



**CENTRO DE CIENCIAS AMBIENTALES EULA-CHILE  
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**



## **INFORME N°3**

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

# **“INFORME DE ANÁLISIS TÉCNICO DE LÍNEA BASE PROYECTO HIDROAYSÉN”**

Concepción, Septiembre 2008

## INDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. MARCO CONCEPTUAL	13
3. INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL CHILENA Y PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS	26
4. OBSERVACIONES TRANSVERSALES A LA LÍNEA BASE DE HIDROAYSÉN	33
5. OBSERVACIONES POR TEMÁTICA	40
6. OBSERVACIONES PRELIMINARES A LA DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	60
7. REVISIÓN PRELIMINAR DE LOS IMPACTOS SOBRE LA BIOTA (PECES)	63
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
9. EQUIPO DE TRABAJO	73
ANEXOS: OBSERVACIONES DETALLADAS A LA LÍNEA BASE, POR TEMÁTICA	74

# 1. INTRODUCCIÓN

## Alcances

Este informe consolidado presenta un análisis, síntesis, y crítica de todos aquellos aspectos relacionados con el medio hídrico, contenidos en la Línea Base (LB) del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto Hidroaysén. Se enmarca en el ámbito de la Acción de Apoyo “Análisis de Estudios de Base para la Evaluación Ambiental de Proyectos en la Región de Aysén”, adjudicada con fecha 11 de Agosto de 2008 por el Departamento de Conservación de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, al Centro EULA-Chile de la Universidad de Concepción. Específicamente, este informe cumple con los objetivos de la Etapa 3 de la Acción de Apoyo, que consisten en “Analizar técnicamente y sintetizar las líneas base, en los temas relacionados al Recurso Hídrico, de los Estudios de Impacto Ambiental de Proyectos Hidroeléctricos proyectados en la Región de Aysén y presentados para su evaluación ambiental durante el año 2008”, para el Proyecto HidroAysén.

Además, como una contribución desde la academia, con el fin de informar el debate en torno a la sustentabilidad ambiental de grandes centrales hidroeléctricas en Chile, se presenta lo que a nuestro entender es el marco conceptual global dentro del cual se debiera insertar cualquier estudio de línea base o de impacto ambiental para proyectos que afectan ecosistemas de aguas corrientes: la comprensión de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas fluviales que se verán afectados, su descripción en una línea base adecuada, y la predicción de los impactos que ocurrirán al sobreponer el proyecto, con su diseño y operación, sobre el ambiente; todo lo anterior dentro del marco de un estudio integrado de cuenca hidrográfica. También se incorporan algunas sugerencias acerca de cómo podría mejorarse la institucionalidad ambiental en Chile (leyes y reglamentos), de modo de tender a una mayor sustentabilidad ambiental de los grandes proyectos hidroeléctricos en nuestro país.

## Motivación

A escala mundial, los proyectos de desarrollo hidroeléctrico han generado considerable bienestar y amplios beneficios, pero a la vez han conllevado una serie de impactos ambientales sobre los sistemas acuáticos afectados, los cuales han sido muchas veces inaceptables, y peor aún, innecesarios (WCD 2000, Goodwin et al. 2006). Tales impactos pueden ser ecológicos, afectando la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas fluviales, lacustres, y estuarinos, así como el medio marino con influencia fluvial, o bien pueden cambiar la disponibilidad y calidad del agua y del ambiente fluvial para otros usos humanos.

Desde el surgimiento de la ciencia de ríos regulados, en los años 1970, los impactos ambientales de presas y embalses se han convertido en una temática relevante en ecología, geomorfología e ingeniería hidráulica, a través de las subdisciplinas de la ecología de ríos, la geomorfología fluvial, la limnología, la ecohidráulica y la

ecohidrología. Los trabajos de Petts (1984), Gore y Petts (1989), Collier et al. (1996), Stanford et al. (1996), IUCN-World Bank 1997, y de la Comisión Mundial sobre Represas (World Commission on Dams, WCD 2000), revisan *in extenso* la temática de los impactos ambientales causados por proyectos hidroeléctricos. En particular, el informe de la WCD (2000) puede considerarse como el estado del arte en esta materia.

En el caso chileno, la preocupación por los potenciales impactos ambientales de la hidroelectricidad se inició recién con la presentación de los proyectos para construir grandes represas en el Alto Biobío, a inicios de los años 1990. Específicamente, la Cámara de Diputados le solicitó al Centro EULA-Chile de la Universidad de Concepción que revisara el Estudio de Impacto Ambiental para la Central Pangue, presentado en forma voluntaria por la empresa proponente, y emitiera un informe (EULA-UdeC 1992). En torno a este caso surgieron luego una serie de informes y publicaciones (Meier 1992a, Meier 1992b, Meier 1993a, Meier 1993b, Meier 1995).

Desde 1994, cuando se promulgó la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, hasta la fecha, se han llevado a cabo muchos estudios de línea base (LB) y de impacto ambiental (EIA) para nuevos proyectos hidroeléctricos en Chile. Sin embargo, en la mayoría de los casos, estos estudios y evaluaciones no han considerado como marco de referencia el cuerpo de literatura existente sobre ciencia y gestión ambiental de ríos regulados, mencionado más arriba, limitándose a repetir los enfoques utilizados en informes nacionales anteriores. En general, esto se ha reflejado en trabajos multidisciplinarios, con un especialista a cargo de cada capítulo, pero con una ausencia notoria de interdisciplina, esto es, de fertilización entre las distintas especialidades.

Además, los marcos conceptuales han sido inexistentes o muy limitados: muchos de estos informes no son más que una sucesión de capítulos que describen los distintos componentes bióticos y abióticos del ambiente, pero de un modo estático y descoordinado, sin siquiera mencionar los procesos fundamentales que ocurren en ecosistemas acuáticos y que explican su funcionamiento. De hecho, temáticas enteras de fundamental importancia ecológica, como son, por ejemplo, la dinámica de creación de hábitats ribereños y acuáticos, el establecimiento de vegetación ribereña en las planicies de inundación, los requerimientos ecológicos y la estructura poblacional de las especies nativas, y los flujos de energía en el ecosistema fluvial, cuyo conocimiento sería de la mayor relevancia para poder predecir impactos, no han sido mencionadas en ningún estudio de LB o EIA que se haya llevado a cabo en Chile.

Es importante constatar que, con excepción de algunos avances muy menores (como la imposición de estándares poco exigentes de caudales mínimos), y uno que otro proyecto más amigable (ver EULA-UdeC 2007a, para un ejemplo), el progreso en cuanto a sustentabilidad ambiental de la hidroelectricidad ha sido muy lento en Chile. De hecho, en lo que guarda relación con sus impactos ambientales, la mayoría de los proyectos hidroeléctricos construidos en Chile, incluso recientemente, así como aquellos que están actualmente bajo consideración en el SEIA, son fundamentalmente idénticos a las centrales que se construían a inicios y mediados del siglo XX en los países desarrollados: tienen una sola bocatoma profunda que libera aguas hipolimnéticas frías, alterando

profundamente el régimen de temperatura; causan fluctuaciones drásticas de caudal en pocos minutos, con fuertísimos impactos sobre la biota; no consideran paso para peces; regulan los caudales en variadas escalas de tiempo, y no tienen flexibilidad operacional para generar con caudales de estiaje; no tienen capacidad para pasar sedimento; etc.

Si se desea que el proceso de evaluación ambiental de proyectos hidroeléctricos en Chile realmente permita minimizar sus impactos ambientales, y no siga consistiendo sólo en la emisión de un “sello verde” de aprobación a proyectos que no son realmente amigables, será necesario cambiar la institucionalidad vigente y se deberá también comenzar a estudiar en serio nuestros ecosistemas acuáticos. Países tan variados como Nueva Zelanda, Sudáfrica, Australia, y Canadá, han comprendido la importancia de mantener la integridad y la salud ecológica de sus ecosistemas fluviales y lacustres, y han desarrollado las herramientas y hecho las inversiones correspondientes.

Es obvio que en Chile hay una carencia tremenda de investigación ecológica básica en muchas de estas temáticas, para variados grupos de organismos, y sobre amplias zonas del país, para poder sustentar las LB y los EIA de grandes proyectos hidroeléctricos. Respecto de estos puntos surgen variadas interrogantes: ¿Es correcto obviar una serie de temáticas ecológicas fundamentales en los estudios ambientales debido a la ausencia de información previa? ¿Acaso el hecho de que no exista información previa, no enfatiza aún más la importancia de que las LB y los EIA se basen en estudios de base serios y completos, que generen la información faltante? ¿No debería financiarse la investigación básica necesaria? ¿A quién le correspondería hacerlo, en un sistema en que el Estado tiene sólo un rol subsidiario, y son empresas privadas las que tienen la responsabilidad de generar la electricidad? ¿Cómo puede pretenderse completar estudios de tal complejidad en plazos de un año o menos, si se quiere al menos evaluar parcialmente la variabilidad natural interanual?

Si existe tanta urgencia en utilizar los recursos hidroenergéticos del país, ¿porqué entonces el Estado y las empresas interesadas no desarrollan un programa de investigación, orientado a aquellos sistemas fluviales con mayor potencial energético, dentro del marco de la Estrategia Nacional de Cuencas Hidrográficas? ¿Porqué esperar a que los estudios de base para estos proyectos de inversión se desarrollen en el contexto del SEIA, donde los plazos son muy estrechos, y muchas veces no se cuenta con los recursos humanos especializados para llevarlos a cabo con el nivel requerido?

Este último aspecto es importante de destacar: no es simple conformar equipos de profesionales y especialistas capaces de enfrentar los desafíos técnicos y científicos que requieren estos EIA de alta complejidad. Es fundamental que tales equipos interdisciplinarios cuenten con ingenieros que sean capaces de visualizar cuando un proyecto está maximizando la eficiencia económica del proyecto a costa de la sustentabilidad ambiental, así como también con científicos especialistas en ecología acuática, que conozcan los diferentes componentes abióticos y bióticos de los sistemas a intervenir. Entre éstos, por ejemplo, es esencial contar con aquellos que conocen las comunidades biológicas de ríos y lagos. ¿Cómo se identifican aquellos especialistas? Simplemente a través de sus publicaciones y el reconocimiento de sus pares. Chile cuenta

con especialistas en los principales grupos biológicos que conforman la diversidad biológica de ecosistemas acuáticos. Por ejemplo, Valdovinos (2006a) editó un libro en el cual se resume el estado de la diversidad biológica dulceacuícola en ríos y lagos de Chile, con capítulos sobre diatomeas de agua dulce (Rivera 2006), fitoplancton y fitobentos (Parra 2006), macrófitas acuáticas (Hauenstein 2006), protozoos ciliados (Woelfl 2006), crustáceos zooplanctónicos (Villalobos 2006), crustáceos malacostráceos (Jara et al. 2006), efemerópteros (Camousseight 2006), plecópteros (Vera y Camousseight 2006), tricópteros (Rojas 2006), coleópteros acuáticos (Jeréz y Moroni 2006), bivalvos dulceacuícolas (Parada y Peredo 2006), gastrópodos de agua dulce (Valdovinos 2006b), peces de agua dulce (Habit et al. 2006), anfibios (Ortiz y Díaz-Paéz 2006), y aves acuáticas (Victoriano et al. 2006).

Lo que debe quedar en claro es que, para comprender los impactos ecológicos causados por proyectos hidroeléctricos, tanto hacia aguas abajo como arriba, no basta con describir separadamente la hidrología, la morfología, la calidad del agua, la flora, la fauna, etc., sino que debe además comprenderse cómo funcionan los distintos ecosistemas (fluvial, lacustre, estuarino, y área marina costera de influencia) que se verán afectados; esto es, debe estudiarse cómo interactúan todos estos componentes para proveer los hábitats y energía que le permiten a los organismos desarrollar sus historias de vida. Por ello, en cualquier LB o EIA es necesario adoptar desde el principio un enfoque integrado, que considere a la cuenca hidrográfica como el sistema ambiental de referencia en el cual se debe insertar el proyecto de desarrollo propuesto, para así visualizar sus interacciones con el sistema natural, con otros proyectos ubicados en la cuenca, ya existentes y operando, y finalmente con los demás proyectos que estén en evaluación y cuyas áreas de influencia pudiesen traslaparse. Esto también permitiría dejar de lado la típica aproximación de análisis ambiental de "proyecto en proyecto", tan arraigada en nuestro Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), reemplazándola por análisis de tipo acumulativo.

De manera similar, en muchos EIA las descripciones de los proyectos han sido estáticas, centrándose detalladamente en el diseño ingenieril de las obras, pero entregando sólo una descripción muy sumaria de la operación. Incluso, hay varios EIA de proyectos hidroeléctricos que fueron aceptados, a pesar de que ni siquiera se describió el esquema de operación propuesto para la central. Por ser los ríos ecosistemas dinámicos, cuya forma y función depende en gran medida del régimen hidrológico, esto es, de los patrones de fluctuación de los caudales, es evidente que los impactos ambientales de un proyecto hidroeléctrico dependen tanto, si es que no más, de su operación, que del diseño ingenieril de las obras. Por ejemplo, centrales de embalse con presas grandes pueden perfectamente bien operarse para generación de base, turbinando en forma continua con los caudales pasantes por el río, sin afectar el régimen natural de caudales (EULA-UdeC 2007a), minimizando o eliminando así una serie de impactos ecológicos y ambientales. En la práctica internacional, hacen ya años que todos los aspectos relativos a la operación se incorporan en la cuantificación y minimización de los impactos de centrales hidroeléctricas.

Por otra parte, a la escala nacional, sólo ha habido escasas revisiones independientes de los EIA para grandes proyectos hidroeléctricos (aunque véase, por ejemplo, EULA-UdeC 2007b), y si bien la investigación académica sobre estas temáticas ha tenido algún grado de desarrollo (Parra & Meier 2003, Habit et al. 2006, Goodwin et al. 2006, Habit et al. 2007), en general no se han llevado a la práctica sus resultados. Por ejemplo, en un trabajo conjunto entre las Universidades de Idaho y de Concepción, fruto de una colaboración continua de ambas instituciones en el campo de la ecohidráulica, Goodwin et al. (2006) propusieron un marco general para minimizar los impactos ambientales de proyectos hidroeléctricos en Chile, con especial referencia a la Patagonia, haciendo uso de las lecciones aprendidas en otros países.

A pesar de estos esfuerzos, en lo que respecta a la temática de la sustentabilidad ambiental de la hidroelectricidad, no ha habido casi ninguna transferencia de conocimiento técnico desde la academia hacia el sector privado, que es el encargado en Chile de planificar, construir, y operar las obras de generación de electricidad. Lamentablemente, no ha sido fácil incorporar este conocimiento en la toma de decisiones, por lo que la mayoría de los proyectos siguen causando impactos ambientales a gran escala, a un nivel similar al que tenían hacen 60 ó 70 años en países desarrollados. Son pocos los grupos consultores que tienen la capacidad de imponer criterios de sustentabilidad ambiental a las empresas mandantes. Una excepción, donde el proyecto original fue modificado sustancialmente por el proponente, con el único objetivo de minimizar los impactos ambientales en el sistema fluvial intervenido, puede encontrarse en EULA-UdeC (2007a).

Por todo lo anterior, este informe tiene una segunda motivación, bastante más amplia que la revisión de la Línea Base del EIA del Proyecto HidroAysén. Este segundo objetivo corresponde a una contribución desde la academia para informar el debate, a nivel nacional, en torno a la sustentabilidad ambiental de la hidroelectricidad. Así, se presenta todos aquellos aspectos que se consideran fundamentales para comprender, predecir, minimizar, y mitigar los impactos ambientales de proyectos hidroeléctricos en Chile. Algunas de estas propuestas son más generales, apuntando al marco legal-institucional que rodea el proceso de evaluación de impacto ambiental de grandes proyectos en ríos. Otras son más específicas, y guardan relación con las temáticas que deberían abordarse en los estudios de línea base y en los EIA para proyectos de este tipo.

Tras un capítulo introductorio, en el cual se detalla los alcances, motivación, objetivos, metodología, y contexto local del trabajo realizado, así como los investigadores encargados de cada una de las temáticas y subtemáticas abordadas en el informe, se presenta el marco conceptual utilizado por el grupo de trabajo. Aquí se detalla algunos aspectos centrales relativos al funcionamiento de ecosistemas fluviales, a cómo deben abordarse en estudios de línea base, y a cuáles son las temáticas fundamentales a considerar si se desea realmente minimizar los impactos ambientales de proyectos de hidroelectricidad. A continuación, se efectúa una serie de sugerencias acerca de la institucionalidad ambiental chilena, en lo que respecta a los grandes proyectos de desarrollo hidroeléctrico. Luego, se revisa la Línea Base de la EIA de HidroAysén, en cuanto a los aspectos que guardan relación con los recursos hídricos. Esto se lleva a cabo

en tres niveles jerárquicos: Primero, se efectúa observaciones transversales al trabajo, luego, observaciones generales por cada temática tratada en la Línea Base, y finalmente, observaciones detalladas (que van en anexos). El informe se completa con observaciones preliminares al Capítulo de Descripción del Proyecto, y con una revisión preliminar de los impactos ambientales sobre los peces nativos.

### Metodología

En este informe, se revisan todos aquellos aspectos de la Línea Base presentada en el EIA para el Proyecto Hidroaysén, y que fueron ingresados al SEIA, que guardan relación con el medio hídrico. Se utiliza un enfoque netamente interdisciplinario, basado en los marcos generales propuestos por Petts (1984) y WCD (2000), y en particular por Goodwin et al. (2006) para el caso del Sur de Chile, y considerando los principios de “buenas prácticas”, tal como recomiendan el Banco Mundial y otras organizaciones internacionales (por ejemplo, IUCN-World Bank 1997, WCD 2000).

Tal como se solicitó en las Bases, los estudios consideran la revisión, análisis, síntesis, y crítica fundamentada de la información entregada en la Línea Base del Proyecto Hidroaysén. Además, y si bien esto no se solicitaba en las Bases, se entrega un marco conceptual general para el análisis ambiental de grandes proyectos hidroeléctricos, así como los siguientes análisis, con un enfoque muy preliminar: observaciones a la Descripción del Proyecto, sugerencias respecto del SEIA para el caso de grandes proyectos de hidroelectricidad, y observaciones acerca de los potenciales impactos del proyecto. Estos análisis se entregan como una contribución académica para lograr mejores proyectos desde el punto de vista ambiental, y no corresponden en ningún caso a un apoyo o a una posición contraria, explícita o implícitamente, al desarrollo de proyectos hidroeléctricos de gran envergadura en Aysén.

En esta revisión de la LB de HidroAysén, se analizó la información siguiendo líneas disciplinarias, pero la síntesis se efectuó en talleres internos, con asistencia de todo el equipo de trabajo, de modo de obtener resultados dentro de un marco integrado de análisis y síntesis. Las personas que conformaron el grupo de trabajo tienen especialización en todas las áreas relativas a la propuesta, y en muchos casos han desarrollado ellas mismas investigaciones académicas de carácter netamente inter-, sino transdisciplinario. Todos los integrantes han participado también en actividades más prácticas, relacionadas con la elaboración y/o revisión de estudios de base, de líneas base, y de EIA para proyectos hidroeléctricos de gran envergadura, en el centro y sur de Chile. Además, varios de los integrantes del grupo han interactuado en forma interdisciplinaria en el Centro EULA-Chile y en la Universidad de Concepción desde a lo menos mediados o incluso inicios de los años 1990. A nuestro entender, con la experiencia de este grupo de trabajo, y con el enfoque propuesto de análisis por disciplinas, pero con una síntesis interdisciplinaria, se ha logrado generar resultados que son relevantes en términos prácticos, para comprender la información, analizarla, sintetizarla, y explicarla a los tomadores de decisiones. Esto debiera resultar en mejores decisiones con el fin de evitar, minimizar, o mitigar los impactos ambientales de los proyectos en cuestión.



Siguiendo el orden del esquema jerárquico de impactos ambientales de proyectos hidroeléctricos propuesto por Petts (1984), las temáticas y subtemáticas que se analizaron fueron las siguientes. En cada caso, se menciona él (la) o los investigadores a cargo de cada disciplina y subtemática:

1. Hidrología (A. Dussaillant)

Datos hidrometeorológicos (A. Dussaillant, A. Stehr)

Metodologías de análisis de datos (A. Dussaillant, C. Meier)

Glaciología (A. Dussaillant)

Hidrogeología (A. Dussaillant)

2. Sedimentos y fenómenos de transporte (O. Link)

Caracterización (granulométrica, mineral, etc) (O. Link, A. Dussaillant, C. Meier)

Capacidad de transporte (O. Link, A. Dussaillant)

Flujos de sedimento (O. Link)

3. Geomorfología fluvial (C. Meier)

Clasificación de tramos (A. Dussaillant, C. Meier)

Clasificación genética de planicies de inundación (C. Meier)

Caracterización de geoformas y procesos fluviales (C. Meier, A. Dussaillant)

4. Ecología fluvial (C. Valdovinos)

Estructura física del hábitat (C. Valdovinos, C. Meier)

Flujos de energía (C. Valdovinos, E. Habit)

Calidad de aguas en ríos (O. Parra, C. Valdovinos)

5. Limnología: Procesos físicos, químicos, y biológicos en lagos (O. Parra)

Hidrodinámica (circulación y estratificación) (O. Link, C. Meier, A. Dussaillant)

Calidad de aguas en lagos (O. Parra, C. Valdovinos)

Fitoplancton (O. Parra)

Zooplancton (C. Valdovinos)

6. Componentes bióticos en ríos (E. Habit)

Fitobentos (O. Parra)

Macroinvertebrados bénticos (C. Valdovinos)

Peces (E. Habit)

Para cada una de las áreas y sub-áreas disciplinarias identificadas arriba, se efectuó:

- i. Una validación cruzada de los resultados analizados, a la luz de la literatura disponible y el conocimiento de la zona que tiene cada miembro del equipo de trabajo.
- ii. Un análisis crítico de la disponibilidad y vacíos de información, con recomendaciones acerca de las necesidades de datos para cada tipo de análisis y modelación posterior
- iii. Un análisis crítico de los diseños de muestreo, enfocado primordialmente a la idoneidad de las escalas espaciales y temporales de muestreo, y su concordancia con las metodologías de simulación, modelación y/o análisis utilizadas a continuación.
- iv. Un análisis crítico de las metodologías de análisis de datos y de las modelaciones y simulaciones llevadas a cabo.
- v. Una síntesis de la información disponible, en cuanto a su calidad, suficiencia y relevancia, así como de las metodologías utilizadas, los resultados obtenidos, y las conclusiones.
- vi. Recomendaciones acerca de cada uno de los cinco aspectos anteriores, que permitieran asegurar que: (a) se cuente con suficientes datos de calidad adecuada, (b) que las escalas espaciales y temporales de muestreo fuesen las adecuadas y estuviesen acorde con las metodologías de simulación, modelación, y/o análisis, (c) que tales metodologías fuesen idóneas para los objetivos que debe tener una línea base ambiental, (d) que los resultados obtenidos y las conclusiones fuesen los adecuados para estudios de este tipo.
- vii. Como una contribución por sobre lo exigido en las Bases del presente concurso, se efectuó también un análisis crítico preliminar de la descripción del proyecto HidroAysén, así como del análisis de impactos contenido en el EIA para estas seis centrales hidroeléctricas.

### El contexto local

La Región de Aysén tiene varias peculiaridades con respecto al resto del territorio nacional. Parte importante de su superficie de 110.000 km<sup>2</sup> está dentro del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, y tiene una alta integridad ecológica (carácter prístino) y un espectacular paisaje. La Región tiene sólo 92.000 habitantes, de los cuales cerca de dos tercios habitan en ciudades y poblados, resultando en una densidad muy baja en los sectores rurales. El clima muestra gradientes espaciales muy altos, pudiendo pasar las precipitaciones anuales desde varios metros en los Campos de Hielo a sólo 300 mm o menos, en zonas estepáricas ubicadas a distancias menores de 60 km. Lo anterior genera un mosaico biogeográfico que en parte importante explica la biodiversidad del área, y que se expresa en una gran variabilidad en cortas distancias, produciendo una alta heterogeneidad paisajística.

La Región de Aysén cuenta con una Estrategia de Desarrollo Regional, elaborada con participación ciudadana, que indica que los caminos al desarrollo preferidos por sus habitantes son el turismo de calidad y el uso extensivo de recursos naturales. No obstante el hecho que hoy en día esta estrategia se esté revisando, lo anterior plantea interrogantes

acerca de la compatibilidad de tales actividades con la generación y transmisión de electricidad a gran escala.

El medio hídrico de interés para el presente estudio, relacionado con los cuerpos de agua dulce de las cuencas de los ríos Baker y Pascua, está condicionado por su ubicación en Patagonia, teniendo su relación con la geología, el clima, y la presencia de grandes lagos y áreas glaciadas una relevancia fundamental para cualquier análisis. En particular, se debe considerar la particularidad de muchos cauces tributarios del Baker, en cuanto a que sus vertientes orientales son del tipo estepa/pampa (seco), mientras las subcuencas occidentales son en general de carácter glacial/marítimo (húmedo), con un gradiente genérico de precipitaciones creciente hacia el oeste.

La glaciología es una consideración muy importante por la presencia de los Campos de Hielo Norte y Sur, una de las mayores reservas de agua dulce del planeta, y su impacto en la hidrología regional. Así, los regímenes de los ríos pueden ser pluviales, nivales, glaciales, o cualquier combinación de los anteriores. Si bien en muchos casos los ríos nacen de lagos en cabeceras, los que amortizan las crecidas y actúan como sedimentadores naturales, en los tramos de aguas abajo existen pendientes y caudales importantes (alta capacidad de transporte), unidos a una alta disponibilidad de sedimentos a transportar (sobre todo en los ambientes recientemente glaciados).

Todo lo anterior permite concluir que estos ríos y lagos constituyen sistemas ecológicos muy particulares en el mundo, por lo que su caracterización no sólo debe responder a un requisito metodológico para llevar a cabo una buena evaluación ambiental para un proyecto de desarrollo en particular, sino que también constituye una responsabilidad científica relevante, por tratarse de sistemas únicos en el mundo, que deben ser descritos con las mejores herramientas que la ciencia disponga. En el mundo globalizado de hoy, proyectos de esta envergadura tendrán atención a nivel planetario, poniendo a prueba no sólo a la ciencia nacional, sino que también a nuestra imagen país, ya que la singularidad de los ecosistemas de la Patagonia genera la preocupación de toda la comunidad internacional.

Aysén, y la Patagonia en general, es una región de fenómenos extremos, como el reciente tsunami de 2007 en el Fjordo Aysén, ligados a su tectónica, volcanismo (e.g., el Volcán Hudson, y más recientemente el Chaitén), y clima. La información científica disponible indica que esta región podría ser vulnerable al cambio climático, el que se puede expresar como: (i) cambios graduales (aparentes cambios en las tendencias de temperatura y deshielos relacionados); (ii) cambios sorpresivos; y (iii) episodios catastróficos (por ejemplo, crecida de Abril de 2008 en el río Baker, causada por un vaciamiento repentino del lago glacial Cachet 2). Todos estos cambios tendrán efectos sobre el medio hídrico y los ecosistemas acuáticos, los que sin lugar a duda interactuarán con los impactos ambientales de los potenciales desarrollos hidroeléctricos, e incluso tal vez con su viabilidad y rentabilidad.

Además esta región, al igual que gran parte de nuestro país, considerando su enorme variabilidad natural, posee muy pocas estaciones hidrometeorológicas y de medición de

caudales (teniendo todas longitudes de registro de 45 años o menos). Hay una carencia de estaciones en la vertiente occidental, ligada a zonas montañosas, glaciares y a los Campos de Hielo Norte y Sur, así como un fuerte sesgo hacia tener estaciones sólo a alturas bajas por sobre el nivel del mar. Todo lo anterior complica la aplicación, y el poder de predicción, de herramientas de modelación espacialmente distribuidas, basadas en Sistemas de Información Geográfica.

En cuanto a los componentes bióticos de los ecosistemas acuáticos, esta región posee una fauna distintiva, con un alto grado de endemismo, la cual no ha sido estudiada suficientemente.

Otra particularidad que presentan las dos cuencas que se propone intervenir con el desarrollo del proyecto Hydroaysén es su carácter binacional. La cuenca del río Baker tiene 21.900 km<sup>2</sup> en Chile, y 5800 km<sup>2</sup> en Argentina. Es la segunda más grande del país, y está ligada de forma importante a los Campos de Hielo Norte. La componente hidrográfica más prominente de la cuenca es el Lago General Carrera (Buenos Aires en Argentina), de 1880 km<sup>2</sup>, el segundo más grande de Sudamérica en área superficial, luego del Titicaca, aunque sea mucho más profundo.

