

CONCURSO  
FONDO DE INNOVACIÓN PARA LA COMPETITIVIDAD  
(FIC) AYSÉN 2018  
ENTIDADES RECEPTORAS

**FORMULARIO  
PRESENTACIÓN DE INICIATIVAS**

## 1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA INICIATIVA

<b>1.1 Nombre de la Iniciativa</b>	
<b>Simpson+Sostenible: Herramientas para un Mejor Río en Aysén</b>	
<b>1.2 Período de ejecución</b>	
Duración (meses): 36 meses	Fecha inicio proyectada: <b>enero 2019</b>
<b>1.3 Ubicación y Cobertura territorial:</b>	
<p>a) Ubicación del proyecto: Cuenca del río Simpson desde El Blanco a la ciudad de Coyhaique, provincia de Coyhaique</p> <p>b) Ubicación de beneficiarios: Cuenca del río Simpson, así como cuenca del río Aysén, donde se inserta, por los impactos positivos hacia aguas abajo. Toda la Región de Aysén por material (áridos) extraído de forma más sostenible así como por impactos positivos en pesca, turismo, recreación y seguridad infraestructura. Turistas nacionales y extranjeros.</p>	
<b>1.4 Beneficiarios</b>	
<p>1.4.1. <u>Municipio de Coyhaique y vecinos</u>: municipalidad contará con herramientas técnicas innovadoras como insumos para su ordenanza y posible sectorización del río Simpson; vecinos se beneficiarán también de su aplicación, contribuyendo a un mejor manejo de los usos.</p> <p>1.4.2. <u>Extractores de áridos</u> (incluidos aquellos agrupados en Cámara Chilena de la Construcción, CChC): contarán con herramientas técnicas para concordar permisos puntuales, así como concesiones de mayor plazo, reduciendo su incertidumbre para planificar inversiones.</p> <p>1.4.3. <u>Agricultores/propietarios</u> de tierras ribereñas (incluidos JdV Valle Simpson): herramientas permitirán medir, entender y eventualmente predecir impactos aguas arriba y abajo de extracciones de áridos, tasas de erosión de riberas, y ayudar a prevenir pérdida de terreno; y permitirán modelar el impacto de crecidas e inundaciones sobre tierras colindantes con el río.</p> <p>1.4.4. <u>Pescadores</u> locales, regionales y turistas: aquellos eventuales, ribereños más nacionales y extranjeros que visitan y estando en <i>lodges</i> y otros alojamientos de la comuna, provincia y región, aprovecharán y serán atraídos por un río Simpson de mejor calidad de experiencia de pesca.</p> <p>1.4.5. <u>Operadores de Turismo</u> (Cámara de Coyhaique, guías pesca, etc): se beneficiarán de una mejor imagen del río Simpson y atracción de turistas regionales, nacionales e internacionales</p> <p>1.4.6. <u>Población de Aysén y ONGs</u>: todos potencialmente pero en particular aquellos que accedan al río Simpson para recrearse (pesca, baño, picnic, kayak, caminatas, cabalgatas, etc)</p> <p>1.4.7. <u>Sernapesca Aysén</u>: contará con herramientas técnicas para una mejor gestión en conjunto con otros servicios regionales; S+S aportará propuestas para un mejor manejo del espacio, ordenamiento de las actividades y alternativas de uso sostenible, importante para Sernapesca como organismo fiscalizador de la pesca recreativa y de la Subsecretaría de Pesca como ente normativo; así como la caracterización de la ictiofauna y la condición de la población de peces que la Ley de Pesca Recreativa instruye resguardar</p> <p>1.4.8. <u>Sernatur Aysén</u>: contar con un río Simpson más cercano a su calidad de antaño, valorado por ayseninos pero también famoso internacionalmente por su pesca con mosca</p> <p>1.4.9. <u>Ministerio de Obras Públicas</u> (MOP-Aysén): Dirección General de Aguas (DGA-Aysén) contará con herramientas técnicas para una fiscalización más eficaz; Dirección de Obras Hidráulicas (DOH-Aysén) contará con las herramientas técnicas para promover mejores prácticas y apoyar una futura zonificación del río Simpson. Además, datos y monitoreo de la geomorfología del río y su cota permitirá realizar otros estudios de relevancia, como por ejemplo potenciales impactos de la extracción de áridos en infraestructura (puentes, obras en riberas, etc.).</p> <p>1.4.10. <u>Gobierno Región de Aysén</u> (Gore): contará con un caso ejemplo para el apoyo al diseño de soluciones para otras cuencas y ríos de la región de forma más efectiva y eficiente.</p> <p>1.4.11. <u>Subsecretaría de Pesca: en particular por la pesca deportiva</u></p>	
<b>1.5 Monto Iniciativa</b>	
Solicitado Total a FIC	: \$ 199.794.000 (~200 millones)
Solicitado a FIC 2018	: \$ 199.794.000 (~200 millones)
Aporte Propio <sup>1</sup>	: \$ 30.600.000 (~ 30.5 millones en HH)
Aporte Asociados	: \$ 11.682.000 (~ 11.5 millones en HH)
Monto Total	: \$ 242.076.000 (~242 millones)

1 Al menos el 5%, entre aportes propios y de asociados, debe ser pecuniario [entidad receptora privada]

**1.6 LINK VIDEO:** <https://youtu.be/25fMrX1EHfg> o [https://drive.google.com/file/d/1NVya3zZZsg0xvav5cGt\\_Klcb785oYC\\_Y/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1NVya3zZZsg0xvav5cGt_Klcb785oYC_Y/view?usp=sharing)

### 1.7 Resumen ejecutivo:

El río Simpson se encuentra sujeto a presiones crecientes de usos que frecuentemente entran en conflicto, por ejemplo la extracción de áridos (como material de calidad necesario para la construcción, caminos e infraestructura en general, hormigón, y otros) con la pesca recreativa – considerando que el río goza aún de fama internacional para los pescadores con mosca.

El proyecto Simpson+Sostenible (S+S) producirá herramientas de base Científica y Tecnológica (CyT) de forma que, describiendo mejor la naturaleza del río y las actividades humanas, sirvan de apoyo para un mejor manejo de estos usos: como insumo para las ordenanzas de la Municipalidad de Coyhaique y del apoyo técnico de MOP-Aysén (DOH y DGA); para zonificaciones del río; así como recomendaciones para un manejo adaptativo estacional del río.

Se pretende que S+S beneficie tanto a extractores de áridos -incluidos aquellos agrupados en la Cámara Chilena de la Construcción (CChC)-, como a otros usuarios del río, en particular pescadores y operadores turísticos, pero también los vecinos -como los de Valle Simpson-, y ayseninos en general que busquen oportunidades de recreación en un Simpson de mejor calidad.

Se propone complementar la información existente de la cuenca y río Simpson -que se recopilará, sistematizará, y sintetizará-, con un estudio pluri-anual en el tramo Ensenada Valle Simpson-Coyhaique (como mínimo), el cual permita:

1. entender el carácter geomorfológico del río, midiendo sus cambios (sobretudo los más importantes por grandes crecidas o impactos de actividades): medir cambios morfológicos en el río (cauce y planicie de inundación), perfiles topo-batimétricos de secciones transversales y eje longitudinal, y Modelos Digitales del Terreno pre- y post-eventos; aforos de caudal;
2. registrar variables hidrológicas e hidráulicas: vía monitoreo con plataformas de sensores de bajo costo en línea (nivel del agua, caudal, imágenes, turbiedad y transporte de sedimentos);
3. caracterizar la dinámica espacial y temporal de sedimentos, así como el impacto directo e indirecto de la extracción de áridos (incluyendo el lavado y operaciones relacionadas);
4. monitorear la depositación de sedimentos finos sobre el substrato del lecho en relación con zonas de extracción de áridos (aguas arriba y abajo); cuantificar la relación entre sedimento fino, producción de algas (incl. el invasor *Didymosphenia*) y composición de macro-invertebrados; muestreo del uso de hábitat por salmónidos y peces nativos (bagre *Hatcheria*);
5. estimar la cobertura de vegetación exóticas (sauces y lupinos o chochos) que afectan la geomorfología del cauce y planicie de inundación, pudiendo incrementar los efectos de crecidas.

Para lo anterior, se construirá primero un modelo conceptual del funcionamiento del río en este tramo que, junto con el sistema de monitoreo sirva de apoyo para una mejor manejo del Simpson. También en paralelo se construirá un modelo computacional que capture el transporte de sedimentos, que se calibrará con los datos registrados por la red de sensores y las campañas de muestreo y medición, con el objeto de que una vez que se tenga un período registrado con suficientes eventos importantes de transporte, el modelo pueda ser validado.

El equipo consta de investigadores de UAysén y CIEP, asociados a MOP (DGA y DOH) y CChC, y colaborando con Municipalidad de Coyhaique, Sernapesca, Junta Vecinos Valle Simpson, lodge 5 Ríos, ONG ASHER, operadores turísticos, y expertos de EEUU, GB, Italia y España.

Además, futuras investigaciones y proyectos de inversión se beneficiarán tanto de la línea base de datos como del monitoreo continuo, y los modelos conceptuales y computacionales serán un insumo relevante para una mejor gestión del río y de la cuenca del Simpson en general. El S+S puede servir un ejemplo para iniciativas en otros ríos de Aysén y la Patagonia chilena.

**2. ANTECEDENTES DEL POSTULANTE Y ASOCIADOS**

**2. ANTECEDENTES DEL POSTULANTE Y ASOCIADOS**

<b>2.1 Identificación de la entidad postulante</b>	
Nombre	Universidad de Aysén
RUT	61.980.520-8
Dirección	Obispo Vielmo 62, Coyhaique, Aysén, Chile
Teléfonos	67-2332203, 67-2332211
<b>2.2 Identificación Representante Legal<sup>2</sup></b>	
Nombre	María Teresa Marshall Infante
CI	[REDACTED]
Dirección	[REDACTED]
Teléfonos	[REDACTED]
E-mail	[REDACTED]
Firma <sup>3</sup>	
<b>2.3 Identificación de Representante Técnico</b>	
Nombre	Alejandro Ricardo Dussailant Jones
CI	[REDACTED]
Dirección	[REDACTED]
Teléfonos	[REDACTED]
E-mail <sup>4</sup>	[REDACTED]
Firma	

## 2.4 Presencia Regional del postulante

La Universidad de Aysén es una institución de educación superior, estatal y autónoma, constituida como comunidad triestamental, laica y pluralista. Tiene como misión contribuir al desarrollo sustentable nacional, con especial énfasis en la Patagonia Aysén, así como también a la justicia social, a través del desarrollo, diseminación y divulgación de conocimiento, la formación integral de profesionales, la investigación e innovación, la creación artístico-cultural; basando su quehacer en una estrecha vinculación con el medio local y global, el trabajo colaborativo con otras instituciones, la reflexión crítica para el mejoramiento continuo que asegura calidad. Guía su acción por principios fundamentales: búsqueda universal de conocimiento; valoración a la diversidad, pluralismo, inclusión y equidad; promoción de la democracia y participación, del desarrollo sostenible; con vocación regional; orientada hacia la calidad y la innovación. La UAysén se proyecta como una comunidad universitaria inclusiva, que aporte a la ampliación del conocimiento y la generación de bienes públicos, necesarios para el desarrollo regional y nacional. Espera ser reconocida en los próximos 5 años como universidad innovadora; de calidad en su gestión y en el cumplimiento de sus funciones universitarias de docencia e investigación; estrechamente vinculada al sector académico, público, privado y actores sociales para contribuir con pertinencia al entorno. La UAysén cuenta ya con varios Convenios de colaboración con servicios y gremios de la región.

