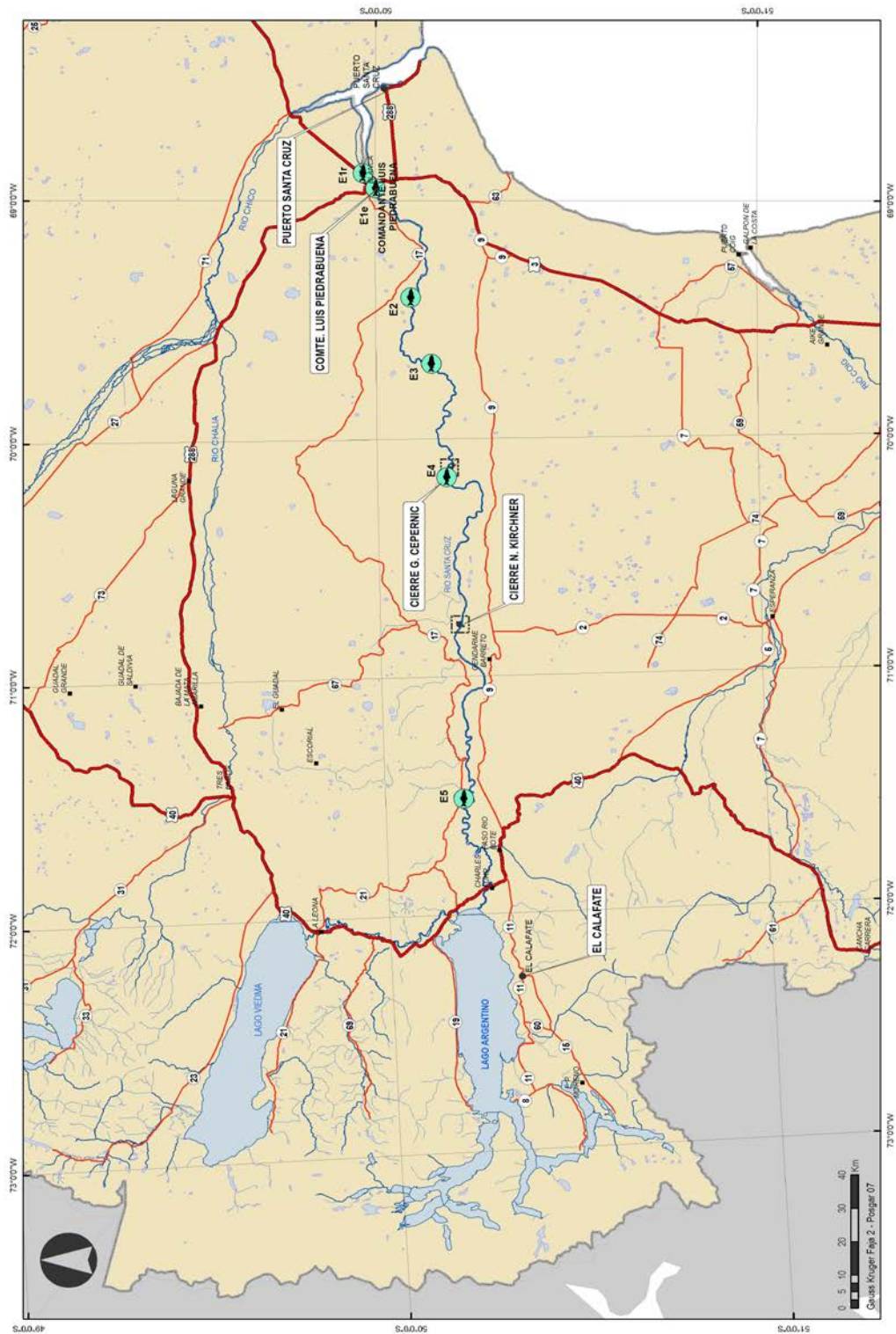
##### a) Muestreos de peces

Se realizó una campaña de pesca experimental en diferentes puntos del río Santa Cruz a comienzos de mayo de 2015. Se seleccionaron 5 estaciones de pesca aun cuando no en todas ellas se aplicaron artes similares (Figura 1):

- Estación 1 (E1): Se ubicó en la zona de la localidad de Piedrabuena. En esta localidad se realizó la pesca con redes y trasmallos (E1r) y aguas arriba (zona del aeródromo) se aplicó pesca eléctrica (E1e).
- Estación 2 (E2): Se localizó entre Piedrabuena y el eje de la presa Jorge Cepernic, próximo al lodge de pesca Los Plateados.
- Estación 3 (E3): Correspondió a un sitio ubicado aguas abajo del eje de la presa JC.
- Estación 4 (E4): Se ubicó entre el eje de la presa JC y el eje de la presa Néstor Kirchner
- Estación 5 (E5): Se localizó aguas arriba del eje de la presa NK en la zona conocida como Laberintos 1.

Con excepción de la Estación E2, donde solo se practicó la pesca eléctrica, en las restantes se desarrollaron muestreos con todos los artes (pesca eléctrica y redes).





**Figura 1: Posición de las estaciones de pesca y las presas planificadas en el río Santa Cruz. E1r: Estación 1 con empleo de redes enmalladoras y trasmallo; E1e: Estación 1 con empleo de electropesca; E2, E3, E4, E5: Estaciones de pesca 2, 3, 4 y 5; NK. Presa Néstor Kirchner; JC: Presa Jorge Cepernic; LA: Lago Argentino**

La pesca experimental se desarrolló utilizando pesca eléctrica en áreas litorales para lo cual se utilizó un equipo Smith-Root M12 (Fotos 1 a 3). Se realizó una pasada paralela a la línea de costa y en zig-zag entre la orilla y hasta una profundidad de 70 cm aproximadamente. La distancia recorrida varió de acuerdo a las características de la zona y los resultados se estandarizaron a una superficie barrida de 100 m<sup>2</sup>.



**Foto 4. Equipo Smith-Root M12 portátil utilizado para la pesca experimental en zonas litorales y someras del río**



**Foto 5. Técnica de pasado del equipo de pesca eléctrica paralelo a la orilla y con movimiento en zig-zag. La foto corresponde a la Estación 5**



**Foto 6. Realizando pesca eléctrica en la zona litoral aguas debajo de la represa JC (Estación 3)**

La pesca con redes utilizó un trasmallo de nylon multifilamento de 50m x 1,6m con malla interna de 120 mm (estirada) y espejo de 270 mm y redes enmalladoras de mallas: 21, 30, 40, 50 y 70 mm (estirada), cada una de 10 m de longitud y 2 m aproximadamente de profundidad (Fotos 4 y 5). Los resultados se estandarizaron a 100 m<sup>2</sup>.



**Foto 7. Vista de las redes utilizadas en la pesca experimental (vista en Estación 4)**



**Foto 8. Tren de redes enmalladoras utilizada (vista en Estación 1r)**

El calado de estas artes varió de acuerdo a la ubicación en el río. En la Estación 1, por ejemplo, las redes ubicaron en los posible perpendicular a la orilla o bien cerrando el ingreso a bahías o el paso entre islotes en zonas de profundidad pero sin excesiva corriente (Fotos 6 y 7).



**Foto 9. Redes enmalladoras caladas perpendicular a la costa en Estación 1r**



**Foto 10. Trasmallo cerrando el ingreso a un brazo lateral del río en estación 1r**

En la Estación 4, por el contrario, debido a la intensa corriente en zonas de profundidad apropiada para el calado, la única alternativa fue ubicar las artes en forma paralela a la costa (Foto 8), pero se practicó además pesca eléctrica en una bahía adyacente localizada 1 km aguas abajo.



**Foto 11. Redes y trasmallos calados paralelos a la costa en Estación 4. La velocidad de la corriente es perceptible a simple vista.**

Por su parte, en la Estación 5 la redes se colocaron en áreas próximas al veril del río o bien cruzando el curso de brazos secundarios (Foto 9).



**Foto 12. Trasmallos calados perpendiculares al curso de un brazo secundario en Estación 5. Nótese la menor corriente debido a la presencia de islotes aguas arriba**

Finalmente, y cuando fue posible se recurrió al uso de pesca con señuelo desde la costa (Foto 10).



**Foto 13. Pesca con caña en Estación 4.**

- b) En cada estación de pesca se midió la conductividad y temperatura y se tomó nota del sustrato dominante en las áreas de pesca utilizado la escala de Wentworth modificada (Cummins 1962, en Bain 1999), o sea: bloques (> 256 mm de diámetro), cantos rodados (256-64 mm), guijarros (64-16 mm), gravas (2-15 mm), arenas (0,06-1 mm) y arcillas y limos (<0,059 mm). Para determinar el sustrato dominante se realizó una inspección visual recorriendo los sitios se pescó y aplicando el procedimiento recomendado por Bain et al. (1985).

A comienzo de abril y coincidente con el desarrollo del concurso de pesca anual de trucha steelhead se realizaron encuestas semi-estructuradas a pescadores que participaban de dicho concurso con el fin de obtener una visión general de la pesca y de su valoración social y económica.

#### 4.2.9.5 **BIBLIOGRAFÍA**

AIGO, J. E. V. CUSSAC, S. PERIS, S. ORTUBAY, S. GÓMEZ, H. LÓPEZ, M. GROSS, J. BARRIGA Y M. BATTINI. 2008. Distribution of introduced and native fish in Patagonia (Argentina): patterns and changes in fish assemblages. Review of Fisheries Biology and Fisheries DOI 10.1007/s11160-007-9080-8.

ALEX, J. 2008. Ecology of the New Zealand lamprey (*Geotria australis*). New Zealand Department of Conservation, Wangani, New Zealand.

ARRATIA, G., PEÑAFORT, M. B. Y MENU MARQUE, S. 1983. Peces de la región sureste de los Andes y sus probables relaciones biogeográficas actuales. Deserta. 7: 48-107.

BAIGÚN, C. Y R. FERRIZ. 2003. Distribution patterns of freshwater fish in Patagonia (Argentina). Organisms, Diversity y Evolution 19: 151-159.

BAIN, M. B., J. T. FINN Y H. E. BOOKE. 1985. Quantifying stream substrate for hábitat analysis studies. North American Journal of Fisheries Management, 5: 499-500.

BAIN, M. B. 1999. Substrate. Páginas 95-104 en Bain, M. B. y N. J. Stevenson (eds.). Aquatic hábitats assessment. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.

BARRIGA, J. P., M. A. BATTINI Y V. E. CUSSAC. 2007. Annual dynamics variation of a landlocked *Galaxias maculatus* (Jenyns 1842) population in a Northern Patagonian river: occurrence of juvenile upstream migration. Journal of Applied Ichthyology, 23: 128–135.

BARRIGA, J. P., M. A. BATTINI, M. GARCÍA ASOREY, C. CARREA, P. J. MACCHI Y V. E. CUSSAC. 2011. Intraspecific variation in diet, growth, and morphology of landlocked *Galaxias maculatus* during its larval period: the role of food availability and predation risk. Hydrobiologia DOI 10.1007/s10750-011-0849-3.

BECKER, L., M. A. PASCUAL Y N. G. BASSO. 2007. Colonization of the Southern Patagonia Ocean by the exotic Chinook Salmon. Conservation Biology, 21: 1347-1352.

BELL, M. C. 1986. Fisheries handbook of engineering requirements and biological criteria. U.S. Army Corps of Engineers, Office of Chief of Engineers, Fish Passage and Development and Evaluation Program, Portland, OR.

BJERSELIUS, R.; WEIMING, L.; TEETER, J. H.; SEELYE, J. G.; JOHNSEN, P. B.; MANIAK, P. J.; GRANT, G. C.; POLKINGHORNE, C. N. ; SORENSEN, P. W. 2000: Direct behavioral evidence that unique bile acids released by larval sea lamprey (*Petromyzon marinus*) function as a migratory pheromone. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57: 557-569.

BJORNN, T. C. Y D. W. REISER. 1991. Influences of Forest and Rangeland Management on salmonid fishes and their habitats. *American Fisheries Society Special Publication*, 19:83-138.

BURIA, L., S. J. WALDE, M. BATTINI, P. J. MACCHI, M. ALONSO, D. E. RUZZANTE Y V. CUSSAC. 2007. Movement of a South American perch *Percichthys trucha* in a mountain Patagonian lake during spawning and prespawning periods. *Journal of Fish Biology*, 70: 215–230.

CARREA, C., CUSSAC V.E., RUZZANTE, D.E. 2013. Genetic and phenotypic variation among *Galaxias maculatus* populations reflects contrasting landscape effects between northern and southern Patagonia. *Freshwater Biology* 58(1):36–49. doi:10.1111/fwb.12036.

CIANCIO, J. E., M. A. PASCUAL, J. LANCELOTTI, C. M. RIVA ROSSI Y F. BOTTO. 2005. Natural colonization and establishment of a chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*, population in the Santa Cruz River, an Atlantic basin of Patagonia. *Environmental Biology of Fishes* (2005) 74:219–227.

CIANCIO, J.E., PASCUAL, M.A., BOTTO, F., AMAYA-SANTI, M., O'NEAL, S., RIVA ROSSI, C.M., Y IRIBARNE, O. 2008a. Stable isotope profiles of partially migratory salmonid populations in Atlantic rivers of Patagonia. *Journal of Fish Biology*, 72: 1708–1719

CIANCIO, J. E., PASCUAL, M. A., BOTTO, F., FRERE, E. Y IRIBARNE, O. 2008b. Trophic relationships of exotic anadromous salmonids in the southern Patagonian Shelf as inferred from stable isotopes. *Limnology and Oceanography* 53, 788–798.

COBLE, D. W. 1961. Influence of water exchange and dissolved oxygen in redds on survival of steelhead trout embryos. *Transactions of the American Fisheries Society*, 90: 969-474.

COURTER, I. I., D. B. CHILD, J. A. HOBBS, T. M. GARRISON, J.G. GLESSNER Y S. DUERY. 2013. Resident rainbow trout produce anadromous offspring in a large interior watershed. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 70: 701–710.

COUSSEAU, M. B. Y R. G. PERROTTA. 2014. Peces marinos de Argentina. *Biología, distribución, pesca*. INIDEP, Mar del Plata.