Por su parte, el Río Pascua, de unos 60 km de longitud, nace en el lago O'Higgins (San Martín en el lado argentino), el segundo más grande de Chile, teniendo una cuenca de aproximadamente 14.500 km<sup>2</sup>, la mitad de la cual se ubica en Chile. Asociado a glaciares del Campo de Hielo Sur, este río tiene una fuerte pendiente, y su cuenca ha sufrido un impacto antrópico muy menor, con condiciones casi totalmente prístinas. De hecho, es tan poca la actividad humana que también, lamentablemente, escasean datos y estudios anteriores, poniendo así mayor énfasis en la necesidad de que la LB y el EIA para estos proyectos hidroeléctricos sean lo más completos y rigurosos que sea posible.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

Nuestra premisa es que es necesario comprender a cabalidad la estructura y el funcionamiento de un ecosistema fluvial, antes de poder predecir cuáles serán los impactos ecológicos causados por un proyecto hidroeléctrico en particular. El objetivo básico que debe tener toda Línea Base de un EIA para una obra hidráulica es justamente éste: Describir en profundidad, cuantitativamente, los ambientes acuáticos y ribereños que se verán afectados, incluyendo también los efectos en el ambiente marino costero, tanto en cuanto a sus componentes (la estructura físico-química o abiótica del sistema: hidrología, morfología, calidad del agua, y también su estructura biológica: flora y fauna presente), como en lo que respecta a los procesos o funciones fundamentales que le permiten a los organismos desarrollar sus historias de vida en tales ambientes (dinámica de las geoformas, procesos hidrogeomorfológicos y vegetacionales que crean los hábitats acuáticos y ribereños, flujos y disponibilidad de energía). Recién disponiendo de esta información de base es que se puede entonces:

- i. Predecir adecuadamente los potenciales impactos sobre los componentes y los procesos del ecosistema fluvial, que ocurrirían al construirse y operarse el proyecto
- ii. Comparar las condiciones ambientales antes del proyecto, obtenidas de la LB, con aquellas con el proyecto en operación, medidas en el marco de un programa de seguimiento y monitoreo, con la capacidad de detectar diferencias con una cierta significancia, y de adscribirlas al proyecto en cuestión.

En este capítulo, se presenta los conceptos y lenguaje fundamentales de la ciencia fluvial, particularmente de la ecología de ríos, para una audiencia sin formación científica en estas temáticas. Se describe primero la estructura y funcionamiento de un ecosistema fluvial en estado natural, poniendo énfasis en las relaciones entre la hidráulica, la hidrología, la geomorfología fluvial y la ecología de ríos. Se detalla luego algunos de los impactos ambientales más comunes causados por proyectos de hidroelectricidad. Jeffries y Mills (1995) y Meier (1998a, en prensa) presentan introducciones básicas a la ecología fluvial, mientras que los textos de Allan (1995), Moss (1998), y Hauer y Lamberti (2007) cubren el tema en forma exhaustiva. Petts y Amoros (1996) proveen una visión moderna e integrativa de la ecología de sistemas fluviales, destacando el rol de las conexiones con la planicie de inundación. Ya se mencionó en la Motivación las principales referencias para impacto ambiental de represas.

Meier (1998b) presenta los distintos objetivos para la gestión ambiental de ríos. Si se trata de preservar la integridad ecológica de los sistemas que se verán afectados, como debiera ser el caso para los ríos Baker y Pascua, cuyas cuencas y cauces aún están en un muy buen estado de conservación, entonces interesará minimizar los cambios en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas afectados. En otros ríos, lagos y estuarios con un historial de uso y gestión, en los cuales las condiciones ecológicas originales han sido notablemente alteradas, el objetivo de gestión ambiental será menos exigente, y

consistirá en la mantención o la recuperación de la salud ecológica. En tal caso, igualmente deberá predecirse los impactos lo mejor posible, pero con miras a permitir que el ecosistema acuático siga proveyendo servicios ecosistémicos a la sociedad, sin degradar los demás usos del agua y del cuerpo de agua.

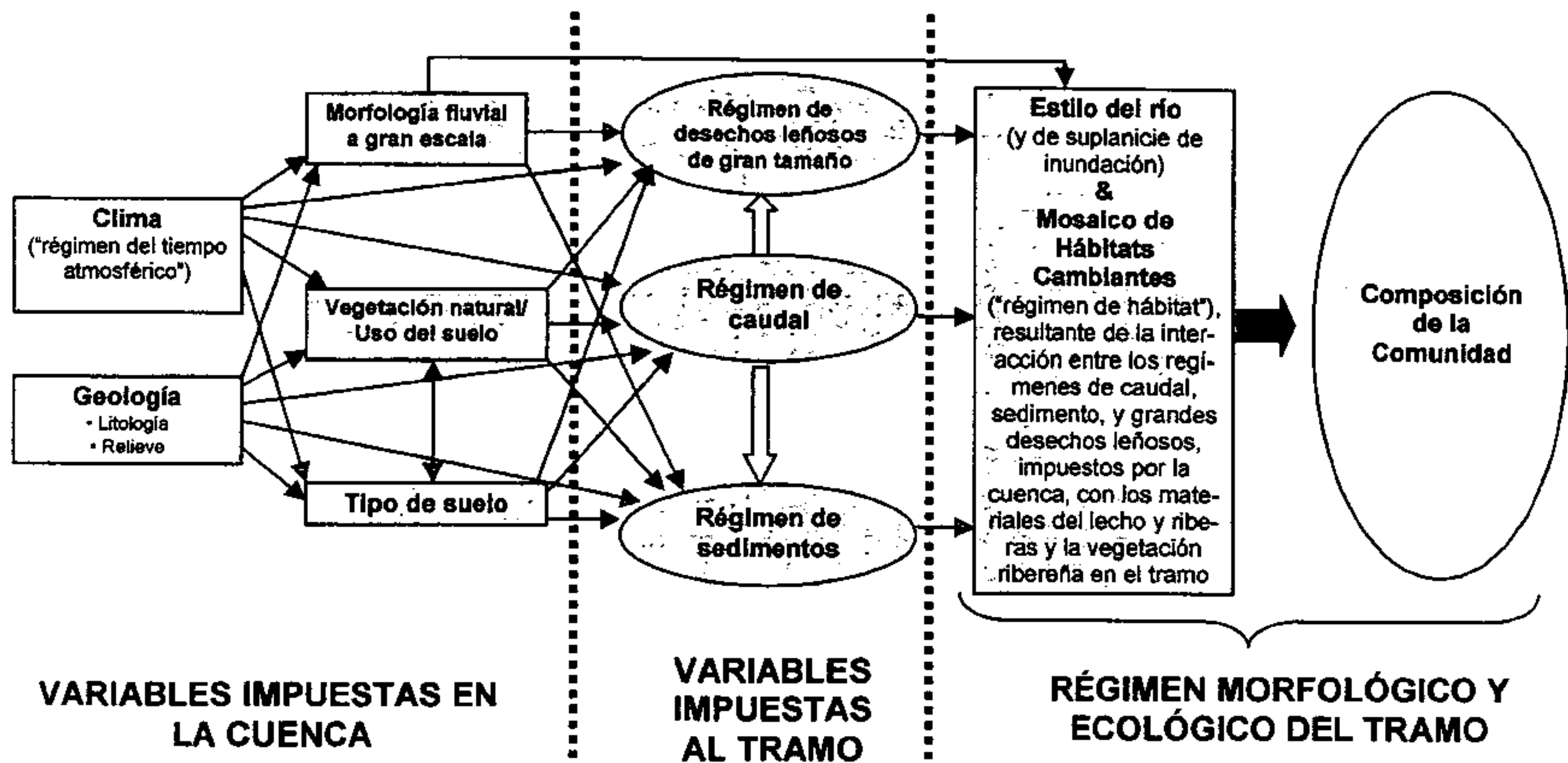
### ¿Cómo funciona un ecosistema fluvial?

Un ecosistema fluvial está compuesto por una gran variedad de organismos acuáticos y ribereños, de diversas especies, que viven en los rangos de hábitats y de condiciones físico-químicas que pueda presentar el ambiente. Además de incluir el cauce mojado del río, considera también su lecho, zonas ribereñas, y todas las demás estructuras formadas por la acción del curso de agua (islas, brazos, barras o depósitos sedimentarios, lagunas, humedales, etc.), que se ubican en la planicie de inundación.

Estos organismos necesitan fuentes de energía, esto es, comida que les permita mantenerse con vida, crecer, y reproducirse. También requieren de un lugar particular donde vivir dentro del ambiente físico disponible, un hábitat. Las condiciones ambientales (la calidad del agua en el caso de organismos acuáticos) deben ser las adecuadas para los distintos estadios vitales. Los organismos de la comunidad, todos los seres vivos que ocupan un tramo de río, interactúan entre sí, conformando una trama de relaciones que genéricamente se conocen como interacciones bióticas. Ejemplos de éstas son las relaciones entre los predadores y sus presas, o bien la competencia entre individuos por recursos escasos, como la comida, el territorio, o una pareja para cruzarse.

### Estructura física del entorno fluvial

Un ambiente fluvial surge como resultado de una serie de procesos físicos, químicos, y biológicos que ocurren en una cuenca de drenaje, a distintas escalas temporales (Figura 1). Factores climáticos, en particular los regímenes de precipitación y de temperatura, actúan sobre la geología de la cuenca, determinando la morfología del relieve, el carácter del suelo, y la cobertura vegetal, de haberla (Morisawa 1985, Beechie y Bolton 1999). A su vez, todos los factores recién mencionados, mediados por la presencia humana a través del uso del suelo, controlan conjuntamente el régimen de caudales, el patrón de descarga y el calibre de los sedimentos inorgánicos (limos, arenas, gravas, etc.) y orgánicos (materia orgánica particulada), el transporte de grandes desechos leñosos, y los flujos de solutos en el río. La presencia o ausencia de vegetación ribereña influye de manera determinante en la carga de detritos orgánicos (hojas, ramas, pedazos de madera, etc.), comúnmente conocida como materia orgánica particulada (POM en sus iniciales en inglés), así como en el régimen de temperatura de las aguas.



**Figura 1.** Interacciones entre las variables biofísicas impuestas a la escala de la cuenca, las que determinan los regímenes de caudal, sedimento, y desechos leñosos impuestos al tramo, controlando a su vez los regímenes de creación de geformas y hábitats fluviales (el estilo o patrón del cauce y su planicie, y el mosaico de hábitats cambiantes, respectivamente). Éstos, en conjunto con la calidad del agua, determinan el régimen ecológico del corredor fluvial (expandido de Morisawa 1985 y Beechie y Bolton 1999).

En ríos y esteros aluviales, es decir, excavados en materiales depositados con anterioridad por la misma corriente del curso de agua, se tiene que la morfología del cauce queda determinada por los patrones de caudal, descarga de sedimentos, y grandes desechos leñosos. En cualquier tramo, la hidráulica del escurrimiento y la descarga sólida interactúan con los materiales del lecho y de las riberas, así como con la vegetación ribereña. Como resultado, se alcanza una condición estable, conocida como cuasi-equilibrio o equilibrio dinámico, en la que la morfología del tramo (su ancho, profundidad, pendiente, tipo de cauce, etc.) queda dada por un balance entre procesos de erosión y de depositación (Morisawa 1985). Debido a lo anterior, un cauce aluvial cambiará de forma si se altera la variabilidad de los caudales, por ejemplo, regulándolos con una represa o disminuyéndolos debido a extracciones, o si se cambia el patrón de descarga sólida (Leopold 1997).

En sistemas fluviales inalterados, estos procesos hidrogeomorfológicos de erosión y sedimentación, interactuando con la vegetación ribereña, crean un ambiente complejo, que es sumamente heterogéneo en el espacio, además de ser cambiante en el tiempo. Así se forman, y luego se destruyen, hábitats de meandros, rápidos, pozones, barras (puntuales o mediales), lagos en meandros abandonados ("en herradura"), bosquetes, islas vegetadas, cauces laterales, playas con vegetación herbácea, socavones bajo las riberas, etc., cada uno con su propia calidad del agua. Este mosaico de parches formados en el cauce y en la planicie de inundación provee una gran diversidad de hábitat para muchas especies, tanto acuáticas como ribereñas, cuyos ciclos de vida han evolucionado

como respuesta a este ambiente tan dinámico y heterogéneo (Stanford et al. 1996). Este es el modelo conceptual actualmente aceptado para explicar el funcionamiento de un ecosistema fluvial, el que se conoce como “el mosaico de hábitats cambiantes” (“the Shifting Habitat Mosaic”, Stanford et al. 2005).

Diferentes especies, así como también los diferentes estadios vitales de una especie dada (por ejemplo, un huevo de peladilla, un alevín, y un adulto de la misma especie) tienen requerimientos ambientales que pueden ser muy distintos. Un ambiente que provea una máxima diversidad de hábitats podrá entonces soportar una gran diversidad biológica, mientras que un ambiente uniforme, que resulte, por ejemplo, de rectificar un cauce y regular sus caudales, sólo será habitado por pocas especies, aunque la calidad del agua sea de las mejores.

Lo anterior implica entonces que cualquier cambio apreciable en el régimen de caudales o en el patrón de descarga de sólidos quedará reflejado en cambios del ambiente físico y su dinámica, lo que a su vez afectará a los procesos que crean y destruyen hábitats fluviales, traduciéndose en alteraciones en la composición de la comunidad biológica. Por ejemplo, alguna especie de pez nativo podría necesitar arbustos bajos, ubicados sobre la planicie de inundación, para desovar y que sus huevos lleguen a buen término. Si ya no hay caudales suficientes como para que las crecidas anieguen la planicie de inundación, o bien si la falta de caudales grandes resultase en un envejecimiento de la vegetación ribereña, con dominancia de árboles, entonces esa especie sería erradicada del sistema. Por cierto, el hábitat no lo es todo: cambios en otras componentes del ambiente abiótico, como son el régimen de temperaturas de las aguas, la disponibilidad de materia orgánica particulada, o cualquier cambio en la calidad del agua, también pueden impactar fuertemente a algunas especies. Para ejemplos de tales cambios aguas abajo de represas, y sus efectos sobre los invertebrados acuáticos, véase Meier (1994).

En ecología, se plantea en general que la estructura de una comunidad, es decir, la distribución y abundancia de los organismos presentes en un lugar dado, queda determinada tanto por el ambiente físico en ese lugar, como por las interacciones bióticas que ocurren entre las diferentes especies. Sin embargo, el consenso actual en ecología fluvial (Stanford et al. 1996, 2005) es que la estructura comunitaria en ríos que sufren crecidas está controlada principalmente por procesos físicos, no bióticos. Esto se explica por el hecho que las crecidas son perturbaciones básicamente impredecibles, cuya ocurrencia “resetea” continuamente a la comunidad, lo que no le permite alcanzar el grado de ordenamiento que tendría, por ejemplo, en una laguna o un lago.

#### La diversidad de organismos

Esteros y ríos contienen una alta variedad de especies vegetales, así como de animales invertebrados y vertebrados. La diversidad de plantas está principalmente en las diatomeas y otras especies de algas unicelulares microscópicas, que crecen formando delgadas capas en torno a cualquier superficie bajo el agua que esté expuesta al sol, tal como las gravas en el lecho del río, o bien los tallos y hojas de plantas acuáticas. Estas películas orgánicas o “biofilms”, que también contienen hongos, bacterias, y protozoos,



son las que causan que las piedras del fondo sean resbaladizas. Los organismos que las conforman se conocen genéricamente como “aufwuchs”, o epilíton. Si se hace referencia sólo a las algas fotosintéticas presentes, se usa el término perifíton o fitobentos. Puede haber cientos de especies de microalgas en el perifíton en un tramo de río (Allan y Flecker 1993). En Chile el conocimiento de las algas dulceacuícolas está bastante desarrollado, tanto a nivel del fitoplancton como del fitobentos o perifíton, incluyendo publicaciones de libros y manuales que facilitan enormemente su identificación (Parra et al. 1982-1983, Parra y Bicudo 1996) para su uso como bioindicadores en los programas de seguimiento ambiental.

Las plantas de mayor tamaño, las macrófitas acuáticas, pueden ser musgos, algas filamentosas, o bien plantas acuáticas emergentes o sumergidas, como el junco o el pinito de agua. Su diversidad tiende a aumentar hacia aguas abajo, al hacerse más comunes los hábitats con aguas lentas o detenidas. Así, un estero de montaña tal vez contenga sólo un par de especies de musgos, mientras que un lento río de planicie puede llegar a tener una veintena de plantas acuáticas distintas.

La diversidad de invertebrados se compone de insectos acuáticos (por ejemplo, las efímeras, pajarotes, y polillas de agua, conocidas por todos los pescadores a mosca), varios tipos de gusanos, crustáceos (tales como las pancoras y camarones de río), y moluscos (como los bivalvos y los caracoles de agua dulce). Gusanos e insectos pequeños suelen conformar la mayoría de los cientos, o incluso miles de especies de invertebrados que pueden encontrarse en un tramo de río. La gran mayoría de estas especies vive entre las gravas que conforman el lecho del río, y se conoce genéricamente con el nombre de bentos, macrozoobentos, o simplemente fauna béntica. Cambios en el régimen de temperatura, aportes excesivos de sedimento fino, otros cambios en la calidad del agua, y fluctuaciones artificiales de los caudales, pueden afectar notoriamente a los invertebrados acuáticos, causando impactos en cascada a lo largo de la cadena trófica (menor densidad de invertebrados implica menor producción de peces).

Otros impactos fuertes sobre las comunidades de invertebrados acuáticos los causan los cambios en la disponibilidad de alimento (energía). Básicamente, existen tres categorías principales de comida para los invertebrados de agua dulce: detrito vegetal (materia orgánica particulada o POM), perifíton, y presas (otros invertebrados o alevines). La mayoría de las especies sólo es capaz de explotar un tipo de recurso alimenticio, por lo que se suele clasificar estos organismos en grupos funcionales, según su forma de alimentarse. Los desmenuzadores comen detritos gruesos (CPOM = “coarse” POM), que son principalmente hojas y ramas importadas desde la vegetación ribereña. Los colectores se alimentan de materia orgánica fina (FPOM), definida arbitrariamente como aquellas partículas orgánicas con tamaño menor a 1 mm, ya sea filtrando la columna de agua (como los bivalvos o las larvas de insectos que construyen redes entre las piedras del fondo) o recogiendo directamente en el lecho, en sectores donde la menor turbulencia permite la depositación del detrito. Los ramoneadores o raspadores pastan el perifíton, mientras que los predadores (como las larvas de libélula o matapijo) son carnívoros que deben cazar sus presas.

El clasificar las especies en grupos funcionales alimenticios es muy útil al intentar predecir los impactos de alguna alteración, puesto que la mayoría de los cambios antropogénicos en ríos alteran la dinámica de los recursos energéticos (alimenticios) de manera relativamente predecible. Por ejemplo, al depositarse los sedimentos más finos tras el muro de una represa, aguas naturalmente turbias pueden aclararse, permitiendo el paso de la radiación solar hasta el fondo. Aumentará así la producción de perifiton, lo que incrementará la fuente de alimento para las especies ramoneadoras, resultando usualmente en una mayor producción de invertebrados, y por ende de peces. Por otra parte, una fracción importante de la materia orgánica particulada sedimentará en la cola del embalse, junto con los sedimentos inorgánicos, resultando en una disminución del alimento para los desmenuzadores.

Los peces constituyen la megafauna carismática de las aguas dulces, y suelen considerarse el grupo más relevante, debido a su valor económico, recreacional, y estético. Se usan como indicadores de la calidad de un ecosistema fluvial, ya que integran diferentes aspectos. La presencia de una cierta especie íctica puede decirnos que la calidad del agua está por sobre un cierto umbral, que existe disponibilidad de un cierto tipo de hábitat, o bien que hay suficientes invertebrados. Todos los peces que pueden encontrarse en aguas dulces chilenas se alimentan mayoritariamente de invertebrados, o bien de otros peces que a su vez comieron macrozoobentos. Por ello, de no haber bentos, no podría haber peces.

Debido a la forma de las retículas hidrográficas, y a la presencia de divisorias de agua, los peces de agua dulce quedan segregados en cuencas, sin posibilidad de migrar. Con el tiempo, evolucionan poblaciones locales con diferencias genéticas, o razas. Incluso, en el caso de especies anádromas (que bajan al mar y luego vuelven al río donde nacieron), un mismo río puede tener distintos "retornos", esto es, poblaciones que suben a desovar en distintos momentos del año, y que no se cruzan entre sí. Por ejemplo, el río Columbia en EE.UU. tenía originalmente tres retornos diferentes de salmón rey o chinook: de primavera, de verano, y de otoño. Además, había un sinnúmero de razas locales, adaptadas a las características de cada tributario. La mayoría de éstas se extinguieron cuando se construyó una serie de enormes represas en el cauce principal del río. Hay evidencia en Chile de que, por ejemplo, los puyes (familia de los Galáxidos) podrían ocurrir dentro de una misma cuenca en razas distintas, con comportamientos migratorios diferentes (Campos 1973, 1974, 1984).

La ocurrencia de variedades locales es parte importante de la biodiversidad, por lo que éstas deben protegerse. Muchas plantas y animales exhiben este mismo tipo de variabilidad genética, de muchas maneras distintas. Por ello, conservar la biodiversidad implica mucho más que sólo salvar a una cierta especie de la extinción. Las sub-especies y poblaciones locales con adaptaciones diferenciadas (razas) deben también considerarse a la hora de hacer planes para la conservación de una especie.

## Las fuentes de energía

Todos los organismos requieren de alimento, materia orgánica que contiene energía química en sus enlaces, la que en última instancia siempre proviene del sol. La energía que le permite vivir a los organismos acuáticos en un cierto tramo de río (exceptuando los vegetales, que producen su propio alimento) puede tener dos orígenes distintos. Parte es producida *in-situ*, es decir, fijada de la energía solar en el cauce, dentro del mismo tramo, por el perifiton y las macrófitas. El resto es materia orgánica que ha sido fotosintetizada en los ecosistemas ribereño y terrestre vecinos al curso de agua, o bien aguas arriba, y que ha sido subsiguientemente importada al tramo, al caer o ser arrastradas ramas, hojas, y otros materiales orgánicos. Para un tramo de río, los productos vegetales fotosintetizados *in-situ* se conocen como materia orgánica autóctona, y la mayor parte de su biomasa la constituye la capa de perifiton que rodea el fondo sumergido. La materia orgánica importada al tramo, ya sea desde aguas arriba o desde el sistema terrestre, se conoce con el nombre de materia orgánica alóctona.

El River Continuum Concept (RCC, Vannote et al. 1980; véase Allan 1995, pp. 276-281, para mayor detalle) es una teoría que intenta explicar los cambios en las fuentes energéticas y en la estructura de la comunidad, a lo largo del eje longitudinal de ríos en zonas templadas. En tales zonas, bajo condiciones naturales, el clima imperante da lugar a la formación de un bioma boscoso. Los tramos iniciales del retículo hidrográfico (digamos, de orden 1 a 3, unos pocos metros de ancho) reciben una cantidad limitada de luz, ya que el dosel arbóreo impide el paso de la radiación solar. Se tiene luego que la producción de materia orgánica en el mismo cauce es menor, en comparación con las cantidades de materia vegetal que son importadas desde el bosque. La comunidad de invertebrados está entonces dominada por desmenuzadores y colectores, que son capaces de aprovechar los flujos de CPOM y FPOM, respectivamente, importados al tramo. En estos esteros, se tiene que la trama trófica se sostiene principalmente sobre la base de la energía aportada por las hojas y ramas que caen al agua, es decir, la materia orgánica que sirve de comida a los organismos acuáticos proviene de los árboles ubicados en el bosque ribereño.

Hacia aguas abajo, los ríos de tamaño intermedio (orden 4 a 6, algunas decenas de metros de ancho) son usualmente poco profundos, de aguas claras, y son lo suficientemente abiertos para que el efecto de sombra de la vegetación ribereña sea reducido, de modo que se vea favorecida la fotosíntesis *in-situ* del perifiton. La importancia de las aportes terrestres de CPOM se hace menor, ya que hay mucha más superficie de fondo por cada metro de ribera, pero ahora se tiene mayores aportes de FPOM desde los tramos de aguas arriba. En consecuencia, debe esperarse que aquí primen especies ramoneadoras (raspadores) y colectoras. Nótese que si un río tiene varios cauces, todos con riberas vegetadas, el aporte de CPOM por metro cuadrado de lecho es mucho mayor que si se tiene un solo cauce (es tantas veces mayor como cauces se tenga). Es por esto que en general los ríos con muchas islas son más productivos; la mayor longitud de las interfases con los sistemas terrestres implica mayor importación de materia orgánica a la forma de detritos vegetales. También debe mencionarse un caso común en Chile: sistemas que están turbios gran parte del año debido a derretimiento de glaciares (los típicos "Río

Blanco” en zonas cordilleranas), los cuales evidentemente no cumplen con el modelo conceptual propuesto en el RCC, sino que funcionan principalmente en base a detrito orgánico importado desde el sistema terrestre.

En su parte baja, los ríos tienden a profundizarse y enturbiarse, lo que impide la fotosíntesis en el fondo, que además pasa a estar constituido por sedimento fino en vez de gravas. La mayoría de la materia orgánica disponible en estos tramos (órdenes mayores que 7, con un ancho de varios cientos de metros) es FPOM que viene a la deriva desde la parte superior del río. Por esto, los invertebrados bénticos están dominados por colectores, que filtran el agua o cogen directamente del fondo los sedimentos orgánicos.

#### Conexiones dentro del sistema fluvial

Se explicó que un ecosistema fluvial cubre mucho más que la parte mojada del cauce. De hecho, tiene fronteras difusas con el sistema terrestre y con las aguas subterráneas (las zonas ribereña e hiporreica, respectivamente), e incluye barras, brazos laterales, lagos de la planicie de inundación, y todas las demás estructuras creadas por procesos fluviales dentro de esta planicie, las que cambian con el tiempo según el modelo conceptual del Mosaico Cambiante de Hábitats (Stanford et al. 2005). Por ello, puede considerarse que un ecosistema fluvial tiene tres dimensiones espaciales: longitudinal, desde aguas arriba hacia aguas abajo; lateral, entre el cauce y la zona ribereña y planicie de inundación; y vertical, entre el cauce y la zona hiporreica, las que varían temporalmente (Stanford et al. 1996). Además, un corredor fluvial tiene una cuarta dimensión: la temporal (Petts y Amoros 1996). Esto se refiere al hecho que los ríos son sistemas que cambian continuamente de forma, al ir los caudales efectuando trabajo geomorfológico, creando así nuevas geoformas para ser colonizadas por la vegetación, a la vez que destruyen otras. Siempre debe considerarse las distintas dimensiones de los ambientes fluviales, al formular diseños muestrales para líneas base de los EIA, de modo de cubrir toda la diversidad de hábitats existentes, en al menos cada una de las distintas estaciones del año. Este aspecto es usualmente uno de los puntos más débiles en estos estudios.

Es esencial mantener la conectividad ecológica en todas las dimensiones espaciales, así como si se desea tener un ecosistema fluvial en buenas condiciones. Por ejemplo, es importante permitirle al río que siga teniendo crecidas para que anegue su planicie de inundación, de modo que pueda mantener una alta diversidad morfológica, de hábitat, y biológica. Si se construye diques, se rompe la conexión lateral, lo que tiende a homogeneizar el sistema. Al erigir represas, o al secar tramos de río para centrales de paso, creamos una discontinuidad que corta la conectividad longitudinal, lo que impide las migraciones de peces y la deriva de insectos, entre otros impactos, segregando a las poblaciones en unidades menores y disminuyendo o eliminando el flujo génico entre estas subpoblaciones. Por cierto, si un embalse para generación hidroeléctrica altera el régimen de crecidas, y éstas ya no ocurren con igual frecuencia o magnitud, se estará alterando la conectividad lateral, ya que los organismos acuáticos no podrán seguir ocupando la planicie de inundación como lo hacían originalmente.

## Conclusión

Los principales procesos ecosistémicos que sustentan a las comunidades fluviales, tanto de organismos acuáticos como ribereños, son la creación (y correspondiente destrucción) de parches de hábitat, así como la ocurrencia de flujos de energía (alimento), los que se insertan dentro de un marco dado por un cierto régimen de caudales, de sedimentos, y de calidad del agua. Para comprender los impactos ambientales de cualquier proyecto hidroeléctrico, es necesario predecir cómo la construcción y operación afectarán a estas dinámicas. En ríos con crecidas, éstas dependen de la interacción entre variables impuestas por la cuenca de drenaje, como el régimen de caudales, el patrón de descarga y tamaño de los sedimentos, y el flujo de grandes desechos leñosos, con variables propias del tramo, como los materiales del lecho y riberas, y la vegetación presente. Por lo anterior, una descripción estática del sistema fluvial, que considere los distintos componentes sin analizar su dinámica e interacción, no sólo no permitirá modelar los impactos, sino que en muchos casos ni siquiera reconocerá su existencia, *a priori*.

### Impactos ambientales de la hidroelectricidad

En la sección anterior, se describió sumariamente la estructura y funcionamiento de un ecosistema fluvial, ejemplificando en cada caso con impactos típicos causados por desarrollos hidroeléctricos. Sobre esta base, es posible identificar los contenidos que debería tener una LB para proyectos hidráulicos en ríos, de modo de poder predecir sus potenciales impactos ambientales, conociendo el diseño y operación propuestos.

Karr (1991) propuso que los cinco factores ambientales generales que explican los impactos ecológicos en ecosistemas de agua dulce, afectando a la biota acuática, son los indicados en la Tabla 1. En cada caso, se menciona las variables más importantes y se entregan ejemplos comunes de impactos que han ocurrido (o se presume que están ocurriendo) en el caso de ríos chilenos.