En cuanto a su infraestructura la Universidad de Aysén actualmente cuenta con un Campus, Rio Simpson, que se encuentra ubicado en el centro histórico de la ciudad de Coyhaique, en el barrio Corvi, lo que permite un fácil acceso a la universidad, generando de esta manera integración urbana y conectividad preferencial dentro de un entorno paisajístico natural de belleza única. El campus Simpson se encuentra emplazado en calle Obispo Vielmo 62, ocupando las instalaciones de un remodelado edificio y se ubica en un terreno de 6500 metros cuadrados, rodeado de áreas verdes, que entregan la tranquilidad necesaria para el desarrollo de las actividades universitarias. El edificio construido el año 1964 y remodelado el año 2016, cuenta con 1300 metros cuadrados de infraestructura, distribuidos en dos estructuras: la primera de ellas, destinada al área académica y estudiantil, oficinas, salas de clases, laboratorios y áreas de trabajo que complementan el quehacer estudiantil en una infraestructura de 850 metros cuadrados. La segunda, en tanto cuenta con 470 m<sup>2</sup> construidos destinados a las áreas de Administración, Planificación y Vinculación con el Medio de la universidad. El campus Lillo se inauguró el 2018 y cuenta con salas y laboratorios. El campus definitivo estará emplazado en terreno de Bienes nacionales ubicado en km 3 Camino Coyhaique Alto.

La Universidad cuenta con un cuerpo de 24 académicos para cumplir adecuadamente con las necesidades académicas del año en curso. Este número deberá ir aumentando según los requerimientos de aumento de alumnos anualmente. De estos académicos hay cuatro (AD, FA, CZ, DS) del Depto de Ciencias Naturales e Ingeniería (DCNI) que forman parte del equipo técnico del presente proyecto, formando un equipo multidisciplinario que garantizará el desarrollo exitoso de esta iniciativa. El campo de trabajo del DCNI es el desarrollo de conocimiento y de las disciplinas asociadas al estudio de la naturaleza en sus distintas realidades y de las tecnologías adecuadas que permitan la transformación y cuidado de los recursos naturales en el marco de la búsqueda de un desarrollo sostenible. El DCNI aporta el conocimiento y sus académicos para la implementación de las carreras de Agronomía; Ingeniería Forestal e Ingeniería Civil Industrial. Promueve el desarrollo de investigación básica y aplicada relacionada con una agricultura sostenible y competitiva, gestión responsable de recursos forestales, hídricos y del medio ambiente y desarrollo innovador de la tecnología y organización para el desarrollo sostenible. AD viene desarrollando proyectos en colaboración con DGA-Aysén desde 2008, y para S+S ha realizado reuniones de coordinación con MOP, DOM-Coyhaique, CChC, ONG ASHER y Junta Vecinal Ensenada Valle Simpson.

<b>2.5 Identificación de asociados</b>	
Nombre asociado 1	Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia
Giro	Investigación
Rut	22.663.446-0
Dirección	Moraleda 16, Coyhaique, Aysén, Chile
Teléfonos	9 91624051
Contacto	Dr. Brian Reid
E-mail	<a href="mailto:brian.reid@ciep.cl">brian.reid@ciep.cl</a>

Nombre asociado 2	Ministerio de Obras Públicas - Aysén
Giro	Servicio Público
Rut	61.202.000-0
Dirección	Riquelme 465, Coyhaique, Aysén, Chile
Teléfonos	67 257 2273
Contacto	Jorge O'Kuinghttons
E-mail	<a href="mailto:jorge.okuinghttons@mop.gov.cl">jorge.okuinghttons@mop.gov.cl</a>

Nombre asociado 3	Cámara Chilena de la Construcción - Aysén
Giro	Asociación Gremial
Rut	81.458.500-K
Dirección	Magallanes 232, Coyhaique, Aysén, Chile
Teléfonos	(+56 2) <a href="tel:25887481">2588 7481</a>
Contacto	Yenny Fernández
E-mail	<a href="mailto:yfernandez@cchc.cl">yfernandez@cchc.cl</a>

Nombre asociado 4	Municipalidad de Coyhaique, Dirección de Obras
Giro	Municipalidad
Rut	69.240.300-2
Dirección	Bilbao 346, Coyhaique, Aysén, Chile
Teléfonos	67 2675193
Contacto	Maura Maldonado
E-mail	<a href="mailto:mauramaldonado@coyhaique.cl">mauramaldonado@coyhaique.cl</a>

Nombre asociado 4	Servicio Nacional de Pesca - Aysén
Giro	Servicio Público
Rut	60.701.004-8
Dirección	Caupolicán 653, Puerto Aysén, Aysén, Chile
Teléfonos	(67) 2243601
Contacto	Cristian Hudson
E-mail	<a href="mailto:chudson@sernapesca.cl">chudson@sernapesca.cl</a>

**Otros que aportan al proyecto (cartas adjuntas):** lodge Cinco Ríos (76.041.450-6, Coyhaique); Asociación de Guías de la Patagonia (AG 167-11); Junta Vecinal 17 Ensenada Valle Simpson (75.340.300-0), ONG ASHER (65.105.252-1)

**Subsecretaría de Pesca**

### 3. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE LA INICIATIVA

#### 3.1 Mérito innovador

Clara descripción de la iniciativa, su mérito innovador y nivel de diferenciación respecto de soluciones disponibles o iniciativas ya desarrolladas.

Las arenas y gravas extraídas de los ríos se utilizan por sus propiedades como agregado para construcción de caminos, fabricación de hormigón, relleno de pozos sépticos, entre otros usos. Al ser trabajados por los procesos fluviales [Fig1; Kondolf 1997; Schumm 1977], sus componentes más débiles han sido eliminados con lo que son un insumo de gran calidad. Además, suelen encontrarse cercanos a los centros de demanda, y como el transporte es el costo principal, estos aspectos las hacen muy cotizadas, sobretodo en regiones de rápido desarrollo [Rinaldi et al 2005].

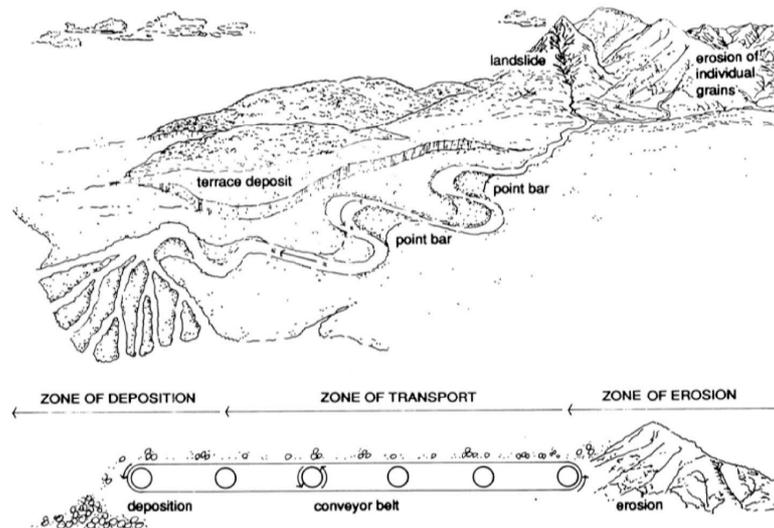


Fig.1: Esquema de Sistema Fluvial relativo a Sedimentos [Schumm 1977; Kondolf 1997]

Empero, la Extracción de Áridos desde Cauces (EAC) suele tener efectos negativos significativos en el ecosistema fluvial. Entre sus impactos directos está la alteración de la morfología del cauce, así como causar déficit local de sedimento aluvial debido a su extracción. Los impactos indirectos incluyen la incisión del cauce (erosión de lecho del río) [Fig2; Kondolf 1997], el engrosamiento del material del lecho, y el aumento de la inestabilidad de las riberas del cauce [Gregory 2006; Gregory et al 2008; Calle et al 2017].

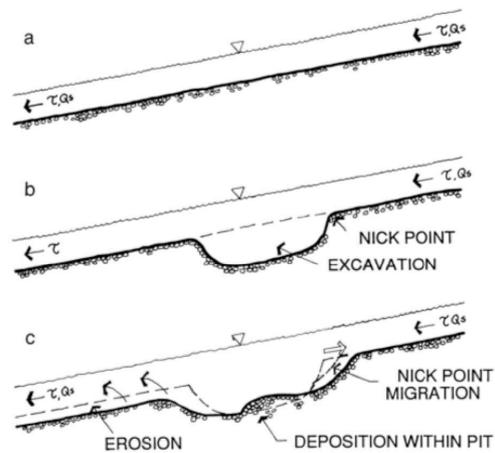


Fig.2: Extracción áridos (b); incisión aguas abajo y arriba (c)

#### Efectos de la EAC en Ríos

Al remover sedimento, la EAC altera el equilibrio previo entre el suministro de sedimento (desde aguas arriba del tramo fluvial en cuestión) y la capacidad de transporte (de sedimento fluvial), induciendo que el **lecho del río sufra incisión** (erosión de base o de lecho) tanto aguas abajo como hacia aguas arriba del sitio de EAC [Fig2; Kondolf 1997]. Esta última puede propagarse por muchos km arriba del río principal y tributarios [Harvey & Schumm 1987; Scott 1973; Stevens et al 1987; Wallick et al 2010; O'Connor et al 2014]. Y hacia aguas abajo es típico que además del lecho se socaven las riberas del río por efecto del "agua hambrienta" por sedimento, dado que le fue extraído sedimento al flujo a causa de la EAC.

Los efectos directos de la incisión por EAC también incluyen impactos en infraestructura que pueden ser costosos y graves: socavación de pilas de puentes -como el incidente fatal en puente Cancura del río Rahue (Osorno, julio 2018)-, exposición de tuberías enterradas e instalaciones de bocatomas, etc.

Un impacto más sutil pero potencialmente significativo es el aumento de la movilidad del material del lecho de grava si el pavimento (la capa gruesa activa superficial) se ve alterado por la EAC [Parker &

Klingeman 1982]. Similarmente, la remoción de barras de grava por EAC puede eliminar el control hidráulico del tramo inmediatamente aguas arriba, induciendo la socavación de rápidos y por tanto el lavado de embriones de salmónidos en incubación [Pauley et al 1989].

Entre los efectos secundarios del EAC están: la reducción de carga de LWD (*Large Woody Debris* o Detritos Arbóreos Gruesos) en el cauce, que es un refugio importante para peces [Bisson et al 1987]. La EAC (incluso el “cepillado” de barras a tasas bajas) usualmente resulta en un lecho más ancho y menos profundo, aumentando la temperatura del agua, modificando la distribución de rápidos-remansos, alterando el flujo en los poros de la grava del lecho, degradando el hábitat de salmónidos.