DOCKER, M. 2015 (ED). Lamoreys: Biology, conservation and control. Volume 1. Fish and Fisheries Series, 37, Springer, Dordrecht.

EINUM, S. Y I. A. FLEMING. 1999. Maternal effects of egg size in brown trout (*Salmo trutta*): norms of reaction to environmental quality. Proceeding of the Royal Society of Science, 266: 2095–2100

EVANS, M. L., B. D. NEFFE Y D. D. HEATH. 2010. Quantitative genetic and translocation experiments reveal genotype-by-environment effects on juvenile life-history traits in two populations of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Journal of Evolutionary Biology, 23: 687–698.

FOLDVIK, A., A. G. FINSTAD Y S. EINUM, 2010. Relating juvenile spatial distribution to breeding patterns in anadromous salmonid populations. The Journal of animal ecology 79(2): 501–509.

FRANCE, R. L. 1994. Nitrogen isotopic composition of marine and freshwater invertebrates. Marine Ecology Progress Series, 115: 205-207.

GAUDRON, S.M. Y LUCAS, M.C. 2006. First evidence of attraction of adult river lamprey in the migratory phase to larval odour. J. Fish Biol., 68: 640 Biol.

GROSS, M. R., R.M. COLEMAN Y R. M. MCDOWALL. 1988. Aquatic productivity and the evolution of diadromous fish migration. Science (Washington, D.C.) 239:1291–1293.

GUZMÁN, L. Y I. CAMPODÓNICO. 1973. Algunos aspectos de la biología de *Eleginops maclovinus* (Cuv. y Val., 1830), con especial referencia a su morfometría, caracteres merísticos y alimentación. Anales del Instituto de la Patagonia, 4(1-3): 343-371.

HENDRY, A.P., BOHLIN, T., JONSSON, B. Y BERG, O.K. 2004. To sea or not to sea? Anadromy versus non-anadromy in salmonids. Páginas 92-125 en A.P. Hendry and S.C. Stearns (eds.). Evolution illuminated: salmon and their relatives.

HUDSON, Y C. RIVA ROSSI. 2017. Evaluación y monitoreo integral del hábitat y los recursos icticos del río Santa Cruz. Segundo Informe de Avance.

IVANOVA-BERG, M. M., 1968. Discovery of the southern lamprey (*Geotria australis* Gray) in the Scotia Sea. Problems of Ichthyology, 8: 138-141.

JELLYMAN, D. J., G. J. GLOVA Y J. R. E. SYKES. 2002. Movements and habitats of adult lamprey (*Geotria australis*) in two New Zealand waterways, New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 36: 53-65.

- KALISH, J. M. 1990. Use of otolith microchemistry to distinguish the progeny of sympatric anadromous and non-anadromous salmonids. *Fishery Bulletin* 88, 657–666.
- KELSO, J. R. Y G. J. GLOVA. 1993. Distribution, upstream migration and habitat selection of maturing lampreys, *Geotria australis*, in Pigeon Bay Stream, New Zealand. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 44: 749 – 759.
- LAHILLE, F. 1915. Apuntes de las lampreas argentinas. *Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Ciencias Naturales de Buenos Aires*, Vol. 26.
- LIBEROFF, A. L., J. A. MILLER, C. M. RIVA-ROSSI, F. J. HIDALGO, M. L. FOGEL Y M. A. PASCUAL. 2014. Transgenerational effects of anadromy on juvenile growth traits in an introduced population of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 71: 398-407.
- LISTA, R: 1896. Viaje a los Andes australes. *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, Tomo XLI: 145-170.
- LÓPEZ, H. L., C. MORGAN Y M. J. MONTENEGRO. 2002. Ichthyological ecoregions of Argentina. *Probiota, Serie Documentos Nro 1*, La Plata.
- MAITLAND, P. S. C. B. RENAUD, B. R. QUINTELLA, D. A. CLOSE Y M. F. DOCKER 2015. Conservation of native lampreys. Pp.375-43 en M. F. Docker (ed.). *Lampreys: Biology, conservation and control*. Volume 1. *Fish and Fisheries Series, Volume 37*, Springer,
- MARTIN, J. P. Y R. BASTIDA. 2008. Contribución de las comunidades bentónicas en la dieta del róbalo (*Eleginops maclovinus*) en la ría Deseado (Santa Cruz, Argentina). *Latin American Journal of Aquatic Research* 36(1): 1-13.
- MASKELL, F. G. 1929: On the New Zealand lamprey, *Geotria australis* Gray. Part 1—Biology and life history. *Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute* 60: 167-201.
- MCDOWALL, R. M., 2001: Diadromy, diversity and divergence: implications for speciation processes in fishes. *Fish and Fisheries* 2; 278–285.
- MCMILLAN J. R., KATZ S. L. Y PESS G. R. 2007. Observational evidence of spatial and temporal structure in a sympatric anadromous (winter steelhead) and resident *Oncorhynchus mykiss* mating system on the Olympic Peninsula, Washington State. *Transactions of the American Fisheries Society*, 136:736–748.

MENARD, F., LORRAIN, A., POTIER, M. Y MARSAC, F. 2007. Isotopic evidence of distinct feeding ecologies and movement patterns in two migratory predators (yellowfin tuna and swordfish) of the western Indian Ocean. *Marine Biology* 153, 141–152.

MISERENDINO, M. L. 2001. Macroinvertebrate assemblages in Andean Patagonian rivers and streams: environmental relationships. *Hydrobiologia*, 444: 147–158.

MOSER, M. L. P. L. ALMEIDA, p. s. KEMP, P. W. SORENSEN. 2015. Lamprey spawning migration. Pp.215-264 en M. F. Docker (ed.). *Lampreys: Biology, .conservation and control*. Volume 1. Fish and Fisheries Series, Volume 37, Springer,

MOYLE, P. B. 2002. Salmon and Trout, Salmonidae - Rainbow Trout, (*Oncorhynchus mykiss*) in *Inland Fishes of California*. Los Angeles, California: University of California Press, 271-282.

NANI, A. 1950. Nota preliminar sobre la biología de la lamprea argentina *Geotria australis* Gray. Primer Congreso Nacional de Pesquerías Marítimas e Industrias derivadas. Mar del Plata 49, 2: 147-166.

NARUM, S. R., M. S. POWELL Y A. J. TALBOT. 2004. A distinctive microsatellite locus that differentiates ocean-type from stream-type Chinook salmon in the interior Columbia River basin. *Transactions of the American Fisheries Society* 133:1051–1055, 2004

NARUM, S. R., J. S. ZENDT, D. GRAVES Y W. R. SHARP. 2008. Influence of landscape on resident and anadromous life history types of *Oncorhynchus mykiss*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 65: 1013-1023.

NEIRA, F. J., J. S. BRADLEY, I. C. POTTER y R: W. HILLIARD. 1988. Morphological variation among widely dispersed larval populations of anadromous southern hemisphere lampreys (*Geotriidae* and *Mordaciidae*). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 92: 383-408.

O'NEAL, S. L. Y J. A. STANFORD. 2011. Partial migration in a robust Brown Trout population of a Patagonian River. *Transactions of the American Fisheries Society* 140:623–635, 2011.

OLSEN, J. B. K. WUTTIG, D. FLEMING, E. J. KRETSCHMER Y J. K. WENBURG. 2006. Evidence of partial anadromy and resident-form dispersal bias on a fine scale in populations of *Oncorhynchus mykiss*. *Conservation Genetics*, 7:613–619.

ORCUTT, D. R., B. R. PULLIAM Y A. ARP. 1968. Characteristics of steelhead trout redds in Idaho streams. *Transactions of the American Fisheries Society*, 97: 42-45.

PASCUAL, M.A., BENTZEN, P., RIVA-ROSSI, C.M., MACKEY, G., KINNISON, M. Y WALKER, R. 2001. First documented case of anadromy in a population of introduced rainbow trout in Patagonia, Argentina. *Transactions of the American Fisheries Society*, 130: 53–67.

PASCUAL, M.A., C.M. RIVA ROSSI, M. GARCÍA ASOREY Y L. PELLANDA. 2005. Un análisis preliminar de los potenciales impactos de la construcción de las presas “Cóndor Cliff” y “La Barrancosa” sobre la fauna de peces del Río Santa Cruz. Reporte Técnico GESA 01/05. pp. 30.

PAULEY, G. B., B. M. BORTZ Y M. F. SHEPARD. 1986. Species profiles: lifehistories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (Pacific Northwest) -- steelhead t r o u t . U.S. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep. 82(11.62). U.S. Army Corps of Engineers, TR EL-82-4. 24 pp.

PEQUEÑO G. 1979. Antecedentes alimentarios de *Eleginops maclovinus* (Valenciennes, 1830) (*Teleostomi Nototheniidae*), en Mehuín, Chile. *Acta Zoológica Lilloana* 35(1): 207-230.

PEQUEÑO, G. 1981. Peces de las riberas estuariales del río Lingue, Chile. *Biología Marina*, 22: 141-163.

POTTER, I. C., HILLIARD, R. W.1986. Growth and the average duration of larval life in the Southern Hemisphere lamprey, *Geotria australis* Gray. *Experientia* 42:1170–1173

POST, D. M. 2002. Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. *Ecology*, 83:703–718.

POTTER, I. C., PRINCE, P. A. & CROXALL, J. P., 1979. Data on the adult marine and migratory phases in the life cycle of the Southern Hemisphere lamprey, *Geotria australis* Gray. *Environmental Biology of Fishes*, 4: 65-69.

POWERS, P. D. Y J. F. ORSBORN. 1985. Analysis of Barriers to Upstream Fish Migration. An Investigation of the Physical and Biological Conditions Affecting Fish Passage Success at Culverts and Waterfalls. Final Project Report. Part 4 of 4. Submitted to the Bonneville Power Administration, Portland, Oregon. Project No. 82-14. August 1985.

QUIROGA, A. P., J. L. LANCELOTTI, C. M. RIVA-ROSSI, M.TAGLIAFERRO, M. GARCÍA ASOREY Y M. A. PASCUAL. 2015. Dams versus habitat: predicting the effects of dams on habitat supply and juvenile rainbow trout along the Santa Cruz River, Patagonia. *Hydrobiologia* DOI 10.1007/s10750-015-2217-1.

- REGNIER, T., BOLLIET, V., LABONNE, J. Y GAUDIN, P. 2010. Assessing maternal effects on metabolic rate dynamics along early development in brown trout (*Salmo trutta*): an individual-based approach. *Journal of Comparative Physiology B*, 180: 25–31
- RENAUD, C.B. 1997. Conservation status of Northern Hemisphere lampreys (Petromyzontidae). *Journal of Applied Ichthyology*, 13: 143-148.
- RENAUD, C. B. 2011. Lampreys of the world. An annotated and illustrated catalogue of lamprey species known to date. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. No. 5. Rome, FAO. 2011. 109 pp.
- RINGUELET, R. A. 1975. Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. *Ecosur*. 2: 1-122.
- RIVA ROSSI, C.M., M. ARGIMBAU Y M. PASCUAL. 2003. The spawning migration of anadromous rainbow trout in the Santa Cruz River, Patagonia (Argentina) through radio-tracking. *Ecología Austral*, 13: 151-159.
- RIVA ROSSI, C. M., E. P. LESSA Y M. A. PASCUAL. 2004. The origin of introduced rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in the Santa Cruz River, Patagonia, Argentina, as inferred from mitochondrial DNA. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61: 1095-1101.
- RIVA ROSSI, C. M., M. A. PASCUAL, J. A. BABALUK, M. GARCÍA ASOREY Y N. M. HALDEN. 2007. Intra-population variation in anadromy and reproductive life span in rainbow trout introduced in the Santa Cruz River, Argentina. *Journal of Fish Biology* 70: 1780–1797.
- ROPER, B. B., D. L. SCARNECCHIA Y T. J. LA MARR. 1994. Summer Distribution of and habitat use by Chinook Salmon and Steelhead within a major basin of the South Umpqua River, Oregon. *Transactions of the American Fisheries Society*, 123: 298-308.
- RUBENSTEIN, D. R. Y HOBSON, K. A. 2004. From birds to butterflies: animal movement patterns and stable isotopes. *Trends in Ecology and Evolution* 19, 256–263.
- RUZZANTE D.E., S. J. WALDE, V. E. CUSSAC, M. L. DALEBOUT, J. SEIBERT, S. ORTUBAY Y E. HABIT. 2006. Phylogeography of the Percichthyidae in Patagonia: roles of orogeny, glaciation, and volcanism. *Molecular Ecology*, 15: 2949–2968
- SORENSEN, P.W. Y VRIEZE, L.A. 2003. The chemical ecology and potential application of the Sea Lamprey migratory pheromone. *J. Great Lakes Res.*, 29(Suppl. 1): 66pp.

SWRI. 2003. Oroville Ferc relicensing (Project Nro 2100). Draft Report (SP-F3.2, Task 2; SP-F21, Task 1). Literature review of life history and habitat requirements for Feather River fish species.

[http://www.water.ca.gov/orovillereicensing/docs/wg\\_study\\_reports\\_and\\_docs/EWG/01-29-03\\_Enviro\\_wg\\_Att6.pdf](http://www.water.ca.gov/orovillereicensing/docs/wg_study_reports_and_docs/EWG/01-29-03_Enviro_wg_Att6.pdf)

TAGLIAFERRO, M., M. L. MISERENDINO, A. L. LIBEROFF, A. P. QUIROGA Y M. A. PASCUAL, 2013. Dams in the large free flowing rivers of Patagonia, the Santa Cruz River, environmental features, and macroinvertebrate community. *Limnologica*, 43(6): 500–509.

TAGLIAFERRO, M., A. P. QUIROGA Y M. A. PASCUAL, 2014a. Spatial pattern and habitat requirements of *Galaxias maculatus* in the last un-interrupted large river of Patagonia: a baseline for management. *Environment and Natural Resources Research* 4: 54–63.

TAGLIAFERRO, M., I. ARISMENDI, J. LANCELOTTI Y M. PASCUAL, 2014b. A natural experiment of dietary overlap between introduced Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) and native Puyen (*Galaxias maculatus*) in the Santa Cruz River, Patagonia. *Environmental Biology of Fishes*: 1–15.