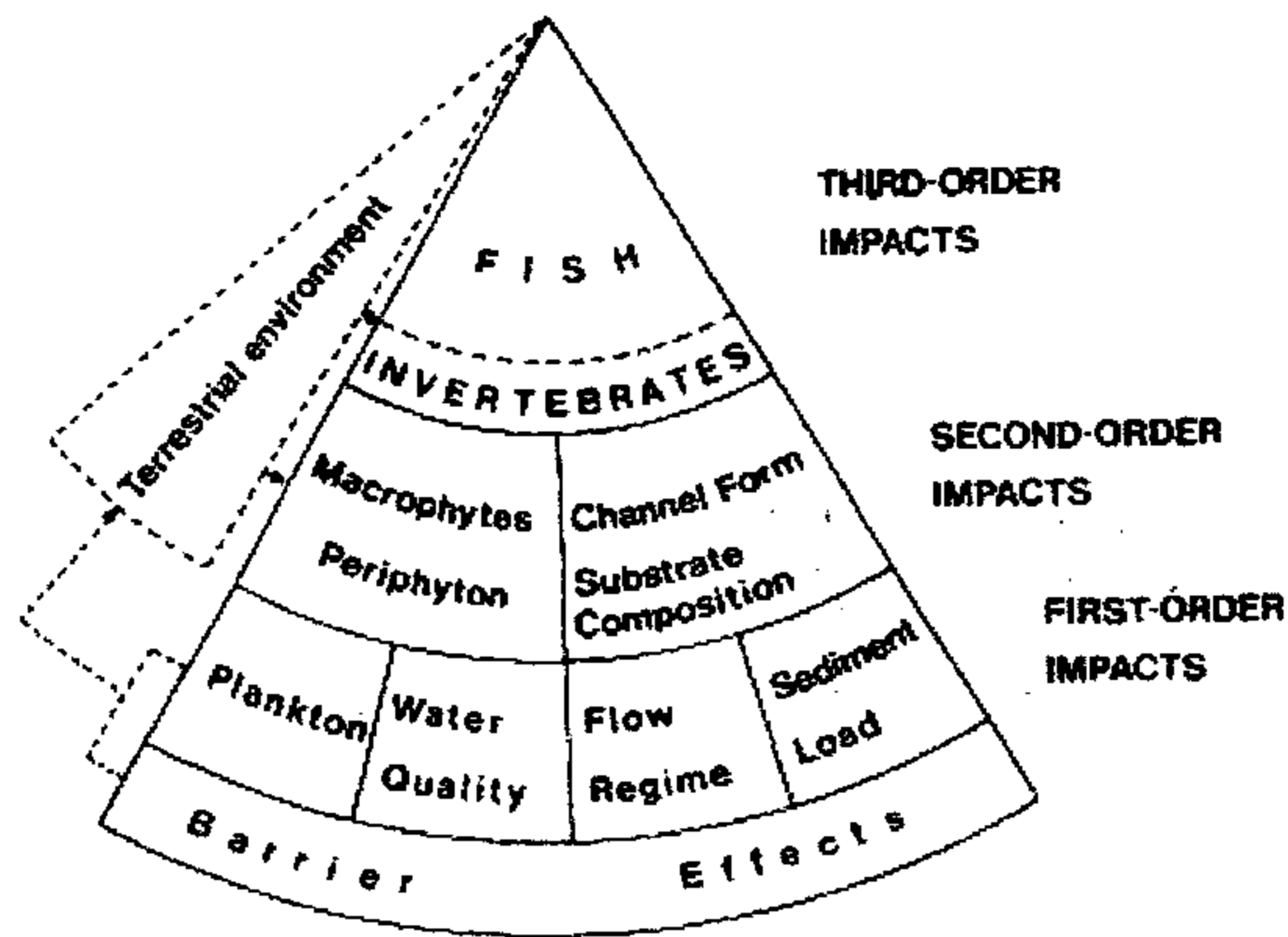
**Tabla 1.** Las cinco clases principales de factores ambientales que afectan a la biota acuática, con algunos ejemplos típicos de impactos causados en ríos por la hidroelectricidad, para el caso chileno (modificado de Karr 1991).

Factores	Ejemplos de impactos comunes
<p><b>1. Fuente de alimento (energía):</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Tipo, cantidad, y tamaño de partícula de la materia orgánica que entra al cauce desde la zona ribereña, versus la producción primaria de materia orgánica en el mismo cauce</li><li>• Exportación de plancton hacia ríos, desde lagos y embalses</li><li>• Patrón estacional de disponibilidad de alimento</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Disminución en la entrada de materia particulada gruesa debido a la sedimentación en un embalse</li><li>• Aumento en la materia orgánica particulada fina, por exportación de fito y zooplancton desde el embalse</li><li>• Incremento de la producción algal por menor turbidez aguas abajo de la presa</li><li>• Menor productividad por episodios de secado del lecho, debido a fluctuaciones</li></ul>

<p><b>2. Calidad del agua:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura</li> <li>• Turbidez</li> <li>• Oxígeno disuelto (OD)</li> <li>• Nutrientes (principalmente N y P)</li> <li>• Productos químicos orgánicos e inorgánicos, naturales o sintéticos</li> <li>• Metales pesados y sustancias tóxicas</li> <li>• pH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución y uniformización de la T° al generar con aguas hipolimnéticas</li> <li>• Disminución de la turbidez</li> <li>• Alteración del ciclo diario del OD</li> <li>• Aumento de nutrientes (N y P solubles)</li> <li>• Aumento de la T° en tramos desviados por centrales de paso</li> <li>• Sobresaturación en N<sub>2</sub> y otros gases atmosféricos, al pie de vertederos</li> </ul>
<p><b>3. Estructura del hábitat:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de substrato</li> <li>• Profundidad de escurrimiento y velocidad de corriente</li> <li>• Hábitats para desove, crianza de juveniles, y refugios</li> <li>• Diversidad de hábitat (rápidos, pozones, desechos leñosos grandes)</li> <li>• Tamaño y forma del cauce</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de los desechos leñosos grandes, retenidos en el embalse</li> <li>• Fluctuaciones bruscas del caudal y del hábitat disponible al generar de punta</li> <li>• Reducción de la heterogeneidad</li> <li>• Disminución de la diversidad de microhábitats de profundidad y velocidad</li> <li>• Colonización del cauce activo por vegetación, por menores crecidas</li> </ul>
<p><b>4. Régimen hidrológico:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caudal</li> <li>• Ocurrencia, estacionalidad, magnitud, frecuencia y duración de las crecidas y períodos de caudales bajos</li> <li>• Tasas de cambio del caudal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración de la dinámica de caudales extremos</li> <li>• Menores caudales de estiaje en un tramo desviado por una central de paso</li> <li>• Incremento en las tasas de aumento del caudal bajo una central de embalse</li> </ul>
<p><b>5. Interacciones bióticas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Competencia</li> <li>• Predación</li> <li>• Enfermedades</li> <li>• Parasitismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteraciones en la productividad 1ª y 2ª</li> <li>• Cambios en la estructura trófica</li> <li>• Cambios en los grupos funcionales tróficos de invertebrados</li> <li>• Mayor frecuencia de especies exóticas</li> </ul>

Lo único que faltaría agregarle a la Tabla 1 son los impactos causados por la pérdida de conectividad. A menor escala, éstos corresponden a una pérdida de hábitat, al quedar los organismos impedidos de acceder a parches con hábitat adecuado. A largo plazo y a escalas biogeográficas, la pérdida de conectividad se traduce en la segregación espacial de las poblaciones, quedando subpoblaciones con tamaño reducido, y aumentando así las probabilidades de extinción.

En 1984, Petts propuso un marco general para el análisis de los impactos ecológicos causados por represas (Figura 2). Este es un enfoque jerárquico, causal, e integrado, que considera las relaciones causa-efecto para agrupar los impactos en distintos órdenes, desde aquellos de orden cero (impactos directamente causados por la presencia física de la barrera que constituye la presa), hasta los de orden tres (efectos sobre la biota del tramo ubicado hacia aguas abajo).



**Figura 2.** Esquema jerárquico de los impactos ecológicos causados por represas (Petts 1984).

Según el esquema causal de Petts, se reconocen efectos de barrera (o de “orden cero”), causados por la presencia física de la presa, la que redundaría en la formación de un embalse donde antes había un ecosistema fluvial. Este último impacto, la pérdida de un tramo de río y su reemplazo por un ecosistema léntico, es inevitable y básicamente irreversible en el caso de centrales de embalse con represa. Si bien muchas veces éste es el impacto más polémico cuando se proponen nuevos proyectos de desarrollo hidroeléctrico, hay una serie de otros efectos ecológicos y ambientales, causados hacia aguas abajo, a lo largo del sistema fluvial, los cuales son en general más severos, impactando una longitud de cauce mayor.

La única forma de minimizar este impacto, la conversión de un valle fluvial en embalse, sería minimizando el tamaño de la presa, o bien llevando a cabo un proyecto de central de pasada, en vez de una de embalse. En ambos casos, esto podría resultar en una potencia instalada bastante menor a la existente en el sitio, y en el caso de una central de paso, de todas formas habrían impactos de otro tipo, al disminuirse notoriamente los caudales de estiaje en el tramo desviado, con los consecuentes cambios en la temperatura, calidad del agua, disponibilidad de hábitat, de alimento, etc.

La presencia de la barrera resulta en cuatro impactos de primer orden, los cuales son:

- La alteración de la carga de sedimento transportada por el río: La retención de la totalidad del sedimento más grueso (el material del lecho) en la cola del embalse, causa efectos morfológicos hacia aguas abajo y arriba, y cambios hidráulicos hacia aguas arriba, al peraltarse las cotas de escurrimiento por causa del sedimento depositado. Una fracción importante del sedimento más fino (la carga de lavado)

puede también quedar retenida en el embalse, lo que disminuye la turbidez del agua, causando una cascada de efectos ecológicos, al aumentar la productividad primaria del perifiton. Finalmente, también queda retenida gran parte de los sedimentos orgánicos (la materia orgánica particulada), lo que también repercute en las tramas tróficas río abajo, al haber menos alimento para los organismos desmenuzadores.

- Los cambios en el régimen hidrológico o de caudales: Estos pueden ser a escalas de tiempo muy variable, desde efectos interanuales, por ejemplo, al almacenar agua en años más lluviosos para liberarla durante períodos de sequía, hasta variabilidad horaria, cuando se junta agua durante las horas de menor consumo de electricidad, para generar luego de punta en las horas de mayor demanda, causando fluctuaciones de caudal de corto plazo. Los cambios en el régimen de caudales dependen básicamente de la capacidad de almacenamiento (o regulación) que tenga el embalse, así como de la decisión que tome la compañía de generación eléctrica respecto de la operación de una central.
- Los cambios en la calidad del agua: Éstos dependen de una serie de variables, que guardan relación con el tiempo de renovación de las aguas del embalse (y por ende su volumen), la circulación e hidrodinámica en el cuerpo de agua, la ocurrencia de estratificación térmica o por turbidez, los suelos y vegetación presentes en el valle que se anegó, la calidad del agua en los tributarios al embalse, el clima, la operación de la central, la profundidad a la cual se ubica la bocatoma, etc.
- Los efectos causados al tener ahora una trama trófica lacustre, con poblaciones de fito y zooplancton, que son exportados hacia el tramo de río aguas abajo al liberar agua del embalse, sea para generación o por vertidos sobre el aliviadero.

Hay otros efectos causados por la presencia física de una presa, que podrían agregarse a esta lista. Por ejemplo, las presas impiden el paso de los grandes desechos leñosos, los cuales son removidos antes de alcanzar el muro. Esto tendrá repercusiones en la geomorfología fluvial hacia aguas abajo, así como sobre la disponibilidad de parches de hábitat asociados a material leñoso. Las presas también impiden el paso de organismos, ya sea en ambos sentidos (invertebrados) o bien sólo hacia aguas arriba (peces, asumiendo que sobreviven parcialmente los que pasan por la turbina o son vertidos durante crecidas por sobre el aliviadero).

En cuanto a los efectos de segundo orden, éstos son aquellos que vienen a continuación de los de primer orden, en una secuencia de causa y efecto. Como ya se discutió ampliamente en el acápite anterior, los cambios en los regímenes de caudales y sedimento, así como la retención de los grandes desechos leñosos, redundarán en alteraciones en la dinámica morfológica del cauce, incluyendo cambios en la composición y calibre del material del lecho, los que a su vez afectarán la creación y disponibilidad de parches de hábitat. Por otra parte, los cambios en la calidad del agua, interactuando con la magnitud del caudal, resultarán en efectos sobre los flujos de



energía, al afectar la producción de materia orgánica dentro del cauce y en la zona ribereña.

Los efectos de tercer orden son todos aquellos causados sobre la biota acuática y ribereña, que resultan de los impactos de menores órdenes. Si recordamos que la biota requiere de una diversidad de microhábitats, generada por procesos hidrogeomorfológicos, de un macrohábitat adecuado, que queda dado por la calidad del agua, y de alimento, que depende de las distintas fuentes de energía, comprendemos cómo una multitud de impactos ecológicos deriva jerárquicamente y en cascada de los efectos de barrera, siguiendo relaciones de causa-efecto.

Generalizando, puede plantearse que los impactos ecológicos causados por grandes presas muestran dos tendencias recurrentes a nivel mundial (Petts 1984, Stanford et al. 1996, Goodwin et al. 2006):

1. La biodiversidad se ve substancialmente reducida: Los cambios en los regímenes de caudal y sedimento afectan la dinámica fluvial encargada de crear un cauce heterogéneo, con una diversidad de parches de hábitat acuático y ribereño. La conectividad longitudinal es interrumpida por la presa, y sus efectos hacia aguas abajo pueden afectar también a la conectividad lateral. La variabilidad estacional natural de los caudales se ve reducida, pero los caudales diarios u horarios pueden fluctuar ampliamente. Se pierde el régimen natural de temperatura debido a la generación con aguas extraídas del hipolimnion del embalse. Las fluctuaciones bruscas de caudal causan una alta mortalidad de organismos, por deriva catastrófica o bien al secar el substrato, y afectan la producción primaria en el lecho. La disminución en la magnitud y duración de las crecidas le permite a la vegetación colonizar el cauce activo, homogenizando así la zona ribereña.
2. Las especies introducidas proliferan a expensas de las nativas: Los patrones alterados de caudal, sedimento, y temperatura muchas veces favorecen a las especies introducidas, por ejemplo los salmónidos, en detrimento de las especies nativas, adaptadas a los regímenes naturales.

Al finalizar este acápite, es importante señalar que algunos de los impactos mencionados son ineludibles, como la conversión de un valle fluvial en un embalse, o bien pueden ser técnica pero económicamente infactibles de mitigar, como la retención casi total del sedimento en el embalse. Sin embargo, muchos impactos de la hidroelectricidad serían completamente evitables si existiera la voluntad política y social, así como económica, de lograr proyectos ambientalmente sustentables. Por ejemplo, puede escogerse esquemas de operación que minimicen las alteraciones en el régimen hidrológico, instalarse obras para permitir el paso de organismos, o construirse bocatomas a múltiples profundidades, para minimizar el cambio en el régimen natural de temperaturas.

### 3. INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL CHILENA Y PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS

#### Dos propuestas generales

Antes de mostrar en detalle las falencias que tiene la institucionalidad ambiental chilena y el actual procedimiento del SEIA, para lograr la sustentabilidad ambiental de grandes centrales hidroeléctricas, se desea hacer dos sugerencias directamente relacionadas, pero de carácter más general. La primera, es que Chile requiere de un marco legal mucho más exigente que el actual para incentivar de verdad la eficiencia energética. Con ello, nuestro país dispondría del tiempo para alcanzar a estudiar mejor sus grandes ríos, antes de que la mayoría de éstos desaparezcan o sufran grandes alteraciones aguas debajo de embalses.

En segundo lugar, se piensa que, tal como existen parques nacionales y otras áreas protegidas, que permiten conservar ecosistemas terrestres a perpetuidad, y que ahora se está comenzando con las áreas marinas protegidas, también debería considerarse la creación de un cuerpo legal para proteger o conservar ríos, lagos, y otros ecosistemas de agua dulce. En muchas partes del mundo, la calidad de ríos y esteros ha sufrido una fuerte degradación debido a cambios antropogénicos causados por la polución, la construcción de represas y otras obras hidráulicas, la deforestación o cambios de cobertura vegetal, la sobre-explotación de organismos acuáticos, las extracciones indiscriminadas de caudales y de áridos, la rectificación de cauces, la introducción de especies exóticas, la ocupación de las planicies de inundación, el mal uso del suelo en laderas, etc. Tales impactos han causado que una gran cantidad de especies de agua dulce estén extintas o en peligro de extinción, en una proporción mucho mayor que en el caso de las terrestres. Además, se ha visto disminuido el valor ecológico, recreacional, estético, y económico de muchos cursos de agua.

Chile no ha sido ajeno a esta tendencia en gran parte de su territorio. Desde Arica hasta Puerto Montt: algunos ríos son verdaderas alcantarillas a tajo abierto, otros son secados cada verano para regar campos, o a diario para generar hidroelectricidad, se rectifican los cauces naturales con bulldozer, convirtiéndolos en meros canales trapezoidales, etc. Por otra parte, por falta de recursos, y por tener amplias zonas con baja densidad de población, Chile posee aún bastantes ríos en estado prístino, o al menos con muy baja intervención humana, de conservación. En los países desarrollados, donde escasean o no existen ríos en estado natural, se lleva a cabo costosos proyectos de restauración (o renaturalización) para recuperar ecosistemas fluviales degradados. Meier (1998a y 1998b) define el concepto de restauración fluvial con una perspectiva ecológica, mientras que el National Research Council (1992) presenta una completa revisión del tema, incluyendo aspectos históricos, culturales y científicos, así como una serie de casos de estudio. Es probable que algunos ríos chilenos requieran ser restaurados, pero tal vez sea más relevante proteger o preservar algunos de los sistemas fluviales que aún muestran buenas condiciones ecológicas. Es sin dudas difícil aprender de la experiencia ajena, pero tanto por razones económicas como ambientales, deberíamos seriamente intentar no repetir en Chile los errores incurridos en otras partes del mundo.

### Hidroelectricidad “a la antigua” vs. el caso chileno

En 1997, el Banco Mundial y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza citaron a un taller de tres días para discutir la sustentabilidad ambiental y social de los grandes proyectos hidroeléctricos (IUCN-World Bank 1997). Los invitados fueron personas y grupos a cargo de financiar y construir tales proyectos, así como algunos de los opositores más tenaces. Si bien en un inicio se pensaba que el resultado sería negativo, el taller excedió todas las expectativas, decidiéndose entonces citar a una Comisión Mundial de Represas, la cual trabajó desde Mayo de 1998 hasta Noviembre de 2000, fecha en la cual entregó su informe final (WCD 2000). Ambos documentos contienen una multitud de material muy relevante para mejorar la sustentabilidad ambiental de la hidroelectricidad en Chile.

En los proceedings del taller, Oud y Muir (1997), ingenieros a cargo de diseñar grandes represas para Lahmeyer International GmbH, una firma alemana de ingeniería, describen, entre otros aspectos, lo que ellos denominan el “enfoque de planificación a la antigua” para el desarrollo de grandes proyectos hidroeléctricos, y lo contrastan con el “nuevo procedimiento de planificación”. La planificación “a la antigua” implica un proceso lineal, en el cual se identifica primero un sitio potencial para la presa, por parte de un equipo de ingenieros y economistas. Luego, se analizan diversas alternativas para decidir la ubicación exacta y el tamaño del muro, mediante un proceso de optimización técnica-económica. A continuación se hace un diseño ingenieril a la escala de prefactibilidad, y luego factibilidad, en el que se comparan los costos y beneficios. El diseño a nivel de factibilidad es entonces traspasado a un equipo ambiental independiente, el cual efectúa un EIA del proyecto, tendiente a minimizar los impactos ambientales predichos para aquel diseño que es técnica y económicamente “mejor”.

Es interesante notar que éste es exactamente el procedimiento general que se sigue en Chile para decidir la ubicación y diseño de los grandes proyectos hidroeléctricos: Los ingenieros y economistas de las grandes compañías generadores eligen los “mejores” sitios, diseñan las centrales, y deciden su operación considerando solamente la factibilidad técnica y el beneficio privado. Cuando un proyecto alcanza el nivel de factibilidad, se contrata una consultora ambiental, la cual se encarga de elaborar el EIA, proponiendo distintas medidas de mitigación. Este sistema anticuado, que sólo garantiza la generación de energía al menor precio (un concepto muy distinto al de “menor costo”, ya que hay una serie de externalidades sociales y ambientales que no se internalizan), no considera los aspectos ambientales y sociales en la toma de decisiones, ya que estos análisis son todos posteriores a la definición del proyecto. Podría decirse que este sistema plantea una mitigación “post-hoc” o *a posteriori* de los impactos, ya que todas las decisiones importantes acerca del proyecto (ubicación y tamaño de la presa, diseño ingenieril, y operación) ya han sido tomadas con anterioridad, y además el SEIA ni siquiera considera posibles alternativas y se orienta a suavizar los impactos.

Por cierto, podría plantearse que este mismo esquema de planificación “a la antigua” era el que se utilizaba en los países hoy desarrollados hacen sólo algunas décadas. Sin

embargo, la institucionalidad chilena tiene varias peculiaridades que dificultan esta comparación, y en cierta forma no permiten que se alcance la sustentabilidad ambiental de este tipo de proyectos:

- i. Chile tiene el Código de Aguas más liberal del mundo, que privatizó los derechos de agua, promovió el libre mercado, y redujo notoriamente las capacidades de regulación por parte del Estado, lo que dificulta la gestión integrada de los recursos hídricos (Bauer 2003).
- ii. En Chile, las licencias para operar centrales hidroeléctricas son indefinidas. En los EE.UU., por ejemplo, la Comisión Federal Regulatoria de Energía (Federal Energy Regulatory Commission, FERC) entrega licencias para explotar sitios hidroeléctricos, por duraciones que van desde 30 hasta 50 años. El espíritu de la legislación estadounidense apunta al hecho que tanto los valores de la sociedad como el conocimiento cambian en el tiempo. En la década de los 90 en EE.UU., muchas centrales hidroeléctricas construidas en los años 40 y 50 tuvieron que someterse al proceso de relicenciamiento, instancia en que se aprovechó de hacer una serie de exigencias de carácter ambiental (como la liberación de caudales ambientales más adecuados, o bien la reconstitución del régimen natural de temperatura), así como también medidas de seguridad, por ejemplo, incrementar la capacidad de los aliviaderos de crecidas.
- iii. En la institucionalidad chilena, son las mismas compañías generadoras, interesadas en desarrollar proyectos hidroeléctricos, y no el Estado, las que determinan los términos de referencia de los estudios de base, de las LB, de los EIA, y de los planes de monitoreo y seguimiento, y luego contratan a las consultoras ambientales que más les parezcan para llevarlos a cabo. Este sistema es el que permite que ocurran situaciones como las que se describieron en la Motivación del Capítulo 1, en que temáticas enteras, de fundamental importancia ecológica, quedan excluidas de los estudios de base; y todo el proceso de evaluación ambiental de grandes proyectos hidráulicos termina ignorando a gran parte del área real de influencia, así como a la mayoría de los impactos ecológicos relevantes. Con este marco regulatorio y referencial tan débil, con un tremendo nivel de "laissez-faire" por parte del Estado, es muy difícil lograr proyectos que sean ambientalmente sustentables. La carencia de un marco de referencia o de exigencias claras para los estudios, genera demora en los propios proyectos de construcción de centrales, las que serán cada vez mayores al ir creciendo la conciencia de la población acerca de los efectos que tienen estos proyectos en los sistemas naturales. La sociedad obtiene una diversidad de servicios ecosistémicos de nuestros ríos, lagos, estuarios, y zonas marinas costeras, y la población, al igual como sucedió en el mundo desarrollado, cada día valorará más tales servicios, en desmedro del abuso de estos ecosistemas para generar de energía.
- iv. Como se mencionó anteriormente, el sistema de evaluación ambiental instaurado en 1994 en Chile, a diferencia de todos los esquemas usados desde la década del 70 en Norteamérica y Europa, no considera el análisis de alternativas, limitándose

sólo a evaluar un diseño único, propuesto por la empresa titular. De este modo, se tiende a ver todo en un marco que es demasiado “blanco y negro”, sin tener la posibilidad de evaluar los impactos graduales de distintas alternativas. Un ejemplo muy claro de lo anterior lo constituye la Central Hidroeléctrica Río Cuervo, ubicada cerca de Puerto Aysén, que ingresó al SEIA el año 2007 (EULA-UdeC 2007b). Desde los puntos de vista técnico, económico, y ambiental, la ubicación y disposición del sitio es ideal: un tramo de 15 km de río, con caudales relativamente constantes durante el año, que pierde casi 500 m de desnivel desde su nacimiento en un lago hasta su desembocadura en el mar. Una central de paso, que capturase parte importante del caudal justo aguas abajo del lago y lo devolviese directamente al mar, no afectaría ningún sistema fluvial hacia abajo, ni lacustre hacia arriba, obteniéndose grandes beneficios por un costo ambiental muy menor: alterar los caudales de estiaje en un tramo de 15 km de río. Sin embargo, lo descrito no fue la alternativa escogida por la empresa titular: se propuso aumentar el desnivel, construyendo un muro de 45 m de altura en el desagüe del lago. Éste inundaría dos grandes lagos y una serie de lagunas menores, todos cuerpos de agua prístinos, además de unos 60 km<sup>2</sup> de bosque nativo intocado, formando un embalse de 132 km<sup>2</sup>, el cual se operaría con fluctuaciones de cota de 45 metros, y el caudal del río se disminuiría desde un promedio anual de 101 m<sup>3</sup>/s a un valor “ecológico” de 1 m<sup>3</sup>/s. Este EIA fue rechazado invocando el Artículo 24 de la Ley 19.300; si hubieran habido varias alternativas para el proyecto, podría pensarse que algunas más parecidas a lo planteado inicialmente habrían resultado favorecidas, al lograr casi los mismos beneficios, pero con costos ambientales muy menores.

- v. Además, el sistema chileno no considera de forma alguna la ocurrencia de impactos acumulativos en un sistema fluvial y en su cuenca hidrográfica, que es por cierto lo que ocurre en el mundo real. Cuando se evaluó el EIA para la Central Pangué (EULA-UdeC 1992), se mencionó la necesidad imperativa de considerar los demás cinco proyectos que la compañía estaba planeando desarrollar en el cauce principal del río Biobío, y que habían sido ampliamente presentados en diversos foros y publicaciones académicas. Ello era necesario, ya que se consideraba que si el diseño ingenieril de Pangué causaba fuertes impactos ambientales, era justamente porque tal diseño consideraba la posterior construcción de la Central Ralco hacia aguas arriba, que le proveería mayor capacidad de regulación. La respuesta fue simplemente que “el proyecto Pangué se sustenta por sí solo”. Por otra parte, en el caso del EIA de HidroAysén, se presentan seis centrales hidroeléctricas en conjunto, pero sin considerar las posibles sinergias. En otras palabras, tampoco es una evaluación acumulativa, aunque lo parezca.
- vi. Si bien no se menciona explícitamente, la práctica ha demostrado que el sistema chileno permite la segmentación de proyectos, algo que es totalmente inaceptable e ilegal en los países desarrollados. Por ejemplo, el proyecto HidroAysén no se sustenta sin la línea de transmisión a los centros de consumo en Chile central, y vice-versa. El plantear que la línea “corresponde a otro proyecto y será presentado

en su oportunidad por el titular”, como se hace en la EIA de HidroAysén, sólo corresponde a un formalismo administrativo, que se basa en el hecho que se trata de empresas titulares distintas. Sin embargo, es obvio que se trata de un solo proyecto, al ser las represas indisociables de la línea de transmisión. Esta es una debilidad muy fuerte y evidente de la institucionalidad ambiental chilena, ya que permite que se aprueben proyectos por tramos.

Se plantea en este trabajo que mientras no se avance en mejorar estos seis problemas centrales con la institucionalidad ambiental chilena, será difícil siquiera pensar en un mejoramiento menor en cuanto al pobre historial ambiental de la hidroelectricidad en Chile.

### Sugerencias reglamentarias

Además de estas diferencias mayores entre los esquemas de evaluación ambiental instituidos en los años 70 en el mundo desarrollado, y el sistema chileno, se tiene una serie de otros comentarios más específicos acerca del SEIA para el caso de proyectos hidroeléctricos, derivados de la experiencia del grupo con el EIA de HidroAysén. En primer lugar, no parece justo ni consecuente que los plazos para revisar un EIA, tanto por parte de los servicios públicos como de la ciudadanía, sean los mismos para una minicentral de 5 MW, con una inversión de US\$ 8 millones, que para un proyecto que pretende generar 2750 MW, con un costo total de varios miles de millones de US\$, y que resulta en un EIA de más de 10.000 páginas. Se sugiere que se cambien los reglamentos, de modo que los plazos para comentar los EIA sean variables, según sea el tamaño de los proyectos.

Por otra parte, uno de los objetivos fundamentales en el SEIA es incentivar la participación ciudadana en la toma de decisiones. Esto se ve dificultado si un EIA de más de 10.000 páginas se entrega en formato de imágenes escaneadas, en vez de hacerlo como un pdf en texto electrónico, y si además la información relevante se presenta diseminada en una gran cantidad de capítulos y anexos distintos. Se desconoce si el documento fue entregado en ese formato por la empresa titular, o bien si fue un cambio que ocurrió tras su ingreso al SEIA, pero es evidente que la imposibilidad de hacer búsquedas electrónicas en un documento donde la información está esparcida en muchas partes distintas, dificulta enormemente su revisión. Considerando que estamos en la era digital, se propone entonces que los reglamentos sean más específicos, indicando la necesidad de que las versiones electrónicas de los EIA sean entregadas en formato pdf pero con texto buscable, y no como imágenes escaneadas. Esto sin lugar a dudas facilitaría la participación ciudadana en el SEIA, para el caso de grandes obras hidráulicas.