Con respecto a efectos biológicos, los impactos al hábitat acuático no están restringidos a las alteraciones físicas grandes y más evidentes. Los sedimentos removidos por actividades dentro el río son cubren varias órdenes de magnitud en tamaño (desde arcilla a rocas). Los más finos pueden ser más dañinos (Wood & Armitage 1997); por lo tanto, es importante considerar la calidad de los sedimentos y no sólo su balance bruto. Los mecanismos y cadenas de efectos pueden incluir un rango amplio (reducción de luz, reducción de alimentación para peces a través de impactos al substrato para algas o invertebrados, impactos a las zonas de desove, obstrucción de flujo freático, efectos químicos...), donde muchos de ellos son difíciles de cuantificar. Sin embargo, trabajo previo en la región (incluso en el río Simpson) indica interacciones muy significativas entre la alga invasora *Didymosphenia* (didymo) y la depositación de sedimentos finos (Reid & Torres 2013), con efectos a nivel de los invertebrados (Uribe 2013). Este vínculo, siendo un foco de monitoreo factible, puede traducirse en una herramienta para manejo de impactos de gran importancia económica, considerando la pesca recreativa en la región.

#### Manejo de la EAC

Debido a sus impactos, la EAC ha estado prohibida hace ya largo tiempo en el Reino Unido, Alemania, Francia, Holanda y Suiza, y se ha limitado o prohibido en muchos ríos en Italia, Portugal y Nueva Zelandia [Kondolf 1997; Rinaldi et al 2005; Uribelarrea et al 2008; Calle et al 2017].

Las estrategias de manejo de las EAC usualmente han sido [Kondolf 1997; O'Connor et al 2014]:

(i) definir un límite a la incisión (‘línea roja’) como una elevación mínima del *thalweg* (eje longitudinal que conecta elevaciones mínimas del lecho hacia aguas abajo), determinada por mediciones de batimetría anuales; o

(ii) definir un límite de extracción anual, como un porcentaje de la recarga de sedimentos anual (denominada ‘EAC segura’), en función del suministro de sedimentos de lecho (Gsb) desde aguas arriba del tramo de río en explotación.

Sin embargo, la tasa de transporte de sedimentos (Gsb) puede ser notoriamente variable de año en año. Por tanto, sería mejor que la EAC del año fuera definida como un porcentaje del volumen depositado el año anterior. Empero, esto ignoraría la continuidad de la ‘correa transportadora’ que es el río [Fig1]: el tramo en cuestión es también fuente de sedimento de los tramos aguas abajo de él [Kondolf 1997; Rinaldi et al 2005]. Como ejemplo, el estado de Washington en EEUU adoptó la medida empírica de limitar la extracción al 50% de la tasa de transporte de sedimento de lecho Gsb.

#### Iniciativa Propuesta y sus Méritos

Las soluciones disponibles e iniciativas ya desarrolladas para la EAC y reducir sus impactos (ver arriba) se basan en estudios y aproximaciones empíricas de incertidumbre significativa, en parte por la complejidad de modelar el fenómeno del transporte del sedimento y los cambios morfológicos del cauce del río, así como errores en las curvas de descarga de sedimentos, variaciones en la rugosidad hidráulica y brechas del conocimiento en la mecánica del engrosamiento del material que compone el lecho y los procesos que determinan la erosión de las riberas [NRC 1983; Collins & Dunne 1990; Kondolf 1994, 1997; Cao 2014; Carling et al 2009; Calle et al 2017].

Por otra parte, el río Simpson es un patrimonio valioso para Coyhaique y la región, que sufre los impactos de actividades antrópicas desde larga data pero que han aumentado mucho recientemente por entre otras las necesidades de arenas y gravas que requiere la región.

Aquí se propone generar conocimiento nuevo vía monitoreo, análisis y modelación de los procesos del

tramo del río en cuestión (el Simpson entre Ensenada Valle Simpson y río Coyhaique), en pos de crear herramientas innovadoras para el manejo de la EAC, las cuales se fundamentarán en:

1. medir los cambios morfológicos del río (sobre todo los más importantes y que suelen ocurrir por las grandes crecidas o por impactos de actividades humanas mayores), en particular del cauce y planicie de inundación con GPS diferencial y drones para perfiles topo-batimétricos y Modelos Digitales del Terreno (MDT) pre- y post-eventos, más aforos de caudal y batimetrías simultáneas [Fig3];



Fig.3: Ejemplo uso d

Fig.5: Muestra sedimento de lecho

2. registrar las variables fluviales asociadas vía sub-tramos instrumentados con plataformas de sensores de bajo costo y en línea para monitorear el nivel del agua del río, su caudal [Fig4], imágenes del flujo, turbiedad y transporte de sedimentos;

3. caracterizar la dinámica espacial y temporal del transporte de sedimentos [Fig.5] y el impacto directo e indirecto de la EAC (incluyendo el lavado y operaciones relacionadas);

4. monitorear la deposición de sedimentos finos sobre el sustrato en relación con zonas de operación de extracción de áridos (aguas arriba - abajo). Cuantificar la relación entre sedimentos finos, producción de algas (incl. el invasor *Didymosphenia*) y composición de macro-invertebrados. Muestreo cualitativo de uso del hábitat por truchas y peces nativos (el bagre *Hatcheria*);

5. medir cobertura vegetal de especies exóticas invasivas como los sauces y lupinos, y su impacto en la geomorfología del cauce y planicie de inundación del río, usando imágenes de percepción remota.

En base al análisis de los datos anteriores, el equipo propuesto elaborará un modelo conceptual del transporte de sedimentos en el tramo (ingreso aguas arriba, egreso aguas abajo, y aportes de EAC y otros, así como sedimentación intermedia). Se propenderá a realizar un balance de sedimentos para todo el tramo (que incluye una docena o más operaciones de EAC), y en lo posible, por sub-tramos que incluyan uno o más sitios de EAC cada uno.

El equipo propuesto está conformado por UAysén-CIEP-MOP, con experiencia acumulada en hidrología, hidráulica y geomorfología fluvial (Dr Alejandro Dussailant, UAysén), instrumentación (Dr Felipe Aguilar UAysén), vegetación (Drs Carlos Zamorano y Daniel Soto, UAysén); ecología acuática y sedimentos (Dr Brian Reid, CIEP) y SIG (Pablo Moreno, CIEP). Y en colaboración con colegas internacionales con experticia en: (i) ecohidráulica y ríos de Aysén (Dr Claudio Meier, U Memphis EEUU); (ii) analizar cambios morfológicos por EAC (Dr Gerardo Benito, CSIC España); (iii) monitoreo con sensores de bajo costo y en línea de grandes eventos hidro-geomorfológicos (Dr Andrew Russell, U Newcastle UK); (iv) análisis de procesos de erosión y sedimentación de cauces y riberas, e impacto en áreas de desove de salmónidos (Dr Paul Carling, U Southampton UK); y (v) coordinación científica

en manejo de ríos (Dr Andrea Nardini CIRF Italia) del proyecto y del comité científico internacional (CM, GB, AR, MP, PC)

Los datos disponibles ya validados serán compartidos en línea gratuitamente con los asociados (MOP, CChC), colaboradores (consultores), patrocinadores (Municipalidad de Coyhaique, Sernapesca, **SubPesca**), usuarios (pescadores, operadores turísticos, etc) y habitantes en general.

Se pretende así contar con herramientas que permitan entre otros:

- (i) ser insumo que promueva mejores prácticas de manejo de EAC en sitios de operación;
- (ii) apoyar el monitoreo (sub)diario del estado del río en este tramo y eventuales alertas tempranas;
- (iii) informar eventuales zonificaciones del río por tramos espaciales y períodos estacionales en donde EAC puede considerar permitirse: (a) prácticamente libremente, (b) aquellos con restricciones, y (c) tramos y períodos donde y cuando no se debieran permitir extracciones u operaciones mayores.

Así se podrán reducir significativamente las externalidades y costos (muy reales) de la EAC [Kondolf 1997; Gregory 2006; Rinaldi et al 2005; Comiti et al 2011; O'Connor et al 2014; Calle et al 2017], por impactos en hábitat de desove de salmónidos y pesca deportiva, en peces nativos, en turismo y recreación (lavado de arena de playas), erosión de predios ribereños, socavación de puentes, etc.

Adicionalmente, se trabajará un modelo computacional que será determinado con el modelo conceptual, y parametrizado y calibrado [Fig. 11] con los datos recabados durante la duración del proyecto (un modelo numérico validado deberá esperar acumular eventos de crecida suficiente y eso puede tomar más de los 36 meses de plazo máximo del FIC-Aysén).

### 3.2 Objetivo general

Contar con nuevo conocimiento y herramientas basadas en Ciencia y Tecnología (CyT) que permitan un manejo más sostenible de la Extracción de Áridos desde Cauces (EAC) en el río Simpson, región de Aysén, **favoreciendo una alianza entre los distintos actores frente a su recurso común, el río Simpson, que permita avanzar hacia una gestión sustentable y adaptativa de este patrimonio natural de la ciudad y de la región**

### 3.3 objetivos específicos

1. conocer y entender cómo es el río hoy, cómo ha cambiado, y su carácter desde el punto de vista de geomorfología fluvial (en particular del cauce y planicie de inundación desde Valle Simpson a Coyhaique);
2. producir una base de datos de variables relevantes hidrológico- hidráulicas del río (caudales líquidos, turbiedad y transporte de sedimentos, profundidades) y sistema de monitoreo asociado, a utilizarse como insumo para calibración de herramientas de análisis para este proyecto y otras iniciativas de manejo del río;
3. entender los procesos de transporte de sedimentos, erosión y sedimentación, así como el impacto (directo e indirecto) de la EAC en la geomorfología del río, para identificar umbrales y criterios de extracción sostenible de áridos a través de un modelo conceptual y balance de sedimentos, así como analizar el impacto sobre la estabilidad de la infraestructura (como ocurrió en julio 2018 con la caída del puente Cancura sobre río Rahue, con una víctima fatal);
4. obtener una línea base de ictiofauna (peces, macroinvertebrados) y entender las alteraciones bióticas relacionadas con la depositación de sedimentos finos ligada a la extracción de áridos;
5. obtener una línea base de cobertura de vegetación exótica invasiva (especialmente sauces y lupinos-chochos), y analizar su impacto sobre geomorfología del cauce y planicie de inundación;
6. relacionar la dinámica de sedimentos, de la EAC y vegetación con la geomorfología y biota
7. **coordinar informar y concientizar a los actores principales relacionados al uso de áridos y contribuir a generar un modelo consensual experimental para el manejo integrado del sistema fluvial, buscando en conjunto una mejor gestión del río y sus diferentes usos**

### 3.4 Pertinencia y aporte de la iniciativa.

*Describe el problema a abordar en relación las líneas priorizadas en el punto 3 de las Bases de concurso y su pertinencia con lo descrito en la Estrategia Regional de Innovación.*

#### Líneas de la ERI-Aysén 2014-2020 abordadas por proyecto S+S:

##### **1. Posicionar Aysén como polo de conocimiento, I+i para uso sostenible de recursos naturales:**

S+S permitirá un uso más sostenible del río Simpson, en particular la extracción de áridos desde cauces (EAC) con impacto mitigado en otros usos como la pesca deportiva y el turismo en general

**3. Promover innovación social y pública:** el desarrollo del proyecto S+S a través de un equipo de investigadores y profesionales de sectores públicos y privados, en pos de mejorar la calidad del río y la sostenibilidad de los bienes y servicios ambientales que provee, y compartiendo conceptos, datos y herramientas de forma gratuita, así como aumentar la calidad y eficiencia de la gestión de la municipalidad y servicios públicos (MOP: DGA y DOH) **de forma conjunta y coordinada.**

**4. Fortalecer el capital humano de Aysén:** desarrollo de capacidades y habilidades para la innovación en empresas y servicios públicos. **El proyecto considera tanto trabajo conjunto en Aysén con expertos internacionales en el tema EAC y manejo de cuencas, como pasantías internacionales de perfeccionamiento de personal basado en Aysén (2) con expertos en el extranjero (3).**

#### Destinos que cumple la iniciativa S+S:

**a.2. Investigación aplicada:** en base a principios de hidrología, hidráulica, geomorfología fluvial y ecología, se generarán nuevos conocimientos sobre la dinámica del río Simpson así como desarrollar herramientas aptas para un manejo más sostenible de la extracción de áridos desde cauces (EAC).