TEETER, J. 1980: Pheromone communication in sea lampreys (*Petromyzon marinus*): implications for population management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 2123-2132.

THOMPSON, K. 1972. Determining fish flows for fish life. Pages 31-50 in Proceeding instream flow requirements workshop. Pacific Northwest River Basins Commission, Vancouver, Washington.

TODD, P. 1979: Wanganui lamprey fishery. *Freshwater Catch* 2: 19-20.

TORRES, E. R., A. MANERO, F. A. VARGAS. 2006. Listado sistemático y distribución temporal de los peces del estuario del río Gallegos (Santa cruz, Argentina). *Anales Instituto Patagonia (Chile)*, 2006. 34: 59-64

TULIAN, E.A. 1908. Acclimatization of American fishes in Argentina. *Bull. Bureau Fish.* XVIII: 957 – 965.

TWEED, T. 1987: And the rains came down, and the lampreys went up. *Freshwater Catch* 33: 10-11.

U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE. 1995. Working Paper on Restoration Needs: Habitat Restoration Actions to Double Natural Production of Anadromous Fish in the Central Valley of

California. Vol 2. Stockton, CA: Prepared for the U.S. Fish and Wildlife Service under the direction of the Anadromous Fish Restoration Program Core Group.

**Sitios web consultados**

<http://www.argentinaturismo.com.ar/comandantepiedrabuena/pesca.php>

<http://guiasdepesca.webs.com/riosylagos.htm>

<http://www.irapescar.com/santacruz/>

[http://www.hideout.com.ar/pesca\\_de\\_trucha.asp?id=221ysec=204ysecp=165](http://www.hideout.com.ar/pesca_de_trucha.asp?id=221ysec=204ysecp=165)

<http://www.steelheadsantacruz.com.ar/>

[http://www.fisheyesoup.com/article\\_details/485.html](http://www.fisheyesoup.com/article_details/485.html)

<http://www.irresistibleflyshop.com.ar/relat4.htm>

<http://www.irapescar.com/BODY/torneos/steelhead/>

<http://www.expedicionesargentinas.com/expedicion-tour-de-pesca-en-el-rio-caterina-1090.html>

<https://www.flydreamers.com/es/articulos/show-149/title/rio-caterina-2012>





## ANEXO I – IMPORTANCIA PESQUERA Y SOCIO-ECONOMICA DE LOS RECURSOS DEL RÍO SANTA CRUZ

El río Santa Cruz acapara la atención de los pescadores deportivos debido a la existencia de la forma anádroma de la trucha arco iris y que da origen a una pesquería con características únicas en Patagonia. Se trata de una pesquería estacional dado que la especie puede capturarse desde fines del verano hasta comienzos de invierno, concentrándose la actividad pesquera casi exclusivamente en la zona de Piedrabuena. La zona se destaca además por ser la sede de un concurso anual que se realiza desde 1999 generalmente hacia fines de marzo y que posee relevancia nacional, acrecentando la visibilidad de esta pesquería. Este concurso actualmente es reconocido como la Fiesta Nacional de la Steelhead y con él se realizan actividades conexas como la siembra de alevinos, un festival y feria de artesanías, teniendo un fuerte apoyo de la intendencia local y de los habitantes de Piedrabuena en general que se encuentran plenamente identificados con este evento (Fotos 44 a 48).



**Foto 44. Difusión del concurso en las calles y comercios de Piedrabuena**



**Foto 45. Presencia de pescadores durante la inscripción en el Teatrino**



**Foto 46. Jornada de pesca durante el concurso. Vista de pescadores de mosca situados en la costa sur del río Santa Cruz**



**Foto 47. Jornada de pesca durante el concurso. Vista de pescadores de spinning situados en la costa norte del río Santa Cruz**



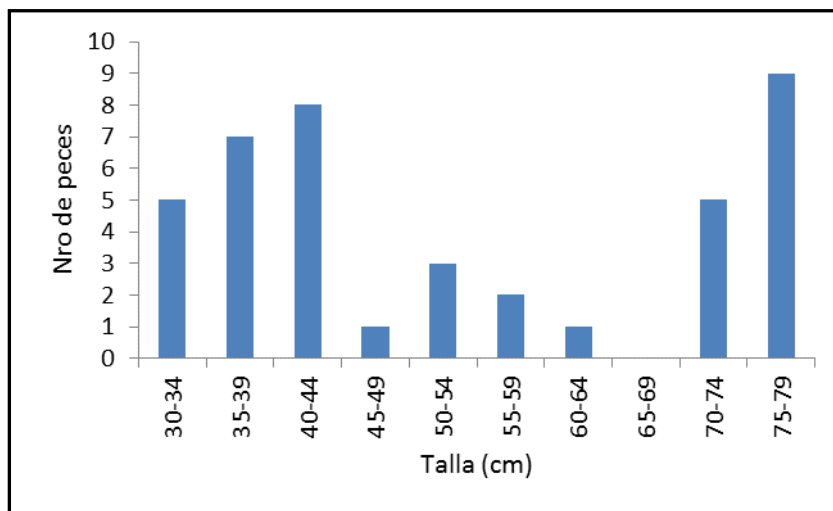
**Foto 48. Siembra de alevinos de trucha arco iris, provistos por la estación de piscicultura de isla Pavón**

Durante el concurso de 2015 se utilizaron encuestas estructuradas para conocer la percepción de los pescadores sobre el concurso y esta pesquería en general (Apéndice I). De acuerdo a la información recabada por Pascual et al. (2005) las Fiestas Nacionales de la trucha organizadas en Piedrabuena tuvieron 127 participantes en 2000, 171 en 2004 y 161 en 2005. Se estimó que unos 400 pescadores de otras localidades visitaron el río Santa Cruz

con el propósito de practicar la pesca deportiva en la temporada 2004-2005, el 25% de ellos extranjeros. Para el concurso de 2015 se registraron casi 250 personas, pero la participación efectiva llegó a unas 160.

### **Composición de tallas de las truchas del concurso 2015**

Durante el evento se capturaron 46 ejemplares cuya talla osciló entre 21 y 79 cm longitud total, siendo la talla media capturada de 53 cm. El porcentaje de hembras fue del 51% y de machos del 49%. Se observó una distribución de tallas bimodal existiendo una moda entre 40 y 44 cm y otra de 75-79 cm (Figura 31).



**Figura 31: Distribución de tallas de truchas capturadas durante el concurso de 2015**

A continuación se presenta la información recabada a partir de encuestas cerradas que fueron entregadas a los pescadores al inicio del concurso. Se obtuvo un retorno del 40% que utilizó para determinar diversas características socio-económicas y pesquera de la actividad en general en el río Santa Cruz.

### **Edad de los participantes y sexo**

El rango encontrado de edad fue de 17 a 78 años, advirtiéndose que existe una gran paridad en participantes jóvenes y de edad madura (Figura 32). Ello señala que participan pescadores con diferente experiencia, pero con una mayor presencia de hombres que de mujeres (Figura 33).

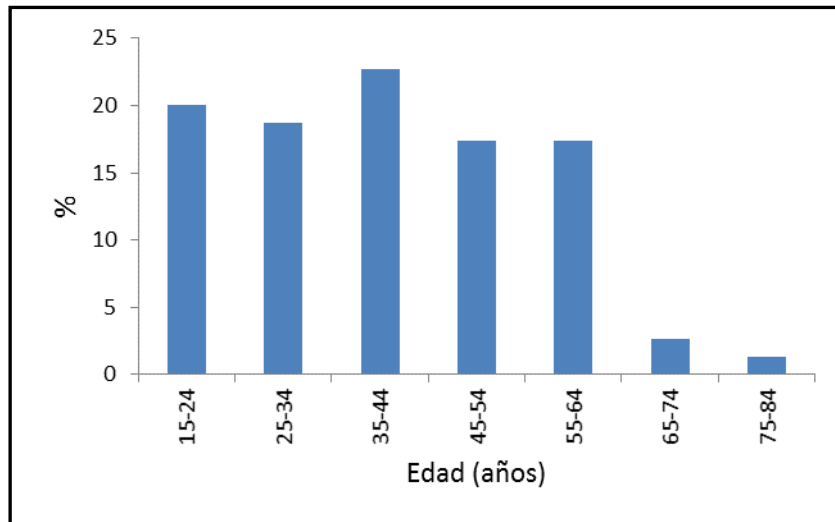


Figura 32: Edad de participación en el concurso de pesca

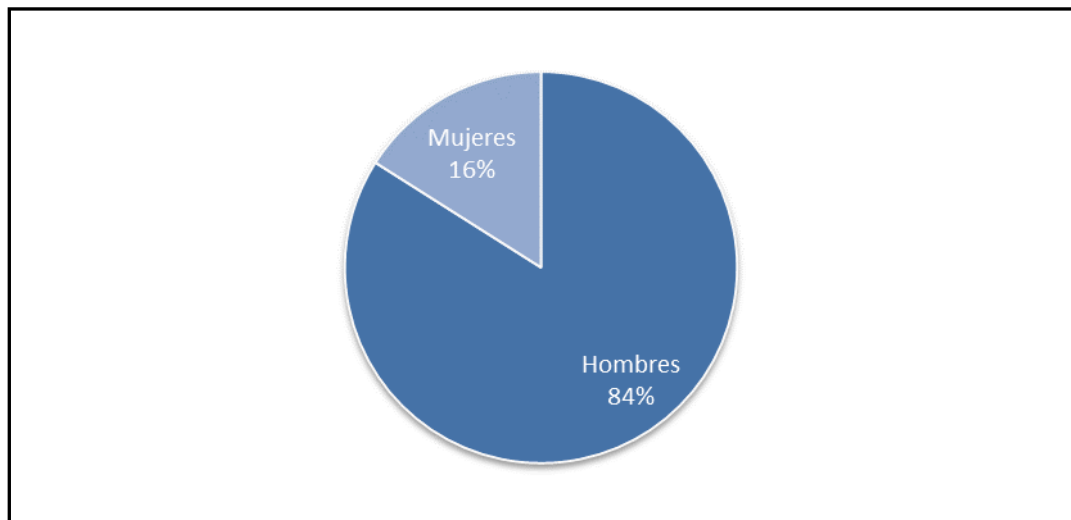


Figura 33: Porcentaje de sexos.

### Lugar de residencia

Todos los pescadores que integraron el concurso de 2015 fueron de Argentina. La mayor cantidad de pescadores provinieron de Piedrabuena, seguido de Río Gallegos, si bien en una proporción considerablemente menor. Los únicos pescadores de otras provincias fueron de Tierra del Fuego pero baja cantidad (Figura 34).

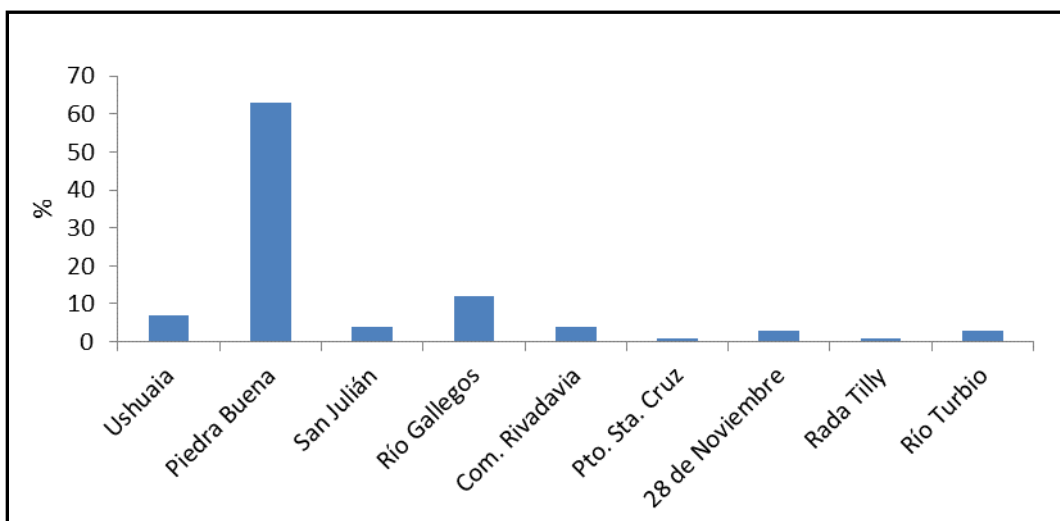


Figura 34: Origen de residencia de los participantes en el concurso.

### Educación

La mayoría de los participantes presentaron nivel de educación secundaria, pero casi un 20% exhibió estudios terciarios (Figura 35).

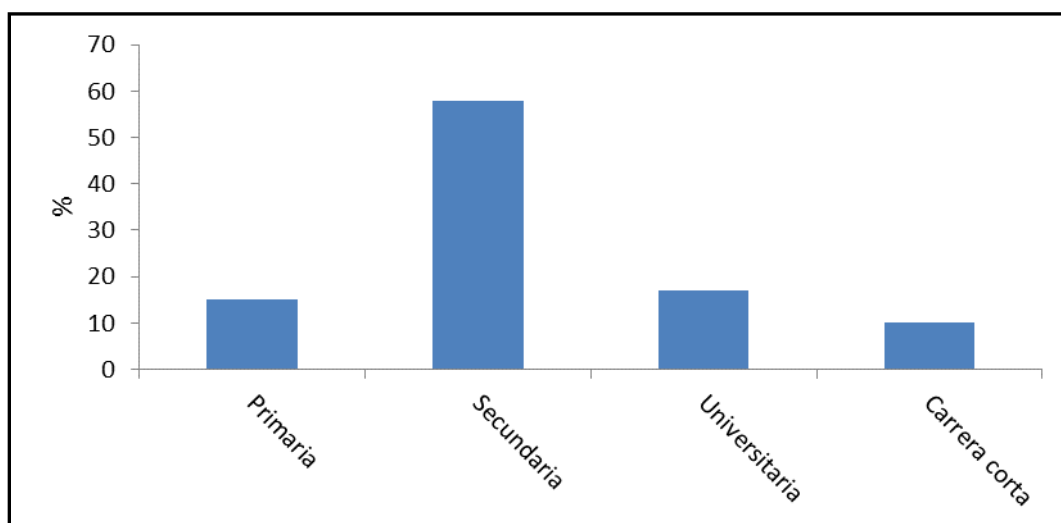


Figura 35: Nivel de educación de los participantes en el concurso de pesca.