Los reglamentos también deberían solicitar que toda la información relevante con respecto a alguna temática en particular se entregase íntegramente en el capítulo correspondiente de la LB, y no dispersa en varios capítulos y anexos diferentes. En todos aquellos permisos ambientales, u otros subcapítulos de la LB o del EIA que requiriesen usar tal información, se haría entonces referencia a la misma fuente única: el capítulo

respectivo de la LB. En el EIA de HidroAysén, la información de cada tema se encontraba dispersa en muchos capítulos, subcapítulos, y anexos distintos, dificultando notoriamente su revisión y comparación.

Si bien esta situación ha mejorado marginalmente en algunos de los últimos EIA para grandes proyectos hidroeléctricos, la descripción de los esquemas de operación propuestos para las centrales sigue siendo demasiado general. Por ejemplo, ningún EIA que se haya revisado por parte de integrantes de este grupo de trabajo ha mencionado jamás las “ramping rates”, esto es, las tasas de aumento y de disminución de los caudales, en el caso de centrales que se propone operar de punta. Este tipo de información es fundamental para estimar la severidad de los impactos ecológicos de centrales operadas de punta, ya que no le da lo mismo a la biota si se pasa de 10 a 500 m<sup>3</sup>/s en 5 minutos, o bien en 1 hora.

### Esquemas modernos de planificación de la hidroelectricidad

Oud y Muir (1997) no sólo muestran cómo se hacían las cosas antes en el mundo desarrollado, dejando en claro que hemos progresado muy poco en Chile respecto de la sustentabilidad ambiental de la hidroelectricidad. También indican cómo debería ser idealmente el proceso de planificación y desarrollo de este tipo de proyectos, de modo de lograr proyectos que sean ambiental y socialmente amigables desde la partida. Según este esquema, y como se ha enfatizado desde el capítulo inicial de este informe, los potenciales proyectos deben identificarse dentro del marco de un estudio integrado de cuenca. Luego, un equipo interdisciplinario lleva a cabo un análisis multi-atributo de las distintas alternativas para el proyecto, el que incorpora una evaluación preliminar de impacto ambiental. A continuación, y dentro de un ciclo retroalimentado, se efectúa un proceso de consulta ciudadana, de modo de ayudar a identificar la alternativa de proyecto preferida (o la menos resistida).

El diseño del proyecto para la alternativa favorita se lleva a cabo por un equipo interdisciplinario, incorporando en el diseño técnico todas las medidas que sean necesarias para minimizar los impactos ambientales y sociales. A la par, y dentro de un esquema de gestión adaptativa, se desarrolla el EIA y el plan de gestión ambiental y social.

Este tipo de esquema permite incorporar la dimensión ambiental (y también la social) al proyecto desde la partida, así como la opinión de los que se verán afectados. A pesar de ello, Oud y Muir (1997) plantean que no es suficiente. Además, el desarrollo de grandes proyectos hidroeléctricos debe insertarse dentro de planes sectoriales estratégicos, a nivel nacional, con respecto al abastecimiento energético. Tales planes deben incorporar además medidas de reducción de la demanda (conservación de la energía, tal como se sugirió más arriba), alternativas de abastecimiento, y la opción de “no hacer nada”.

En su contribución al taller de la IUCN-World Bank (1997), Goodland (1997), quien trabaja para el Banco Mundial, va más lejos, al especificar una serie de medidas para alcanzar la sustentabilidad ambiental de la hidroelectricidad. En particular, enfatiza que la

mejor manera de lograrlo es en el proceso de selección de los lugares para construir represas, esto es, escogiendo los mejores lugares, desde una perspectiva ambiental y social, en primer lugar. Esto contrasta fuertemente con el esquema seguido en Chile, donde operadores privados eligen también los “mejores” lugares, pero sólo desde la perspectiva de su rentabilidad. Goodland plantea que esto se logra incorporando criterios ambientales y sociales dentro de los análisis económicos tradicionales, en el marco de una Evaluación Ambiental Sectorial (EAS).

Cuando se ha identificado una buena ubicación usando EAS, de igual forma debe llevarse a cabo el EIA tradicional, para cada proyecto, de modo de mitigar los impactos residuales. Sin embargo, “el usar la EAS para seleccionar los mejores proyectos es una herramienta mucho más poderosa ... el punto importante aquí es que el enfoque anticuado de hacer mitigación ojo por ojo, diente por diente, para cada impacto individual, es inherentemente débil ... es precisamente durante la fase de selección del (sitio para el) proyecto que la mayoría de los impactos pueden prevenirse o minimizarse ... una vez que ya se ha escogido el sitio, el EIA a nivel de proyecto, que es una herramienta más débil, debe aún aplicarse, pero está severamente restringido en su capacidad de mitigar impactos” (Goodland 1997).

Puede concluirse entonces que el pobre “record ambiental” de la hidroelectricidad en Chile, y la evidente falta de progreso en el largo camino hacia la sustentabilidad ambiental, no son una coincidencia: el marco legal e institucional imperante simplemente no fomenta la hidroelectricidad verde.



#### 4. OBSERVACIONES TRANSVERSALES A LA LÍNEA BASE DE HIDROAYSÉN

En este capítulo se presentan observaciones de mayor jerarquía, transversales, aplicables a la totalidad de la LB del EIA, o al menos a variadas temáticas disciplinarias. Sobre la base de estas observaciones transversales, se concluye que la LB del EIA para el proyecto HidroAysén adolece de serias falencias y carencias, y no está al nivel que se esperaría para un proyecto de desarrollo con este nivel de inversión, que afectaría dos de los cinco ríos más grandes de Chile, que se cuentan entre los más prístinos y limpios del planeta.

##### Información de base no entregada al SEIA

En casi todas las temáticas, se menciona información proveniente de los estudios de base contratados por la empresa titular, pero tales estudios no son parte del EIA, ni fueron subidos al SEIA, y muchos de ellos no fueron nunca entregados a los servicios públicos, formal o informalmente. Este es un problema de fondo y de forma: es imposible evaluar la calidad y pertinencia de una LB si una parte importante de la información citada no está a la vista. En el presente caso, se hizo imposible analizar y discutir un gran cantidad de resultados y conclusiones del EIA, al no estar disponible la información base necesaria para comprenderlos.

##### Enfoque integrado de cuenca

El EIA menciona que el marco conceptual escogido para el trabajo corresponde a un enfoque integrado de cuenca. Sin embargo, esta declaración de intenciones no se refleja en el trabajo, en el cual no se aprecia que se haya considerado a los sistemas bajo estudio dentro de su contexto. Los sistemas fluviales a intervenir constituyen un continuo desde sus cabeceras, reguladas por grandes lagos, hasta sus desembocaduras en fiordos. Además, un enfoque integrado debiera considerar impactos acumulativos o sinergias, cosa que no ocurrió en este trabajo.

Finalmente, la definición de las áreas de influencia directa a indirecta se hizo en forma arbitraria e independiente para cada temática, y no consideró en ningún caso el contexto de cuenca dentro del cual se ubican los distintos tramos afectados, ni tampoco la interacción entre las distintas temáticas disciplinarias.

### Inconsistencias entre metodologías y resultados

En varios aspectos, el enfoque comprometido en algunas de las secciones introductorias no se condice con la metodología aplicada – el análisis integrado no se plasma en la realidad, y lo señalado en algunas secciones no se complementa con otras. Por dar un solo ejemplo, lo señalado sumariamente en las secciones de Geología y Análisis de Contingencias en cuanto a los GLOFs (Glacial Lake Outburst Floods, o crecidas por rompimiento de presas glaciales) no es considerado en la sección de Hidrología cuando se lleva a cabo el análisis de crecidas.

### Formato y forma del EIA

Resulta inconcebible que un trabajo de esta naturaleza se haya entregado en formato digital escaneado, impidiendo así la búsqueda, el marcado, el hacer comentarios, etc. Como se mencionó arriba, ello impide o al menos dificulta la efectiva comunicación de los resultados y el proceso de participación ciudadana.

Además, el formato escogido resultó en que muchas figuras, gráficos, planos, curvas, leyendas, etc. fueran prácticamente ilegibles.

### Segmentación del proyecto y aspectos relacionados

Como se mencionó anteriormente, llama la atención la forma en que se ingresó seis centrales hidroeléctricas, ubicadas en dos cuencas distintas, pero sin realmente considerar las sinergias, o impactos acumulativos. Por otra parte, pareciera ser que algunas de las centrales proyectadas no constituyen por sí solas inversiones atractivas con ventajas comparativas frente a proyectos que podrían construirse en otros ríos de Chile Central, donde existe potencial hidroeléctrico no aprovechado en ecosistemas bastante más alterados y menos importantes que los de la Patagonia. Así por ejemplo, mientras las centrales Baker1 y Pascual claramente tienen una relación área embalsada vs. potencia generada excepcionalmente alta, las centrales Baker2, Pascua 2.1 y Pascua 2.2 no presentan una relación que parezca justificar su construcción, debido a los costos asociados al lugar. En otras palabras, centrales con las mismas características podrían construirse en Chile Central, con costos mucho menores de construcción debido a la accesibilidad de los lugares y a la cercanía de conexión al SIC. Claramente, la conveniencia de materializar el conjunto de centrales viene dada por el volumen de energía total que se pretende generar, sin el cual probablemente no sería viable la inversión asociada a la línea de transmisión y a la construcción del puerto de abastecimiento. Es importante notar que esto atentaría en contra del principio del “menor precio” en la elección de los “mejores” sitios para ubicar represas, como se conversó en el Capítulo 3.

Sobre la conveniencia de evaluar ambientalmente las seis centrales como un solo proyecto, versus evaluar la conveniencia de construir cada una por separado, se ha señalado a partir de experiencias anteriores (como la del río Biobío, ver EULA-UdeC 1992) que lo primero es lo deseable, debido a que permite cuantificar y evaluar efectos sinérgicos o acumulativos, que se producen al materializar varias centrales a lo largo del sistema fluvial. Sin embargo, en el caso del presente proyecto tal vez el único vínculo entre las centrales proyectadas en el río Baker y aquellas proyectadas en el río Pascua sea la línea de transmisión eléctrica. Ambos sistemas fluviales son independientes y presentan características distintas; por ejemplo, el río Pascua constituye un sistema prístino. Desde una política de desarrollo, lo más lógico sería evaluar ambientalmente los proyectos hidroeléctricos agrupados según el sistema fluvial que afectarían. En este contexto, se esperaría una evaluación económica separada de los proyectos en el río Baker y en el río Pascua, incluyendo en cada caso la inversión de la línea eléctrica correspondiente. La viabilidad económica de la construcción de las centrales no debería condicionar su evaluación ambiental.

#### *Necesidad e inversión en estudios de base*

El proyecto pretende materializar la construcción de seis centrales hidroeléctricas, tres en la cuenca del río Baker y tres en el río Pascua. Ambos se ubican en una región de la Patagonia de gran valor natural, que ha sido muy poco caracterizada desde el punto de vista ambiental. Por lo anterior, se requeriría realizar un gran esfuerzo para definir la línea base del proyecto. En este sentido, considerando la ausencia casi total de información previa, se esperaría que un proyecto de esta envergadura y relevancia considerara como mínimo los montos máximos para la realización de estudios de línea base, vale decir del orden de un 5% de la inversión total. Claramente, en este caso los valores invertidos fueron muy inferiores, lo que debe explicar parcialmente lo incompletos que resultaron ser los estudios.

#### *Carencia de estudios ecológicos de procesos*

La línea de base de flora y fauna acuática se limita a la descripción, en extremo simplificada, de algunos aspectos estructurales de las comunidades y, como se mencionó en el Capítulo 1, no considera aspectos funcionales del ecosistema, como la dinámica espacio-temporal de hábitats y la estructura trófica del sistema. ∴

El proceso de EIA requiere conocer los aspectos centrales de la estructura y funcionamiento del ecosistema, para poder determinar cómo y dónde el proyecto va a producir impactos relevantes. La dinámica espacio-temporal de hábitats, que vincula aspectos hidromorfológicos con la dimensión biológico-ecológica, es fundamental en ecología de ríos, en particular para la evaluación ambiental de obras hidráulicas. También es importante cuantificar cuáles son las diferentes fuentes de energía (comida para las distintas especies) en estos ecosistemas, y cómo sus contribuciones relativas se verán

afectadas por el proyecto. Si no se conoce como “funciona” un ecosistema fluvial, no es posible predecir impactos de una obra hidráulica.

Igual situación sucede en el caso de los embalses, donde no hay estudios del comportamiento térmico e hidrodinámico, que permitan predecir los cambios en la calidad de las aguas que serán liberadas hacia aguas abajo.

#### Singularidad ambiental y ecológica de las cuencas a intervenir

De acuerdo a la información disponible, las cuencas hidrográficas de los ríos Baker y Pascua incluyen caudalosos ríos australes en condiciones casi prístinas. Ello implica que corresponden a algunos de los pocos ríos caudalosos del mundo en los cuales aún se conservan procesos ecológicos en condiciones cercanas a la naturalidad, lo cual es una singularidad de gran valor a escala global. Esta situación se debe principalmente a lo siguiente:

- a) Son grandes ríos no regulados, ni fragmentados por obras hidráulicas. Los “saltos” presentes en el sistema son una condición natural, y en ningún caso pueden ser considerados como barreras a los procesos ecosistémicos.
- b) Los ríos se localizan en cuencas con condiciones dentro de las más prístinas del mundo debido a su escasa intervención humana. Dentro de los pocos impactos antrópicos extensivos en la cuenca del Baker, se cuentan los incendios forestales. Sin embargo, esta es una condición que también ocurre de manera natural en las Pampas patagónicas, lo cual está estrechamente asociado a fluctuaciones climáticas ligadas a ciclos El Niño – La Niña.

#### Ausencia de inventarios de biodiversidad

Se omitió información fundamental para el EIA, correspondiente a adecuados inventarios de biodiversidad acuática (fito y zooplancton, fito y zoobentos, y vegetación). Sólo se presenta información resumida, referente a abundancias y riquezas de taxa, lo cual no es suficiente para conocer las características particulares de la estructura del sistema que está siendo evaluado.

#### Falta de información para comparaciones antes/después

No se explicitan sets de datos apropiados que puedan utilizarse para contrastar la LB con la etapa de seguimiento (situaciones sin y con proyecto). Una línea de base biológica – ecológica debe ser lo suficientemente robusta para verificar los posibles cambios que eventualmente pueda producir un determinado proyecto. Como se mencionó, este set de datos no se debe limitar a aspectos estructurales de las comunidades biológicas sino que debe también considerar aspectos funcionales del ecosistema.

### Falta de un marco teórico conceptual

Se echa de menos un análisis riguroso e integrado de la información de fito y zooplancton, fito y zoobentos, y vegetación. La ecología fluvial, cuyos rudimentos fueron presentados en el Capítulo 2, es una ciencia integrativa y requiere establecer relaciones cuantitativas entre variables (bióticas y abióticas), y que éstas sean situadas dentro de un marco teórico ya existente. Lo anterior es fundamental para la etapa de EIA, incluyendo el diseño de un adecuado plan de seguimiento ambiental. Los análisis de la presente LB no consideran la integración de variables, ni tampoco se utiliza el background teórico existente sobre teoría de ríos, en especial aquél asociado directamente al impacto de represas en ríos regulados.

### Sobre la definición de las áreas de influencia

Las áreas de influencia directa e indirecta, así como las áreas de valor ambiental, fueron definidas arbitrariamente, sin datos biológicos-ecológicos que sustenten lo obrado. Ello está en estrecha asociación a lo señalado anteriormente, acerca de la ausencia de un marco conceptual. La intuición y el background teórico existente en la literatura permiten presuponer áreas de influencia directa e indirecta, y áreas de valor ambiental. Sin embargo, ello deber ser validado con datos de terreno de manera cuantitativa, considerando las particularidades del ecosistema que se está evaluando. En relación a lo anterior, no se detalla ni se estudió aquellos cauces o lagos que serán intervenidos debido a la extracción de áridos y/o por otras obras. Dentro de las áreas pobremente estudiadas están el sector Pascua 2.1 y Lago Chico, entre otros.

En cuanto a los peces, la definición de áreas de influencia en la línea de base es pobre e inadecuada. Si se considera que las poblaciones de peces de una cuenca hidrográfica funcionan básicamente como metapoblaciones, queda en claro que la desconexión de tramos de ríos, y de éstos con sistemas lacustres, puede tener repercusiones mucho mas allá de las áreas de influencia directa (AID) e indirecta (AII) definidas para el componente de fauna acuática. Por otra parte, en este estudio existe una clara contradicción entre lo que se establece como AID y AII, y la ubicación de las estaciones de muestreo. Un ejemplo claro de ello es la ausencia de la definición de un área de influencia para la Central El Salto, aun cuando se efectúan algunos muestreos en el sector. Lo mismo para la parte baja del Baker, la cual si bien no se considera área de influencia, sí fue muestreada. En resumen, se entiende que si se incluyeron sitios de muestreo en aquellos tramos, es porque potencialmente podrían verse influidos por los proyectos, a pesar de lo cual no fueron declarados como áreas de influencia.

### La cuenca como unidad de referencia

A pesar de que es comprensible que cada componente del estudio de línea base posea su propia área de influencia (directa e indirecta), es lógico y apropiado pensar que, para este tipo de proyectos, la cuenca hidrografía es la unidad de referencia básica para el estudio

de la mayoría de los componentes abordados. Como se describió en el Capítulo 2, todos los procesos que ocurren en los ríos involucrados en este proyecto dependen de las características ambientales y ecológicas de las cuencas en donde se encuentran insertos. Por ejemplo, el régimen hidrológico de los ríos Baker y Pascua depende de las características climáticas, litológicas, morfología, coberturas de suelo (incluida cobertura de glaciares), y de los usos y actividades que se desarrollan en la cuenca, por nombrar los condicionantes más básicos. La dinámica de los sedimentos depende de las condiciones litológicas del cauce y las laderas, del aporte de los tributarios, de los procesos de sedimentación que ocurren en los lagos que dan origen a los ríos, de los procesos de arrastre de sedimento desde las laderas de toda el área de drenaje (relacionado con la cobertura del suelo), de la dinámica de los glaciares, entre otros. La calidad de agua depende del régimen hidrológico, de los aportes desde el área de drenaje y de los usos del suelo y del agua a nivel de cuenca. Las características de las comunidades bióticas dependen del encadenamiento de la trama trófica que ocurre a nivel de cuenca (interacción sistemas acuáticos y terrestres) y de la dinámica de poblaciones en todo el sistema hídrico, incluyendo el cauce principal, los tributarios y los lagos.

Al no caracterizar y comprender los procesos a nivel de cuenca, se corre el riesgo de no capturar la complejidad e integridad del ecosistema. Es completamente atendible el hecho que los estudios no puedan abordarse con el nivel de detalle que se necesitaría para disminuir el nivel de incertidumbre -principalmente debido a problemas de presupuesto y accesibilidad; sin embargo, el diseño y planificación de los muestreos e inventarios deben dar cuenta de las características y complejidad del sistema que será intervenido, para una adecuada identificación y evaluación de impactos ambientales y una propuesta pertinente de medidas de mitigación y compensación.

#### *Acerca del origen del río Pascua*

Se comete un importante error al señalar que el río Pascua se inicia aguas abajo del desagüe del Lago O'Higgins, en el sector denominado Bahía Esperanza. En realidad, el río Pascua se inicia en el desagüe del Lago Chico. Esta omisión parece desconocer la existencia del Lago Chico como un cuerpo lacustre, el cual será fuertemente intervenido. Debido a la construcción de la central Pascua 1, el lago se peraltará, aumentando su superficie desde 238 a 500 hectáreas (más del doble de su área actual). Esto cobra mayor relevancia si se considera que uno de los criterios ambientales definidos para el diseño del proyecto asegura la "*no intervención de la fluctuación normal de los lagos ubicados aguas arriba de la naciente de los ríos Baker y Pascua*" (página 10, capítulo 1: Descripción del Proyecto). Al igual como se indica que el origen del río Baker se ubica aguas abajo de la sucesión de los lagos Gral. Carrera – Bertrand, sería correcto y preciso indicar también que el río Pascua tiene su origen aguas abajo de los lagos O'Higgins – Lago Chico, en el desagüe de este último. El Lago Chico, no es un ensanche del río Pascua sino que, desde el punto de vista limnológico, corresponde a un cuerpo lacustre (sistema léntico) con una dinámica completamente distinta a la de un río (sistema lótico).

### Acerca de la consideración de algunas áreas de intervención

En la descripción del proyecto se detallan algunas obras de gran magnitud en cuanto al volumen de extracción de recursos y a la superficie de ocupación. Estas obras, excluyendo las centrales y sus respectivos embalses, suman una superficie de 2665 hectáreas que se descompone en los siguientes ítems: yacimientos (467 ha), escombreras (362 ha), caminos (370 ha), sistemas de transmisión (1379 ha), instalación de faenas (208 ha), y campamentos (346 ha). Sin embargo, algunos componentes de la línea base no se encuentran lo suficientemente desarrollados, es decir, no dan cuenta de las características ambientales y ecológicas de las áreas de intervención, en especial en cuanto a los componentes calidad del agua, y flora y fauna acuática. Muchas de estas obras se localizan muy próximas, o atraviesan importantes afluentes de los ríos Pascua y Baker.

### Acerca de la cartografía

Si bien la mayoría de los planos de diseño de las obras está a nivel de detalle, la cartografía relacionada con el emplazamiento de las obras, con las áreas de influencia directa e indirecta, y con los componentes de la línea de base no es lo suficientemente clara. Un ejemplo de ello lo constituyen las áreas de embalse generadas por las seis centrales que comprende el proyecto. En general, no se especifica si corresponde a una cota de inundación mínima, media o máxima. En el caso de la central El Salto no se especifica el área de embalse que supuestamente generarían las barreras Mellizos 1 y Mellizos 2. En el caso de la Central Baker 1, no queda claro que esta obra no afectará los Saltos en la junta con el río Nef, lo cual se argumenta como parte de los criterios ambientales de diseño del proyecto que dice relación con “*mantener el desnivel entre el río Baker y río Nef a objeto de preservar el salto existente en dicha confluencia como también el valle del río Nef, conservando las actividades turísticas que hoy se desarrollan desde la confluencia hacia agua arriba*” (página 1.0, capítulo 1: Descripción del Proyecto).

Por otra parte, en la cartografía relacionada con el trazado de las líneas de transmisión y los caminos no es posible identificar con precisión los atravesos de esteros y ríos. La mayoría de la cartografía temática presenta deficiencias en cuanto a su leyenda y toponimia, dificultando enormemente su lectura e interpretación. Una adecuada espacialización de las obras del proyecto, y de los componentes de la línea de base, a través de una cartografía temática que complemente su descripción, es fundamental para la identificación y evaluación de los impactos ambientales generados por el proyecto.

## **5. OBSERVACIONES POR TEMÁTICA**

En este capítulo se presentan las observaciones de carácter más general, efectuadas a cada una de las distintas temáticas incorporadas en la Línea Base del EIA para el proyecto HidroAysén, que guarden relación con el medio hídrico dulceacuícola.

### **5.1. Clima**

No se considera la central El Salto, en el caso de la Línea Base referida a clima y meteorología.

No se menciona en ninguna parte cuáles son las condiciones meteorológicas en las áreas por donde pasará el tendido eléctrico de las seis centrales, hacia la estación convertidora de CA/CC.

Las figuras por lo general no se entienden; tienen una resolución insuficiente, lo que en la mayoría de los casos impide el correcto entendimiento de lo planteado en la línea base.

No se hace ningún análisis de la radiación, la variable más importante para la estimación del derretimiento de nieve y glaciares, y para modelar procesos de estratificación térmica en lagos y embalses.

A nuestro entender, la línea base de clima y meteorología para el proyecto HidroAysén debe no sólo analizar la posible influencia de las presas y embalses sobre el clima, la cual puede plantearse a priori que debiera ser más bien moderada, sino que también debe sobre todo proveer la información necesaria para poder comprender cuáles serán los impactos del proyecto mediados por variables atmosféricas. Por ejemplo, la posible estratificación en los embalses, que tendría una serie de impactos sobre la calidad de las aguas, depende de la radiación solar incidente y de los vientos. Desde este punto de vista, la LB de clima y meteorología es insuficiente.

Sobre la base de todo lo anterior, y considerando además: (i) la escasez de estaciones (por ejemplo, no hay ninguna estación que mida nieve, y para el viento hay sólo dos estaciones para representar un área de varias decenas de miles de km<sup>2</sup>), (ii) el tamaño del proyecto, sus potenciales impactos, y la pristinidad de los sectores que se verían afectados (iii) el hecho que hacen ya varias décadas que los proyectos están bajo consideración, (iv) la necesidad de contar con datos relevantes de radiación, viento, nieve, etc., llama la atención que no se haya instalado con anticipación una red de estaciones meteorológicas completas, destinadas a obtener la información necesaria para apoyar el EIA. Estas estaciones debieron haber cubierto los lugares donde se emplazarían las centrales, además de las cuencas que drenan hacia ellas. Es una mala costumbre, demasiado extendida en Chile, la de justificar líneas bases débiles, sobre el fundamento de que no hay suficiente información disponible. En el presente caso, en algunas partes de la línea base, se usan estudios de base de fines de los años 90, generados por la empresa titular. Si en aquél entonces se hubiesen instalado estaciones cubriendo el área



con una densidad adecuada, hoy se tendría 10 años de datos de radiación, nieve, viento, etc. disponibles para llevar a cabo una adecuada LB.

## 5.2. Hidrología

Se estima que la Línea Base hidrológica del EIA para el proyecto HidroAysén carece de una jerarquización conceptual del comportamiento hidrológico diferenciado de las cuencas y subcuencas – sin clasificar ni ordenar por respuesta hidrológica. No se le saca partido a la poca información disponible; por ejemplo, agrupar las subcuencas mayoritariamente influenciadas por lagos, de las dominadas por deshielo, de las controladas principalmente por las lluvias, o bien mixtas.

Determinación arbitraria del Área de Influencia Directa: en referencia al área de influencia a lo largo del cauce natural, aguas abajo de las represas, se utiliza la longitud de cauce desde el muro hasta el tributario más inmediato. Esto no asegura en lo más mínimo que los regímenes de caudales, sedimentos, temperatura, calidad del agua, grandes desechos leñosos, etc. se hayan recuperado, ya que en todos los casos el cauce principal intervenido tiene un caudal que es al menos un orden de magnitud mayor que el del primer tributario.

Se descarta en el EIA, sin ningún tipo de justificación, la presencia de un Área de Influencia Indirecta, aún cuando se sabe desde hace décadas que el impacto de las represas en el régimen de caudales, sedimentos, geomorfología, etc., puede permanecer por cientos de kilómetros aguas abajo, hasta la desembocadura e incluso en los estuarios, fiordos y zonas costeras adyacentes.

No se presentan los datos de base utilizados. Por ejemplo, no se entregan los registros originales de caudales medios diarios ni las respectivas curvas de descarga de las estaciones fluviométricas, imposibilitando cualquier revisión. Es fundamental que se entregue toda la información base, así como sus metadatos (esto es, datos sobre los datos, como por ejemplo, si el caudal estimado tuvo que ser extrapolado debido a que estaba fuera del rango de la curva de calibración).

Los registros de caudales son medias diarias, contándose con registros horarios sólo desde 2003 aproximadamente; sin embargo, las centrales plantean una regulación horaria y “hydropeaking” (generación de punta), que no puede ser contrarrestada con información sobre la variabilidad natural pues el registro es demasiado corto. Si bien la variabilidad subdiaria del río Baker se estima baja, eso no considera los eventos extremos, además de que la operación de las centrales usando hydropeaking alterará fundamentalmente el régimen aguas abajo de las presas. Para la operación de punta planteada, se estima fundamental esperar contar en el registro de caudales horarios con al menos algunos años de hidrologías extremas.

No se hace referencia en esta LB Hidrológica a los GLOFs, que dicen relación a las crecidas catastróficas debidas a vaciamientos repentinos de lagos represados por

glaciares, a pesar de que existe información pública respecto de que hubo un evento de este tipo recientemente en el glaciar De La Colonia (7 de abril 2008, DGA 2008), aumentando al doble la altura de agua y caudal del Baker, y que se cuenta con creciente documentación al respecto.

En general, falta mucha información específica para analizar la bondad y limitaciones de las metodologías usadas. Frecuentemente, esta carencia es fundamental, por lo que debe ser corregida. Por ejemplo, es necesaria información detallada sobre cuáles estaciones se rellenaron, cuándo, y cómo.

Parece incorrecto el usar como estación patrón, para rellenar datos faltantes de otras estaciones pluviométricas, la de registro más largo, sin considerar su validez en cuanto a que ambas estaciones presenten un funcionamiento hidrológico similar, más allá de una mera correlación lineal, que no contiene una relación causa-efecto. Lo correcto sería utilizar estación(es) patrón de comportamiento similar(es) a la que se requiere rellenar. Tampoco queda claro si se consideró la consistencia de los datos.

Es una carencia fundamental, que debe ser corregida, el no haber adjuntado los estudios base al EIA, referidos extensamente en este último, pero no contenidos en el documento ni subidos al SEIA.