**b.1. Innovación empresarial:** lo anterior apoyará procesos y métodos innovadores en la industria de EAC al menos en aquellas socias de la CChC.

**b.2. Innovación social:** la investigación generará datos y metodologías de monitoreo y manejo de la EAC e impactos en otros usos del río, insumos abiertos al aprovechamiento del público general, como por ejemplo datos en línea capturados por sensores en tiempo real.

**b.3. Innovación pública:** el trabajo colaborativo con MOP (DGA y DOH) y Municipalidad ayudará a generar capacidades, competencias y habilidades innovadoras en cuanto a conceptos, datos y análisis.

**c.1. Difusión tecnológica:** se divulgará tecnologías y conocimiento sobre dinámica fluvial y EAC, **tanto a entidades asociados como a otros actores, usuarios y comunidad en general.**

**c.2. Transferencia tecnológica:** los resultados de esta investigación se transferirán a instituciones asociadas, en particular, MOP (DGA y DOH), Municipalidad y CChC.

**e. Formación de recursos humanos avanzados:** tanto UAysén como CIEP incorporarán estudiantes de pregrado y postgrado al equipo de investigación, los que se capacitarán en conceptos y herramientas de hidrología, hidráulica, geomorfología fluvial, ecología acuática, modelación y SIG, entre otros. Investigadores UAysén y CIEP avanzarán líneas de investigación y redes internacionales, quedando en mejor pie para concursar con mayor éxito a fondos nacionales y extranjeros. Profesionales de servicios públicos se capacitarán en conceptos y metodologías de punta.

**f. Fortalecimiento de redes para la innovación:** la colaboración entre instituciones regionales (UAysén, CIEP, MOP, CChC) e internacionales (UMemphis, UNewcastle, USouthampton, CIRF, CSIC) fortalecerá la interacción y una red propensa a nueva I+D+i

**g. Fomento de la cultura de (I+D) i+e:** apoyo a innovación y emprendimiento de empresas de EAC en particular aquellas asociadas a la CChC pero no exclusivo a ellas

### 3.5 Diagnóstico de la situación actual

#### Internacional

La EAC ha estado prohibida hace ya largo tiempo en el Reino Unido, Alemania, Francia, Holanda y Suiza, y se ha limitado o prohibido en muchos ríos de Italia, Portugal y Nueva Zelandia.

Las estrategias de manejo de las EAC usualmente han sido [Collins & Dunne 1990; Kondolf 1997; Gregory 2006; Rinaldi et al 2009; O'Connor et al 2014; Calle et al 2017]:

(i) definir un límite a la incisión ('línea roja') como una elevación mínima del *thalweg* (eje longitudinal que conecta elevaciones mínimas del lecho hacia aguas abajo), determinada por mediciones anuales;

(ii) definir un límite de extracción anual, como un porcentaje de la recarga de sedimentos anual (denominada 'EAC segura'), en función del suministro de sedimentos de lecho (Gsb) desde aguas arriba del tramo de río en explotación.

Sin embargo, la tasa de transporte de sedimentos (Gsb) puede ser notoriamente variable de año en año. Por tanto, sería mejor que la EAC del año fuera definida como un porcentaje del volumen depositado el año anterior. Empero, esto ignoraría la continuidad de la 'correa transportadora' que el río [Fig1]: el tramo en cuestión es también fuente de sedimento de los tramos aguas abajo de él [Kondolf 1997]. Como ejemplo, el estado de Washington en EEUU adoptó la medida empírica de 50% de la tasa de transporte de sedimento de lecho Gsb.

Así, las soluciones disponibles e iniciativas ya desarrolladas para la EAC y reducir sus impactos se basan en estudios y aproximaciones empíricas de incertidumbre significativa, en parte por la complejidad de modelar el fenómeno del transporte del sedimento y los cambios morfológicos del cauce del río, así como errores en las curvas de descarga de sedimentos, variaciones en la rugosidad hidráulica y brechas del conocimiento en la mecánica del engrosamiento del material que compone el lecho y los procesos que determinan la erosión de las riberas [NRC 1983; Collins & Dunne 1990; Kondolf 1994, 1997; Cao 2014; Carling et al 2009; Calle et al 2017].

Esta propuesta nace del proyecto de la Unión Europea SERELAREFA ([www.serelarefa.com](http://www.serelarefa.com)), SEMillas de REd Latino-Americana de Recuperación de Ecosistemas Fluviales y Acuáticos, pretende difundir la experiencia europea en gestión de cauces, empezando por mostrar los errores cometidos en el pasado; trae nuevas ideas, en la esperanza de contribuir para que en América Latina se evite repetir tales errores. El proyecto, además de apoyar el intercambio de experiencias y viajes de estudio a los distintos países partner (Italia, España, Chile, México, Brasil), ayuda a identificar casos emblemáticos y a montar propuestas de proyectos específicos en torno a los casos de estudio más significativos. Este documento presenta una propuesta de proyecto para abordar un caso de estudio en la Patagonia Chilena. Como las problemáticas que afectan a los cauces, en su interacción con las actividades humanas, son bastante similares a lo largo del país, el caso del Simpson podría convertirse en un proyecto piloto para no sólo la región de Aysén sino que para todo Chile.

#### Chile

En general, hay un límite que define el tipo de tramitación de proyectos de extracción de áridos desde cauces naturales. Cuando la extracción de áridos es menor a 100.000 m<sup>3</sup> o cubre una superficie en planta menor a 5 hectáreas el proyecto se aprueba en la municipalidad respectiva, previo pronunciamiento técnico de la DGA (Regional), sin necesidad de someterse al SEIA. En caso contrario, el proyecto debe ingresar al SEA y ahí, igualmente, se tramita sectorialmente en la DGA.

No siempre es claro si se trata de una extracción "desde cauce" (EAC) o simplemente de un "pozo lastrero". Al parecer, no existe un criterio bien definido, así que si la municipalidad cree que el proyecto está peligrosamente cerca de un curso de agua, debiera pedir un estudio de inundación para verificar si está fuera del área de influencia del río. En otros casos es evidente que el proyecto está en el área de influencia del río, en cuyo caso se dirige directo a la DGA.

Una vez en la DGA, se consulta con DOH. La DOH revisa que las variables hidráulicas no se vean muy afectadas, que no se intervenga el cauce principal (solo en algunas regiones), o que el río tenga naturalmente una capacidad de arrastre suficiente. Con respecto a esto último, solicitan que el titular presente un estudio de arrastre de sedimentos asociado a caudales bajos. El problema con esto es que, típicamente, los proyectos están en las planicies de inundación y/o en barras laterales que se inundan sólo en crecida, por lo que se produce una contradicción. El proyecto se debe acompañar de

planos que identifiquen claramente los polígonos de extracción con banderines; con esto la DOH puede fiscalizar. Además, hay que incluir un estudio hidrológico e hidráulico para comparar los escenarios con y sin proyecto en condiciones de crecida, caudales de estiaje, etc. Esto se traduce usualmente en el uso de un modelo 1D (HEC-RAS) simple. Una vez que la DOH se pronuncia, le envía sus comentario a la DGA. Ésta agrega algunas observaciones adicionales y le solicita al titular mejorar el proyecto si lo estima necesario. Si el pronunciamiento es finalmente favorable, se ingresa a la Municipalidad para aprobación. El titular paga por m<sup>3</sup> extraído al municipio. Como ejemplo, el río Maipo en 31 años sufrió incisión de 20m, y un aumento del área afectada desde 86 a 369 ha (Arróspide et al 2018)

#### Aysén

La ciudad de Coyhaique está en rápida expansión. Por esta razón ha incrementado su presión sobre los recursos naturales y bienes ambientales de la zona tales como espacio para construir, fuentes de agua para abastecimiento hídrico, leña para calefacción, áridos (grava y arena presentes en abundancia en los cauces fluviales), oportunidades recreativas, etc. Todas estas presiones afectan la calidad del corredor fluvial del río Simpson. Además, la ciudad vierte sus aguas lluvia sin tratar, así como aguas servidas tratadas (pero sólo a nivel secundario), directamente al río.

El problema de la EAC se ha abordado con ordenanzas municipales, reforzadas por apoyo técnico de DOH regional, y fiscalización de DGA-Aysén. En 2018, se ha formado una Mesa de Áridos que ha incorporado a otros actores, como CChC y PDI brigada ambiental, para ordenar el proceso.

Vista la fuerte demanda y extracción de áridos desde el cauce fluvial, la DGA y la DOH están elaborando criterios y un manual para reglamentar los permisos de extracción. Según el marco regulatorio vigente en Chile, éstos son otorgados por las Municipalidades, a las cuales difícilmente se les puede pedir que tengan una mirada integral sobre la calidad y el comportamiento del río. Por otra parte, es sabido que los efectos de la extracción de áridos se propagan tanto hacia aguas abajo, incluso por distancias y plazos considerables, como hacia aguas arriba (erosión regresiva), con posible desestabilización de laderas y obras civiles.