### Nivel de empleo

La mayor proporción de pescadores fueron empleados en relación de dependencia que de acuerdo a los análisis de procedencia serían entonces de Piedrabuena (Figura 36).

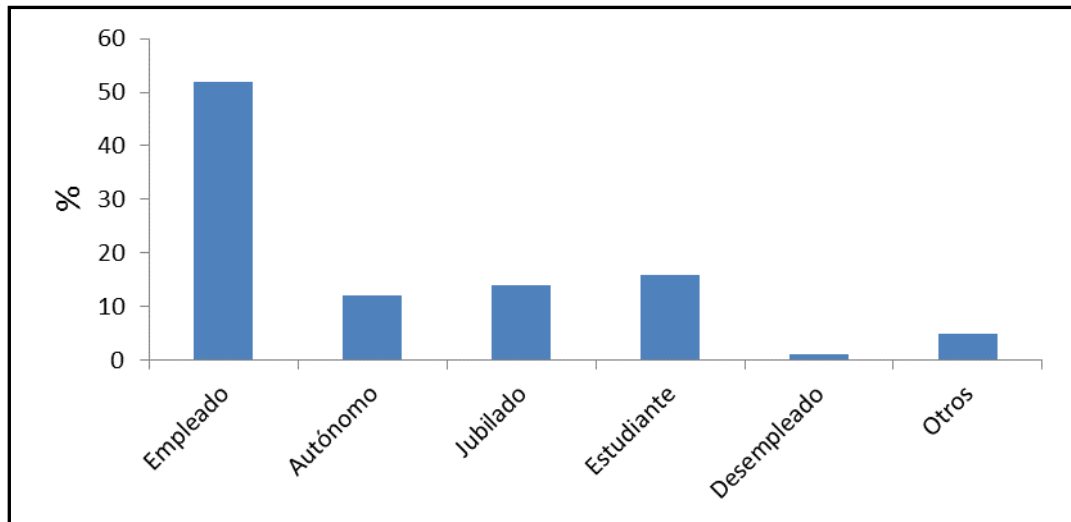


Figura 36: Empleo u ocupación declarada por los participantes del concurso.

### **Preferencias por salir de pesca**

Los pescadores mostraron preferencia por salir de pesca por sobre todo con su familia y amigos, reforzando la percepción que la pesca en el río Santa Cruz constituye un evento vinculado a una importante actividad social (Figura 37).

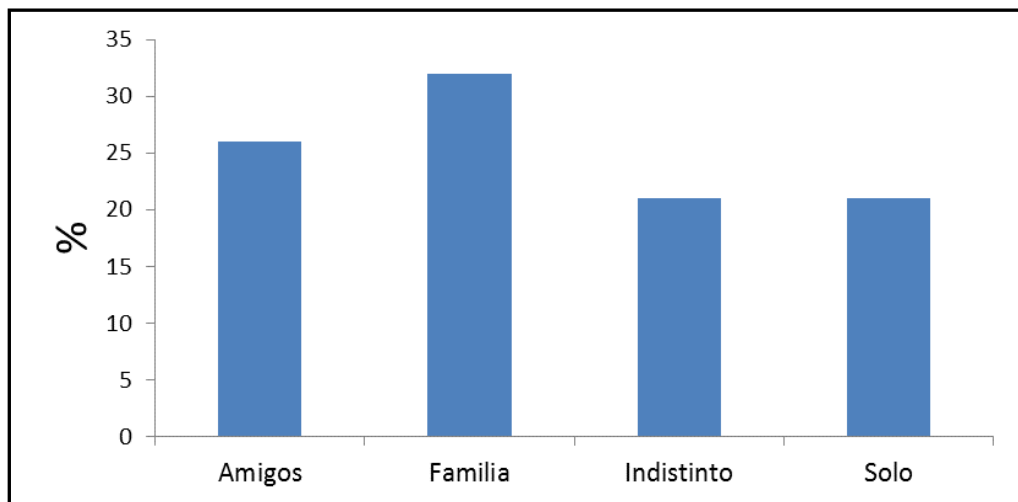
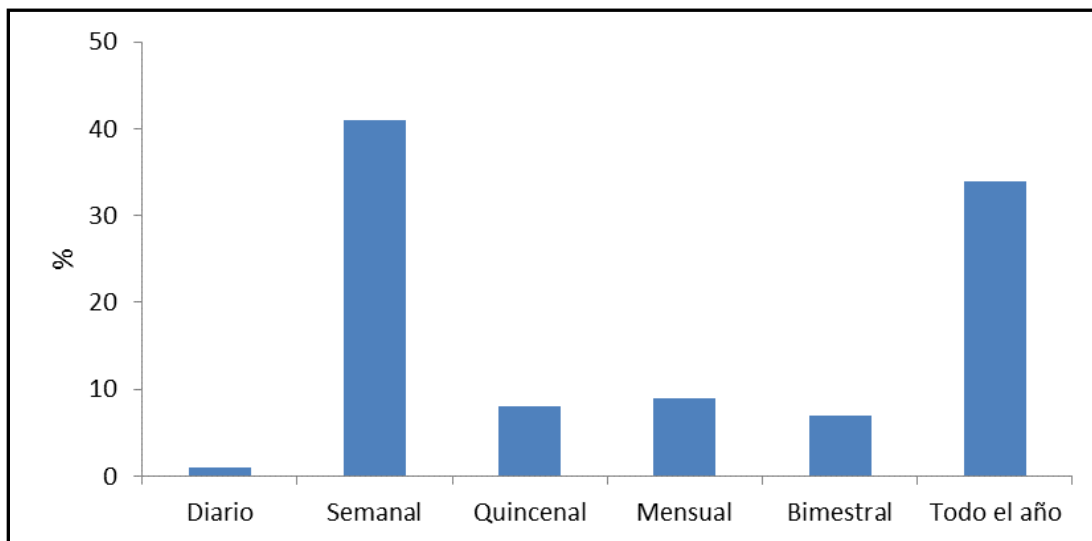


Figura 37: Preferencia por salir de pesca

### **Frecuencia de pesca**

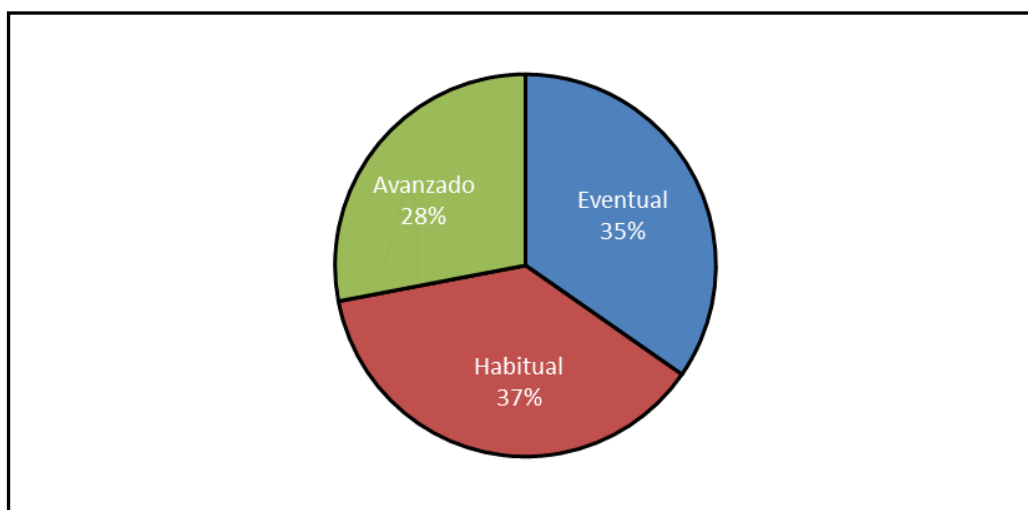
Los pescadores declararon salir de pesca con frecuencia semanal o bien muy seguido a lo largo de todo el año, poniendo en evidencia que la pesca cumple un rol importante como actividad de esparcimiento (Figura 38).



**Figura 38: Frecuencia de salidas para una excursión de pesca**

### **Tipo de pescador**

Los pescadores se definieron primeramente como pescadores habituales aun cuando una importante proporción también se consideró como pescador eventual (Figura 39). Los pescadores avanzados fueron minoría lo que se ajusta al perfil de dominar en el río pescadores locales que hacen de la pesca un pasatiempo más que un deporte sensu stricto.



**Figura 39: Calificación de los pescadores basado en su capacidad**

### **Calidad de pesca en el río Santa Cruz**

Los pescadores consideraron que la calidad de pesca es entre regular y buena de acuerdo a sus expectativas (Figura 40).



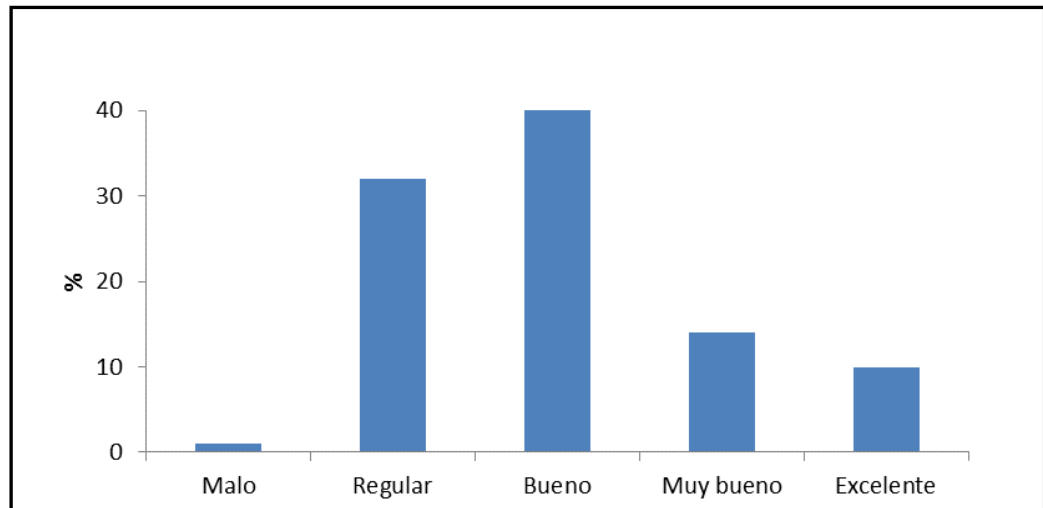


Figura 40. Calidad de pesca en el río Santa Cruz

### Captura habitual de peces por salida de pesca

Por salida de pesca la captura más común fue de 2 a 3 piezas (Figura 41).

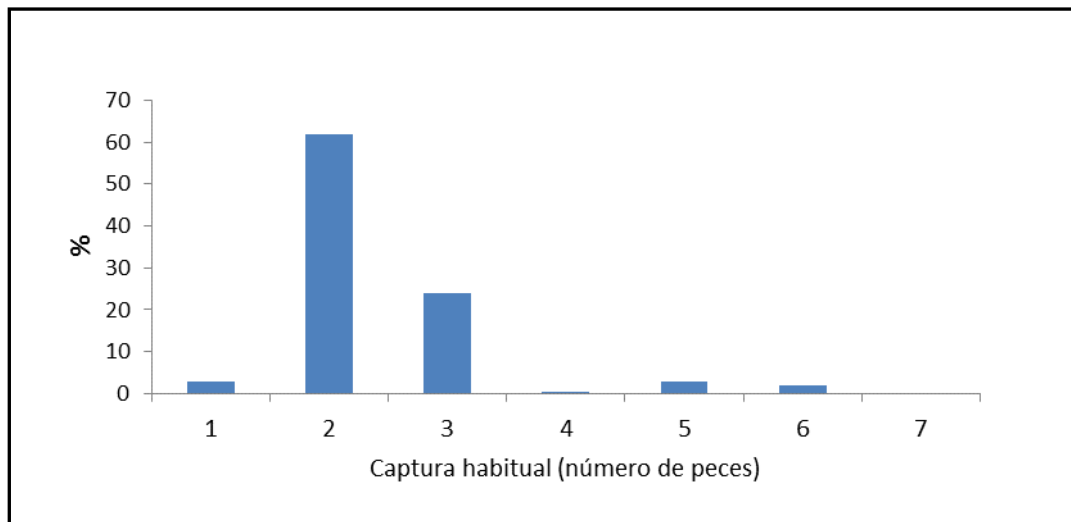


Figura 41: Número de peces capturado por salida de pesca

### Expectativas de pesca

Los pescadores consideraron como exitosa una salida de pesca si pudieron capturar al menos un pez, lo cual se encuentra dentro de lo que usualmente los pescadores declaran capturar (Figura 42).