Parece ser que se usó regresión lineal simple de caudales diarios (no se entregan métodos ni resultados, por lo que no puede saberse exactamente qué se realizó) para luego realizar análisis de frecuencia de eventos extremos. Esto se hizo a pesar de que se sabe hacen décadas que esta metodología produce errores importantes, y también se sabe cómo corregirlo parcialmente de forma simple, o bien no rellenar y usar las técnicas disponibles hace ya tiempo para analizar frecuencia con registros incompletos, sin alterar las propiedades estadísticas de la muestra de caudales.

El utilizar el registro completo, a pesar de fundamentar -con base relativa que también debe ser revisada más profundamente en relación a fenómenos como la Oscilación Interdecadal del Pacífico (PDO) y fenómeno El Niño (ENSO)- en el mismo EIA un cambio hidroclimático en torno a 1974, es muy cuestionable. Se recomendaría que el análisis de la serie comenzara desde el comienzo del actual régimen hidroclimatológico, 1975 si éste fuese realmente el caso.

En el acápite de geomorfología fluvial, el enfoque es fundamentalmente descriptivo. Esto tiene alguna utilidad, pero resulta insuficiente para entender la dinámica de los sistemas fluviales de estos ambientes de gradientes extremos. En particular, la información en cuanto a tramos dominados por algunas características, según clasificación de Montgomery & Buffington (1997) es aproximada y superficial, sin analizar en detalle ni georreferenciar los tipos encontrados, ni tampoco el haber realizado un estudio acabado sobre la variabilidad espacial y temporal de tipos, y su relación con procesos físicos, y otros, de estos ríos.

El EIA propone que se inundaría buena parte del curso del río Pascua, sin siquiera mencionar su condición de prístino. Adicionalmente, la información hidrogeomorfológica se estima deficiente para un río con estas características únicas. Lo afirmado en cuanto a que el transporte de sedimentos en esta cuenca no es relevante no se condice con las geoformas observadas en el río en su parte media a baja. En general, tanto para la cuenca del Baker como la del Pascua, parece haber en casi todos los sitios de relevancia para los proyectos una abundante disponibilidad de sedimentos, como reveló una visita a terreno realizada entre el 26 y 29 de septiembre de 2008, en período de bajo caudal. Por otra parte, asumir que el gasto de fondo es un porcentaje antojadizo del gasto suspendido, dadas las evidentes diferencias en granulometría entre ambos ríos, se presenta sin fundamentos. Y por lo visto en la visita técnica reciente, existen secciones (y técnicas) que pueden ser usadas para medir el gasto de fondo, en lugar de efectuar estimaciones sin base.

La aseveración en las Conclusiones, que no encuentra conexión lógica con el resto del capítulo, sobre *“que dentro del recurso hídrico, evaluado en forma individual, no existen zonas que tengan valor ambiental, considerando éstas como aquellas zonas que corresponden a una situación única, que las diferencie de las condiciones presentes en otros ríos de la región.”* se estima aventurada, por decir lo menos. No hay base suficiente para plantear esto, considerando que el Baker es el río más caudaloso de Chile, que el Pascua es el más torrencioso de la región (aseverado de hecho por el mismo EIA en el acápite 4.3.5), y que ambos están asociados de forma relevante con los Campos de Hielo Norte y Sur, respectivamente, en conjunto una de las reservas mundiales de agua dulce, que se considera vulnerable al cambio global, sin mencionar otros aspectos.

### **5.3. Sedimentos**

#### *Sobre la definición del área de influencia directa e indirecta*

Para el componente hidrología, el área de influencia directa incluye la superficie real de emplazamiento de obras, incluyendo el embalse, así como los tramos aguas abajo del muro que serían potencialmente afectados por la operación de la central, hasta el tributario más inmediato. No se identifica un área de influencia indirecta.

Considerando que existe una interacción entre los tributarios y el cauce principal, que se verá cambiada por los embalses, los tributarios deben incluirse en las áreas de influencia indirecta. El régimen sedimentológico del cauce principal y sus tributarios se alterará con los embalses. Es esperable que los tributarios ubicados aguas arriba de un muro, al desembocar en un embalse presenten agradación del lecho, que quedará controlada por la cota de agua del embalse. Es muy relevante para la morfología de los tributarios cuantificar el efecto que tendrá la cota de agua impuesta por el embalse, y su variabilidad temporal debido a la operación de las centrales. También es esperable que los tributarios ubicados aguas abajo del muro ya sea presenten procesos de socavación retrógrada, con tendencia a la degradación del lecho y características de cauce colgado, o bien un engruesamiento del material del lecho, con acorazamiento. Es muy relevante para la

morfología de los tributarios cuantificar el efecto que tendrá el desequilibrio sedimentológico que los embalses causarán en el cauce principal.

Sólo incluyendo los tributarios en el área de influencia directa, sería posible definir una línea base que permita estimar la longitud requerida por el cauce principal para reestablecer un equilibrio sedimentológico. No puede *a priori* acotarse el área de influencia del proyecto hasta la confluencia con el primer tributario ubicado aguas abajo del muro. Dado que se proyecta la construcción de secuencias de embalses, en el área de influencia directa de las centrales Baker 1 y Baker 2, debe incluirse el río Baker desde su nacimiento en el Lago Bertrand hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, en las cercanías de la caleta Tortel, así como al menos los tributarios Nef, Chacabuco, Cochrane, Salto, Colonia, Ñadis y Ventisquero. En el área de influencia directa de las centrales Pascua 1, Pascua 2.1 y Pascua 2.2, debe incluirse el río Pascua desde su nacimiento en el Lago O'Higgins, al menos hasta la junta con el río Bergues, incluyendo al menos el desagüe del lago Quirós y el desagüe del Lago Quetru. Como área de influencia indirecta, debería considerarse la zona costera con influencia de las aguas del río Baker, y el río Pascua desde la confluencia con el río Bergues hasta su desembocadura en el Canal Baker.

#### Documentación sobre la cual se elaboró el EIA

La documentación principal con la cual se elaboró el EIA, analizando y sistematizando el conjunto de antecedentes, está constituida por los siguientes cuatro documentos:

“Centrales en los ríos Baker y Pascua – Estudio Hidrológico”. Proyecto Hidroeléctrico Aysén. Documento 05390 – 03 – 01 – IPRS – IDI – 001 – Versión 0, INGENDESA. 2007.

“Línea de Base de Medio Físico – Informe Final”. Depto. de Geología. Universidad de Chile. 2007.

“Línea de Base de Calidad de Agua en los ríos Baker y Pascua”. Centro de Ecología Aplicada, CEA. 2007.

“Estudio de la Sedimentación en el embalse Del Saltón en el río Baker”, Depto. de Ingeniería Civil. Universidad de Chile. 2007.

Muchas partes del EIA hacen referencia a mediciones, metodologías, resultados y conclusiones, que presumiblemente están contenidos en los documentos anteriores, sin entregar antecedentes suficientes para revisar los aspectos sedimentológicos. Por ejemplo, en el EIA es necesario indicar al menos: (1) Variable medida, (2) Instrumental y Método de Medición utilizado, (3) Muestreo y frecuencia, (4) Valores medidos, (5) Análisis de los valores obtenidos asociados al Cuadro 4.3.5-24 “Estaciones de monitoreo transporte de sedimentos en la cuenca del río Baker” (págs. 277, 278 y 279) donde sólo se indica el Proyecto (si corresponde a la central Baker 1 o a la Baker 2), Tipo de cauce (si

la estación se ubica en el cauce principal o en un tributario), el nombre de la estación, y sus coordenadas UTM. Lo mismo sucede con el Cuadro 4.3.5-36 (pág. 303) que describe información similar para el río Pascua.

En el EIA se menciona la elaboración de un modelo digital de terreno, MDT (pág. 254) y de perfiles batimétricos (pág. 285 y 307) de los cauces de los ríos Baker y Pascua. El contar con esta topografía sería de particular utilidad para verificar los cálculos de eje hidráulico que se presentan en el estudio.

Todos los estudios y antecedentes mencionados debieron adjuntarse al EIA y constituir parte integrante del mismo, a fin de poder revisar las mediciones y cálculos realizados, los métodos escogidos, los criterios de evaluación y análisis de resultados y la pertinencia de las conclusiones presentadas en el EIA.

#### *Método de muestreo del transporte de sedimentos en suspensión*

Tal como se presenta la información en el EIA, no es posible revisar los resultados. Se omiten antecedentes acerca de las mediciones realizadas, del instrumental utilizado y de la frecuencia de muestreo. También se omiten los datos obtenidos y el análisis de éstos. Los resultados que se presentan son extremadamente imprecisos y no permiten caracterizar la línea base.

Se mencionan los resultados obtenidos por CEA (2007), los que no permiten caracterizar el transporte de sedimentos en suspensión a lo largo del río Baker, ni tampoco a lo largo del río Pascua. En los escasos resultados presentados a partir del informe de CEA (2007), el transporte de sedimentos presenta valores inconsistentes para el río Baker y el río Pascua, en las diferentes estaciones del año (en las que se deduce que fueron realizados los muestreos: invierno, primavera y verano). No se analizan las posibles causas de las enormes diferencias que presentan los valores de transporte de sólidos como arrastre de fondo medidos en las diferentes estaciones del año, ni tampoco la causa que origina tendencias diferentes en ambos ríos.

A partir de los escasos resultados presentados a partir del informe de CEA (2007), se observa que estos son extremadamente imprecisos. Por ejemplo, para el río Pascua en el sector de la central Pascua 1, se presentan mediciones del gasto sólido en suspensión de  $276 \pm 200$  ton/día para el invierno, vale decir, entre 76 y 476 ton/día, lo que constituye dos escenarios completamente distintos. Para reducir la alta desviación estándar de los resultados medidos, debieron considerarse más repeticiones de cada medición. En el EIA se debió mencionar el tipo de muestras que se tomó, el instrumental utilizado en las mediciones, la frecuencia de muestreo, los valores medidos y el análisis de las mediciones realizadas.

Se mencionan resultados obtenidos por UChile (2007a,b), que no permiten caracterizar el transporte de sedimentos en suspensión a lo largo del río Baker, ni tampoco a lo largo del río Pascua. De los escasos resultados presentados a partir del informe de UChile

(2007a,b), se observa que estos son extremadamente imprecisos. Por ejemplo, el transporte de sólidos en suspensión resultante para el río Baker fluctúa entre 848 y 67.660 ton/día, lo que constituye dos escenarios completamente distintos. En el EIA se debió adjuntar las series de caudales líquidos y sólidos con que se trabajó, indicar dónde fueron tomadas, el tipo de muestras de caudal sólido que se tomó, el instrumental utilizado en las mediciones, la frecuencia de muestreo, los valores medidos, el análisis de las mediciones realizadas, la metodología con que se correlacionó ambos caudales, así como un análisis crítico de la imprecisión asociada a los valores obtenidos.

La LB también menciona resultados obtenidos por INGENDESA (2007) a partir de registros de gasto sólido en suspensión de estaciones sedimentométricas de la DGA en río Baker aguas abajo de la confluencia con el río Ñadis, en la desembocadura del río Ibañez, y en el río Pascua antes de Junta Quetru. Estos resultados no permiten caracterizar el transporte de sedimentos en suspensión a lo largo del río Baker, ni a lo largo del río Pascua.

#### Método de muestreo del arrastre de fondo

Tal como se presenta la información en el EIA, no es posible revisar los resultados. Se omiten antecedentes acerca de las mediciones realizadas, del instrumental utilizado y de la frecuencia de muestreo. También se omiten las mediciones obtenidas y el análisis de éstas. Los resultados que se presentan son extremadamente imprecisos y no permiten caracterizar la línea base.

Se menciona los resultados obtenidos por CEA (2007), que no permiten caracterizar el transporte de sedimentos de fondo a lo largo del río Baker, ni tampoco a lo largo del río Pascua. En los escasos resultados presentados a partir del informe de CEA (2007), el transporte de sedimentos en las diferentes estaciones del año (en las que se deduce que fueron realizados los muestreos: invierno, primavera y verano) presenta valores inconsistentes para el río Baker y el río Pascua. No se analizan las posibles causas de las enormes diferencias que presentan los valores de transporte de sólidos como arrastre de fondo medidos en las diferentes estaciones del año, ni tampoco la causa que origina tendencias diferentes en ambos ríos. A partir de los escasos resultados presentados a partir del informe de CEA (2007), se observa que éstos son extremadamente imprecisos. Por ejemplo, para el río Baker en el sector de la central Baker 2, se presentan mediciones del gasto sólido de fondo de  $2250 \pm 4939$  kg/día para el invierno. Para reducir la inaceptable desviación estándar de los resultados medidos, debieron considerarse más repeticiones de cada medición.

En el EIA se debió mencionar el tipo de muestras que se tomó, el instrumental utilizado en las mediciones, la frecuencia de muestreo, los valores medidos y el análisis de las mediciones realizadas. Debido a la alta desviación estándar de los valores medidos y a la inconsistencia observada en la tendencia de cambio del gasto sólido durante el año en los ríos Baker y Pascua, se deduce que los muestreos realizados fueron insuficientes. En el EIA debió incluirse una campaña de otoño. Además, debió realizarse más mediciones a

lo largo de los ríos, que permitieran determinar la variación longitudinal del caudal sólido a lo largo de los ríos Baker y Pascua. También debió determinarse el aporte de cada uno de los tributarios, a través de un balance de masa. Los posibles desequilibrios deberían corresponder con la morfología observada. Este análisis no se presenta en el EIA.

#### Caracterización de los sedimentos

Los sedimentos se caracterizan en términos de su composición físico-química a partir de análisis realizados por CEA (2007). Tal como se presenta la información en el EIA, no es posible revisar los resultados. Se omiten antecedentes acerca de las mediciones realizadas, del instrumental utilizado y de la frecuencia de muestreo. También se omiten las mediciones obtenidas y el análisis de éstas.

En el EIA, se asume que el aporte sólido más importante a los embalses proyectados es el sedimento en suspensión que proviene de los suelos de la cuenca. De ser así, este sedimento podría tener propiedades cohesivas que facilitasen procesos de floculación y decantación, alterando las estimaciones del tiempo requerido para la sedimentación de los embalses, lo que a su vez condiciona la vida útil de los mismos.

Para estimar la capacidad de arrastre de sólidos de los ríos es necesario conocer algunas características de los sedimentos que conforman el lecho tales como: velocidad de sedimentación, velocidad crítica para el inicio del movimiento de las partículas de fondo, tensión crítica de corte, diámetro sedimentológico. Estos parámetros pueden ser estimados mediante fórmulas ampliamente conocidas y publicadas en la literatura especializada, y entregan una aproximación a la movilidad de los sedimentos en una corriente determinada. En este sentido, las mediciones realizadas por UChile (2007a) en los ríos Baker entre Nef y Chacabuco, Baker entre Chacabuco y Cochrane, Baker en confluencia con Vargas, Ñadis cerca de confluencia con Baker y Pascua antes de Lago Quetru proporcionan antecedentes adecuados sobre la granulometría del lecho y el fenómeno de acorazamiento observado.

En el EIA se debió analizar las propiedades cohesivas de los sedimentos y su variación a lo largo de los cauces principales de los ríos Baker y Pascua, así como de los ríos tributarios, y se debió determinar las características sedimentológicas mencionadas anteriormente, indicando los métodos seguidos para ello.

#### Estimación de la capacidad de transporte de fondo

Tal como se presenta la información en el EIA, no es posible revisar los resultados. Se omiten antecedentes acerca de los modelos hidráulicos generados o utilizados. Se descartan estimaciones que fueron obtenidas utilizando métodos seleccionados *a priori*, debido a que se presentan como inadecuadas, sin mostrar un criterio claro para el descarte. Las estimaciones realizadas con diferentes métodos difieren significativamente, sin existir un análisis crítico o comparación con valores medidos, que permitirían reducir

la incertidumbre de las estimaciones de capacidad de arrastre de los ríos estudiados. Los resultados que se presentan son extremadamente imprecisos y no permiten caracterizar la línea base.

Se presentan resultados de cuatro modelos hidráulicos para los tramos que contienen a la central Baker 1, Baker 2, El Salto y Pascua. No se indica los cálculos que fueron realizados, ni el modelo hidráulico utilizado. Se presume que es un modelo unidimensional para flujo gradualmente variado. La capacidad de arrastre se calculó con las fórmulas de Meyer-Peter y Müller, Ackers y White, Parker, y Wilcock y Crowe. Los cálculos presentados difieren hasta en dos órdenes de magnitud en el tramo correspondiente a la central Baker 1, y hasta en un orden de magnitud en los tramos correspondientes a la central Baker 2, río del Salto y río Pascua. Los resultados obtenidos se comparan con antecedentes proporcionados por UChile (2007a), donde se calculó la capacidad de arrastre de los ríos Baker entre Nef y Chacabuco, Baker entre Chacabuco y Cochrane, Baker en confluencia con Vargas, Ñadis cerca de confluencia con Baker, y Pascua antes de Lago Quetru. Se descartan algunas de estas estimaciones sin un criterio claro (ver por ejemplo, pág. 310). Una sobreestimación de tres veces de una fórmula respecto a otras dos es suficiente para descartar su resultado, sin embargo la subestimación de una cuarta fórmula de tres veces con respecto a las otras dos no resulta en su descarte.

En el EIA se debió calibrar alguna ecuación de estimación del gasto sólido de fondo mediante un ajuste de sus coeficientes empíricos, en base a mediciones realizadas en los ríos Baker y Pascua, a fin de obtener una ecuación con capacidad predictiva para la zona de estudio. Esto habría reducido significativamente la enorme variabilidad de las predicciones presentadas en el EIA y probablemente habría acercado las estimaciones de capacidad de arrastre a las mediciones las que, tal como se presentan en el EIA, difieren hasta en dos órdenes de magnitud.

#### *Ondas sedimentarias y morfología fluvial observada*

No se hace una caracterización de las ondas sedimentarias de fondo observadas en terreno, rizos, dunas, antidunas, ni tampoco una caracterización de la morfología fluvial detallada: presencia de islas, barras, socavación en curvas, etc., por lo que no se puede vincular las tasas de transporte de sedimento medidas y la capacidad de arrastre estimada a la morfodinámica que presentan los ríos Baker y Pascua, así como sus tributarios. El EIA se limita a comentar que “la geomorfología fluvial dominante son las zonas de rápidos y remansos en las partes altas, como también zonas de saltos y pozas, debido a que en ambos ríos, Baker y Pascua, es factible encontrar tramos con una pendiente que favorece el comportamiento de un flujo que en el largo plazo ha ido modificando el lecho y su planicie de inundación”.

En el EIA debió incluirse una descripción detallada de las ondas sedimentarias y morfología fluvial observadas a lo largo del río Baker y del río Pascua, así como una descripción de la variación longitudinal de las tasas de transporte de sedimentos en



suspensión y de fondo, y vincular los procesos morfodinámicos de agradación y degradación con el gasto formativo, para proporcionar una base sobre la cual evaluar los cambios que generaría el proyecto en el régimen sedimentológico y la morfodinámica de los ríos intervenidos. Así como está, el EIA tiene sólo descripciones cualitativas muy generales de la geomorfología fluvial, sin ninguna caracterización de los procesos geomorfológicos, lo que impide determinar impactos.

#### Modelación del transporte hidráulico de sólidos

Se presentan resultados de modelos hidráulicos. No se indica los cálculos que fueron realizados, ni el modelo hidráulico utilizado. Se presume que es un modelo unidimensional para flujo gradualmente variado. La capacidad de arrastre se calculó con las fórmulas de Meyer-Peter y Müller, Ackers y White, Parker, y Wilcock y Crowe. Es inconsistente modelar los ríos Baker y Pascua con un modelo unidimensional para flujo gradualmente variado, dado que en ambos ríos se observa un flujo rápidamente variado y transiciones de régimen de torrente a río en cascadas y secuencias de pozas y remansos como se señala por ejemplo en la Figura 4.3.5-12: “Ubicación en el eje longitudinal de las centrales Baker1 y Baker2 y los tipos morfológicos de cascada, rápido-pozas y río trezado” (pág. 225). Para la correcta simulación de cauces con esta morfología se debió utilizar un modelo numérico para flujo rápidamente variado que utilice esquemas de shock. Dichos modelos se han desarrollado extensamente en las últimas dos décadas y se encuentran bien documentados en la literatura especializada. Por otra parte, un modelo unidimensional no es aplicable para la simulación del flujo en un río trezado, el cual presenta múltiples cauces paralelos, como es el caso en varios tramos de los ríos Baker y Pascua. En estos tramos debió utilizarse un modelo bidimensional. Estos modelos son ampliamente conocidos en el campo de la Ingeniería Hidráulica e incluso se encuentran disponibles en el mercado como *software*.

#### Conclusiones

Las estimaciones del gasto sólido en suspensión y de fondo son demasiado imprecisas, tanto aquellas que se deducen de mediciones como aquellas obtenidas mediante fórmulas de cálculo, y no permiten constituir una línea base en forma confiable.

Las estimaciones de la capacidad de arrastre de sólidos realizadas por diferentes métodos difieren en uno y hasta dos órdenes de magnitud, en varios casos.

Las mediciones presentadas difieren significativamente de las estimaciones, en uno, dos y hasta tres órdenes de magnitud, en varios casos.

En el EIA se asume que el transporte de fondo es aproximadamente un 5% del transporte en suspensión, sin entregar ningún soporte a esta suposición. Las mediciones, cálculos y estimaciones contenidas en el mismo EIA indican que muy probablemente el gasto sólido

en suspensión pueda ser similar al arrastre de fondo en varios tramos de los ríos Baker y Pascua.

No se realiza un análisis de la morfología fluvial observada y esperada a lo largo de los ríos estudiados, en función del transporte de sólidos estimado.

#### **5.4. Calidad del Agua**

##### *Caracterización parcial de la calidad del agua*

En el estudio se reconoce la pobreza de información científica sobre Calidad del Agua para los ríos Baker y Pascua. No obstante, la mayoría de los segmentos (tramos de los ríos Baker y Pascua) fueron caracterizados sólo a través de tres muestreos (n=3), mostrando una alta variabilidad en los valores obtenidos. Hay dos campañas adicionales que en el hecho no corresponden a las mismas estaciones, siendo sólo complementarias.

El único análisis que se hace, para la mayoría de las estaciones o segmentos, es sobre la base de los tres valores obtenidos, lo cual es insuficiente. Se compara sólo el más alto de los valores informados con los valores de referencia de la Norma Secundaria de Calidad del Agua de la CONAMA. Esto es claramente insuficiente, ya que lo que se requiere es un análisis de la calidad del agua como parte de una caracterización ecológica de los sistemas fluviales que se van a intervenir.

##### *Anomalías en los resultados informados*

En los resultados de los análisis químicos hay una gran cantidad de anomalías e incertidumbres, teniéndose una cantidad de datos que están incorrectos (por ejemplo, valores del Cianuro, compuestos de Fósforo y Nitrógeno). Esto debe revisarse, corregirse en función de una revisión de las metodologías aplicadas (laboratorio no acreditado) a nivel de muestreo, transporte, preservación, y análisis en laboratorio, lo que implica también hacer un análisis de la trazabilidad de las muestras y contrastar los valores. Esta sería una manera para validar la información entregada.

Otros errores relevantes son: confusión entre Flúor y Fluoruro (que es lo mismo, pero aparecen con valores distintos), y el hecho que al Azufre lo califican como metal, siendo que es un no metal.

##### *No hay relación con la biología*

El estudio no entrega una caracterización de la calidad del agua como un componente ecológico, ni tampoco establece relaciones entre la calidad del agua y los componentes biológicos, lo cual es determinante para la biota presente.

### Falta incluir los lagos

Los sistemas lacustres, que en ambas cuencas son controles físicos y ecológicos determinantes para los ríos, no fueron considerados en la descripción de la línea base. Por ejemplo, los lagos General Carrera y Cochrane para el caso del río Baker, y Lago O'Higgins más el Quetro y Quirós para el río Pascua, no fueron considerados en el análisis de calidad del agua, ni tampoco en relación a las comunidades planctónicas (fitoplancton y zooplancton), entre otros. La calidad de las aguas de estos lagos será preponderante en el tipo de calidad del agua de los segmentos o tramos que sean influenciados por ellos hacia aguas abajo. Los lagos son prácticamente ignorados en este Capítulo de Calidad del Agua.

Lo mismo sucede con algunos lagos que son directamente intervenidos, como es el caso del lago de cabecera del Pascua (Lago Chico). Es muy importante caracterizar todos los lagos mencionados, porque es esperable que tanto los dos primeros embalses en ambos ríos, como los tramos iniciales, tengan calidades de agua muy parecidas a las de estos lagos, y podría obtenerse mucha información ecológica, por ejemplo sobre el comportamiento trófico y térmico de los futuros embalses, sobre la base de los estudios que se efectúen sobre estos lagos.

### Falta evaluar el valor ambiental

No sólo se obtiene poca información del estudio, sino que además ésta sólo se utiliza para compararla con normativas de referencia (CONAMA y Ley 1333), lo cual está asociado a usos del recurso hídrico, pero no a una caracterización ecológica, que es lo que se requiere en este caso. El valor ambiental de ambos sistemas fluviales está dado por sus características ecológicas, más que por sus usos, que son sólo un componente más. Los servicios ecosistémicos (usos del agua) dependen de la mantención de las características ecológicas. No se puede evaluar impactos ambientales sin determinar primero el valor ambiental de los tramos que se pretende intervenir.

### No se considera la variabilidad espacial

El río no se asume como un continuo, ni tampoco en su carácter espacial tridimensional (tres dimensiones espaciales: longitudinal, lateral y vertical) y temporal. Cada segmento es caracterizado a través de una sola estación puntual, siendo que en la parte terminal al menos se debiera haber considerado dos ó tres estaciones, teniendo presente el ancho del río.

Igual situación ocurre en los tramos con planicies de inundación complejas, donde el diseño de muestreo debió incorporar estaciones estratificadas por tipo de hábitat (por ejemplo: cauce principal, pozones profundos, lagunas desconectadas, aguas muertas conectadas en sus extremos de aguas abajo, etc.).

### No considera un enfoque integrado

La cuenca hidrográfica tampoco es asumida como unidad de referencia en el estudio de calidad del agua, y los análisis que se efectúan no la consideran. Por ejemplo, debiera haberse hecho un análisis de las subcuencas de los principales tributarios (geología, geomorfología, sedimentología, cubierta vegetal etc.), para así explicar las diferencias o similitudes de sus respectivas calidades del agua.

### Conclusión

La LB de la Calidad del Agua no permite sustentar una predicción de impactos a este componente. Por ejemplo, los segmentos o tramos que van ser directamente intervenidos por los proyectos (tramos de los ríos que se van a transformar en embalses) no están caracterizados de manera tal que se pueda definir la condición sin o la condición con proyecto.

## **5.5. Flora y Fauna Acuática (excepto peces)**

### Hábitats muestreados

En el caso del fitobentos, zoobentos y vegetación acuática, no se presenta una descripción de los hábitats muestreados (profundidad, velocidad de la corriente, tipo de substrato, etc.). El hábitat físico ejerce una gran influencia sobre las comunidades biológicas, por lo cual para poder interpretar los resultados obtenidos es fundamental disponer de esta información. También es importante para la etapa de seguimiento del proyecto, con el objeto de muestrear similares hábitats funcionales.

### Georeferenciación de los puntos muestreados

A pesar que los sitios de muestreo están georeferenciados, no lo están los puntos exactos de muestreo. Esto es fundamental para que en la etapa de seguimiento puedan ser muestreados los mismos sectores dentro de cada sitio.

### Resultados insuficientes

La información proporcionada es superficial y se limita a valores promedios de riqueza y abundancia total. No se entrega información detallada de las comunidades, en cuanto al detalle de la estructura, ni se mencionan varios procesos claves en el ecosistema fluvial.

### Áreas de impacto (directo e indirecto) y de valor ambiental

No fueron caracterizadas desde un punto de vista biológico/ecológico. La determinación de las Áreas de impacto (directo e indirecto) y de valor ambiental se hizo de manera intuitiva y arbitraria, sobre la base de condiciones geomorfológicas e hidrológicas definidas arbitrariamente (hábitats potenciales). El significado biológico-ecológico de estas áreas no ha sido validado con datos estructurales y/o funcionales de la biota acuática (hábitats funcionales).

### Análisis de datos y discusión bibliográfica

No existe tratamiento estadístico de los datos (univariado o multivariado), lo cual es fundamental para conocer cómo se organiza la biota en relación a las variables físicas del hábitat y a su estructura espacial. Toda investigación en el área de la ciencia requiere de situarse en un contexto teórico, para lo cual el manejo de la información existente es fundamental. En el capítulo estudiado no se hace mención alguna de la información científica existente para la región de Aysén, lo cual es fundamental para la interpretación y evaluación de los resultados obtenidos sobre la biota de las cuencas de los ríos Baker y Pascua. Tampoco se mencionan y discuten criterios empleados en situaciones similares en otros ríos del mundo para la definición, por ejemplo, de áreas de impacto (directo e indirecto) y de valor ambiental

### Muestreo de fitoplancton

En cuanto a los sitios de muestreo, se estudió la comunidad fitoplanctónica derivante en los ríos, sin considerar los lagos de cabecera que los aportan. Esta omisión no es menor, considerando que se crearían embalses que potencialmente serán colonizados por fito- y zooplancton de los lagos de cabecera. Para el muestreo, se empleó una red para fitoplancton de 60  $\mu\text{m}$  trama de diámetro pequeño (18 cm), que se considera aceptable, aunque la red estándar es de 45  $\mu\text{m}$  de trama. Se consideró dos muestras y un tiempo de muestreo de dos minutos. Dadas las bajas densidades de microalgas en los ríos se les considera insuficiente. No se informan los volúmenes filtrados. No se adjuntan los datos de abundancia por especie que permitan evaluar la representatividad del muestreo.