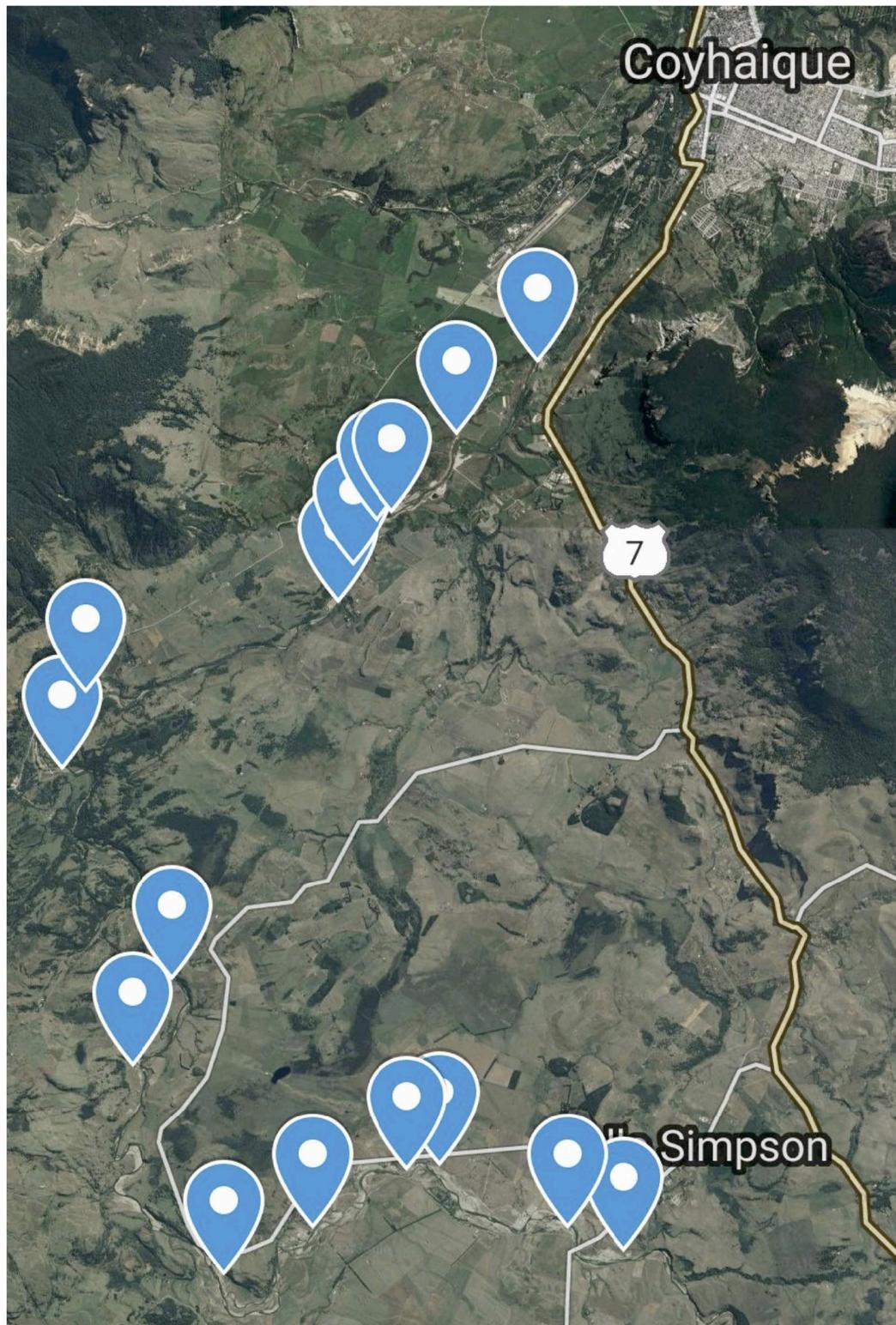
El Simpson es un elemento constituyente del paisaje local y un importante recurso natural; su valor, está asociado a: esparcimiento; valor escénico y apreciación estética; identidad local; pesca deportiva (la zona, y el río Simpson, son considerados un paraíso de la pesca); kayaking, rafting; balneario; fuente de áridos; disposición de aguas servidas tratadas y de aguas lluvia; uso en piscicultura; etc.

Paulatinamente, algunos de los usos están entrando en conflicto y a futuro la situación sólo puede empeorar. En particular, esto se puede ejemplificar con las siguientes interacciones:

1. Pesca ↔ extracción áridos: la extracción desde el mismo cauce enturbia las aguas (aún cuando no está claro en qué medida ni dónde), afectando el ambiente natural, y destruye el hábitat de peces y su alimento, por el movimiento de máquinas y tierra; crea además anomalías topográficas en el lecho del río (pozones profundos) que pueden poner en riesgo la vida de pescadores, bañistas, etc.



Incremento de la turbiedad del agua debido a la extracción de áridos en el río Simpson, aguas arriba de Coyhaique



Extracciones de áridos en río Coyhaique entre Ensenada Valle Simpson y Coyhaique  
 - se propone establecer sitios de monitoreo en línea al menos en 3 puntos: aguas abajo de EACs (puente Mundaca); aguas arriba (fundo F Peede), e intermedio (callejón Fournier)

**2. Pesca ↔ kayaking/rafting:** es un conflicto clásico en que la presencia de embarcaciones y de personas a menudo “entusiasmadas” espanta a los peces y molesta a los pescadores.

**3. Uso del suelo ↔ extracción de áridos:** una extracción excesiva puede modificar la dinámica morfológica del cauce, impulsando la divagación y socavación de lecho con consecuente erosión de riberas y pérdida de terrenos, afectando en particular a la agricultura y ganadería, así como a los asentamientos urbanos que van ocupando cada vez más espacios sometidos a riesgo hidromorfológico. La extracción de áridos, sin embargo, si se lleva a cabo adecuadamente, puede también convertirse en un elemento de control de la dinámica fluvial.



Inestabilidad de riberas en el Río Simpson, aguas arriba de Coyhaique. ¿Está en sus rangos naturales, esperables para este tipo de sistema fluvial, o bien se ha visto exacerbada por distintas actividades antrópicas?

**4. Puentes ↔ EAC (ver caso reciente río Rahue y puente Cancura <http://rbb.cl/kjz7>)**

**5. Dinámica natural del cauce ↔ agricultura y otros usos:** por su naturaleza, los ríos aluviales (con lecho y riberas de material suelto, como arena y grava) necesitan moverse lateralmente, creando así nuevas formas, que se convierten en parches de hábitat acuático y ribereño, a la par que destruyen parches existentes. Ello mantiene un mosaico cambiante de hábitats y un río en equilibrio dinámico. Sin embargo, si las actividades agropecuarias alcanzan hasta la misma orilla del cauce, sin dejarle una margen de libertad, este movimiento lateral afectará muy pronto a los mismos agricultores. La respuesta tradicional consiste en rectificar tramos o bien colocar defensas en la misma orilla; pero esta política, como se ha comprobado en todo el mundo “desarrollado” (véase por ejemplo el material en [www.cirefluvial.com](http://www.cirefluvial.com); [www.cirf.org](http://www.cirf.org)), al final sólo genera desequilibrios en la dinámica morfológica, afectando típicamente a tramos ubicados más arriba o abajo y requiriendo crecientes gastos de mantenimiento; además, disminuye el valor estético, recreacional, y ecológico de los ríos, generando así una pérdida de importantes servicios ambientales.



Rastros de una dinámica propia de todo río aluvial en buenas condiciones hidromorfológicas y ecológicas

**6. Inundaciones-EACs:** crecidas e inundaciones pueden ser afectadas significativamente por EACs.

A la par con estas crecientes demandas sobre el sistema fluvial, el río está sufriendo acelerados cambios debido a la introducción de especies de flora y fauna invasivas como el alga *Didymosphenia geminata* (el “didymo”), el salmón chinook, los sauces y lupinos (chochos) introducidos, etc. , que están alterando los ciclos de nutrientes, la dinámica geomorfológica, y el hábitat disponible para las demás especies, incluyendo tanto a las nativas como a aquellas introducidas con alto valor económico (como las truchas que sustentan la pesquería deportiva, con alto potencial de crecimiento). Además, el didymo y los sauces reducen el valor de los tramos afectados desde el punto de vista de la pesca, al dificultar el acceso.

Por otro lado, no puede afirmarse que el río Simpson esté “intacto”. Los grandes incendios forestales que afectaron a su cuenca durante la primera mitad del siglo XX sin lugar a dudas alteraron sus regímenes de caudales y de sedimentos, además de eliminar a la mayoría de la vegetación que originalmente debió cubrir sus riberas y planicie de inundación. Por ende, los cambios potenciales causados por actividades antrópicas recientes deben analizarse a la luz de un funcionamiento que ya fue alterado profundamente en el pasado. Esto dificulta la búsqueda de una línea de base estado de referencia para el comportamiento del río.

Es importante destacar que aguas abajo de Coyhaique, a lo largo del Simpson, se ubica la Reserva Nacional Río Simpson, un área silvestre protegida.

No se cuenta aún con conocimiento suficiente, de base científica, de varios elementos que se requiere conocer para una gestión ambiental sustentable de este valioso sistema fluvial. En particular: ¿cómo evaluar el estado de calidad del agua (cuál es el estado de referencia)?, ¿cuáles son los tramos de río más aptos para los distintos usos?, ¿cuál es el carácter y el comportamiento geomorfológico del río?, ¿cómo responde a la extracción de áridos?, ¿cómo puede lograrse una extracción sustentable?

La gestión actual del río no logra sacar el máximo provecho para cada uno de los distintos usos y además crea algún grado de divergencia o conflicto entre éstos. El resultado es una trayectoria que a futuro llevará inevitablemente a tener un río y corredor cada vez más pobres, usuarios en mayor conflicto entre ellos, y una pérdida neta de beneficios socioeconómicos ligados a un ecosistema saludable, como lamentablemente se puede observar en tantos ríos en la zona central del país, que han sido reducidos a meras acequias para evacuar agua, perdiendo su biodiversidad, calidad del agua, complejidad ecológica, y su valor recreacional, estético y turístico.

La situación descrita se debe en parte a una carencia de conocimiento básico, y también a una falta de coordinación y eficiencia de uso.

Cabe notar, finalmente, que actualmente se está trabajando en el MINVU el instrumento de regulación plan regulador intercomunal, donde surgió la necesidad de contar con antecedentes que permitan definir zonas de riesgo asociadas a posibles usos urbanos con mayor especificidad. Este proyecto S+S permitirá tener antecedentes ligado al riesgo de inundación y de dinámica fluvial muy útil para la elaboración de dicho instrumento.

Coyhaique es la puerta de entrada a Aysén y a la Patagonia Chilena para muchísimos turistas extranjeros. Este proyecto es una oportunidad para que la ciudad y la región se conviertan en una vitrina, mostrándole al mundo que en Chile sí podemos liderar con el ejemplo, y no sólo limitarnos a hablar de desarrollo sostenible.

### 3.6 Resultados esperados

Contar con nuevo conocimiento y herramientas basadas en Ciencia y Tecnología (CyT) que permitan un manejo más sostenible de la Extracción de Áridos desde Cauces (EAC) en el río Simpson:

1. **Caracterización geomorfológica del cauce** y de la cuenca para conocer cómo es el río hoy y como funciona. Esto implica caracterización de unidades geomorfológicas desde mapas existentes, percepción remota y levantamiento en campo. Relación de geomorfología con peces (hábitat) y vegetación (dinámica fluvial). Se construirá el historial del río para saber cómo ha ido evolucionando en la historia reciente. Esto implica buscar, recoger, organizar, procesar, interpretar información sobre morfología, planimetría, secciones, formas fluviales, y causas: eventos hidrológicos (reconstruir serie histórica de caudales) , volcánicos y acciones antrópicas (extracción, incendios, etc). Busca entender qué pasó con el río, cómo era y cómo cambió (y por qué - teoría interpretativa). En base a datos secundarios e imágenes históricas.
2. **Sistema de estaciones de monitoreo de variables fluviales asociadas vía sub-tramos medidas con plataformas de sensores de bajo costo y en línea**, clave para monitoreo diario pero también para la generación de base de datos a utilizar para calibrar métodos de análisis (ecuaciones empíricas, modelos computacionales) para este proyecto así como otras iniciativas de manejo del río.
3. **Modelo de la dinámica de sedimentos y EAC**, para entender la variabilidad espacial y temporal de los procesos de transporte de sedimentos, erosión y sedimentación, así como el impacto de la EAC en la geomorfología del río. Con el propósito de: (i) entender como funciona el transporte sólido, la dinámica fluvial asociada y el rol del EAC; y ii) identificar umbrales y criterios de extracción sostenible de áridos a través de un balance de sedimentos. Modelo conceptual (y computacional) de sedimentos. **Base de datos de la cota del lecho del río y sus cambios, modelaciones posibles impactos de las extracciones de áridos sobre tal cota. Esto es relevante desde el punto de vista de la estabilidad de las obras ubicadas en o a lo largo del río (puentes, defensas, diques, etc.), como se pudo evidenciar en la reciente situación acaecida en el puente Cancura sobre el río Rahue, Osorno, con una víctima fatal.**
4. **Base de datos de ictiofauna** (peces, macroinvertebrados) y depositación de sedimentos finos, junto con evaluación de efectos sobre la trama trófica y distribución con respecto a EAC
5. **Base de datos de cobertura de vegetación exótica invasiva**, especialmente sauces y lupinos y su impacto la geomorfología del cauce y planicie de inundación del río
6. **Modelo de trabajo compartido para un manejo más integrado del sistema fluvial**, que abarque los usos principales de extracción de áridos, pesca y esparcimiento, que contribuya a una mejor coordinación e información entre actores principales, usuarios y comunidad en general

### 3.7 Impactos esperados (económicos, sociales y/o ambientales)

Cabe notar que se realizarán reuniones mensuales y talleres anuales con la participación de los beneficiarios (Municipalidad, MOP, CChC, EACs, JdV Valle Simpson, operadores turísticos), para por un lado informar de avance del proyecto así como recoger visiones, información y sugerencias.