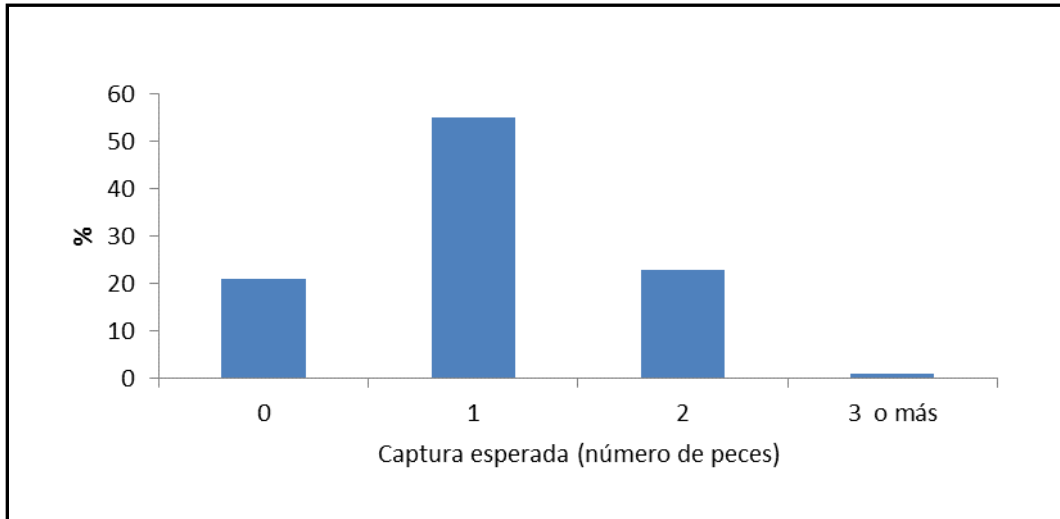
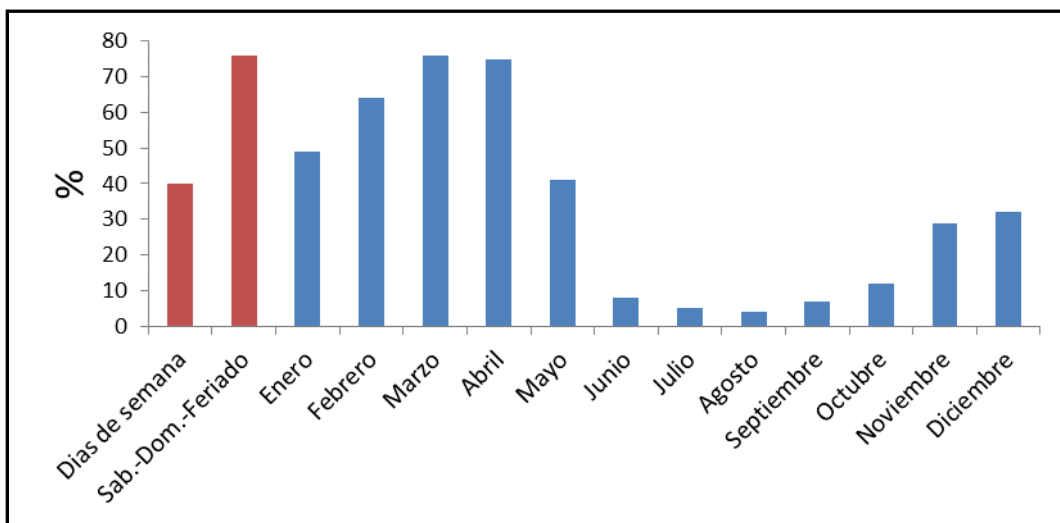


Figura 42: Expectativa de captura por salida de pesca

### Temporada de pesca

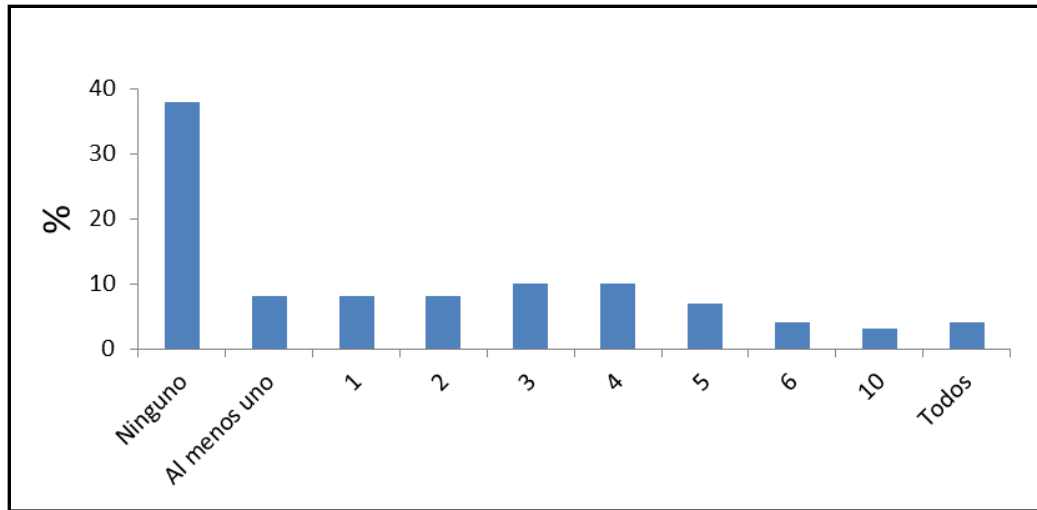
La pesca tiene lugar todo el año, pero una amplia mayoría de pescadores asiste al río en los meses de febrero, marzo y abril lo que es coincidente con el ingreso de las truchas arco iris anádromas. Por otra parte, se advirtió que casi un 80% de los pescadores encuestados asiste a pescar los días feriados, mientras un 40% también los hace los días de semana, representado ello un porcentaje sin duda elevado (Figura 43).



**Figura 43: Variabilidad temporal de la pesca**

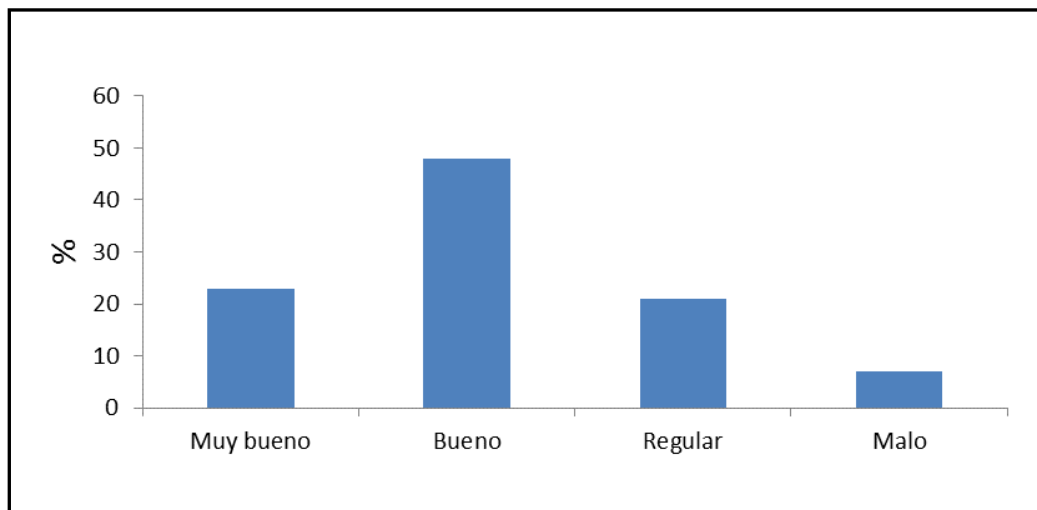
**Participación en concursos previos**

El mayor porcentaje de pescadores de la edición 2015 declaró no haber tenido experiencia previa en otros concursos, lo cual podría explicarse en que los anteriores tuvieron un costo de inscripción, mientras que el de 2015 fue gratuito (Figura 44).



**Figura 44: Frecuencia de participación en concursos de pesca en Piedrabuena**

Del 62% que declaró haber tomado parte en al menos un concurso previo, la calificación otorgada a ese o esos eventos anteriores fue mayoritariamente de bueno (Figura 45).



**Figura 45: Valoración de los concursos de pesca**

**Gastos de una salida de pesca**

La mayoría de los pescadores declaró que el mayor gasto de una salida de pesca está dado por el alojamiento y en segundo lugar por el transporte (Figura 46).

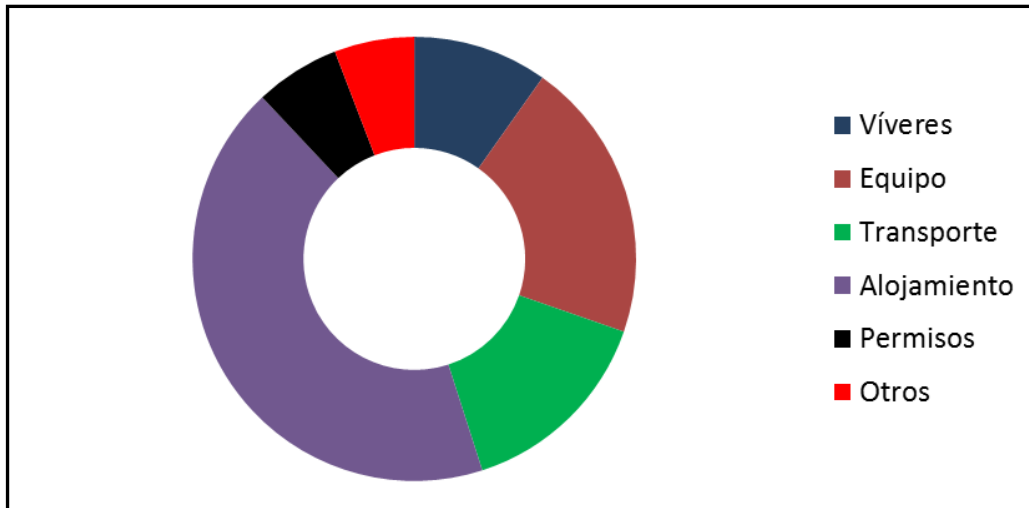


Figura 46: Importancia relativa de gastos en una salida de pesca según diferentes rubros

Un elevado porcentaje de pescadores declaró gastos promedio 500-1000\$ por salida de pesca y el 67% de ellos pagó entre 500 y 2500\$ (Figura 47).

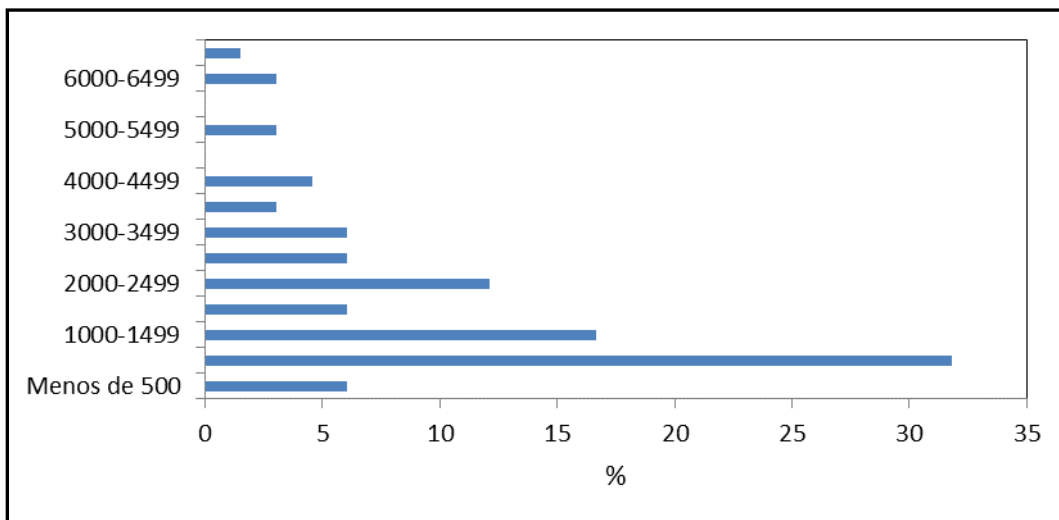
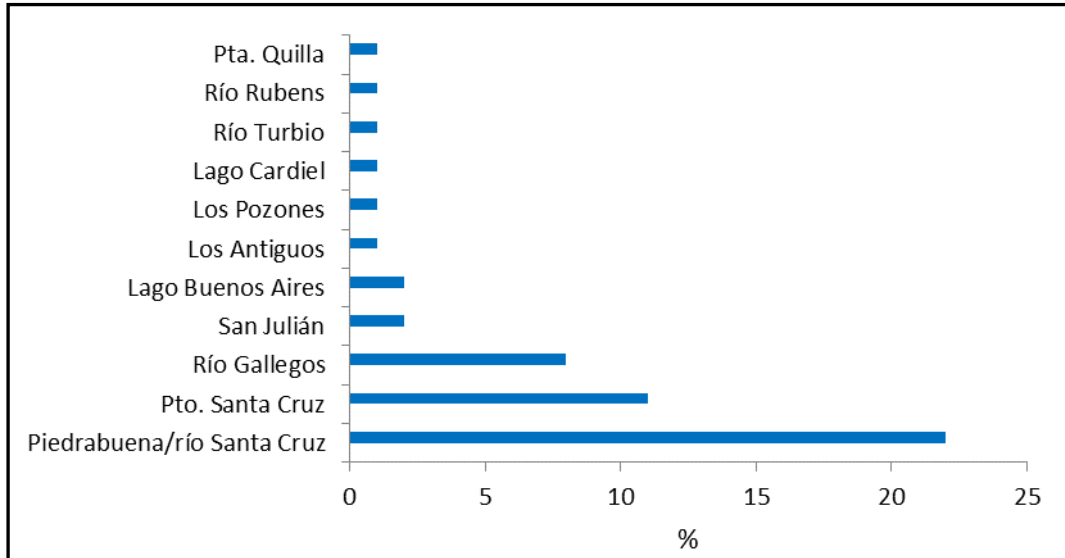


Figura 47: Gastos declarados por una salida de pesca

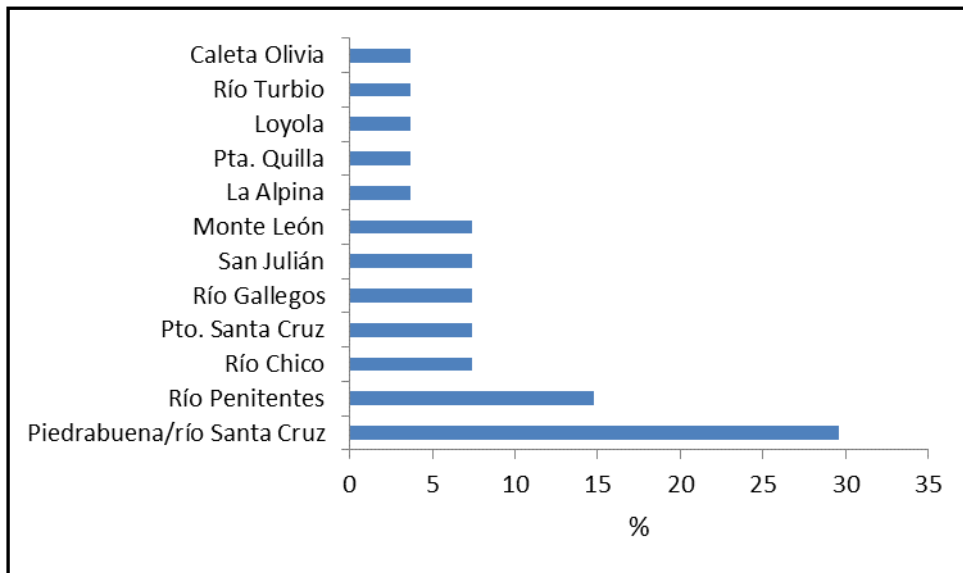
### Lugares de preferencia en la provincia

Piedrabuena y el Río Santa Cruz aparecieron como los lugares preferidos de los pescadores para salir a pescar en la provincia seguido por Puerto Santa Cruz y el río Gallegos (Figura 48).