No se realizaron análisis de ordenación y/o clasificación de sitios y períodos de muestreo. Se menciona que se calculó el índice de diversidad de Shannon y Equidad, lo cual no se adjunta.

Como resultado sólo se informan promedios de cuatro muestras de riqueza y abundancia por sitio, sin indicar la desviación estándar de las medias, sin describir los resultados en el texto, sin incluir los inventarios de especies ni los datos crudos correspondientes a las densidades de cada especie (o abundancia relativa) por réplica, y sin indicar valores de Clorofila-*a* (como indicador de la biomasa fitoplanctónica)

No se hace ningún comentario en el texto referente al fitoplancton, ni se discuten los resultados obtenidos en relación al fitoplancton o lo que se sabe de los lagos nordpatagónicos.

### Muestreo de Zooplancton

Respecto de los sitios de muestreo, se estudió la comunidad zooplanctónica derivante en los ríos, sin considerar los lagos de cabecera que los aportan. Esta omisión no es menor, considerando que se crearían embalses que potencialmente serán colonizados por fito- y zooplancton de los lagos de cabecera. Para muestrear, no se empleó una red tradicional de zooplancton, sino que una red para fitoplancton (60  $\mu\text{m}$ ) de diámetro pequeño (12 cm). La eficiencia de esta red no está mencionada. Se tomaron dos muestras de dos minutos. Dadas las bajas densidades de zooplancton en los ríos se les considera insuficiente. No se informan los volúmenes filtrados. No se adjuntan los datos de abundancia por especie que permitan evaluar la representatividad del muestreo.

En las muestras, se consideraron erróneamente los macroinvertebrados bentónicos derivantes, como parte de la comunidad zooplanctónica. Se empleó literatura que no permite identificar adecuadamente los taxa. No se realizaron análisis estadísticos de ordenación y clasificación de sitios y períodos de muestreo. Tampoco su asociación a las variables físicas y químicas del hábitat. Se informan promedios de cuatro muestras de riqueza y abundancia por sitio, sin indicar la desviación estándar de las medias, sin describir los resultados en el texto, sin incluir los inventarios de especies ni los datos crudos correspondientes a las densidades de cada especie (o abundancia relativa) por réplica.

No se hace ningún comentario en el texto referente al zooplancton, ni se discuten los resultados obtenidos en relación al zooplancton o lo que se sabe de los lagos norpatagónicos.

### Muestreo de Fitobentos

Se empleó un muestreador adecuado, sin embargo, se deduce que se muestreó un solo tipo de hábitat, por lo cual no queda representada toda la variabilidad de cada sitio. Se tomaron dos muestras de escasa superficie de muestreo. Dada la gran heterogeneidad de los microhábitats, se les considera insuficiente. No se informan los datos de abundancia por especie que permitan evaluar la representatividad del muestreo.

No se realizó ningún análisis estadístico de ordenación o clasificación de sitios y períodos de muestreo. Se menciona que se calculó el índice de diversidad de Shannon y Equidad, lo cual no se informa. Se informan promedios de cuatro muestras de riqueza y abundancia por sitio pero no se indican las desviaciones estándar de las medias, ni se describen los resultados en el texto, ni se incluyen los inventarios de especies, ni los datos

crudos correspondientes a las densidades de cada réplica, ni los valores de Clorofila-*a* (como indicador de la biomasa fitobentónica).

Nuevamente, no se hace ningún comentario en el texto referente al fitobentos, ni se discuten los resultados obtenidos en relación al fitobentos del sur de Chile.

### Muestreo de Zoobentos

No se estudió adecuadamente el zoobentos de los sistemas lacustres. Los escasos muestreos hechos en algunos lagos se limitaron a la zona litoral (muestreando con Surber). En ríos, no se realizó un muestreo multihábitats, por lo que el muestreo fue incompleto. Se empleó solamente una red Surber de 0,09 m<sup>2</sup> de superficie, que permite muestrear sólo en sectores someros (<30 cm de profundidad), de baja velocidad (<0,4 m/s) y con fondos con bolones (<20 cm). Los hábitats no muestreables con Surber fueron omitidos, por lo cual la caracterización de esta comunidad está incompleta.

Se tomaron tres muestras, lo que hace un total de 0,27 m<sup>2</sup>. Dadas las bajas densidades de organismos, se les considera insuficiente (se recomienda N=10). No se realizó un muestreo cualitativo con red de estacas u otras técnicas de muestreo. No se informan los datos de abundancia por especie que permitan evaluar la representatividad del muestreo.

Se empleó literatura que no permite identificar adecuadamente los taxa. No se realizaron análisis estadísticos de ordenación y clasificación de sitios y períodos de muestreo. Tampoco su asociación a las variables físicas y químicas del hábitat.

Se informan promedios de tres muestras de riqueza y abundancia por sitio, sin indicar la desviación estándar de las medias. Los datos están mal transformados a m<sup>2</sup> en todo el documento (el valor más bajo informado repetitivamente es de 3,7 ind./m<sup>2</sup>, lo cual no puede ser si se considera que el mínimo que se puede capturar es un individuo sobre un área de 0,09 m<sup>2</sup>). Prácticamente no se describen los resultados (4-5 líneas), y no se incluyen inventarios de especies, ni los datos crudos (densidades de especies por réplica).

No se realizaron determinaciones de biomasa ni de grupos tróficos, y tampoco se evaluó el proceso de deriva (el muestreo de zooplancton no es adecuado para estos fines). No se evaluaron los procesos de colonización. Esto es relevante para evaluar los impactos de las fluctuaciones horarias de caudal aguas abajo de los embalses. No se hace ningún comentario en el texto referente al zoobentos, ni se discuten los resultados obtenidos en relación a lo que se conoce de los sistemas patagónicos.

### Muestreo de vegetación acuática

No se mencionan los criterios de selección de sitios, ni se indican en el documento las metodologías de muestreo, por lo que no se puede evaluar su representatividad.

En cuanto a los resultados, sólo se informa presencia/ausencia de taxa en algunos sitios, sin describir los resultados en el texto. El inventario de especies es incompleto, dada su baja resolución taxonómica (sólo pocas especies identificadas a nivel de especies). No se mencionan las briófitas, que son taxa abundantes y diversos en las zonas de inundación. No se incluyen datos cuantitativos ni las coordenadas de los puntos.

No se hace ningún comentario en el texto referente a vegetación acuática, ni se discuten los resultados obtenidos en relación a lo que se sabe sobre esta comunidad en la Patagonia.

## 5.5 Peces

### Singularidad de la ictiofauna patagónica chilena

La ictiofauna Patagónica chilena es singular en muchos aspectos: (a) es una fauna relativamente nueva (en tiempo geológico), que ha colonizado los sistemas dulce-acuícolas recientemente, a partir del último máximo glacial; (b) es una fauna de baja riqueza de especies (número de especies), pero altamente diversa en cuanto a sus características morfológicas y genéticas; (c) ha sido escasamente estudiada en la Patagonia Chilena, a diferencia de Argentina; (d) habita en sistemas definidos a nivel mundial como parte de los últimos sitios prístinos del planeta, y (e) está sometida a diversas presiones antrópicas, de las cuales se desconoce con certeza qué alteraciones están provocando (e.g., invasión de salmónidos, acuicultura).

Lo anterior no se condice de ninguna manera con la escasa valoración que se hace de esta fauna en el EIA. El Capítulo 4, en su página 1044, establece que “En su conjunto, presentan una diversidad de especies relativamente baja: diez especies detectadas en el Baker y siete en el río Pascua”. A continuación, se indica que del total de 11 especies (?), ocho son nativas. Hasta ahora, existían registradas para el total de la Patagonia Chilena, vale decir desde las cuencas de Chiloé Continental a Tierra de Fuego, nueve especies nativas. Es decir, prácticamente todas las especies descritas para el territorio patagónico chileno se encuentran presentes en el área de influencia del proyecto HidroAysén. Por ende, esta es un área que está lejos de poder ser catalogada como de “baja diversidad de especies”; por el contrario, es tal vez de las que contienen mayor diversidad, en el contexto de lo esperable para esta región biogeográfica.

### Hallazgo de una nueva especie de *Diplomystes*

Más aun, el estudio de LB presenta el primer hallazgo de una nueva especie para Chile, una ocurrencia de enorme valor para la ciencia y para el conocimiento de la biodiversidad de Chile. Ello demuestra claramente la falta de información existente en muchos tópicos básicos, relacionados con la biodiversidad de los sistemas de agua dulce de Chile. Tanto es así, que es posible encontrar un género nunca mencionado a esa latitud para el país. Aún cuando este hallazgo es de tal relevancia, el EIA pone muy poco énfasis en su



valoración, y más aún plantea que “no representa un hecho extraordinario en el contexto patagónico” (pág. 1001). Al respecto, es importante destacar que no existe explicación alguna en el EIA de cómo fue determinada taxonómicamente esta especie, adjudicándola a *Diplomystes viedmensis*. Cuando se hace un hallazgo de esta naturaleza, lo primero es definir el estatus taxonómico de la especie, justificándolo, análisis que no se incluye en el EIA. De hecho, en varios cuadros de la misma LB, se la menciona como *Diplomystes sp.* (es decir, que no se sabe qué especie es), mientras que en otras se le llama sencillamente *D. viedmensis*, que es la especie del género descrita para Argentina a esa latitud.

El género *Diplomystes*, *per se*, es de relevancia mundial. Este grupo corresponde a la Familia Diplomystidae, la cual estaba representada en Chile, hasta ahora, por el género *Diplomystes* y las especies *D. chilensis*, *D. nahuelbutaensis* y *D. camposensis*. La relevancia de esta familia de peces es que ha sido reconocida, ya que de acuerdo a sus características morfológicas, es la familia de bagres más primitiva de todos los existentes en la actualidad en el mundo, por lo cual puede considerarse como un “fósil viviente”. Por ende, el hallazgo efectuado en esta LB, lejos de ser irrelevante, requiere de mucha atención. Lo mínimo exigible en este caso es conocer su verdadero estatus taxonómico (si corresponde a la misma especie de Argentina, o bien es una especie nueva para la ciencia), su real distribución y abundancia en el sistema fluvial, y sus relaciones de parentesco con las demás especies chilenas y argentinas de la misma cuenca (e.g., ¿existe flujo génico entre las poblaciones argentinas y las chilenas?, qué significado tiene éste?).

#### Insuficiente esfuerzo de muestreo

A pesar de esta escasa valoración y falta de información, las Conclusiones de la LB, en su página 1044, señalan que “...cabe destacar que representan la única población conocida en Chile, hasta el día de hoy, de la especie (o haplogrupo) descrita como *Diplomystes viedmensis* y supuestamente endémica de Argentina”. Luego agrega, “...esta población podría representar los únicos especímenes de esta especie en Chile...”. Tal conclusión puede ser válida o no, ya que el esfuerzo de muestreo desplegado en la LB en la línea de base es en general muy pobre. Por lo anterior, con este catastro superficial de la ictiofauna del área, justamente queda la pregunta si éstos son o no los únicos ejemplares de esta especie en Chile. Al respecto, el esfuerzo de muestreo está lejos de poder representar adecuadamente la dinámica espacial y temporal de la ictiofauna del área de influencia. Basta decir que la gran cobertura espacial que se aprecia en los muestreos resulta inconsistente con la cantidad de días de campañas de muestreo. En un cálculo simple, basta ver que el tiempo efectivo de muestreo dedicado a cada estación debió ser mínimo, para alcanzar a cubrir el área en ese tiempo, principalmente considerando las dificultades logísticas que representa el terreno patagónico.

#### Migraciones y estructura de poblaciones

En el mismo contexto, y de acuerdo a la información existente (principalmente Argentina y parte en Chile), la gran mayoría de las especies de peces patagónicos nativos habita en

sistemas lacustres, manteniendo conexiones entre ellos a través de una dinámica metapoblacional.

Uno de los principales impactos sobre la fauna íctica de sistemas lóticos, causado por la construcción de centrales hidroeléctricas, es la interrupción del libre desplazamiento de organismos. La fragmentación impuesta por represas elimina la conectividad entre hábitats, generando un desequilibrio en la dinámica de metapoblaciones de la fauna de peces. La mayor parte de las especies de peces que habitan en sistemas fluviales complejos, como son el Baker o Pascua, establecen una dinámica metapoblacional, es decir, funcionan como grupos de poblaciones locales que se conectan entre sí temporalmente por procesos de emigración e inmigración. Esto es, un sistema complejo de flujos de individuos entre sistemas lacustres y fluviales (y dentro de ellos) que pueden ser uni o bidireccionales, dependiendo de la capacidad de nado de cada especie y de las características propias del sistema. En otros términos, la dinámica espacial y temporal de las comunidades de peces en sistemas con redes hidrográficas complejas es también altamente compleja y variable en el tiempo. Los flujos migratorios, o desplazamientos locales activos (contra la corriente) o pasivos (a favor de la corriente), implican la mantención de un sistema en que cada población local puede servir de fuente o receptor de nuevos individuos, aportando a la mantención de la variabilidad genética total de la especie en una cuenca hidrográfica. Por ende, tal dinámica permite la persistencia de poblaciones que, aun cuando actúen temporalmente como locales (desconectadas entre lagos o entre un lago y el río), requieren de la mantención de tales flujos naturales de individuos a lo largo del tiempo.

A pesar de lo anterior, la línea de base de peces es muy pobre en cuanto a la representatividad de la ictiofauna lacustrina. Sólo en las campañas de muestreo complementarias, que no cubren un ciclo anual, se muestrearon lagos con redes agalleras. Aun así, quedan dudas respecto de la representatividad de tales muestreos, ya que existen especies registradas para ciertos lagos muestreados por EULA (datos no publicados) que no aparecen en esta línea de base (ver observaciones puntuales en los anexos). Además, entendiendo la importancia de los sistemas de lagos, y sus necesarias conexiones con los sistemas fluviales, para el desarrollo de la dinámica metapoblacional de las distintas especies, queda claro que la línea de base no se hace cargo de entender cómo funcionan las poblaciones de cada una de las especies allí presentes (al menos las nativas). En este sentido, el estudio de migraciones es extremadamente pobre, por diversas razones: (a) presenta una metodología que pretende generar información a largo plazo, lo cual es altamente improbable (ver observaciones de detalle), (b) analiza la estructura genética de una única especie nativa, sin embargo la línea de base no entrega ningún resultado que permita corroborar las conclusiones respecto de los flujos génicos de esta especie, (c) la representatividad espacial de las muestras de la especie analizada no queda explicada o sustentada en ningún criterio claro que permita entender porqué sólo se analizan flujos entre aquellos sistemas, (d) varios de los criterios indicados para incluir o no las distintas especies en estudio genéticos son cuestionables y se detallan en las observaciones específicas. En definitiva, el estudio de migraciones presentado es incompleto, y no entrega información objetiva que pueda ser evaluada.

### Definición de “barreras ecológicas”

Otro aspecto que resulta relevante de destacar respecto de la LBe fauna acuática es la ambigüedad en el uso del término “barreras ecológicas”, ya que éstas se definen de manera absolutamente arbitraria, sin siquiera entregar valores de qué se entiende por “velocidades altas” o “pendientes fuertes”. Este tipo de datos sería necesario para comprender de qué tipo de “barrera” se está hablando. Sin embargo, lo que es aún más importante, es que se requiere saber ¿cómo es posible definir una barrera ecológica en un sentido tan amplio, es decir, que involucre a todas las especies por igual? Según la línea de base estas barreras funcionan sólo en contra de la corriente, pero ¿evitan también los flujos unidireccionales (aguas abajo) de nutrientes, materia orgánica y biota acuática en general?

### Acerca de las “Áreas de Valor Ambiental”

Otro aspecto que es necesario comentar es la definición *a priori* que se hace de “Áreas de Valor Ambiental”. Se presentan en la metodología principios generales, que corresponderían (teóricamente) a lo que son estas áreas de valor ambiental. Sin embargo, luego nunca se presenta un claro cruce de información entre la definición de tales áreas y su verdadero valor ambiental como hábitats que albergan una flora y fauna acuática particular, indicando claramente qué le otorgaría el valor a cada una de las áreas finalmente identificadas, y qué relación tienen éstas con las áreas de influencia del proyecto.

### Falta de información a nivel poblacional

Por último, es importante destacar que la línea de base no entrega información alguna sobre las características poblacionales de los peces encontrados. No hay información sobre tallas o pesos, que permita al menos inferir si sólo se colectaron adultos de cada especie, o en algún caso se encontraron áreas de crianza de juveniles o áreas de reproducción con presencia de larvas. La línea de base omite absolutamente tal información, la cual es necesaria para entender realmente cuáles son las áreas de valor ambiental y la dinámica del sistema.

### Conclusión

En conclusión, la línea de base de fauna acuática, y particularmente de peces, no contiene la información necesaria para poder hacer una correcta evaluación de los impactos ambientales del proyecto HidroAysén.

## 6. OBSERVACIONES PRELIMINARES A LA DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Capítulo 1	Cap 1. Descripción Proyecto	Justificación de la obs
Numeral	Observación	
9	<p><b>Criterios ambientales utilizados en el diseño del proyecto:</b> En página 4 se menciona que los ríos Baker y Pascua presentan caudales abundantes y de baja variación durante todo el año. Se plantea esto como una de las grandes cualidades del proyecto, ya que permite atenuar los períodos de escasez del recurso hidrológico en la matriz hidroeléctrica del SIC. Sin embargo, en página 9 se indica que uno de los principales criterios ambientales considerados es “reducir al máximo las oscilaciones en el caudal del los ríos [sic] y de los embalses”. El objetivo de atenuar los períodos de escasez no requiere que se introduzcan fluctuaciones de corto plazo en los caudales, que siempre causan impactos ecológicos fuertes. Se ruega a la titular aclarar esta contradicción.</p>	<p>La operación propuesta, con fluctuaciones, causará mayores impactos.</p>
15	<p><b>Lámina 1.1-A:</b> Error cartográfico en lámina, el último tramo del río Nef se confunde con el cauce principal del Baker.</p>	<p>Error cartográfico.</p>
18	<p><b>Cuadro 1.1-5:</b> Los derechos de agua para la Central Del Salto indican que la restitución de las aguas se hará 4.5 km aguas abajo de la captación. Se pide aclarar qué sucederá con el régimen de caudales en el tramo que quedará desviado.</p>	<p>Impacto potencialmente importante; requiere clarificar.</p>
20	<p><b>Cuadro 1.1-7:</b> Debido al alto valor ambiental de las zonas ribereñas y humedales, se solicita detallar más la información entregada en el Cuadro, indicando exactamente qué superficies de este tipo se verán afectadas por las distintas obras.</p>	<p>Alto valor ambiental de zonas ribereñas y humedales requieren tratamiento especial.</p>
20	<p><b>Monto de inversión:</b> Se indica un monto total de US\$3.200 millones, pero esto no incluye la línea de transmisión hacia Chile central. Como el PHA no tiene sentido alguno sin esta línea (y vice-versa), se solicita conocer el monto total de inversión en el proyecto hidroeléctrico y de transmisión. Esto permitiría comparar mejor las bondades del proyecto con las de otras alternativas.</p>	
26	<p><b>Vida útil y cronograma de ejecución:</b> Se indica que la vida útil del proyecto se puede considerar como indefinida, y que “la experiencia de otras realizaciones muestra que en este tipo de instalaciones son solamente los equipos los que están propensos a tener obsolescencia ... Las obras civiles, por su</p>	<p>Las centrales hidroeléctricas dependen de un</p>

	parte, no presentan esta situación". Es cierto que una presa puede durar mucho. La literatura, sin embargo, abunda con ejemplos de embalses que se colmataron con sedimento. Se ruega aclarar las expectativas de vida útil de los distintos embalses que componen el PHA.	embalse, el cual sí tiene una vida útil finita.
29	<b>Descripción general de las obras:</b> Se menciona para Pascua 1 la construcción de un pretil, "cuya altura es inferior al nivel del embalse", el cual no se muestra en la Lámina 1.2-C. Se ruega aclarar ¿qué significa que la altura de un pretil sea inferior al nivel de un embalse? La altura del pretil es una distancia vertical entre dos cotas, mientras que el nivel del embalse es sólo una cota... Por favor, indicar la posición del pretil en las láminas que corresponda.	Falta información del diseño
29	<b>Descripción general de las obras:</b> Se menciona que los vertederos han sido diseñados para el caudal correspondiente a la crecida milenaria, y verificados para la crecida decamilenaria y la máxima probable. Estos ríos tienen caudales muy regulares debido a su alimentación desde derretimiento de glaciares y nieves, y porque tienen enormes lagos en sus cabeceras. Por ello, la variabilidad de las crecidas máximas anuales debe ser relativamente baja. Por ello, al hacer análisis de frecuencia, aunque sea para T=100.000 años, nunca se alcanzarán valores demasiado grandes. Sin embargo, sabemos que estos sistemas sufren crecidas extraordinarias que no guardan relación con el derretimiento de hielo y nieve, sino que se deben a la falla de los glaciares que embalsan lagos glaciares. Estos Jokuhlaups o GLOFs (glacial lake outburst floods) podrían ser bastante mayores que cualquier valor de caudal de diseño determinado por métodos probabilísticos sobre la base de crecidas regulares, causadas por condiciones hidrometeorológicas determinadas. ¿Se incorporó en los análisis de crecidas la probabilidad de ocurrencia de tales eventos, o bien está todo el análisis basado solamente en datos medidos de caudales?	Falta información del diseño.
46	<b>Esquema descriptivo y detalles técnicos:</b> El Cuadro 1.2-1 da a entender en forma implícita que la presa Pascua 1 peralta un cuerpo de agua lacustre, el lago Chico. Al parecer nada se dice en ninguna otra parte de la EIA acerca de esta situación, mediante la cual un lago natural es peraltado, aumentando su superficie en casi el doble. Se ruega aclarar esta situación.	Desaparece un lago.
90	<b>Relleno sanitario San Lorenzo:</b> Se ruega aclarar hacia adónde drena el sector que será usado como relleno, así como la posibilidad de que ocurran derrames de líquidos lixiviados, que terminen escurriendo por el drenaje natural.	Posible impacto fuerte.
112	<b>Yacimientos:</b> Se ruega indicar qué fracción del área de yacimientos que no quedarán inundados por las presas estará ubicado sobre humedales o bien zonas ribereñas, de alto valor ambiental. Se ruega también	Posible impacto fuerte

	identificar cuál será el estándar que cumplirán las aguas provenientes de plantas de lavado de áridos, antes de ser devueltas a cauces naturales.	
133	<b>Centrales hidroeléctricas:</b> Se indica que Baker 1 será una presa del tipo CFGD (concrete-faced gravel dam). Se ruega indicar si este tipo de presa es capaz de soportar sobrecoronamiento, en caso de no ser capaz el evacuador de crecidas de portear una crecida extrema	Posible riesgo de colapso
145	<b>Centrales hidroeléctricas:</b> Se ruega explicar mejor el Cuadro 1.3-1, en particular el significado del "caudal requerido para el llenado".	Falta claridad
182	<b>1.4.1. Centrales hidroeléctricas:</b> Se menciona que la regulación horaria en los embalses significará fluctuaciones de las cotas de los embalses inferiores a 2 m. En otras partes de la EIA se menciona que estas fluctuaciones de cotas alcanzarán a los 3 m. Se ruega aclarar.	Inconsistencia.
182 y 183	<b>1.4.1. Centrales hidroeléctricas:</b> Se mencionan caudales mínimos de operación, los que asegurarían "una minimización de efectos en el cauce de los ríos, imponiendo un esquema de operación compatible con otras necesidades medioambientales de las cuencas aguas abajo de las centrales." Al respecto, es necesario mencionar que los caudales mínimos de operación entregados en el Cuadro 1.4-1 (pág. 183) son muy bajos para sistemas con caudales tan regulares como el Baker y el Pascua. Se solicita aclarar qué porcentaje del tiempo estos valores serían excedidos, para cada una de las ubicaciones, según las respectivas curvas de duración general de los caudales medios diarios.	Posible impactos muy fuertes debido a lo bajos que son los caudales propuestos, considerando lo regulares que son estos sistemas,
187	<b>1.4.1.4 Mantenimiento:</b> Como es costumbre, se propone tomar los troncos aportados a los embalses, sacarlos, secarlos, y trozarlos para leña. Los desechos leñosos de gran tamaño (LWD en sus iniciales en inglés) son uno de los regímenes impuestos por la cuenca que determinan la morfología de un tramo de río, así como la disponibilidad de hábitat. En zonas con mayor desarrollo, la razón principal para eliminar los troncos es porque pueden poner en peligro estructuras como puentes, pero acá no hay nada por el estilo. Se solicita aclarar cuál es el motivo para alterar este flujo de la manera propuesta.	Impacto sobre uno de los tres regímenes que determinan la morfología y disponibilidad de hábitat en un río aluvial
206	<b>1.5.1:</b> Se indica que las centrales tendrían una vida indefinida, pero si se considera la variabilidad en las cifras relativas a transporte de sedimento, es obvio que la vida útil de los embalses podría ser muy corta. Se solicita aclarar los rangos de vidas útiles determinados para los distintos embalses del PHA, considerando los rangos determinados para el acarreo de material del lecho hacia ellos.	Alto flujo de material del lecho indica que vidas útiles de embalses podrían ser cortas.

## **7. REVISIÓN PRELIMINAR DE LOS IMPACTOS SOBRE LA BIOTA (PECES)**

### **7.1 Fase de Construcción**

#### **Pérdida de Hábitat Lótico por la Construcción de las Obras Civiles de la Presa (MB-FFA-CON-01)**

El aspecto de mayor relevancia que no considera este impacto es que la construcción de tales obras civiles implica el inicio de la fragmentación de los sistemas fluviales, ya que todo el caudal que pase por los distintos tramos será derivado por túneles, los cuales al menos funcionarán como barreras en contra del sentido de la corriente para la biota acuática. Tal pérdida de conectividad no solamente ocurrirá entre los tramos aguas arriba y abajo de las futuras presas, sino que con los sistemas lacustres y tributarios asociados.

Este impacto se califica como de extensión local (0), aludiendo a que “las intervenciones ocupan una superficie despreciable”. Tal calificación corresponde claramente a la extensión de la acción, no del impacto que puede implicar la pérdida de hábitats y principalmente la pérdida de conectividad que se mencionó anteriormente.

La asignación de Valor Ambiental considera que los sitios que serán intervenidos son de moderada a baja relevancia para la biota acuática, dadas sus características físicas. Ello resulta cuestionable considerando la pobre definición de “barreras ecológicas” que hace la Línea de Base y la inexistencia de una demostración empírica de que tales barreras son realmente efectivas uni y bi-direccionalmente, para las distintas especies presentes.

Por tales razones, en todos los casos, el impacto es considerado negativo pero levemente significativo, lo cual no queda demostrado, ya que no existe evaluación de la pérdida de conectividad durante la construcción ni el verdadero rol como “barreras” que tendrán los lugares a ser intervenidos.

#### **Alteración del Hábitat Lótico por la Explotación de Yacimientos Fluviales (MMB-FFA-CON-02)**

En general se evalúan sólo los yacimientos que no quedarán inundados posteriormente. Sin embargo, el cuestionamiento es ¿porqué no efectuar la totalidad de estas explotaciones sólo en lugares que sí serán inundados, de tal forma de reducir los impactos?

Nuevamente, en el caso de este impacto se califica la extensión de la acción (“superficies afectadas”), pero no el efecto que tal intervención puede tener en la alteración de los hábitats lóticos, y por ende sobre su biota.

Este impacto se evalúa como “Parcialmente reversible” aludiendo a la posibilidad de efectuar “labores de restitución de hábitats”. Tal aseveración resulta inconsistente con la

falta de descripción detallada del tipo de hábitats que requieren cada una de las especies que ocurren en el área, menos aún para los diferentes estadios de vida. Por ende, no es claro que sea posible la restitución de hábitats para especies como *Diplomystes sp.*, de la cual se desconoce completamente su biología por ser el primer hallazgo en Chile. También resulta contradictorio con lo planteado en el Anexo D sobre análisis de caudales ecológicos, donde se plantea que “*La inclusión de T. areolatus y D. nahuelbutaensis (especies no presentes en el área) radica en que sólo se cuenta con la información necesaria como para realizar la simulación de sus hábitats, dado que el análisis no fue posible de extender a las especies observadas en los ríos*”. Es decir, el propio EIA establece que se desconocen los requerimientos de hábitats de las especies presentes en el área de influencia del PHA, por lo cual este impacto ya sea debería considerarse irreversible, o bien debería generarse la información necesaria para poder llevar a cabo tal restauración de manera adecuada.

Más aún, si se considera que uno de los yacimientos (“El Balseo”) se ubica en hábitats donde fue encontrada la especie *Diplomystes sp.*, este impacto no puede ser considerado “medianamente significativo”. Ello es inconsistente con lo indicado en las Conclusiones de la Línea de Base (página 1044) que señala “...cabe destacar que representan la única población conocida en Chile hasta el día de hoy de la especie (o haplogrupo) descrita como *Diplomystes viedmensis* y supuestamente endémica de Argentina”.

#### **Alteración de las Comunidades Bióticas por Aumento de Sólidos Suspendidos (MB-FFA-CON-03)**

La probabilidad de ocurrencia de este impacto se asocia al número de cauces a intervenir (menor a 10, entre 10 y 20 y más de 20 cauces intervenidos), sin embargo ello no tiene relación con la probabilidad de ocurrencia del impacto. Si hay remoción que provoca aumento de sólidos suspendidos, ciertamente habrá alteración de las comunidades bióticas. Lo que sí puede variar es la extensión e intensidad del impacto, pero no su probabilidad de ocurrencia, la que en muchos casos se califica de baja a moderada.