#### Impactos Económicos

Hacia su desarrollo final del S+S, una vez que se sectorice el río por tramos y se implementen medidas, se prevé un aumento del ingreso regional por uso turístico del río Simpson: recreación, pesca deportiva, balneario y turismo aventura. Un río mejor manejado, basado en conocimiento generado por esta investigación CyT, permitirá que los bienes y servicios ambientales que provee el río aumenten significativamente los ingresos locales y regionales por un aumento de los usos por pescadores recreativos y turistas de ribera y de río (kayak, balsa, pesca). También el control de erosión de riberas y lecho del río ayudará a reducir pérdidas de terreno para propietarios y agricultores colindantes al río, así como reducir impactos en infraestructura como puentes y obras de protección, como lo ocurrido con el puente Cancura (río Rahue, julio 2018). Si bien existe la posibilidad de mayor

costo para algunos extractores de áridos en el corto plazo (sobretudo ilegales), se espera que un manejo más racional y menor incertidumbre en la planificación resulte en ahorros en el mayor plazo.

**Impactos Sociales**

Una vez que se cuente con manejo más racional de las EACs, se prevé un impacto negativo de baja magnitud y corto plazo en operaciones, sobretudo las ilegales, pero un impacto positivo de mediana a alta magnitud y de mayor plazo en los EACs racionalizados, así como en los demás usuarios del río, en particular sector turismo y población en general. En particular, un río de mejor calidad abre mayores posibilidades a la población local, regional y nacional de disfrutar de los bienes y servicios ambientales que provee el río relacionados a agua limpia, recreación, actividades al aire libre, y en general un mayor acceso social a aprovechar un recurso natural rehabilitado.

Mediante las actividades bidireccionales de coordinación y trabajo conjunto con las entidades Asociadas, se contribuirá a un manejo más integrado del sistema fluvial y a la coordinación entre los usuarios del río Simpson, que pueda servir de piloto para otros casos en la región y en Chile.

**Impactos Ambientales**

Se prevén impactos positivos hacia el final del proyecto de mediana a alta magnitud en los bienes y servicios ambientales del río Simpson, en particular hábitat de macroinvertebrados y peces, su valor recreativo y turístico, y educación ambiental promovido directa e indirectamente por el proyecto S+S.

<b>3.8 INDICADORES</b>				
<b>Objetivos</b>	<b>Indicador<sup>2</sup></b>	<b>Meta<sup>3</sup></b>	<b>Medios de Verificación<sup>4</sup></b>	<b>Supuestos <sup>5</sup></b>
<b>Objetivo gral</b> <b>Contar con conocimiento y herramientas que permitan manejo más sostenible de EAC en río Simpson</b>	<b>Bases de datos</b>  <b>Monitoreo</b>  <b>Modelos</b>  <b>Ordenanzas</b>	<b>Líneas Base:</b> <b>geomorfología,</b> <b>hidrología, hidráulica</b>  <b>Sensores en línea</b>  <b>Modelos: conceptual,</b> <b>computacional</b>  <b>Ordenanza con mayor</b> <b>base técnica</b>	<b>SIG y bases de datos</b>  <b>Transmisión</b>  <b>Informes,</b> <b>software</b>  <b>Permisos con</b> <b>base técnica</b>	<b>Acceso a toda la información relevante de entes públicos</b>  <b>No sufrir vandalismo</b>  <b>Crecidas suficientes durante los 3 años de proyecto</b>

2 Corresponde a una especificación cuantitativa de la relación de dos o más variables (fórmula) que permite verificar el logro alcanzado por el programa en el cumplimiento de sus objetivos. Cuando corresponda los indicadores deben incorporar el enfoque de género y territorial.

3 Corresponde al valor deseado del indicador al término del programa. Cada indicador debe contar con una meta.

4 Corresponden a las fuentes de información primaria o secundaria que se utilizaran para obtener los valores de los indicadores que verifiquen el grado de cumplimiento de los objetivos. Fuentes primarias son producidas por el programa mientras que las secundarias son independientes a él.

5 Son los factores externos, que están fuera del control de la Institución Responsable de un programa, que inciden en el éxito (fracaso) del mismo. Corresponden a acontecimientos, condiciones o decisiones que tienen que ocurrir para que se logren los distintos niveles de objetivos del programa. supuesto que debe ser cumplido para lograr los objetivos. El objetivo no es consignar cada eventualidad que pueda concebirse, sino identificar aquellos supuestos que tengan una probabilidad razonable de ocurrencia.

<p><b>Objetivo específico 1:</b> Caracterizar geomorfología del río Simpson</p>	<p>Secciones batimétricas  Mapas geomorfología y DTMs</p>	<p>Secciones transversales aguas abajo y arriba de EACs en operación  Mapas y DTMs pre/post crecidas</p>	<p>Base de datos del proyecto, SIG</p>	<p>Acceso posible a ribera y lecho río  Predecir crecidas con tiempo para batimetría previa</p>
<p><b>Objetivo específico 2:</b> Registrar variables hidrológico-hidráulicas</p>	<p>Datos (sub) horarios</p>	<p>2-3 años hidrológicos de datos horarios de nivel, caudal, turbiedad</p>	<p>Base datos proyecto</p>	<p>Permisos de propietarios de ribera y no vandalización de equipos</p>
<p><b>Objetivo específico 3:</b> Entender dinámica de sedimentos y EAC</p>	<p>Tasas diarias de transporte fluvial y EACs  Características sedimento de lecho y riberas</p>	<p>Modelo conceptual y balance de todo el tramo</p>	<p>Base datos proyecto  Informes, cálculos, etc</p>	<p>Acceso a equipos DGA (muestreador Helley-Smith para lecho) y Vialidad (sedimentos) – en caso contrario se debe adquirir</p>
<p><b>Objetivo específico 4:</b> Entender depositación de sedimentos finos y efecto en ictiofauna</p>	<p>Caracterización distribución ictiofauna (peces, invertebrados) y depositación sedimentos finos</p>	<p>Relación entre zonas de extracción, patrón de sedimentos finos, y trama trófica</p>	<p>Datos monitoreo y evaluación de impactos (informes)</p>	<p>Efectos son localizados y no sobrepuesto por zonas de extracción; Lugares de desove no son limitantes (e.g. arroyos tributarios)</p>
<p><b>Objetivo específico 5:</b> Línea base de cobertura de vegetación</p>	<p>Caracterización distribución vegetación exótica invasiva</p>	<p>Distribución de vegetación exótica invasiva (sauces, lupinos/chochos) en tramo en el tiempo</p>	<p>Mapas (SIG) de distribución de especies anuales</p>	<p>Acceso posible a ribera y planicie de inundación</p>
<p><b>Objetivo específico 6:</b> Relacionar dinámica de sedimentos, EACs y vegetación invasiva con geomorfología</p>	<p>Efectos de transporte de sedimentos, EACs y vegetación invasiva en la geomorfología</p>	<p>Relacionar por tramos el transporte de sedimentos, la EAC y la vegetación invasiva con la geomorfología del tramo (y aguas arriba y abajo)</p>	<p>Informes  Resultados de trabajo conjunto con expertos en pasantías internacionales</p>	<p>Efectos mayores son en el tramo y no se propagan significativamente hacia aguas arriba y abajo (en ese caso, requiere más estudios)</p>
<p><b>Objetivo específico 7:</b> Generar un modelo más participativo de manejo del río</p>	<p>Coordinación efectiva y bidireccional</p>	<p>Mínimo contexto común de entendimiento  Compromisos alcanzables en gestión del río/tramos</p>	<p>Encuestas a actores  Retroalimentación en reuniones y talleres</p>	<p>Manejo adecuado de diferencias, respeto, transparencia e inclusividad por parte de todos</p>

<b>3.10 Detalle de Actividades</b>		
<i>Corresponde indicar cuáles son las principales actividades que se deben desarrollar para generar los productos (objetivos) del programa. Las actividades deben presentarse agrupadas por objetivo. De ser necesario, considerar el enfoque de género y territorial.</i>		
<b>OBJETIVO</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>
<b>1. Caracterizar geomorfología del río Simpson</b>	1.1. Recopilar archivos, mapas, fotos aéreas, imágenes satelitales, etc 1.2. Topo-batimetría de campo 1.3. Análisis diferencia DEMs (DoD) 1.4. Elaborar base datos GIS	Recopilación imágenes aéreas SAF (1970s-), IGM (1943-4), privadas; satelitales Corona (1960s), Landsat 7 (1999-), ASTER (2001-), SPOT, Aerotop, Landsat 8 (2013-), etc; periódicos, libros. Sistema GIS (Q-GIS abierto)
<b>2. Registrar variables hidrológico-hidráulicas</b>	2.1. Elaboración sensores 2.2. Pruebas 2.3. Instalación 2.4. Monitoreo y mantención	Compra elementos: sensores nivel, cámaras, procesadores, memorias, transmisores, cuentas 3G, cajas, cables, baterías, paneles solares. Ensamblar, turbidímetros. Pruebas, instalación y registro sitio web.
<b>3. Entender dinámica de sedimentos y EAC</b>	3.1. Caracterizar sedimentos lecho y riberas 3.2. Medir transporte suspendido y de lecho (ingreso/egreso tramo) 3.3. Monitorear volumen extracciones de áridos 3.4. Balance de sedimentos del tramo	Muestreo lecho y riberas, granulometría. Aforos puntuales con ADCP, muestreadores sedimento en suspensión y de lecho (DGA), trampas, tags. Monitoreo continuo con turbidímetros y sismógrafos. Monitoreo de tasas EACs (entrevistas y cámaras). Calibración de ecuaciones y estimación balance. Modelo
<b>4. Entender depositación de sedimentos finos y efecto en ictiofauna</b>	4.1. Muestreo patrón sedimentación arriba-abajo 4.2. Análisis relación biológico (algas, invertebrados, peces) 4.2. Análisis impacto EAC 4.3. Recomendaciones EAC	Selección tramos de estudio, monitoreo aguas arriba/abajo; comparación estacional primavera (sep-oct) y otoño (mar-abr). Muestreo por cuadrante, masa sedimento fino, biomasa de perifiton (clorofila), frecuencia y tamaño de macro-invertebrados. Muestreo cualitativo de peces nativos y no-nativos (electro-pesca), abundancia y distribución tamaño
<b>5. Línea base de cobertura de vegetación exótica invasiva</b>	5.1. Mapas línea base vía fotos aéreas e imágenes satelitales 5.2. Trabajo de campo, mapas anuales y correlación 5.3. Análisis mpacto geomorfológico de especies invasivas	Recopilación de Obj 1 arriba. Muestreo en transectos en tramos de estudio. Repetición anual (estacional en lo posible)
<b>6. Relacionar dinámica de sedimentos, EACs y vegetación invasiva con geomorfología</b>	6.1. Relación balance, erosión, sedimentación y extracción tramo, en relación a EACs y vegetación invasiva 6.2. Pasantías internacionales y trabajo con colaboradores expertos (EEUU, UK y España; 2 personas)	Correlación tendencias transporte de sedimentos, EACs y vegetación invasiva a escala (multi) anual y estacional. <b>Perfeccionamiento en aplicación de herramientas en centros de excelencia internacionales</b>
<b>7. Generar modelo participativo</b>	7.1. Seminario/taller de inicio 7.2. Reuniones (bi)mensuales 7.3. Talleres anuales	Compartir visiones y expectativas Coordinación bidireccional Revisión metas proyecto vs. expectativas