**Figura 48: Preferencia de primeros lugares de pesca en la Pcia. De Santa Cruz**

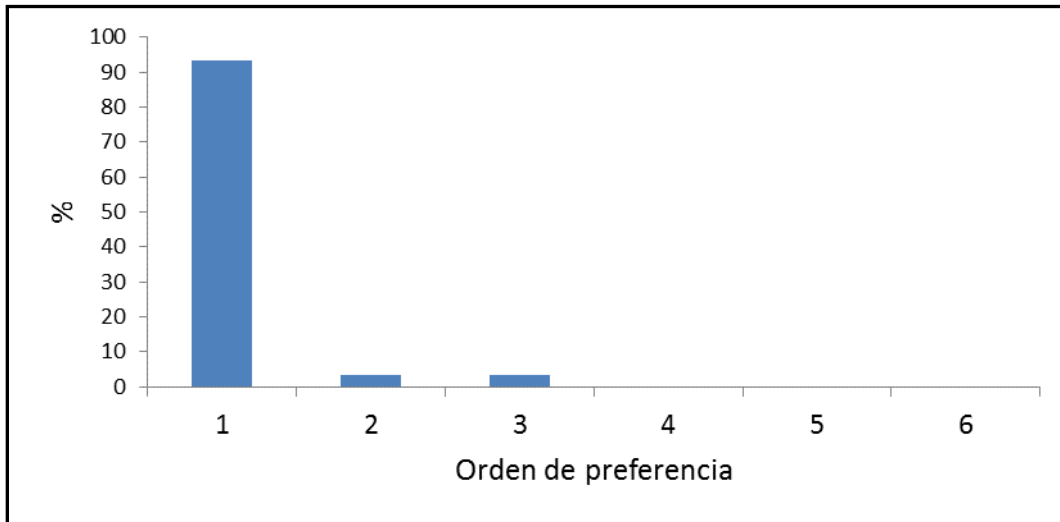
También Piedrabuena y el río Santa Cruz figuraron como el segundo lugar más escogido (Figura 49).



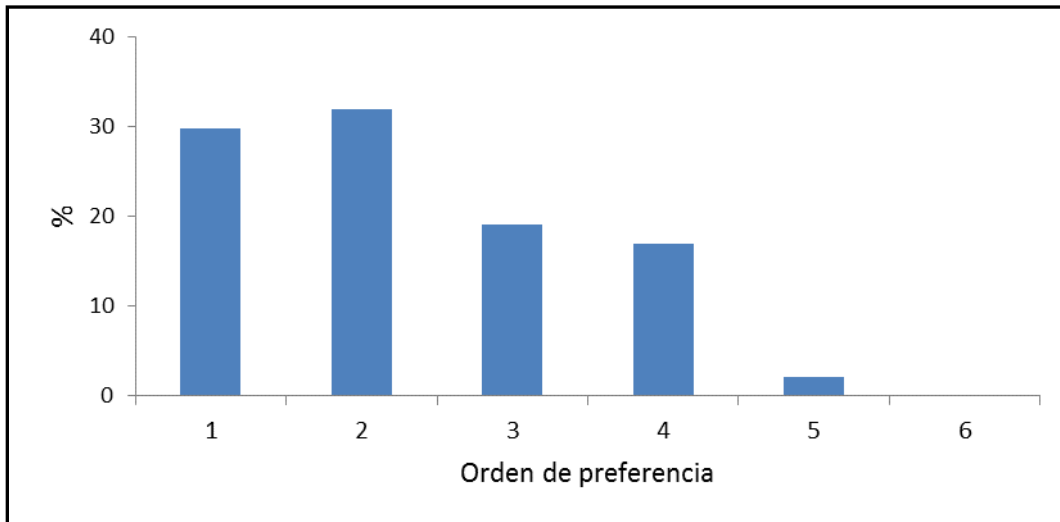
**Figura 49: Preferencia de segundos lugares de pesca en la Pcia. De Santa Cruz**

### **Especies preferidas de pesca**

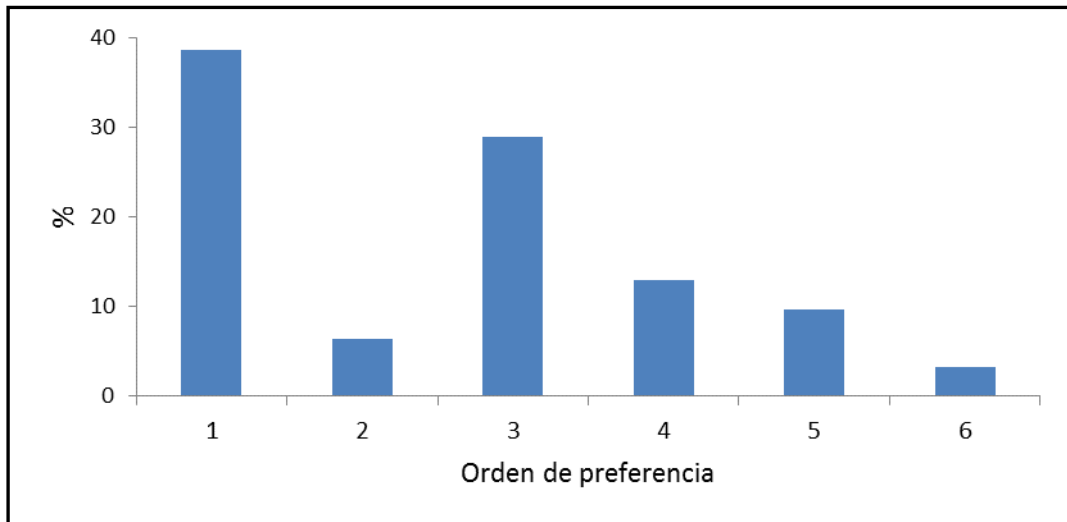
La especie que ocupó el primer lugar en las preferencias fue la trucha arco iris migratoria, pero la variedad residente y la trucha marrón resultaron también especies consideradas como de importancia pesquera. El salmón chinook exhibió una preferencia moderada lo que podría asociarse a las dificultades de su captura durante la migración ascendente y a la poca familiaridad de los pescadores con esta especie. La perca, por su lado, resultó ser una especie con escasos adeptos (Figuras 50 a54).



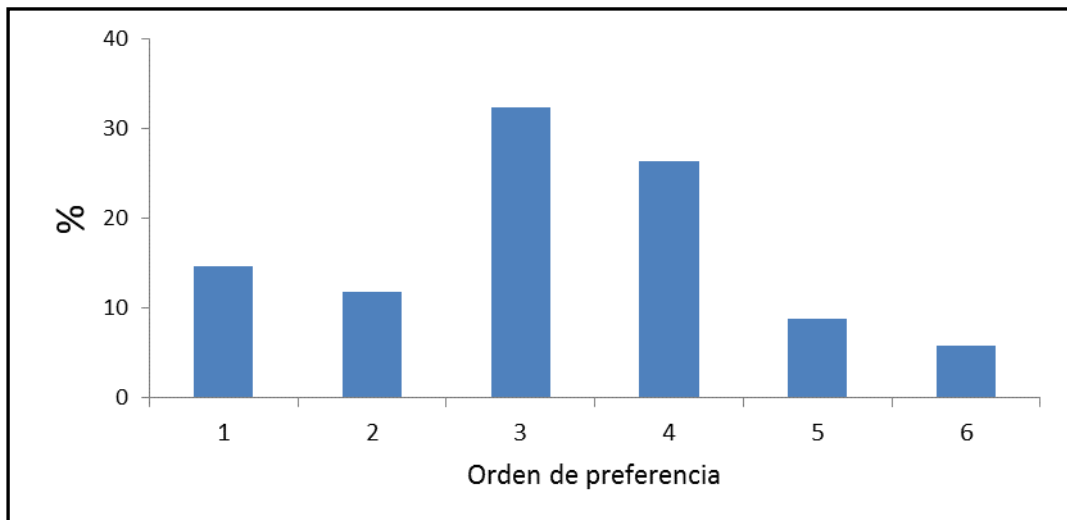
**Figura 50: Orden de preferencia de pesca de la trucha arco iris steelhead**



**Figura 51: Orden de preferencia de pesca de la trucha arco iris residente**



**Figura 52: Orden de preferencia de pesca de la trucha marrón**



**Figura 53: Orden de preferencia de pesca del salmón chinook**

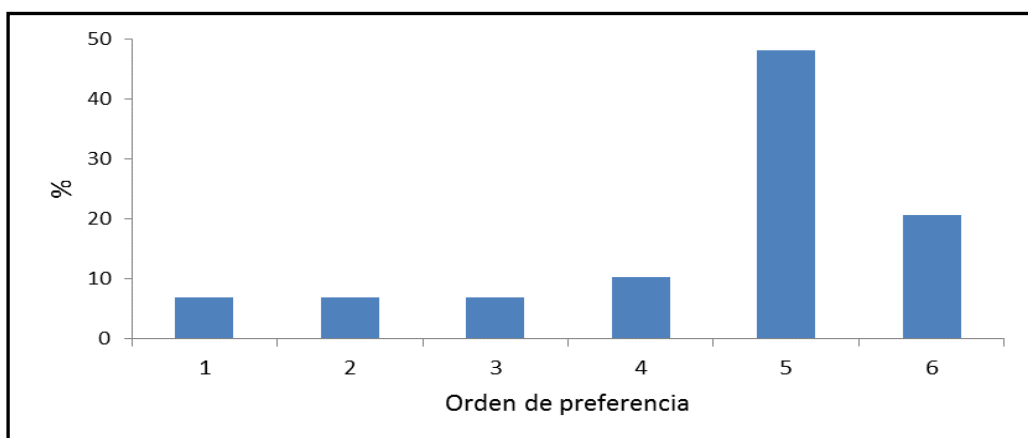


Figura 54: Orden de preferencia de pesca de la perca

### Tallas y pesos mínimos aceptables y de trofeos

Se evaluó cual era la expectativa de los pescadores de trucha steelhead en una salida de pesca en cuanto a capturar un pez de un cierto tamaño o peso mínimo aceptable, y que por lo tanto justificara el viaje o asistencia a río, y de un pez de una talla o peso trofeo. La talla mínima aceptable varió entre 30 y 80 cm, mientras el trofeo fue entre 50 y 120 cm (Figura 55).

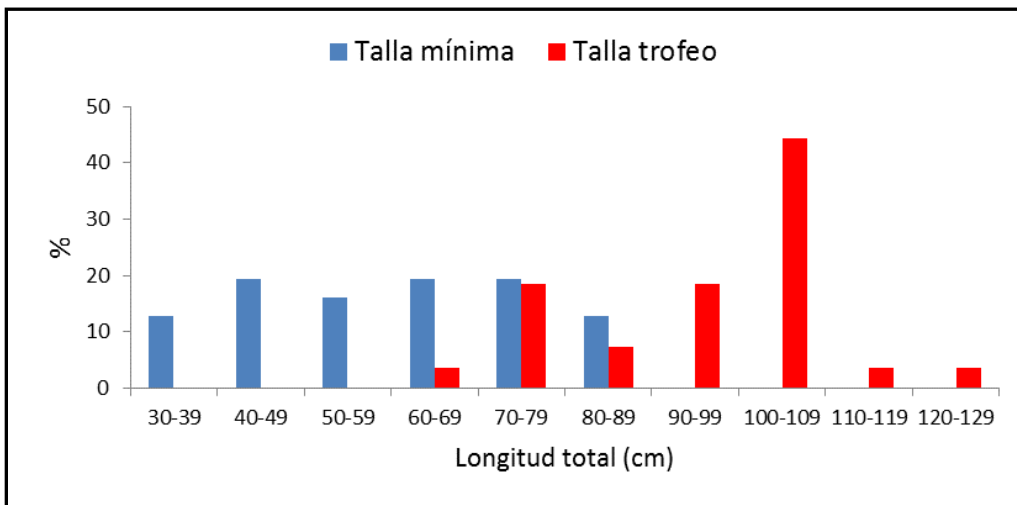
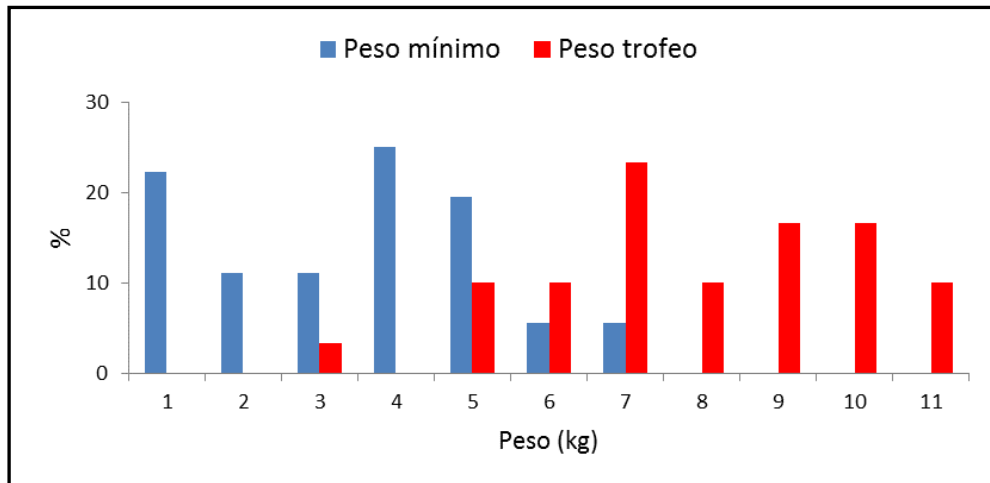


Figura 55: Valores comparativos de tallas mínimas aceptables en una salida de pesca y una talla considerada como de trofeo

Mientras que la distribución de preferencias de tallas mínimas fue pareja, en el caso de las tallas trofeo se advirtió una talla modal muy marcada en 90 cm. La mayor coincidencia de criterios se presentó entre los 70 y 80 cm. Para el caso de los pesos, el peso mínimo aceptable osciló entre 1 y 7 kg, mientras que el peso trofeo varió entre 3 y 11 kg (Figura 56). La coincidencia de criterios se limitó prácticamente a los pesos de 5 y 6 kg.