En todos los casos la intensidad del impacto se considera baja, “*atendiendo a que las aguas de los ríos de la región traen naturalmente una alta carga de sedimentos, particularmente en el verano*”. Sin embargo, no se hace una estimación de cuál será la carga adicional de sólidos suspendidos que aportará la intervención de los cauces, sólo se hace referencia a los valores de base.

#### **Alteración de Hábitat Lótico por Llenado del Embalse (MB-FFA-CON-04)**

Este impacto debería corresponder a “perdida de hábitat lótico” y no sólo a una alteración del mismo. El EIA justifica que este cambio no es una pérdida, indicando que “*la zona afectada pasará a ser un ambiente con características distintas, particularmente, por los cambios en la profundidad y velocidad de corriente, sin que por ello llegue a perder su condición de ser lótico*”. A su vez, tal justificación se basa en los tiempos de retención de



cada uno de los “embalses”, lo cual de ninguna manera implica que no se pierdan los hábitats lóticos actuales. Sin embargo, los hábitats de valor ambiental definidos en la línea de base como hábitats con desarrollo de playas y depósitos de arenas, presencia de islas y planicies de inundación, se perderán en el área de inundación, aún cuando el embalse no funcione como un sistema léntico propiamente tal. Adicionalmente, es importante destacar nuevamente que, dada la falta de información en la Línea de Base sobre el uso específico de hábitat de los distintos estadios de vida de los peces del área de influencia, es altamente ambiguo concluir que este impacto corresponda sólo a una alteración y no una a una pérdida de hábitats.

Nuevamente, en este impacto se califica la extensión de la acción (“superficies afectadas”), pero no el efecto de pérdida de hábitats lóticos y por ende sobre de biota.

### **Pérdida de Individuos de Especies de Ictiofauna Nativa (MB-FFA-CON-05)**

Este impacto se enfoca a las especies nativas, sin embargo, considera que en aquellas zonas donde las abundancias relativas de especies nativas son bajas, éstas son de menor relevancia. Ello no tiene sentido, si se valora sólo las nativas por ser relevantes para la “biodiversidad regional”, entonces el impacto no puede depender de la comparación de su abundancia respecto de los salmónidos introducidos.

Luego, la valoración que se hace de cada especie nativa se asocia a sus categorías de conservación, sin considerar otros aspectos relevantes como sus características poblacionales, distribución dentro del área de influencia, u otros. Por lo mismo, el impacto de pérdida de peces de la nueva especie encontrada del género *Diplomystes* no se valora de ninguna manera especial, sencillamente dado que la especie “no está calificada por corresponder al primer registro”.

## **7.2. Fase de Operación**

### **Generación de Nuevos Hábitats por la Presencia de los Embalses (MB-FFA-OPE-01)**

El impacto se califica de positivo. En primer lugar, se indica que en los “*nuevos ambientes someros, probablemente, se establecerán comunidades de organismos bentónicos, los que a su vez, favorecerían la presencia de los peces que los utilizan como fuentes alimenticias*”. Sin embargo, tal aseveración no considera las fluctuaciones horarias que tendrán las cotas de los embalses, lo cual genera hábitats inhóspitos para la mayor parte de la biota acuática.

A pesar de lo anterior, se califica como positivo, “*ya que la generación de nuevos hábitat, independiente de su calidad intrínseca, es siempre positiva*”. Este aspecto es absolutamente cuestionable, más aún cuando el propio EIA indica que las especies que se verán mayormente favorecidas con estos nuevos hábitats son las truchas introducidas.

Entonces, ¿desde qué perspectiva es positivo? ¿Para el incremento de la pesca deportiva? En tal caso, corresponde a un impacto social, no del medio biótico. En cuanto a la biota acuática actual, adaptada a los ambientes allí existentes, un cambio de hábitat de esta magnitud no puede ser considerado positivo, ya que evolutivamente se han adaptado a los ambientes lóticos que habitan en la actualidad.

### **Alteración de las Comunidades Bióticas por Cambios en los Regímenes de Caudales Aguas Abajo de las Presas (MB-FFA-OPE-02)**

La alteración del régimen de caudal aguas abajo de una represa es tal vez el impacto de mayor significado ecológico para el funcionamiento de un ecosistema fluvial, dado que ésta es la variable maestra que determina la mayor parte de los demás regímenes en un río (sedimentos, grandes desechos leñosos, temperatura, etc.). De tal forma, las fluctuaciones aguas abajo debido a la operación de una central son de vital importancia para comprender la magnitud del impacto que generarán. Por ejemplo, en el río Biobío, las fluctuaciones generadas por la operación de Ralco-Pangué, pueden ser apreciadas claramente incluso hasta 90 km aguas abajo, generando cambios de caudal durante un día equivalentes a lo esperable para cambios estacionales. Tales alteraciones diarias en la disponibilidad de hábitats tienen un enorme impacto sobre las comunidades biológicas ribereñas, principalmente para aquellas adaptadas a ambientes someros como los descritos en la Línea de Base del EIA como de “valor ambiental” (con desarrollo de playas, planicies de inundación, etc.).

En este sentido, la evaluación del impacto considera como criterio *“una reducción máxima de los requerimientos hidrobiológicos de los peces, equivalente al 50% de la variación anual del caudal, en el período con la condición de hábitat más extremo, definido por el caudal mínimo histórico, condición que permite mantener la capacidad de resiliencia y resistencia del ecosistema”*. Si bien lo anterior es verdad, la gran diferencia con la regulación efectuada por una central hidroeléctrica es los tiempos en que ocurren dichas fluctuaciones. La biota acuática fluvial está naturalmente adaptada a cambios estacionales mayores o menores, pero a escala de “épocas” y no “horas”.

No existe ninguna explicación para indicar por qué para las centrales Baker 1, Baker 2 y Pascua 2.2 la probabilidad de ocurrencia se califica como alta (0,8) y no extrema (1), ya que claramente por su tipo de operación, el impacto será cierto. De igual forma, la calificación de extensión e intensidad de impacto se considera nula en el caso de las centrales Pascua 2.1 y Pascua 1, ya que al momento de su operación existirán embalses aguas abajo. Entonces, ello debe ser comprendido como que sencillamente los tramos de ríos entre centrales no se consideran más como sistemas lóticos, de otra manera debería indicar una extensión del impacto. Dicho de otra forma, si se considera que no hay extensión de fluctuación de caudal entre un embalse y otro, sólo porque se entra a otro embalse, ello implica asumir claramente que hay una pérdida total del ecosistema lótico entre los embalses del Pascua. Ello no se condice en absoluto con lo indicado anteriormente en términos de “alteración de hábitats lóticos”.

Para el tramo afectado por la central Baker 1, se considera que su valor ambiental es alto (7), aún cuando allí es el único tramo donde se detectó la nueva especie del género *Diplomystes*. Este sólo hecho debería otorgarle un valor ambiental máximo.

#### **Alteración de las Comunidades de Peces por Efecto Barrera de la Presa y su Embalse (MB-FFA-OPE-04)**

No hay sustento para evaluar adecuadamente este impacto, dado que la línea de base no entrega la información suficiente para comprender la dinámica de todas las especies (al menos nativas) presentes en las áreas de influencia. La definición de barreras ecológicas es ambigua y teórica, y la determinación de los flujos génicos reales entre las distintas poblaciones de peces a lo largo de ambos ríos, y principalmente con los sistemas lacustres asociados es inexistente. Además, nuevamente el concepto de barrera se utiliza sólo en un sentido unidireccional, en contra del sentido de la corriente, pero no evalúa la pérdida de flujos a favor de la corriente o movimientos pasivos de peces que son de alto valor para la mantención de la diversidad genética a lo largo de sistemas fluviales complejos.

La calificación de impacto negativo “no significativo” para todas las centrales no tiene sustento.

#### **Pérdida de Individuos de Especies de Ictiofauna Nativa (MB-FFA-OPE-05)**

Considerando que la línea de base no da cuenta de la verdadera riqueza y distribución de especies ícticas en el área, la calificación de este impacto es altamente incierta. Un ejemplo claro de ello, es que no se describe en la Línea de Base la presencia (y abundancia) de *Percichthys trucha* y *Odontesthes hatcheri* en el lago Esmeralda, las cuales fueron colectadas por EULA (datos sin publicar). Por ende, basta decir, que sólo para este caso, el impacto se encuentra completamente subvalorado.

Por otra parte, nuevamente la valoración para cada especie se hace sólo sobre la base de su clasificación de estado de conservación, sin considerar parámetros específicos del área, los que pueden ser de mayor relevancia.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allan, J.D. 1995. *Stream ecology: Structure and function of running waters*. Chapman and Hall.
- Allan, J.D. y A.S. Flecker. 1993. Biodiversity conservation in running waters. *BioScience*, **43**: 32-43.
- Bauer, C. 2003. Vendiendo agua, vendiendo reformas. Lecciones de la experiencia chilena. *Ambiente y Desarrollo* (Santiago), **XIX** (3 y 4): 6-9.
- Beechie, T., and S. Bolton. 1999. An approach to restoring salmonid habitat-forming processes in Pacific Northwest watersheds. *Fisheries*, **24**(4), 6-15.
- Camousseight, A. 2006. Estado de conocimiento de los Ephemeroptera de Chile. Pp. 50-56 *In: Valdovinos* (2006a)
- Campos, H. 1973. Migration of *Galaxias maculatus* (Jenyns) (Galaxiidae, Pisces) in Valdivia Estuary, Chile. *Hydrobiologia*, **43**: 301-312.
- Campos, H. 1974. Population studies of *Galaxias maculatus* (Jenyns) (Osteichthys: Galaxiidae) in Chile with reference to the number of vertebrae. *Studies on the Neotropical Fauna*, **9**: 55-76.
- Campos, H. 1984. Gondwana and neotropical galaxioid fish biogeography. *In: Zaret, T.* (ed.) *Evolutionary Ecology of Neotropical Freshwater Fishes*. Junk, The Hague, pp. 113-125.
- Collier M., R.H. Webb, y J.C. Schmidt. 1996. *Dams and rivers: Primer on the downstream effects of dams*. U.S. Geological Survey, Tucson, Arizona, Circular 1126,. 94 pp
- DGA. 2008. *Informe Técnico Sobre el Evento de Crecida del 7 de Abril en el río Baker*. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, Coyhaique.
- EULA-UdeC. 1992. "Análisis del Informe de Evaluación de Impactos Ambientales Relevantes del Proyecto Pangué", realizado a solicitud de la Comisión de Recursos Naturales, Bienes Nacionales y Medio Ambiente, de la Honorable Cámara de Diputados de la República de Chile. Editado por C.I. Meier, Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción.
- EULA-UdeC 2007a. *Estudio de Impacto Ambiental "Central Hidroeléctrica San Pedro"*, elaborado para Colbún, S.A. Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción.

EULA-UdeC. 2007b. *Observaciones a la Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "Central Hidroeléctrica Río Cuervo"*. Documento presentado al SEIA, Marzo 2007. Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción.

Goodwin, P., K. Jorde, C.I. Meier, y O. Parra. 2006. Minimizing environmental impacts of hydropower development: transferring lessons from past projects to a proposed strategy for Chile. *Journal of Hydroinformatics*, **8**(4): 253-270.

Gore, J.A., y G.E. Petts. 1989. *Alternatives in Regulated Rivers Management*, CRC Press, Boca Ratón, Florida.

Habit, E., Belk, M.C., Tuckfield, R.C. y O. Parra. 2006. Response of the fish community to human-induced changes in the Biobio River in Chile. *Freshwater Biology*, **51**(1):1-11.

Habit, E., B. Dyer, e I. Vila. 2006. Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. Pp. 100-113 *In: Valdovinos (2006a)*

Habit, E. M. Belk, y O. Parra. 2007. Response of the riverine fish community to the construction and operation of a diversion hydropower plant in central Chile. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, **17**:37-49.

Hauenstein, E. 2006. Visión sinóptica de los macrófitos dulceacuícolas de Chile. Pp. 16-23 *In: Valdovinos (2006a)*.

Hauer, F.R., y G.A. Lamberti (Eds.) 2007. *Methods in Stream Ecology*. Elsevier, London.

IUCN- The World Conservation Union and the World Bank Group. 1997. *Large Dams: Learning from the Past, Looking at the Future. Workshop Proceedings*. IUCN – Gland, Switzerland and Cambridge UK, and the World Bank Group, Washington, D.C.

Jara, C., E. Rudolph, y E. González. 2006. Estado de conocimiento de los malacostráceos dulceacuícolas de Chile. Pp. 40-49 *In: Valdovinos (2006a)*

Jeffries, M.J., y D.H Mills. 1995. *Freshwater Ecology*. Wiley, New York.

Jerez, V., y J. Moroni. 2006. Diversidad de coleópteros acuáticos en Chile. Pp. 72-81 *In: Valdovinos (2006a)*

Karr, J.R. 1991. Biological integrity: A long-neglected aspect of water-resources Management. *Ecological Applications*, **1**(1): 66-84.

Leopold, L.B. 1997. *Water, Rivers and Creeks*. University Science Books, Sausalito, California.

Meier, C.I. 1992a. Predicción de los impactos ambientales sobre el sistema fluvial. Capítulo III, pp. 50-92 en: "*Análisis del Informe de Evaluación de Impactos Ambientales Relevantes*

*del Proyecto Pangué*", realizado por el Centro EULA-Chile a solicitud de la Comisión de Recursos Naturales, Bienes Nacionales y Medio Ambiente, de la Honorable Cámara de Diputados de la República de Chile.

Meier, C.I. 1992b. *Informe técnico sobre Recurso de Protección presentado por Fernando Dougnac R.* Rol N° 8811. Ilustre Corte de Apelaciones de Santiago.

Meier, C.I. 1993a. "Posibles impactos de la operación de Pangué sobre el uso de las aguas del Biobío para riego". Informe técnico presentado ante la Ilustre Corte de Apelaciones de Concepción.

Meier, C.I. 1993b. Probables impactos de la central Pangué sobre el ambiente natural. pp. 347-383 en: Faranda F. y O. Parra (Eds.). "Evaluación Ecológica del Sistema Fluvial del Río Biobío". Monografía Científica EULA, Vol. 12, Universidad de Concepción.

Meier, C.I. 1994. Modificación de las condiciones ambientales aguas abajo de represas y sus impactos sobre invertebrados acuáticos. *Memorias de las Terceras Jornadas de Hidráulica Prof. F.J. Domínguez, Concepción.* Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica.

Meier, C.I. 1995. A critical review of the Pangué Dam project EIA (Biobío River, Chile). *Proceedings of the 1<sup>st</sup> Annual Conference of the Water Resources Engineering Division*, San Antonio, Texas. American Society of Civil Engineers.

Meier, C.I. 1998a. The ecological basis of river restoration: 1. River ecology for hydraulic engineers. *Proceedings of the Conference "Engineering Approaches to Ecosystem Restoration"*, Denver, Colorado. American Society of Civil Engineers.

Meier, C.I. 1998b. The ecological basis of river restoration: 2. Defining restoration from an ecological perspective. *Proceedings of the Conference "Engineering Approaches to Ecosystem Restoration"*, Denver, Colorado. American Society of Civil Engineers.

Meier, C. Environmental Issues. Section 49 in: World Meteorological Organisation, *Guide to Hydrological Practices, 6th Edition*, Volume 2 (Management of Water Resources and the Application of Hydrological Practices). Geneva, Switzerland (en prensa).

Montgomery, D.R. & J.M. Buffington. 1997. Channel-reach morphology in mountain drainage basins. *Geological Society of America Bulletin*, 109(5): 596-611.

Morisawa, M. 1985. *Rivers: Form and Process*. Longman, London.

Moss, B. 1998. *Ecology of freshwaters. Man and Medium, Past to Future*. Blackwell Science. London.

National Research Council. 1992. *Restoration of Aquatic Ecosystems: Science, Technology, and Public Policy*. National Academy Press. Washington, D.C.

Ortiz, J.C., y H. Díaz-Páez. 2006. Estado de conocimiento de los anfibios de Chile. Pp. 114-121 *In: Valdovinos (2006a)*

Oud, E., y T.C. Muir. 1997. Engineering and Economic Aspects of Planning, Design, Construction and Operation of Large Dam Projects. Pp. 17-39 in IUCN-World Bank (1997)

Parada, E., y S. Peredo. 2006. Estado de conocimiento de los bivalvos dulceacuícolas de Chile. Pp. 82-87 *In: Valdovinos (2006a)*

Parra O., M. González, V. Dellarossa, P. Rivera & M. Orellana. 1982-1983. *Manual Taxonómico del Fitoplancton de Aguas Continentales; con especial referencia al fitoplancton de Chile*. Editorial de la Universidad de Concepción Vol. 1, Cyanophyceae, pp. 1-70, 174 figs., 1982; Vol. 2, Chrysophyceae-Xanthophyceae, pp.1-82, 155 figs., 1982; Vol. 3, Cryptophyceae, Dinophyceae y Euglenophyceae, pp. 1-99, 225 figs. 1982 ; Vol. 4, Bacillariophyceae, pp. 1-97, 239 figs. 1982; Vol. 5, (partes 1 y 2), Chlorophyceae, pp. 1-353, 1286 figs., 1983.

Parra O. y C.M. Bicudo. 1996. *Algas de Aguas Continentales: Introducción a la Biología y Sistemática*. Ediciones Universidad de Concepción. 268 pp.

Parra, O. & C. Meier. The Biobio and Laja River: Fluvial systems under strong human pressure. <http://www.cirf.org/kyoto/biobio1.pdf> . 2003.

Parra, O. 2006. Estado de conocimiento de las algas dulceacuícolas de Chile (excepto Bacillariophyceae). Pp. 8-15 *In: Valdovinos (2006a)*

Petts, G.E. 1984. *Impounded Rivers: Perspectives for Ecological Management*. Wiley, Chichester, UK.

Petts, G.E., y C. Amoros (Eds). 1996. *Fluvial Hydrosystems*, Chapman and Hall, London.

Rivera, P. 2006. Estado de conocimiento de las diatomeas dulceacuícolas de Chile. Pp. 1-7 *In: Valdovinos (2006a)*

Rojas, F. 2006. Estado de conocimiento de los Trichoptera de Chile. Pp. 65-71 *In: Valdovinos (2006a)*

Stanford, J. A., J. V. Ward, W. J. Liss, C. A. Frissell, R. N. Williams, J. A. Lichatowich y C. C. Coutant. 1996. A general protocol for restoration of regulated rivers. *Regulated Rivers: Research and Management*, **12**:391-413

Stanford, J. A., M. S. Lorang and F. R. Hauer. 2005. The shifting habitat mosaic of river ecosystems. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, **29**(1):123-136.

Valdovinos, C. (Editor). 2006a. Biodiversidad Dulceacuícola de Chile. *Gayana*, 70(1): 1-162.

Valdovinos, C. 2006b. Estado de conocimiento de los gastrópodos dulceacuícolas de Chile. Pp. 88-95 *In: Valdovinos (2006a)*

Vera, A., y A. Camousseight. 2006. Estado de conocimiento de los Plecópteros de Chile. Pp. 57-64 *In: Valdovinos (2006a)*

Victoriano, P., A. González, y R. Schlatter. 2006. Estado de conocimiento de las aves acuáticas continentales de Chile. Pp. 140-162 *In: Valdovinos (2006a)*

Villalobos, L. 2006. Estado de conocimiento de los crustáceos zooplanctónicos dulceacuícolas de Chile. Pp. 31-39 *In: Valdovinos (2006a)*

Vannote, R.L., G.W. Minshall, K.W. Cummins, J.R. Sedell, y C.E. Cushing. 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37:130-137.

WCD – World Commission on Dams. 2000. Dams and Development: A New Framework for Decision-Making. The report of the World Commission on Dams. Earthscan Publications, London, UK. <http://www.dams.org/report/>

Woelfl, S. 2006. Notas sobre protozoos ciliados dulceacuícolas de Chile. Pp. 24-26 *In: Valdovinos (2006a)*



## EQUIPO DE TRABAJO

Los académicos que redactaron este trabajo, adscritos al Centro EULA-Chile y al Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Concepción, son los siguientes:

<b>Nombre</b>	<b>Estudios</b>	<b>Temáticas</b>
Mauricio Aguayo Arias	Ingeniero Forestal (U. de Concepción) Dr. en Cs. Ambientales (U. de Concepción)	Coordinación transversal en temas de Sistemas de Información Geográfica
Alejandro Dussailant Jones	Ingeniero Civil Industrial (P.U. Católica de Chile) Ph.D. Ingeniería Civil y Ambiental (U. of Wisconsin)	Hidrología, Hidrogeología, Modelación de Recursos Hídricos, Sedimentos, Geomorfología Fluvial
Evelyn Habit Conejeros	Bióloga (U. de Concepción) Dra. en Cs. Ambientales (U. de Concepción)	Ecología Fluvial, Limnología, Peces en ríos y lagos
Oscar Link Lazo	Ingeniero Civil (U. de Concepción) Dr.-Ing. (U. Técnica Darmstadt)	Sedimentos, Fenómenos de Transporte, Hidrodinámica en lagos, Geomorfología Fluvial
Claudio Meier Vargas	Ingeniero Civil (U. de Concepción) M.Sc. Ingeniería Hidráulica (Colorado State University) Ph.D. Ecología (U. of Montana)	Jefe de proyecto. Geomorfología Fluvial, Hidrología, Hidráulica Ambiental, Limnología Física, Ecología Fluvial
Oscar Parra Barrientos	Biólogo (U. de Concepción) Dr. rer. nat. Botánica (U. Libre de Berlín)	Calidad de Aguas, Limnología Química y Biológica, Fitoplancton Lacustre, Fitobentos
Alejandra Stehr Gesche	Ingeniero Civil (U. de Concepción) Dra. Ciencias Ambientales (U. de Concepción)	Coordinación Etapa 1. Hidrología. Clima.
Claudio Valdovinos Zarges	Licenciado en Biología (U. de Concepción) Dr. Cs. en Zoología (U. de Concepción)	Ecología Fluvial, Limnología, Calidad de Aguas, Zooplancton Lacustre, Macroinvertebrados bénticos

**ANEXOS**

**OBSERVACIONES DETALLADAS A LA LÍNEA BASE, POR TEMÁTICA**

## Observaciones sobre Clima y Meteorología

<b>Capítulo 4. Medio Físico – 4.3.1. Clima y Meteorología</b>		<b>Justificación de la observación</b>
<b>Pág.</b>	<b>Observación</b>	
8	<p><b>1. Área de influencia Directa (AID):</b> La delimitación del AID se justifica en parte basándose en Utaaker 1995. Se trató de encontrar esta publicación en internet pero no fue posible hacerlo. Es necesario contar con la publicación para analizar si es adecuada la determinación del AID.</p>	Referencia vaga.
9	<p><b>2. Área de influencia Directa (AID):</b> “Conclusiones similares se obtienen del estudio realizado en los embalses cantábricos de El Ebro -de 6.000 ha- y Pomar -de 1.250 ha- (García 1994), donde se señala que los efectos tienen un alcance microclimático, destacando que los efectos normalmente se manifiestan de la cola de los embalses hacia aguas arriba.” Se utiliza esta frase para justificar el área de influencia pero no se menciona hasta cuántos kilómetros aguas arriba se manifiesta el efecto.</p>	Para poder hacer la relación con el proyecto chileno es necesario tener esta información.
10	<p><b>3. Metodología:</b> Se mencionan los siguientes informes: Línea Base del Medio Físico, elaborado por la Universidad de Chile para HidroAysén (Universidad de Chile 2007), además de informes internos de Ingendesa relacionados con la prefactibilidad del PHA. Esta información no está disponible en el SEIA por lo tanto no es posible verificar o completar la información aportada por EIA.</p>	Falta información de base que apoye y justifique muchos de los aspectos señalados en la Línea de Base.
11	<p><b>4. Metodología:</b> Se muestra una tabla con las estaciones utilizadas, pero no se hace referencia a la calidad de los datos utilizados, ni a cuántos datos estaban disponibles en cada estación, para el período de registro considerado. Además, se mencionan estaciones para las cuales no se conoce el período de registro. Se sabe que varias estaciones en esa área cuenta con información temporalmente intermitente, lo que muchas veces no permite su utilización. Ninguna de las estaciones se ubica cerca de los lugares de emplazamiento de las futuras seis centrales, siendo que la variabilidad espacial es muy alta en esta parte del país. Por ello, debió instalarse estaciones en los lugares que se verán afectados y en las cuencas que drenan hacia tales puntos.</p>	Falta información.
12	<p><b>5. Metodología:</b> Se menciona que se utilizó información generada por un modelo atmosférico, pero no se menciona que validación se realizó a éste y cuál es su calidad (representación de datos simulados versus observados). Esto es de gran relevancia, ya que si no representa bien las condiciones en los puntos de validación, no es posible utilizarlo para inferir datos de otras zonas.</p>	Falta información.
17	<p><b>6. Segundo párrafo:</b> Se confunde el gradiente ambiental vertical de temperatura con el gradiente adiabático. Igual confusión conceptual ocurre en página 27. El aire que es forzado a ascender sobre relieve</p>	Error conceptual.

	empinado sufre un proceso de expansión adiabática, que no corresponde a la cifra mencionada (6.5 C/km es el gradiente ambiental de temperatura, no el gradiente adiabático húmedo).	
17	<b>7. Tercer párrafo:</b> Poco puede decirse acerca del comportamiento de la precipitación con la elevación, ya que no hay estaciones de altura en la vertiente occidental. Esto debió preverse, instalando estaciones automáticas en donde fuere necesario.	Falta de información. Debió instalarse estaciones.
19	<b>8. Primer (y único) párrafo:</b> Las estimaciones para la altura de la isoterma 0°C fueron basadas en perfiles obtenidos en Puerto Montt y Punta Arenas. Estos deben ser bastante diferentes a aquellos en la zona de interés, ya que en ésta ocurre convección forzada por la presencia del relieve.	Metodología no adecuada.
20	<b>9.</b> No se muestran datos ni se cita la fuente que respalde la siguiente afirmación: “La variabilidad inter-horaria e inter-diaria de la velocidad y dirección del viento está dominada fuertemente por las condiciones sinópticas (sistemas frontales, altas de bloqueo y postfrontales)”.	Este tipo e información debe tener respaldo
21	<b>10. Segundo párrafo:</b> Se menciona que “La Región de Aysén, representada por las estaciones anemométricas de Chile Chico y Cochrane ...”. Esto significa que dos estaciones representan un área continental de 110.000 km <sup>2</sup> (del orden del área de Bélgica, Holanda, y Suiza juntos, pero con una variabilidad espacial mucho mayor). Además, ¿qué representatividad pueden tener para las zonas de emplazamiento de las seis distintas centrales con sus embalses, si una está en la orilla del segundo lago más grande del continente, y la otra en un pueblo ubicado en una depresión? En el mismo párrafo se concluye que los resultados de un modelo de hecho subestiman los valores reales.	Falta de datos. Debió instalarse estaciones en los lugares donde se emplazarán las centrales, así como en las cuencas que drenan hacia éstas.
24	<b>11. Figura 4.3.1-9:</b> Es sólo un ejemplo de lo ininteligible que son las figuras en todo este capítulo. No sólo tiene una pésima resolución, sino que además los mapas subyacentes son mudos, lo que impide ubicarse.	Problemas de edición del trabajo.
25	<b>12. Primer párrafo:</b> “Para la región de Aysén no existen registros sistemáticos de precipitación sólida”. Por ello, en el trabajo, sólo logran hacer una estimación muy indirecta. La hidrología de sistemas con régimen nivo-glacio-pluvial depende de conocer la forma de la precipitación. En muchos casos, las crecidas extremas dependen de eventos de lluvia sobre un manto de nieve maduro. Deberían haberse instalado estaciones para medición de nieve y del manto nivoso.	Falta información. Se debió instalar estaciones de medición de nieve y manto nivoso en las cuencas aportantes.
25	<b>13. Primer párrafo:</b> “En vista de ello, se ha utilizado como indicador de la precipitación sólida la ocurrencia simultánea de días con precipitaciones y temperatura mínima inferior o igual a 0°C.” Este es un criterio conservador que puede usarse, por ejemplo, para estimar crecidas. Sin embargo, en este caso se debió usar un valor de temperatura que no introdujera sesgo en la estimación (isoterma de 2°C es aquella de equiprobabilidad de precipitación sólida – líquida). Se deberían haber instalado estaciones de medición	Falta información, obligando al uso de aproximaciones. Se debió instalar estaciones.