### 3.11 Metodología

#### Objetivo 1: Caracterizar geomorfología del río Simpson

- 1.1. Recopilar información disponible (RC, CG, ADJ, AN)
- 1.2. Topografía/Batimetría en secciones (RC, CG, ADJ)
- 1.3. DTMs y diferencias (DoDs), análisis (ADJ, RC, CG, CM, AN, AR, GB)
- 1.4. Base de datos GIS (RC, PM, AN)

#### Objetivo 2: Registrar variables hidrológico-hidráulicas

- 2.1. Elaboración sensores (NN técnico electrónico, FA, ADJ, MP)
- 2.2. Pruebas de sensores (NN técnico electrónico, FA, ADJ)
- 2.3. Instalación sensores (NN técnico electrónico, ADJ, AR, MP, AR)
- 2.4. Monitoreo y mantención, manuales, capacitación (NN técnico electrónico, CG)

#### Objetivo 3: Entender dinámica de sedimentos y EAC

- 3.1. Caracterización sedimentos de lechos y riberas (ADJ, AR, CM, RC, CG, AN): muestreo de sedimentos de lecho, riberas y planicie de inundación en sectores de EAC así como aguas arriba y abajo.
- 3.2. Medición y estimación de caudales, transporte sedimento suspendido y de lecho (ADJ, AR, CM, BR, PC, RC, CG): en particular durante eventos de crecida que muevan sedimentos del lecho. Requiere combinación de muestreo puntual (i.e. Helley-Smith DGA, trampas, geomarcadores), sensores (turbidímetros, sismógrafos, cámaras y sistema PIV para caudales en línea) y uso del ADCP propuesto para mediciones de caudal, batimetría y sedimento. Curvas de descarga líquida (caudal) y sólida en secciones aguas arriba y abajo de sitios de EAC. Calibración de fórmulas de transporte de sedimentos y estimación de incertidumbre. Zonas de erosión y depositación por DEMs de diferencia (DoD: *DEMs of Difference*) antes y después de crecidas. Contribución de tributarios
- 3.3. Monitoreo volumen extraído de áridos (ADJ, NN, JO, AR, PM): sistema combinado de informes de extractores de áridos y monitoreo (e.g. cámaras de vigilancia controlando número de camiones saliendo).
- 3.4. Estimación balance sedimentos del tramo y generación de modelo conceptual y computacional. Recomendaciones EAC (PC, ADJ, CM, AR, GB, AN)

#### Objetivo 4: Caracterización ictiofauna y relación con dinámica fluvial y EAC

- 4.1. Identificar 5-10 zonas de monitoreo. Muestreo por cuadrantes aguas arriba (3 réplicas) y abajo (3-5 réplicas en transecto). Evaluación cuantitativa de sedimentos finos (fracciones <0.25 mm y tamaño arena), producción primaria (clorofila) y macro-invertebrados (abundancia nivel familia, tamaño promedio).
- 4.2. Evaluación cuantitativa de peces nativos (*Hatcheria*) y de interés recreativo (salmónidos), abundancia relativa y distribución de tamaños, paso por electro-pescador (NN técnico, BR, CM)
- 4.3. Análisis y desarrollo de índices bióticos y físicos de impacto EACs (NN técnico, BR, PM, CM)
- 4.4. Recomendaciones EAC (BR, CM, AN)

#### Objetivo 5: Caracterización vegetación exótica invasiva y relación con dinámica fluvial y EAC

- 5.1. Mapas de línea base de cobertura vegetación exótica (RC, ADJ, CZ, DS, CM, CG, PM): situación actual en base a imágenes aéreas y satelitales (ver Obj1)
- 5.2. Trabajo de campo, cobertura vegetación exótica invasiva, SIG anual (RC, CZ, DS, ADJ, CM, CG)
- 5.3. Análisis impacto geomorfológico especies invasivas (RC, CZ, DS, ADJ, CM, CG, AN)

#### Objetivo 6: Relacionar dinámica sedimentos, EACs y vegetación exótica invasiva

- 6.1 Relacionar dinámica temporal y espacial de sedimentos fluviales con EACs e influencia de cobertura vegetal de especies exóticas invasivas (ADJ, CZ, DS, BR, PM, CM, AN)
- 6.2 **Pasantías internacionales: capacitación en herramientas de manejo con expertos y centros de excelencia** (Dr A Russell U Newcastle UK; Dr C Meier U Memphis USA; Dr G Benito CSIC España)

#### Objetivo 7: Generar modelo compartido de manejo más sostenible con actores y usuarios

- 7.1. Seminario/taller de Inicio: interesa compartir visiones de los actores principales ya asociados -Municipalidad de Coyhaique, MOP, extractores/CChC, Sernapesca, Juntas de Vecinos, -, así como otros que ya han manifestado interés o deberían estar (por ej. Subsecretaría de Pesca, MMA, Sernatur, Conaf, etc). Se facilitará el llegar al menos a un acuerdo basal de alcance de lo que el proyecto debe y puede hacer según los recursos, expectativas y convergencias esenciales.
- 7.2. Reuniones de coordinación: se facilitará el intercambio de enfoques e información de forma bidireccional, con actores clave, cada 2 meses (18 total) al menos, para mejorar el proyecto y sus resultados
- 7.3. Talleres anuales: al final de cada año se realizará una actividad facilitada que por una parte comparta los resultados parciales y por otra reciba aportes de los actores para su adaptación y mejora. Se potenciará la dinámica de grupo para llegar a consensos sobre los resultados esenciales esperados.



<b>3.13 Equipo técnico</b>					
<i>Señalar el equipo técnico que desarrollará la iniciativa. Indicar quién actuará de coordinador técnico.</i>					
<b>Nombre completo</b>	<b>Profesión</b>	<b>Rol</b>	<b>Funciones Principales</b>	<b>Dedicación (hrs.)</b>	<b>Relación Contractual y financiamiento(1)</b>
Alejandro Ricardo DUSSAILLANT JONES (UAysén)	Ingeniero civil	Coordinador técnico	Coordinación técnico-científica; hidrología hidráulica, geomorfología; divulgación	8 h/semana	CT - Aporte Propio
Felipe AGUILAR (UAysén)	Físico	Instrumentación	Elaboración sensores	4 h/semana	CT - Aporte Propio
NN	Ingeniero	Gestión administrativa y terreno	Gestión del proyecto; GIS; apoyo terreno	22 h/semana	CT - FIC
NN	Ingeniero	Gestión administrativa y terreno	Gestión trabajo de terreno	11 h/semana	CT - FIC
Brian REID (CIEP)	Limnólogo	Asociado	Ecología de ríos	5 h/semana	CT - Asociados
Pablo MORENO (CIEP)	MSc Cs veg	Asociado	SIG; vegetación	1 h/semana	CT - Asociados
Carlos ZAMORANO (UAysén)	Ingeniero Forestal	Vegetación	Estudio vegetación	1 h/semana	CT - Aporte Propio
Daniel SOTO (UAysén)	Ingeniero Forestal	Vegetación	Estudio vegetación	1 h/semana	CT - Aporte Propio
Jorge O'KUIINGHTTONS (DGA-Aysén)	Geógrafo	Asociado	Hidrología	2 h/mes	CT - Asociados
Pablo CARRASCO (CChC)	ingeniero	Asociado	Áridos	1 h/mes	CT - Asociados
Andrea Nardini (CIRF Italia/Colombia)	Ingeniero civil	Gestión científica	Gestión integrada y coordinación técnico-científica; coordinador comité científico internacional; interpretación y disseminación	1 h/semana <b>(4 campañas de terreno y procesos participativos)</b>	CT – FIC  (Gestión integrada y Participación, Director Comité Científico)

Claudio Iván MEIER (U Memphis EEUU)	Ingeniero civil	eco-hidráulica	Hidráulica, geomorfología, ecología	1 h/semana	CT - Aporte Propio (Comité Científico)
NN	Técnico electrónico	técnico	Armado y mantenimiento sensores y estaciones monitoreo	11 h/semana	CT - FIC
NN	Técnico acuícola	técnico	Monitoreo ictiofauna	11 h/semana	CT - FIC
Pedro Chávez	Ingeniero civil	Modelador computacional	Modelación hidráulica y sedimentos	5 h/semana	CT - FIC
Andy Russell (U Newcastle, GB)	Geógrafo	Geomorfólogo fluvial	Geomorfología fluvial y erosión/sedimentación	1 h/semana	CT - Aporte Propio (Comité Científico)
Matthew Perks (U Newcastle, GB)	Geógrafo	Geomorfólogo fluvial	Geomorfología fluvial y sensores	1 h/semana	CT - Aporte Propio (Comité Científico)
Gerardo Benito (CSIC Madrid)	Geólogo	Geomorfólogo fluvial	Geomorfología fluvial y extracción de áridos	1 h/mes	CT - Aporte Propio (Comité Científico)
Paul Carling (U Southampton, GB)	Geógrafo	Geomorfólogo fluvial	Geomorfología fluvial y erosión riberas	1 h/mes	CT - Aporte Propio (Comité Científico)

(1) Relación contractual: **CT**: Contrato código del trabajo; **CH**: Contrato a honorarios; **EX**: Externo/a (a través de una subcontratación). Financiamiento: FIC - Aporte Propio - Asociados

### 3.14 Subcontrataciones

Señalar, si los habrá, contratos con personas jurídicas para la prestación de servicios relacionados directamente con las actividades del programa. Se excluye de este ítem todo gasto destinado a contratar servicios de administración y apoyo. Indicar razón social, RUT, giro, descripción de los servicios a contratar y experiencia relevante.

No se contemplan subcontrataciones pues se contratarán profesionales y técnicos para este proyecto.

### 3.15 Estrategia de Comunicación, Difusión y/o Transferencia

La estrategia deberá ser desarrollada durante toda la ejecución de la iniciativa y remitirse solo resultados finales.

Deberá detallar el o los mecanismos, instituciones, organismos empresariales o empresas involucradas y tiempos. Si la iniciativa no contempla transferencia tecnológica como parte de su desarrollo, analizar al menos su proyección para una etapa siguiente.

#### Comunicación y Coordinación

Se plantea reconocer y caracterizar las distintas exigencias presentes actualmente sobre el río (involucrando a los expertos y las partes afectadas directamente), para que todos estén enterados desde el inicio.