La discrepancia entre las expectativas de una talla mínima y una de trofeo fue del 66%, mientras las de los pesos del 43%. En otras palabras, el promedio de las tallas mínimas esperables de captura resulta ser un 66% menor al promedio de las tallas trofeo, mientras que ello se reduce a 43 % en los pesos. Ello implica que los pescadores son más exigentes a la hora de valorar las capturas por el peso que por la talla.





**Figura 56: Valores comparativos de pesos mínimos aceptables en una salida de pesca y de un peso considerado como de trofeo**

### **Razones para realizar una excursión de pesca**

La mayor justificación para salir de pesca estuvo relacionada con aspectos vinculados al relax, contacto con la naturaleza y salida con amigos (Figura 57). Ello implica que la salida de pesca busca como fin favorecer un uso social de la actividad en un ambiente de tranquilidad y en pleno contacto con el medio natural. Entre los aspectos pesqueros el tamaño de los peces y la posibilidad de capturar ejemplares trofeo fue una motivación mucho más importantes que la cantidad. Ello señala que el pescador de la zona aprecia la pesquería de la steelhead por su calidad, siendo ello coherente con su conformidad por extraer pocos ejemplares tal cual se señaló previamente. Los aspectos técnicos vinculados a los equipos de pesca no fueron importantes lo que estaría indicando que la mayoría de los pescadores utilizan equipos más convencionales que se renuevan con baja frecuencia y ello está asociado con el nivel de ingresos moderados a bajos.

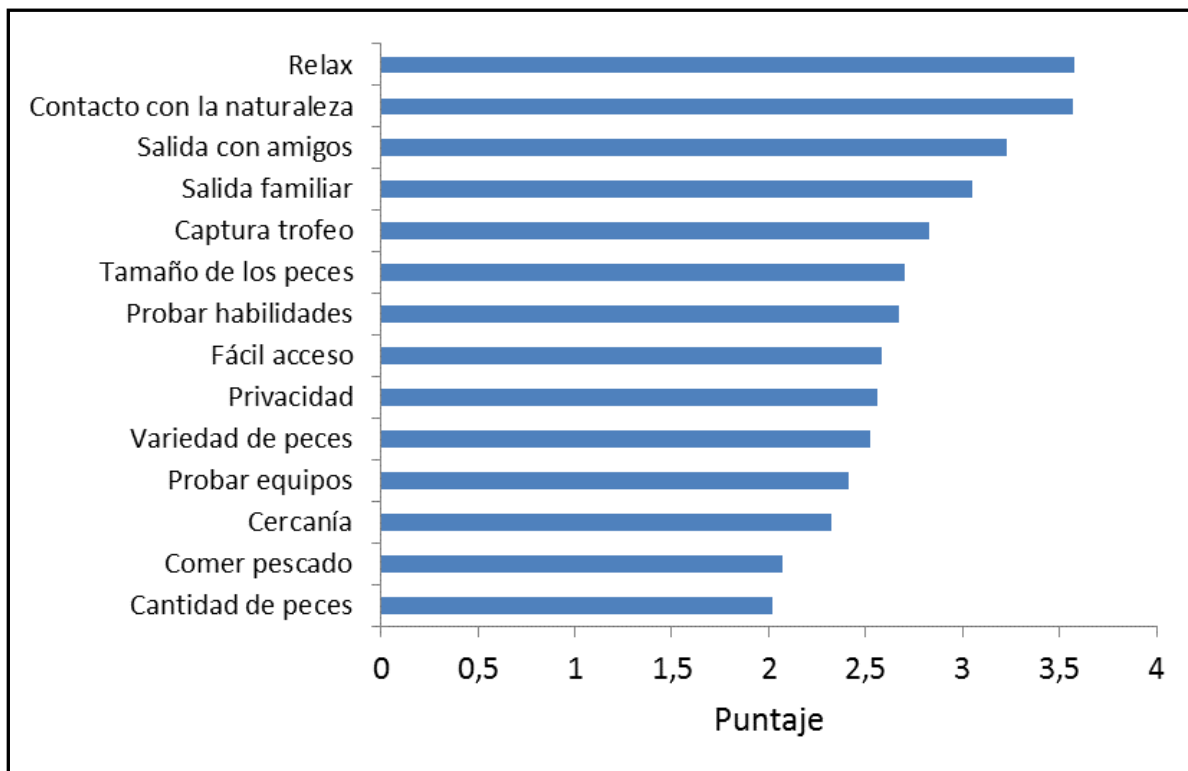


Figura 57: Ranking de razones para elegir de pesca. 1: sin importancia; 2: poco importante; 3: importante; 4: muy importante.

### Percepción sobre motivaciones para salir a pescar

Se asignaron puntajes en una escala de: -1: Muy en desacuerdo; 0: Neutral; 1: De acuerdo; 2: Muy de acuerdo para medir las percepciones sobre que representaría una salida exitosa.

Una salida se consideró por si misma exitosa si dieron las siguientes situaciones:

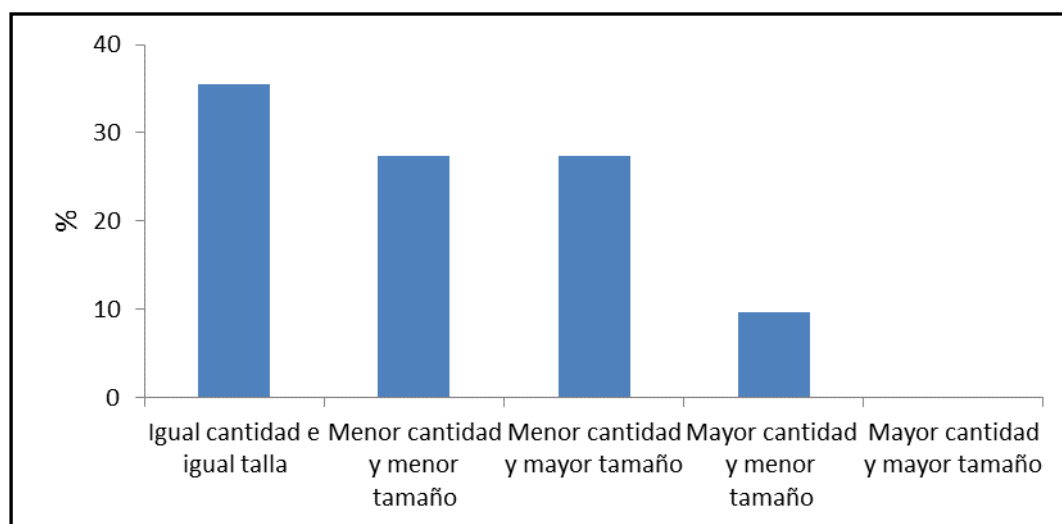
El solo hecho de salir de pesca, aún sin pescar nada	103
No importa que especies se pesca si la salida es con amigos	97
Aun si se devuelven los peces al agua	95
Si se capturan uno o dos peces grandes más que muchos pequeños	70
Cuanto más grande es el pez	65

Cuanto más peces se capturan	14
Cuando es posible comérselos	-3

Los resultados muestran que el concepto de salida exitosa se relaciona por sobre todo con la experiencia de la pesca más que con la calidad o cantidad de la captura, al punto que se privilegia la conservación de la especies mediante la devolución al agua y no su captura para consumo.

### **Percepción de cambios en la abundancia y talla de peces en el río Santa Cruz**

Las percepciones difirieron marcadamente en cuanto a los cambios de talla y abundancia, aun cuando dominó la visión que en general se ha mantenido la abundancia y tamaño de los peces (Figura 58).



**Figura 58: Percepción de los pescadores relacionado con cambios en la abundancia y tamaño de los peces**

### **Cambios en la reducción de abundancia por especie**

En el caso de la trucha arco iris residente los pescadores opinaron mayoritariamente que han existido ciertos cambios aun cuando no extremadamente marcados. Para la steelhead se apreció una percepción dual, ya que o bien la mayoría expresó que no se han detectado reducciones de abundancia o bien estas han mostrado una tendencia algo o marcadamente decrecientes. En el caso de la trucha marrón la reducción es más perceptible, mientras que para la perca prevaleció la opinión que los cambios fueron pocos (Figura 59 a 62).

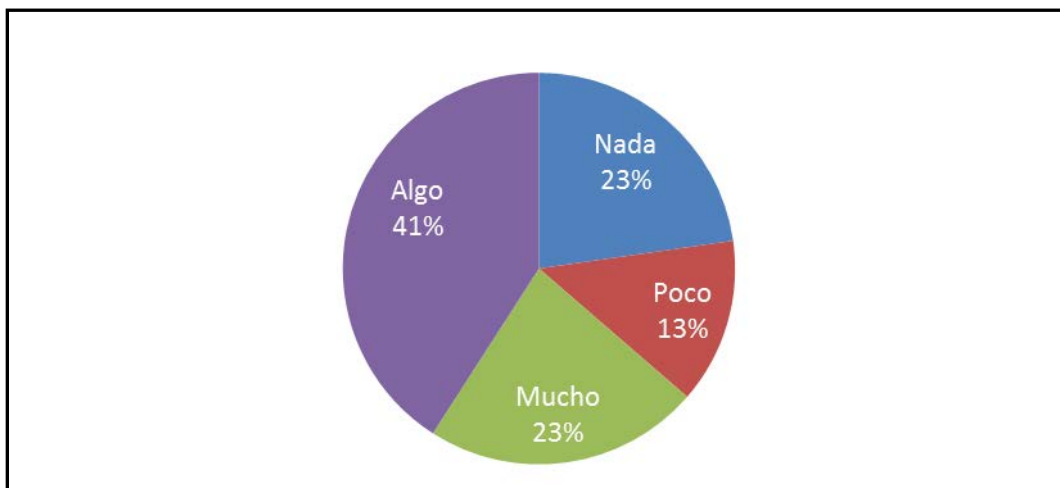


Figura 59: Percepción de los pescadores relacionado con cambios en la abundancia de la trucha arco iris residente

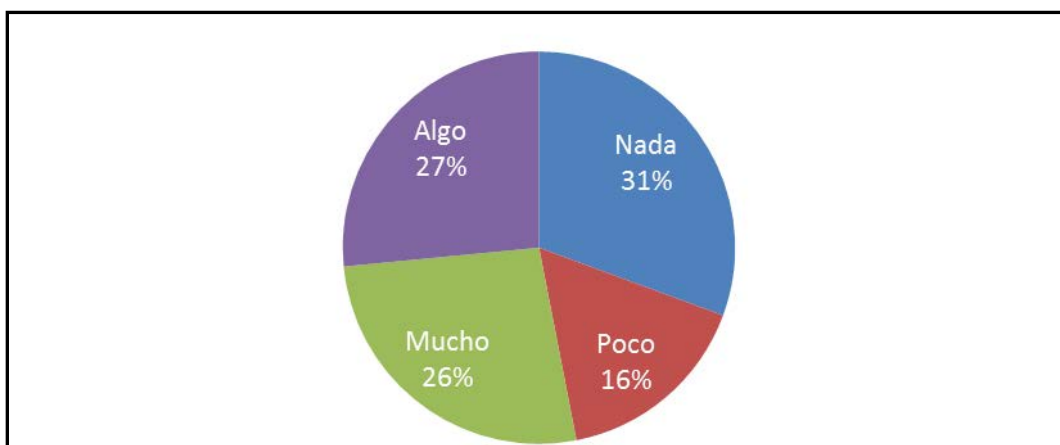


Figura 60: Percepción de los pescadores relacionado con cambios en la abundancia de la trucha steelhead.