Luego, se desarrollarán herramientas útiles para la predicción de impactos. Se trata por tanto de construir relaciones causa-efecto, es decir, un modelo conceptual y un conjunto de modelos operativos (algunos matemáticos, otros basados en juicio de expertos) que aclaren en particular "qué pasaría al implementar ciertas actuaciones o cierto manejo –con modalidades definidas- sobre el sistema río y los demás usos" o, en otras palabras, determinen el impacto que puede generar en particular la actividad extractiva sobre las demás con énfasis sobre el reconocimiento de las repercusiones de corto, mediano y largo plazo de la actividad extractiva sobre todo el sistema fluvial.

Considera:

- Coordinación permanente asociados: UAysén-CIEP-MOP-Municipalidad-CChC-JdV-AG-lodge-ASHER y otros como Subsecretaría de Pesca (pesca deportiva)
- Reuniones mensuales bimensuales (2h)
- Talleres anuales (1-2 días): uno de inicio al mes 2, luego a meses 12, 24 y 36

#### Difusión

- 1 evento anual público (3 en total) con discusión de resultados y pasos a seguir
- Página web con monitoreo en línea a partir de año 2
- Desde año 2, dos eventos anuales con la comunidad en coordinación con Municipalidad, ONGs, operadores turísticos
- Se contempla elaborar material didáctico sobre el río, macroinvertebrados y peces, para la comunidad y turistas, así como actividad de balseo y talleres de pesca deportiva en coordinación con AG guías de pesca, operadores turísticos y lodges, además de Subsecretaría de Pesca

#### Transferencia

- Plataforma de sensores y monitoreo/modelación relacionados serán transferidos a MOP, asociado al proyecto a lo largo de los 36 meses, por vía de trabajo conjunto incluido instalación y operación
- Talleres anual y final (3)
- Promover Ciencia Comunitaria, a través de capacitar el monitoreo ciudadano de su río
- Capacitación en torno a entender el río, su ictiofauna y cómo cuidarlos

## 4. FINANCIAMIENTO

El financiamiento debe incluir todos los gastos en que incurre la iniciativa. (De estimarse necesario se solicitarán cotizaciones y detalles de la valoración de ciertos ítems).

4.1 Presupuesto Total	
Monto total solicitado al FIC	M\$ 199.794
2018	M\$ 0
Aporte Propio (1)	M\$ 30.600
Aporte Asociados (1)	M\$ 11.682
<b>COSTO TOTAL INICIATIVA</b>	<b>M\$ 242.076</b>

(1) Los aportes Propio y de Asociados, en conjunto deben ser iguales o superiores al 10% (5% pecuniario si provado) del costo total de la iniciativa y debe estar respaldado por cartas compromiso.

<b>4.2 Presupuesto General Aporte propio y Asociados</b>				
Cuentas (a)	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario M\$	Costo Total M\$
<b>Recursos humanos (b)</b>				
Profesionales	Mes	18		6282
Técnicos	Mes			
Subtotal				
<b>Operación</b>				
Oficina				
El equipamiento				
Subcontrataciones (c)				
Viáticos	Mes			
Otros gastos (d)				
Subtotal				
<b>g. Overhead (módulo (N))</b>				
SUB-TOTAL M\$				6282

4.3 Presupuesto total 2019-2021 (36 meses)

2019-2021		Presupuesto Solicitado FIC			
Cuentas (a)	Actividad asociada	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario M\$	Costo Total M\$
<b>1. Recursos humanos (b)</b>					
Profesionales	Gestión proyecto y GIS (RC)	Mes (50%)	36	1000	36000
	Trabajo terreno y adm (CG)	Mes (25%)	36	400	14400
	Sedimentos y modelación (PC)	Mes (10%)	36	250	9000
Técnicos	Monitoreo sensores	Mes (25%)	36	250	9000
	Monitoreo ictiofauna	Mes (25%)	36	250	9000
Estudiantes pre y postgrado	Monitoreo	Mes (10%)	36	100	3600
Subtotal					81000
<b>2. Equipamiento (c)</b>					
	Batimetría/aforos	ADCP	1	33000	33000
	Topografía	rtk/dGPS	4	900	3600
	Monitoreo	Componentes, sensores	9	2100	18900
	Monitoreo	laptop terreno	1	1800	1800
	Monitoreo	servidor	1	1200	1200
	Monitoreo	Muebles, insumos	2	1500	3000
	Monitoreo	Modelos/SIM	1	1600	1600
	Peces	Electro-pesca	1	2800	2800
Subtotal					65900
<b>3. Operación</b>					
Difusión	Difusión y transferencia	eventos	6	650	3900
Subcontrataciones (d)	Andrea Nardini	gestión científica y participativa	4	4200	16800
Viáticos	Nacionales		108	50	5400
	Internacionales	Per diem pasantías perfeccionamiento	30	160	4800
Viajes	Internacionales	pasajes pasantías perfeccionamiento	6	800	4800
Imágenes	Percepción remota	Imagen	24	160	3840
Telemetría sensores	Monitoreo	Mes	36	90	3240
Laboratorios	Monitoreo	Insumos	3	200	600
Subtotal					43380
<b>4. Overhead (máximo 5%)</b>					9514
<b>TOTAL M\$</b>					<b>199794</b>

(a) Ver Bases Concurso FIC 2018 (Punto 12.2 Gastos permitidos)

(b) Detallar recurso humano agrupado por tipo y nivel de remuneraciones, la unidad de medida debe ser la remuneración mensual.

Coordinadores de proyecto cargados a la provisión FIC, deberán cumplir funciones Técnicas dentro de la iniciativa y demostrar su experiencia técnica y aporte a la iniciativa.

(c) Detallar por tipo de equipamiento considerado.

(d) Detallar a nivel de contrato.

(e) otros cargos a operación deberán ser detallados conformes a partidas principales, cálculo de estimación y cotizaciones correspondientes.

### 4.4 Presupuesto Total Detallado

2019 Presupuesto Solicitado FIC					
Cuentas (a)	Actividad asociada	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario M\$	Costo Total M\$
<b>1. Recursos humanos (b)</b>					
Profesionales	Gestión proyecto y GIS (RC)	Mes (50%)	12	1000	12000
	Trabajo terreno y adm (CG)	Mes (25%)	12	400	4800
	Sedimentos y modelación (PC)	Mes (10%)	12	250	3000
Técnicos	Monitoreo sensores	Mes (25%)	12	250	3000
	Monitoreo ictiofauna	Mes (25%)	12	250	3000
Estudiantes pre y postgrado	Monitoreo	Mes (10%)	12	100	1200
Subtotal					27000
<b>2. Equipamiento (c)</b>					
	Batimetría/aforos	ADCP	1	33000	33000
	Topografía	rtk/dGPS	4	900	3600
	Monitoreo	Componentes, sensores	9	2100	18900
	Monitoreo	laptop terreno	1	1800	1800
	Monitoreo	servidor	1	1200	1200
	Monitoreo	Muebles, insumos	1	1500	1500
	Monitoreo	Modelos/SFM	1	1600	1600
	Peces	Electro-pesca	1	2800	2800
Subtotal					64400
<b>3. Operación</b>					
Difusión	Difusión y transferencia	eventos	2	650	1300
Subcontrataciones (d)	Andrea Nardini	gestión científica y participativa	2	4200	8400
Viáticos	Nacionales		36	50	1800
	Internacionales	Per diem pasantías perfeccionamiento	10	150	1500
Viajes	Internacionales	pasajes pasantías perfeccionamiento	2	800	1600
Imágenes	Percepción remota	Imagen	8	160	1280
Telemetría sensores	Monitoreo	Mes	12	90	1080
Laboratorios	Monitoreo	Insumos	1	200	200
Subtotal					17260
<b>4. Overhead (máximo 5%)</b>					
					5433
<b>TOTAL M\$</b>					<b>114093</b>

### 2020 Presupuesto Solicitado FIC

Cuentas (a)	Actividad asociada	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario M\$	Costo Total M\$
<b>1. Recursos humanos (b)</b>					
Profesionales	Gestión proyecto y GIS (RC)	Mes (50%)	12	1000	12000
	Trabajo terreno y adm (CG)	Mes (25%)	12	400	4800
	Sedimentos y modelación (PC)	Mes (10%)	12	250	3000
Técnicos	Monitoreo sensores	Mes (25%)	12	250	3000
	Monitoreo ictiofauna	Mes (25%)	12	250	3000
Estudiantes pre y postgrado	Monitoreo	Mes (10%)	12	100	1200
Subtotal					27000
<b>2. Equipamiento (c)</b>	Monitoreo	Muebles, insumos	1	1500	1500
Subtotal					1500
<b>3. Operación</b>					
Difusión	Difusión y transferencia	eventos	2	650	1300
Subcontrataciones (d)	Andrea Nardini	gestión científica y participativa	1	4200	4200
Viáticos	Nacionales		36	50	1800
	Internacionales	Per diem pasantías perfeccionamiento	10	160	1600
Viajes	Internacionales	pasajes pasantías perfeccionamiento	2	800	1600
Imágenes	Percepción remota	imagen	8	160	1280
Telemetría sensores	Monitoreo	Mes	12	90	1080
Laboratorios	Monitoreo	Insumos	1	200	200
Subtotal					13060
<b>4. Overhead (máximo 5%)</b>					2078
<b>TOTAL M\$</b>					<b>43638</b>

**2021 Presupuesto Solicitado FIC**

Cuentas (a)	Actividad asociada	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario M\$	Costo Total M\$
<b>1. Recursos humanos (b)</b>					
Profesionales	Gestión proyecto y GIS (RC)	Mes (50%)	12	1000	12000
	Trabajo terreno y adm (CG)	Mes (25%)	12	400	4800
	Sedimentos y modelación (PC)	Mes (10%)	12	250	3000
Técnicos	Monitoreo sensores	Mes (25%)	12	250	3000
	Monitoreo ictiofauna	Mes (25%)	12	250	3000
Estudiantes pre y postgrado	Monitoreo	Mes (10%)	12	100	1200
Subtotal					27000
<b>2. Equipamiento (c)</b>					
Subtotal					
<b>3. Operación</b>					
Difusión	Difusión y transferencia	eventos	2	650	1300
Subcontrataciones (d)	Andrea Nardini	gestión científica y participativa	1	4200	4200
Viáticos	Nacionales		36	50	1800
	Internacionales	Per diem pasantías perfeccionamiento	10	160	1600
Viajes	Internacionales	pasajes pasantías perfeccionamiento	2	800	1600
Imágenes	Percepción remota	imagen	8	160	1280
Telemetría sensores	Monitoreo	Mes	12	90	1080
Laboratorios	Monitoreo	Insumos	1	200	200
Subtotal					13060
<b>4. Overhead (máximo 5%)</b>					2003
<b>TOTAL M\$</b>					<b>42063</b>

(a) Ver Bases Concurso FIC 2018 (Punto 12.2 Gastos permitidos)

(b) Detallar recurso humano agrupado por tipo y nivel de remuneraciones, la unidad de medida debe ser la remuneración mensual.

Coordinadores de proyecto cargados a la provisión FIC, deberán cumplir funciones Técnicas dentro de la iniciativa y demostrar su experiencia técnica y aporte a la iniciativa.

(c) Detallar por tipo de equipamiento considerado.

(d) Detallar a nivel de contrato.

(e) otros cargos a operación deberán ser detallados por partidas principales, cálculo de estimación y cotizaciones correspondientes.