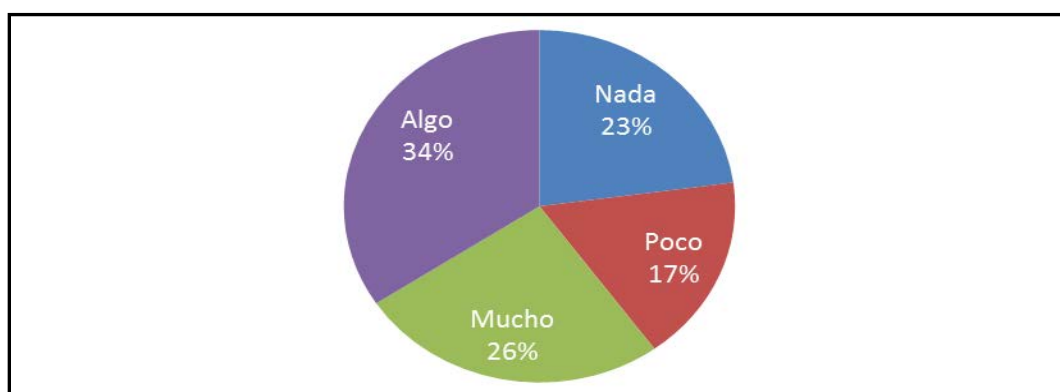


Figura 61: Percepción de los pescadores relacionado con cambios en la abundancia de la trucha marrón

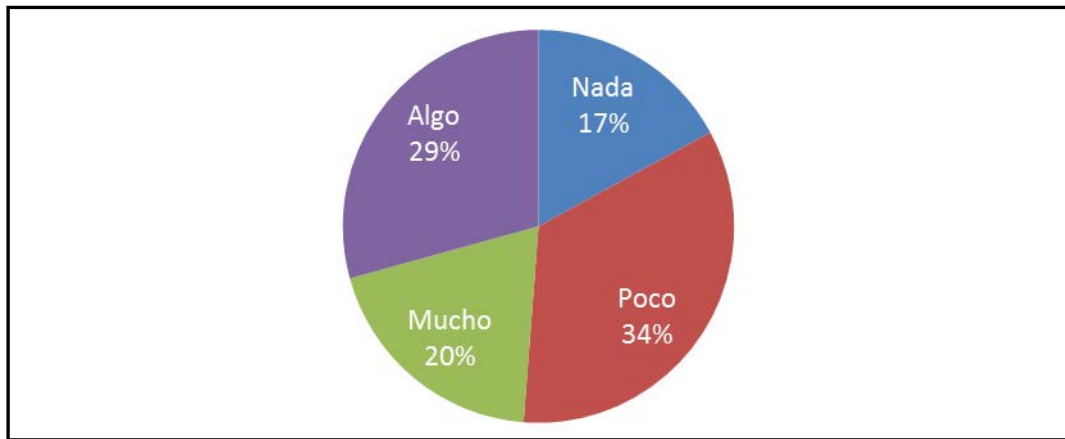
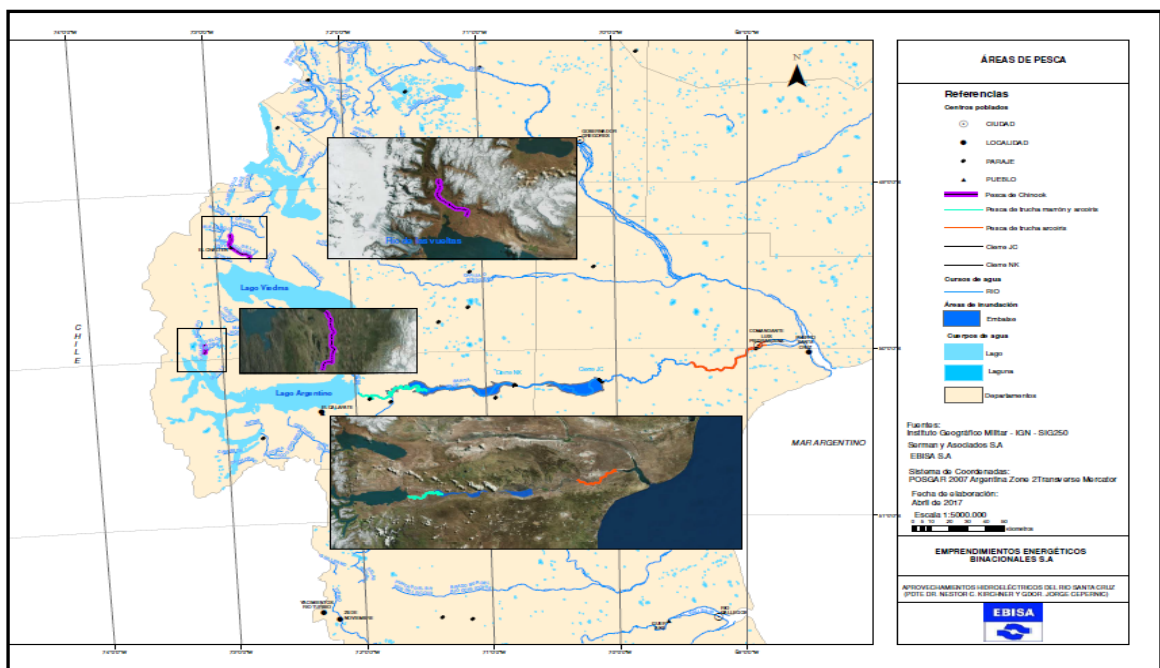


Figura 62: Percepción de los pescadores relacionado con cambios en la abundancia de la perca

### Disponibilidad a aumentar los gastos para continuar pescando en el río Santa Cruz

Una 59 % de pescadores expresó que estarían dispuestos a pagar más dinero para seguir pescando en el río Santa Cruz contra un 41% que no, variando la disponibilidad de pagar por ello entre 600 y 5000\$ y con un valor promedio de 2200\$.

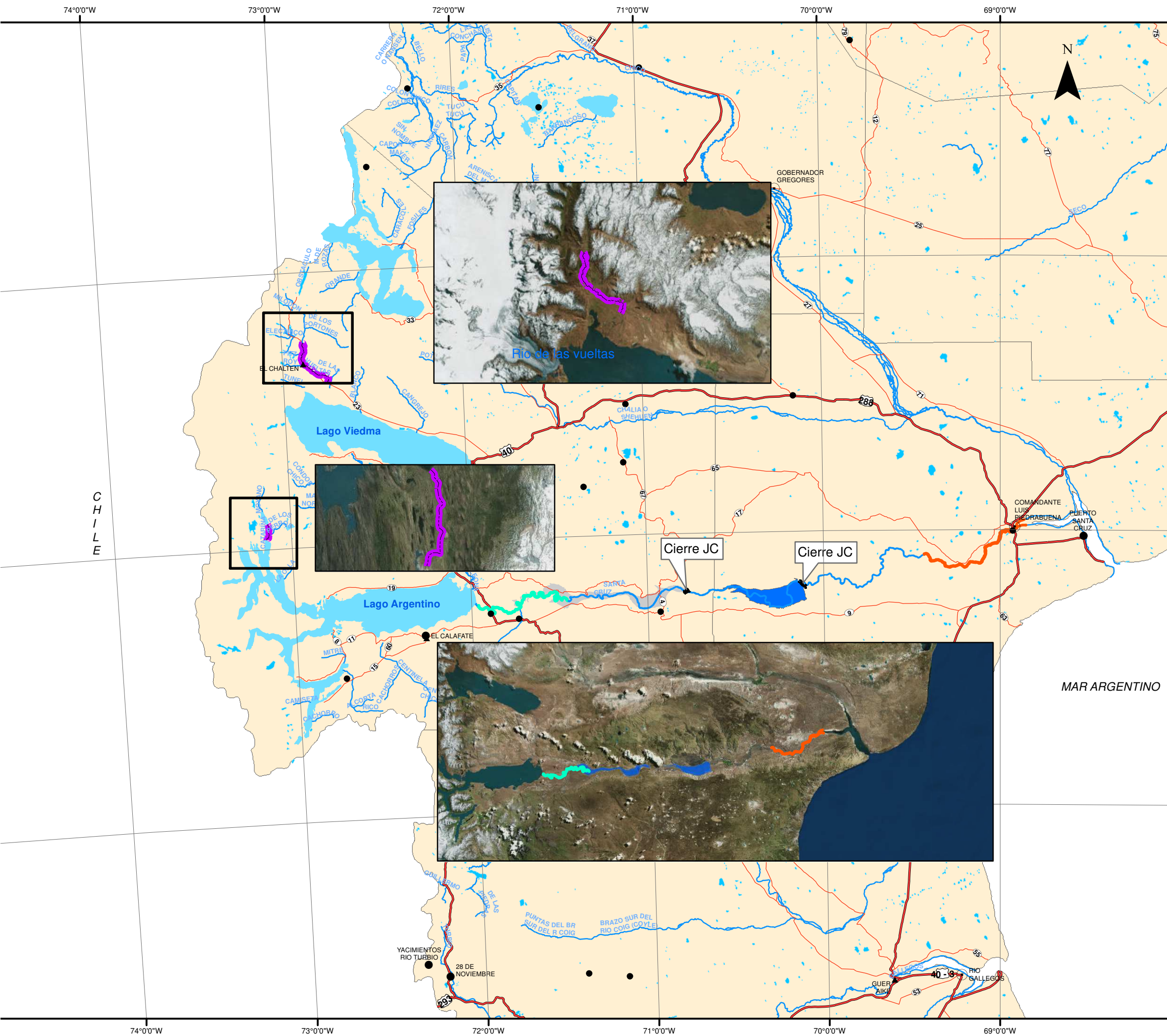
En la Figura 63 se resumen las áreas de pesca de las principales especies del río Santa Cruz que evidencia su alcance a nivel de cuenca. Ver Mapa ampliado en Anexo II, Mapa 2 Áreas de Pesca.







## **ANEXO II - MAPAS**



**ÁREAS DE PESCA**

**Referencias**

- Centros poblados**
- CIUDAD
  - LOCALIDAD
  - PARAJE
  - ▲ PUEBLO
- Pesca de Chinook
- Pesca de trucha marrón y arcoiris
- Pesca de trucha arcoiris
- Cierre JC
- Cierre NK
- Cursos de agua**
- RIO
- Áreas de inundación**
- Embalse
- Cuerpos de agua**
- Lago
- Laguna
- Departamentos

Fuentes:  
 Instituto Geográfico Nacional - IGN - SIG250  
 Serman y Asociados S.A  
 EBISA S.A

Sistema de Coordenadas:  
 POSGAR 2007 Argentina Zone 2 Transverse Mercator

Fecha de elaboración:  
 Abril de 2017

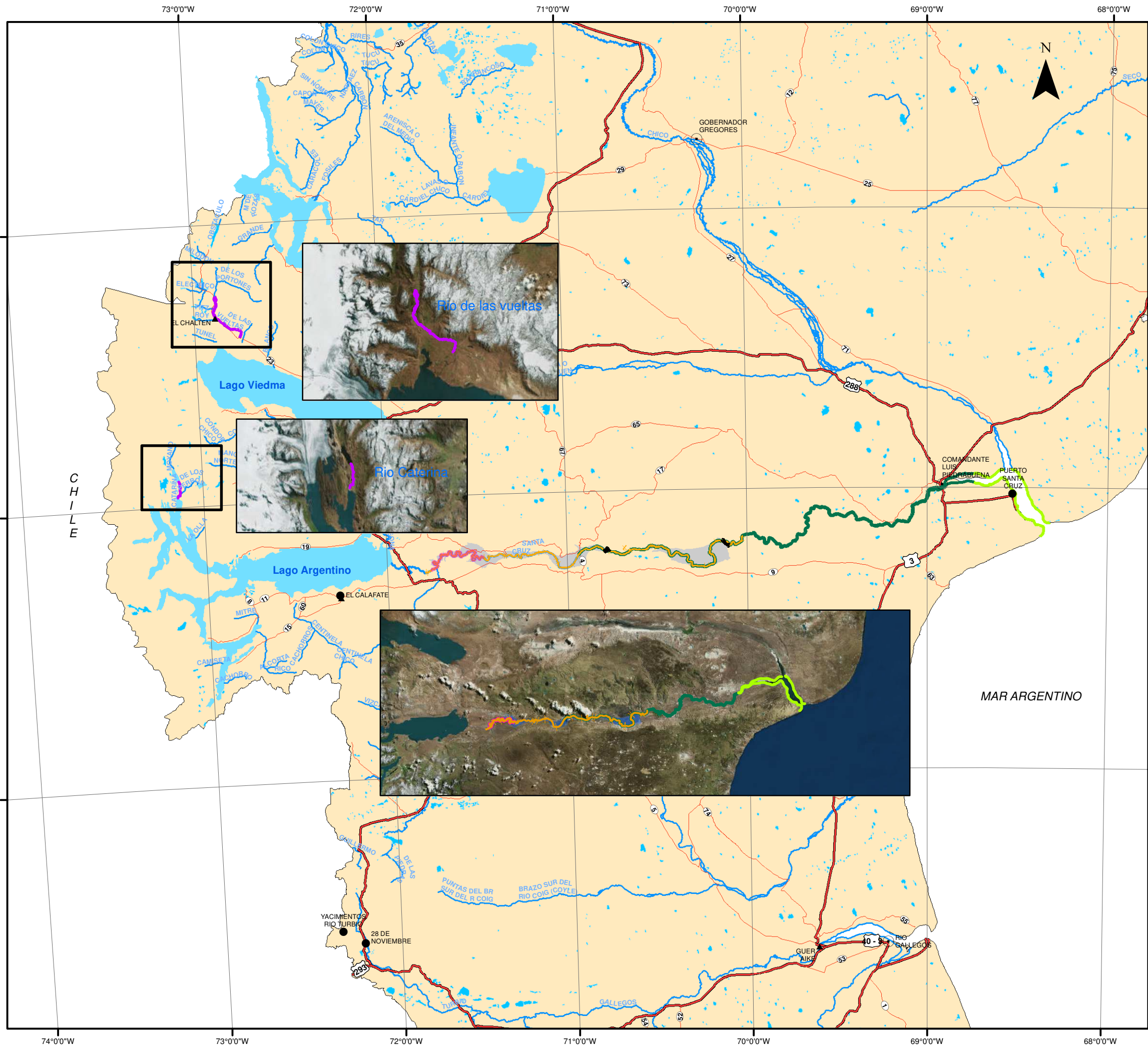
Escala 1:5000.000  
 0 5 10 20 30 40 50 Kilómetros

**EMPRESARIOS ENERGÉTICOS BINACIONALES S.A**

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RIO SANTA CRUZ  
 (PDTE DR. NESTOR C. KIRCHNER Y GDOR. JORGE CEPERNIC)







## Áreas de interés ecológico de especies ícticas

### Referencias

- Centros poblados**
- Ciudad
  - Localidad
  - ▲ Pueblo
- Cierre JC
- Cierre NK
- Área de reproducción de Chinook
- Desove de trucha arcoiris y lamprea
- Juveniles de trucha
- Población de puyen residente
- población de puyen anfidroma
- Cursos de agua**
- Río
- Embalse JC
- Departamentos
- Cuerpos de agua**
- Lago
  - Laguna

Fuentes:  
 Instituto Geográfico Nacional - IGN - SIG250  
 Serman y Asociados S.A  
 EBISA S.A

Sistema de Coordenadas:  
 POSGAR 2007 Argentina Zone 2 Transverse Mercator

Fecha de elaboración:  
 Mayo de 2017

Escala 1:1.500.000

0 5 10 20 30 40 Kilómetros

**EMPRESAS ENERGÉTICAS BINACIONALES S.A**

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RIO SANTA CRUZ  
 (P.D.T.E. DR. NESTOR C. KIRCHNER Y GDOR. JORGE CEPERNIC)





República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional  
2017 - Año de las Energías Renovables

**Hoja Adicional de Firmas**  
**Informe gráfico**

**Número:**

**Referencia:** LBA-Ictiofauna y Recursos Pesqueros y Anexos

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 105 pagina/s.