	nival para generar la línea base.	
25	<p><b>14. Primer párrafo:</b> “Una ausencia total de precipitación sólida se advierte durante los meses de verano.” Esta aseveración se hace basándose sólo en los datos de las estaciones, las cuales están todas a baja altura. En Aysén se sabe que puede perfectamente bien nevar en cualquier momento del año a mayores alturas (algo de esto se menciona en págs. 26-27, pero no es sólo “en las cumbres más altas”). Una forma más correcta de hacer esto habría sido estimando la posición de la isoterma 2 C asumiendo gradiente ambiental o bien gradiente adiabático saturado (donde haya convección forzada). Luego, con una curva hipsométrica podría estimarse el área de la zona ubicada sobre la isoterma, de modo de determinar los input de nieve versus lluvia. Las entradas de agua a las cuencas, que alimentan luego la escorrentía en los cauces, ocurren en forma distribuida, y no sólo donde la humanidad haya decidido instalar estaciones. Una línea base adecuada debiera haberse hecho cargo de esta situación.</p>	Metodología inadecuada. Se debieran haber instalado estaciones en las cuencas.
26	<p><b>15. Figura 4.3.1-11:</b> La figura debiera indicar que se trata de días al mes, debiera tener una escala vertical que permitiese ver las diferencias, y debiera ser legible.</p>	Mala edición.
29	<p><b>16. Párrafos 2 y 3:</b> “la región de Aysén se caracteriza por ... La pluviosidad, en tanto, se mantiene a lo largo del año con cifras superiores a 250 mm por mes (45° - 50° S).” Esto es incorrecto, ya que depende fuertemente de la longitud. En Chile Chico llueven del orden de 300 mm anuales, por lo que es imposible que la pluviosidad supere 250 mm todos los meses. De hecho, hay muchos lugares de Aysén donde esto no se da.</p>	Error.
33	<p><b>17. Condiciones climáticas en el Área de influencia del proyecto:</b> Sólo se menciona el nombre y ubicación de las estaciones, pero no se hace referencia a la calidad de los datos utilizados, ni a cuántos datos estaban disponibles en cada estación para el periodo de registro considerado. Se hace referencia al estudio de prefactibilidad de Ingendesa (1998). Esta información no está disponible en el SEIA por lo tanto no es posible verificar o completar la información aportada por el EIA. Además, el referir el estudio a un trabajo de 1998 implica que muchas estaciones pudieron haber agregado casi una década de datos climatológicos que no fueron considerados. Esto es crítico si se considera la escasez de datos en la zona, el hecho que los registros son cortos, y que no se instalaron estaciones como parte de los estudios de base.</p>	Falta información.
34	<p><b>18. Características climáticas del entorno de Baker (Precipitación):</b> No se hace referencia a la calidad de los datos de precipitación utilizados, ni a cuántos datos estaban disponibles en cada estación para el periodo de registro considerado. La estación El Balseo ¿se discontinuó en 1997, o bien nuevamente se basó el trabajo en un estudio de 1998, obviando la información más reciente? Si fuese lo segundo, podría</p>	Debe verificarse esta información para analizar si la información utilizada refleja fielmente las condiciones

	trabajarse con 27 años de datos en vez de 18, un 50% más.	climáticas
34	<b>19. Último párrafo:</b> ¿Qué correlación se llevó a cabo entre las estaciones? ¿Cómo? El parámetro para indicar la correlación lineal entre dos variables es “r”, el coeficiente de correlación, no “R <sup>2</sup> ”, el coeficiente de determinación en una regresión lineal.	Falta explicar metodología.
36	<b>20. Características climáticas del entorno de Baker (Viento):</b> Debería haberse instalado una estación meteorológica para la medición de vientos. Se da un valor extraído del informe Ingendesa (1998), pero no queda claro en qué parte de la cuenca se midió este valor, por lo que no se sabe si es representativo para el área de Baker I	Falta información. Debió instalarse una estación meteorológica.
37	<b>21.</b> Se hace la siguiente afirmación: “A diferencia de Baker 1, los mayores montos de las precipitaciones se registrarían en el sector de la presa y los menores, hacia la cola del embalse, en un rango que debe oscilar entre los 1.500 y 1.000 mm anuales, respectivamente”. ¿De qué datos se obtiene el rango mencionado?	No queda claro de donde se obtiene la información.
38	<b>22.</b> Respecto de la temperatura, se hacen afirmaciones que no son más que suposiciones. Se debería haber instalado una estación	Falta información. Se debió instalar una estación.
38	<b>23.</b> En el caso de los vientos se mencionan mediciones de Vergara (2007), sin indicar en qué punto se realizaron las mediciones, cuántas fueron, etc. No queda claro si realmente corresponden al área que se está caracterizando.	Falta información.
39	<b>24. Último párrafo:</b> Se debe especificar cómo se hizo los análisis de correlación ¿Fue con datos diarios, mensuales, etc.?	Falta metodología.
40	<b>25.</b> No hay antecedente alguno acerca de cómo se estimaron las cotas por sobre las cuales caen precipitaciones sólidas, en invierno y verano, respectivamente. Sólo se menciona el informe de Ingendesa (1998), el cual no ha sido ingresado al SEIA. No se sabe si las cotas fueron estimadas a partir de mediciones en terreno o de un modelo.	Falta información.
40	<b>26. Último párrafo:</b> Se menciona “en Villa O’Higgins las temperaturas son más extremas, es mayor la temperatura media mensual (12,6 C en Febrero) y es menor la temperatura media mensual (2,4 C en Julio).” ¿Qué significa esto?	Falta de edición.
41	<b>27. Figura 4.3.1-18:</b> Los datos son claramente insuficientes, sobre todo si las estaciones siguieron midiendo, en cuyo caso se tendría 14 en vez de 4, y 21 en vez de 13 años con datos. Se menciona a continuación de la Figura que “se debe reiterar la salvedad de la corta serie de datos disponibles [sic] para Bajo Pascua”. En efecto, por usar un informe de 1998, se trabajó con 4 años de datos, siendo que al 2007 habrían habido 15 ó 16, un 400% más. Es errado el no haber considerado esta información.	Falta actualizar información.

42	28. ¿Cómo se concluye que las condiciones de viento en Pascua son similares a las de Cochrane si no hay información? ¿En base a qué se hace esta afirmación? Debió instalarse una estación meteorológica para medir viento en el sector de Pascua.	Falta información.
45 a la 47	29. Hay tres errores en la bibliografía, y un error cartográfico, donde el último tramo del río Nef se confunde con el cauce principal del Baker.	Falta de edición.

## Observaciones sobre Hidrología

<b>Capítulo 4. Medio Físico – 4.3.5. Hidrología</b>		<b>Justificación de la observación</b>
<b>Pág.</b>	<b>Observación</b>	
201	<p><b>1. Alcances:</b> Primer párrafo dice: "...ha sido generada por INGENDESA, Universidad de Chile (Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas) y el Centro de Ecología Aplicada (CEA Ltda.). Para el caso del estudio desarrollado por INGENDESA (2007), éste integra y actualiza estudios hidrológicos anteriores al año 2007, Por su parte, el documento elaborado por la Universidad de Chile (2007 a y b), incorpora elementos metodológicos y de análisis que permiten considerar un gran volumen de información." Esta información no está disponible en el SEIA por lo tanto no es posible completar, analizar o verificar la información aportada por el EIA.</p>	<p>Falta toda la información de base que apoye y justifique la mayoría de los aspectos señalados en la Línea de Base, que se detallan a continuación.</p>
201 a la 202	<p><b>2. Alcances:</b> Último párrafo dice: "se consideraron estimaciones realizadas sobre la base de ecuaciones y modelos empíricos, ampliamente divulgados a nivel mundial. Se debe considerar que estas estimaciones poseen la particularidad de ser sólo referenciales, dada la naturaleza de los modelos y la incertidumbre asociada al desarrollo de los procesos en cauces". Sin embargo, esto se contradice con lo expresado en el párrafo siguiente, en la página 202, donde se afirma que "Tanto el análisis hidrológico (caudales) como el de transporte de sedimentos, entrega información relevante a la hora de definir elementos tales como el caudal ecológico y el gasto sólido, dos aspectos centrales en el funcionamiento de procesos ecológicos en ríos y en posibles cambios que puedan producirse en la geomorfología fluvial por la construcción y operación del proyecto." Falta coherencia entre los métodos utilizados y la importancia clave que posee el tema de transporte de sedimentos.</p>	<p>Falta coherencia entre los métodos utilizados y la importancia clave que posee el tema de transporte de sedimentos. Como se detallará a continuación, el monitoreo respectivo adolece de fallas que las estimaciones probablemente empeorarán</p>
203	<p><b>3. Áreas de Influencia:</b> Cuarto párrafo con respecto al área de influencia de Baker I dice: "El tramo aguas abajo del pie de muro tiene un largo aproximado de 35 km". No se justifica por qué 35 km – ¿por qué no 15 ó 95 km? ¿Cuál(es) fueron los criterios? ¿Recuperación del régimen de caudales, de sedimentos, de calidad del agua, biota, etc.? ¿Qué aporte de caudal sería suficiente para recuperar el régimen? Considerando los caudales en el cauce principal, que son uno a dos órdenes de magnitud mayores que los aportados por los tributarios, ¿por qué no se consideró como Área de Influencia Directa hasta el fiordo? Sólo más adelante (p210) en el punto 4.3.5.2.1, se menciona que el AID es hasta el tributario más inmediato (Del Salto en este caso).</p>	<p>Incorrecta y arbitraria determinación del área de influencia directa.</p>



203	<p><b>4. Áreas de Influencia:</b> Como área de influencia, se indica que “Se ha determinado un tramo del cauce principal que comienza a la altura del río Maitén y finaliza en la junta con el río Del Salto”. Esto está equivocado, y denota un desconocimiento del área, ya que el río Maitén es un tributario del Nef, no del cauce principal del Baker. Esta confusión se origina en un error cartográfico serio, el que ocurre por primera vez en la Lámina 1.1-A (página 15, Capítulo 1), y se repite luego muchísimas veces en todo el resto de la EIA: Los últimos 10 km del curso inferior del Nef se confunden con el cauce principal del Baker. Como el Maitén es un tributario del bajo Nef, este error cartográfico indujo a alguien a plantear que el área de influencia comience en la (inexistente) junta del Maitén con el Baker.</p>	<p>Error cartográfico serio redundando en error al determinar área de influencia.</p>
203	<p><b>5. Áreas de Influencia:</b> Cuarto párrafo con respecto al área de influencia de Baker 2 no menciona cuál es el tramo de influencia aguas abajo. Además, hay un tramo aguas abajo de la confluencia con el río Del Salto, pero aguas arriba de la zona de influencia de Baker 2, el cual no es considerado. ¿Cómo puede siquiera plantearse que un tramo del cauce principal del Baker, ubicado entre ambas presas, no se va a ver afectado ni directa, ni indirectamente? Esto está equivocado.</p>	<p>Incorrecta y arbitraria determinación del área de influencia directa.</p>
204	<p><b>6. Áreas de Influencia:</b> No tiene sentido que la zona de influencia de Pascua 2.2 termine recién en la junta con el desagüe del Quetru; debe ir hasta el mismo mar. Los caudales, carga de sedimentos, etc. del Pascua superan en dos órdenes de magnitud los del Desagüe del Quetru, y además la distancia entre el muro y este tributario es muy corta. De hecho, el lago Quetru actúa como un sedimentador para el material del lecho, el por lo que el Desagüe no puede ayudar a corregir el desbalance. Por todo esto, el efecto de las presas en el balance de sedimento se sentirá hasta mucho más abajo.</p>	<p>Incorrecta y arbitraria determinación del área de influencia directa.</p>
204 a la 210	<p><b>7. Áreas de Influencia:</b> Primer párrafo con respecto al área de influencia de Pascua 1, 2.1 y 2.2 no aclara que la longitud de cauce continuo inundado suma 24 km con las tres represas en serie. Esto es un impacto acumulativo relevante para que la línea base lo considere en su situación pre-proyecto, definiendo un área de influencia acumulativa</p>	<p>Impacto acumulativo requiere otro marco conceptual.</p>
210	<p><b>8. Áreas de Influencia :</b> Para la Central Del Salto, se menciona “un área de influencia de aproximadamente 60.5 ha en un tramo de río de aproximadamente 6.5 ha”. ¿Qué significa esto?</p>	<p>Error de edición.</p>
210	<p><b>9. Áreas de Influencia:</b> Para la Central Del Salto, debe tenerse que la zona de influencia directa cubra a lo menos hasta la restitución, 4.5 km más abajo que la aducción, según indica la descripción del proyecto. Esto no queda claramente explicitado en el texto, ni tampoco en la Figura 4.3.5-6, donde se muestra que gran parte del tramo donde se altera el régimen hidrológico, al desviar los caudales hacia la central, no está incluido en el área de influencia.</p>	<p>Tramo con fuerte impacto no se incluye como área de influencia.</p>

210	<p><b>10. Área de Influencia Directa (AID):</b> segundo párrafo dice “Es importante destacar la participación de los tributarios en la atenuación de las potenciales modificaciones que el proyecto puede generar tanto en la variable caudal como en los procesos de transporte de sedimentos de fondo. En este sentido, tanto para Baker 1, Baker 2 como para Pascua 2.2, se han acotado sus áreas de influencia hasta el o los tributarios más inmediatos, como una forma de incorporar la influencia de éstos en las variables antes señaladas” - ¿cuál es la justificación técnica para definir la AID hasta el siguiente tributario más inmediato, sin considerar su relevancia en los procesos para los que se busca atenuar el impacto de las represas? - regímenes de caudales, sedimentos, calidad del agua, etc. En todos los casos señalados, los tributarios tienen caudales medios que son entre uno y dos órdenes de magnitud menores que el cauce principal, con regímenes distintos; las crecidas ocurrirán con timings distintos, debido a las diferencias en el área de las cuencas, etc. Además, tienen cargas de sedimento muy diferentes, según el tipo de cuenca (Desagüe Lago Quetru no contribuye material del lecho, mientras que los Ríos Colonia y Ventisquero probablemente tengan una contribución importante, etc.). Finalmente, sus calidades de agua puede esperarse que sean muy diversas, y en todos casos diferentes a las del cauce principal.</p>	<p>Incorrecta determinación del área de influencia directa. Esta decisión clave es arbitraria, y no se sustenta en ningún antecedente. El cuadro 4.3.5-1 es sólo informativo al respecto, sin fundamentar</p>
212	<p><b>11. Área de Influencia Indirecta (AII):</b> primer párrafo dice “Para el recurso hídrico superficial no se identifica área de influencia indirecta.” - ¿qué ocurre con las AII bajo el tributario más cercano, dado que no se ha fundamentado que bajo éste los regímenes de caudales, sedimentos, etc., de un río del tamaño del Baker, vuelvan a la normalidad de un río? Por ejemplo, los flujos de caudales y sedimentos, y las planicies de inundación y otras geoforamas fluviales que dependen de ellos, mantendrán su carácter aguas abajo de los tributarios? ¿Y el impacto en la desembocadura y flujos al mar? Etc. - No se avala esta fuerte aseveración en ninguna fundamentación</p>	<p>Incorrecta y arbitraria determinación del área de influencia indirecta. No se sustenta esta decisión clave en ningún antecedente.</p>
213	<p><b>12. Revisión de documentación principal:</b> se mencionan cuatro informes, pero faltan antecedentes: estos estudios no han sido entregados oficialmente, por lo que no pueden ser revisados, analizados y verificados</p>	<p>Cuatro estudios no entregados oficialmente vía SEIA</p>
214	<p><b>13. Tratamiento de datos e información:</b> En el Cuadro 4.3.5-3 se menciona el uso de la estación “Santa Cruz en Charles Fuhr”, para rellenar estadísticas faltantes en los lugares de interés. Al respecto, cabe mencionar que dicha estación está más al sur y drena hacia el Atlántico, representando una cuenca con terrenos que son muy distintos en cuanto a clima, suelo, rocas, vegetación, etc., que los de las cuencas que drenan al Pacífico. Por otra parte, es la única estación mencionada en todo el EIA que tenga datos disponibles desde 1960, ya que las estaciones chilenas más antiguas iniciaron operación recién en 1962 ó 1963. Sin embargo, en todo el trabajo, las series para los ríos de interés han sido ampliadas hasta 1960. Si</p>	<p>Metodología equivocada.</p>

	bien no se menciona más adelante que se haya usado esta estación argentina para completar y extender series, las fechas indicadas permiten inferir que esto habría sido exactamente el modo de proceder: Se habría usado la estación del río Santa Cruz para extender los registros de todas las estaciones chilenas hasta 1960. A nuestro entender, sería mejor haber trabajado con los datos disponibles en las estaciones chilenas ubicadas en los ríos de interés (desde 1962 ó 1963, según sea el caso), y haber usado solamente esos datos para extender otras series de menor duración.	
216	<b>14. Tratamiento de datos e información:</b> En la Figura 4.3.5-8, se muestra la estación "Pascua en Desagüe Lago Chico", la cual no se menciona en ninguna otra parte del trabajo. Al parece hay un error y sería "Pascua en Desagüe Lago O'Higgins".	Error cartográfico
217	<b>15. Tratamiento de datos e información:</b> En los párrafos 2 y 3 de esta página, al igual que en muchas otras partes del EIA, se mencionan "muestreros detallados" del sedimento en suspensión, sin informar en ninguna parte en qué consisten, o en qué difieren de las estadísticas diarias. ¿Es posible explicar claramente cómo fueron muestreados los sedimentos?	Falta explicación de la metodología.
217	<b>16. Actividades de terreno:</b> Se menciona en este acápite que se llevó a cabo una semana de trabajo en terreno para desarrollar la LB en sus aspectos hidrológico y sedimentológico. ¿Se piensa que esto es suficiente para un proyecto que consiste en seis centrales hidroeléctricas, con una inversión de cerca de US\$ 3000 millones, que afectará a dos de los más grandes ríos de Chile, los cuales se ubican en una de las zonas más prístinas que van quedando en el planeta, y para la cual hay muy poca información existente?	Esfuerzo de terreno no guarda relación alguna con el tamaño del proyecto y sus potenciales impactos.
218	<b>17. Desarrollo de los análisis y presentación de resultados:</b> Faltan antecedentes - a partir del Cuadro 4.3.5-5 sobre métodos de análisis (no explicitados en este documento, referidos a informes no entregados oficialmente), el estudio se "salta" directamente a los resultados - así, no se puede analizar y verificar que las metodologías sean las adecuadas.	Faltan antecedentes, lo que impide verificar que datos y metodologías sean las adecuadas
219	<b>18. Caracterización hidrológica:</b> Se menciona que la cuenca del Baker tendría 26.487 km <sup>2</sup> . En la LB de Geomorfología (p 164) se menciona 28.071 km <sup>2</sup> , y en otras partes de la EIA se dan otros valores. ¿Cuál es el área real de la cuenca del Baker?	Inconsistencias repetitivas.
219	<b>19. Caracterización hidrológica:</b> A pesar de que se entregue con cinco cifras significativas, el área entregada para el Lago General Carrera (1047.5 km <sup>2</sup> ) está errada. El área correcta está en torno a 1800 km <sup>2</sup> .	Error
220 a la 221	<b>20. Caracterización hidrológica:</b> Las Figuras 4.3.5-9 y 4.3.5-10, al igual que muchas otras en este capítulo, y en todo el trabajo, son simplemente ilegibles.	No puede leerse las figuras.

221	<b>21. Caracterización hidrológica:</b> ¿Qué quiere decir la última frase en esta página?	Redacción sin lógica, incomprensible.
222	<b>22. Caracterización hidrológica (b. geomorfología):</b> Cartografía a escala 1:50 000 no es una escala adecuada para analizar la geomorfología de un tramo de río.	Metodología inadecuada.
222	<b>23. Caracterización hidrológica (b. geomorfología):</b> La clasificación efectuada es meramente descriptiva, no considera ningún tipo de proceso, no indica si se trata de tramos aluviales o no, no describe la naturaleza de los materiales del lecho, etc. Resumiendo: esta información no tiene utilidad alguna para poder determinar los impactos que causarían las obras proyectadas, y su operación, sobre la morfología del sistema fluvial. Además hay una serie de errores conceptuales: Por ejemplo, se menciona que "A pesar que esta clase de cauce fluvial presenta zonas de escurrimiento supercrítico, al igual que en la morfología de cascada, no se aprecian zonas de aguas blancas". Es bien sabido que no ocurre escurrimiento 1-D de torrente en tramos aluviales. En estos tramos, sólo puede tenerse Froude >1 muy localmente, en la cercanía de bolones, cuando la profundidad relativa del escurrimiento es baja, en comparación con el tamaño de los clastos. Este tipo de escurrimiento se manifiesta justamente por la ocurrencia de ondas estacionarias y aguas blancas. Por otra parte, se dice que los "tramos trezados ... se generan por la disminución de la pendiente de terreno". En realidad, en ríos aluviales, son justamente aquellos de mayor pendiente los que muestran un cauce trezado, ya que corresponden a sistemas de mayor energía. Ahora bien, puede tenerse en el Baker que los tramos aluviales tengan menor pendiente que los confinados, pero una comparación como esta, entre la pendiente en un tramo confinado (impuesta) y aquella en un tramo aluvial (con grados de libertad) no se sostiene en ningún caso.	Metodología inadecuada.
223	<b>24. Baker b) Geomorfología:</b> segundo párrafo dice "Se aprecia una buena correlación entre la pendiente de terreno con los tipos morfológicos encontrados, ya que las zonas de cascadas se encuentran ubicadas en los sectores de mayor pendiente, las zonas donde el río se trenza, se encuentran en las zonas de menor pendiente." Faltan resultados: aseveración sin base clara en resultados mostrados en esta sección. Fotos del anexo no son georreferenciadas, y Figs 4.3.5-11 y 12 son sólo esquemáticas. Se requiere mayor precisión con respecto al aspecto de ubicación y correlación con pendiente - ¿efectos de las distintas fuentes de sedimento?, ¿de los tributarios?	Falta análisis y resultados para aseveración.
225	<b>25. Baker b) Geomorfología:</b> Figura 4.3.5-12: ¿Qué muestra esta figura? En un mismo lugar a lo largo del río hay puntos con cotas que difieren en más de 20 m; ¿son éstas cotas del thalweg, de las riberas, de la planicie? ¿Por qué dice perfil transversal si al parecer es longitudinal?	Se entregan análisis poco claros, sin relevancia para la línea base ni para modelar impactos. Falta

	<p>Cuadro 4.3.5-7 (características hidráulicas) no se entiende; falta mucha información: ¿qué significan Qm, Q, H, V? ¿Dónde se midieron? ¿Cómo se midieron/estimaron? ¿Son un promedio de varios puntos? ¿Son el output de algún modelo? Esta información no tiene sentido alguno así como está presentada.</p>	<p>información, y estudios base, para verificar idoneidad procedimiento.</p>
226	<p><b>26. Baker b) Geomorfología:</b> Las Figuras 4.3.5-13 y 4.3.5-14, ¿A qué “secciones críticas” se refieren? ¿Qué significa “crítico” en este contexto? ¿Dónde están tales secciones críticas? ¿Son representativas de las condiciones en algún tramo en especial? ¿Quién garantiza esto? ¿Qué datos son estos, de dónde se obtuvieron, con qué metodología, etc.? ¿Para qué sirven estos resultados?</p>	<p>Falta mucha información para poder comenzar a comprender qué se está haciendo.</p>
227	<p><b>27. Baker c) Análisis hidrológico:</b> primer párrafo dice “Se realizó una recopilación de información de diferentes fuentes (INGENDESA 2007, CEA 2007, Universidad de Chile 2007 a y b) las que consideraban como punto de partida las estaciones fluviométricas presentadas en el Cuadro 4.3.5-2. En este contexto, se trabajó con series completas de 45 años (1960/61 – 2004/05, 540 registros mensuales), algunas de las cuales fueron rellenadas utilizando como estación patrón a Baker en Desagüe lago Bertrand.” Falta información: ¿cuáles estaciones fueron rellenadas? ¿qué meses? ¿con cuáles metodologías? El uso de BdLB como patrón es cuestionable, pues es desagüe de lago, bastante estable, por lo que si se utiliza para sitios con otro tipo de régimen, el error puede ser grande. En efecto, la estación Baker en desagüe Lago Bertrand representa un régimen hidrológico regulado por dos lagos que suman del orden de 2000 km<sup>2</sup>, que en general drenan áreas con climas, vegetación, suelos, pendientes, etc. muy distintos a los de los tributarios de aguas abajo. Por ende, es un error el rellenar series para tales tributarios con Baker en Bertrand. El único proceso físico que resulta en una correlación entre esta estación y las de aguas abajo es el hecho que el deshielo ocurre en la misma estación del año (más o menos) en todas partes. En todos los demás respectos, las cuencas son diferentes. Además, las estaciones aguas abajo, y sobre todo en los tributarios que no tienen regulación por lagos, tienen una variabilidad mucho mayor, que no puede darse con Baker en desagüe... Por ende, esta metodología para rellenar debe ser muy deficiente en cuanto a la mantener la variabilidad original de las series.</p>	<p>Falta información, y estudios base, para verificar idoneidad de los procedimientos. Metodología es inadecuada en algunos casos (cuando se extiende registros de tributarios sin regulación, basado en estaciones ubicadas en desagües de lago)</p>
227	<p><b>28. Baker c) Análisis hidrológico:</b> segundo párrafo dice “Sobre la base de las estadísticas observadas y generadas de las estaciones listadas anteriormente, fue posible llevar el análisis a las zonas de las centrales.” Falta metodología: ¿cómo se trasladó la información de caudales a las zonas de las centrales? En p. 20 (Cuadro 7) de Apéndice C1, se menciona un aumento de 3% en Baker 1 con respecto a los caudales medidos en la estación Baker en Junta con Chacabuco, pero sin explicar la metodología. Además, las figuras en el Apéndice son ilegibles. Este procedimiento es inconsistente con lo que se indica un par de</p>	<p>Falta información acerca de la metodología utilizada y los estudios base, así como figuras claras, para verificar idoneidad de los procedimientos.</p>

	<p>páginas más adelante, en que se da a entender que Baker en Angostura Chacabuco representa directamente los caudales para Baker 1, mientras que Baker bajo los Ñadis aquellos para Baker 2. Por ende, pareciera que el ejercicio de relleno no fue para llevar el análisis a ninguna parte, sino que fue sólo para extender series que al parecer ya eran suficientemente largas (Chacabuco desde 1977 en adelante, Ñadis desde 1976 en adelante). Por otra parte, la Tabla 4.3.5-2 indica que la estación Baker en Desagüe Bertrand tiene datos desde Mayo 1963 en adelante. ¿Cómo puede entonces usarse esta estación para rellenar series hasta 1960/61? Por decirlo de otra forma: ninguna estación listada en esta tabla antes que Mayo de 1963 (excepto la del Río Santa Cruz, mucho más al sur y en la vertiente Atlántica): ¿Cómo pueden entonces presentarse datos para todas las estaciones desde el año hidrológico 60/61?</p>	
228	<p><b>29. Baker c) Análisis hidrológico:</b> En el primer párrafo se indica que se entrega la moda de los datos en las Figuras 4.3.5-15, lo cual no tiene sentido para variables continuas.</p>	Metodología inadecuada.
228	<p><b>30. Baker c) Análisis hidrológico i) Qmm:</b> tercer párrafo dice "tendencia histórica de la serie presenta una pendiente negativa que aunque leve, indicando [sic] un descenso de los promedios anuales. No obstante lo anterior, este comportamiento general a la "baja", es una característica de los sistemas hidrológicos a nivel mundial, según lo señalan Ligon, Dietrich y Trush (1 995) y Archer (2003), entre otros." Esto es muy cuestionable, hay zonas del planeta donde la tendencia es al aumento, y de hecho en zonas con mantos de hielo y nieve, es más que natural que los caudales medios mensuales tiendan a aumentar como respuesta al cambio climático; ver, por ejemplo, Milly et al. (2005) y Birsan et al (2005). Además, no hay ningún análisis de la significancia de tal tendencia. Por lo demás, considerando los rellenos de series, si la estación BDLB muestra la tendencia, todas las demás también tenderán a mostrarla. También se menciona una supuesta ciclicidad, pero sin ningún respaldo.</p>	Aseveraciones con base poco fundamentada
228	<p><b>31. Baker c) Análisis hidrológico:</b> Cuarto párrafo menciona que "se puede apreciar que el comportamiento aleatorio de la serie debiera tener un cierto grado de dependencia con las temperaturas, ya que son éstas últimas las que determinan el grado de derretimiento de hielo y nieve...". Al respecto, se quiere recordar que es la energía radiativa, y no las temperaturas, la que determina el grado de derretimiento de hielo y nieve. Ahora bien, como la temperatura del aire también depende de la energía radiativa, puede haber una alta correlación entre tasas de derretimiento y temperatura. Correlación en ningún caso implica dependencia (causa-efecto), como se menciona en la LB. Por otra parte, en ninguna parte de esta EIA se analiza, mide, o discute la radiación solar, variable fundamental para comprender los fenómenos de fusión que determinan los caudales en cuencas como las que nos interesan (así como la posible estratificación térmica en los</p>	Errores conceptuales y metodológicos

	embalses que se formarán).		
228	<b>32. Baker c) Análisis hidrológico:</b> Último párrafo: Dos preguntas: ¿Para qué se quiere los caudales "representativos del Baker bajo el Chacabuco", si la presa estaría aguas arriba de la junta?, y ¿porqué obtenerlos a partir de la estación Baker bajo los Nadis? Las cuencas del Chacabuco y del río Los Nadis son muy diferentes en cuanto a clima, vegetación, etc.	Metodología inadecuada	
232	<b>33. Baker c) Análisis hidrológico:</b> Segundo párrafo menciona "los estadísticos que consideran toda la serie generada, [sic] muestran magnitudes consistentes con los valores promedio mensuales y anuales". ¿Qué quiere decir esto? El cuadro 4.3.5-9 sólo muestra estadísticos para las series rellenadas (60 al 2005), y nunca se comparan tales estadísticos con los valores promedio medidos en las estaciones; de hecho, no se comparan con nada... por ende, ¿a qué "consistencia" se está haciendo referencia?	Metodología y resultados poco claros	
232	<b>34. Baker c) Análisis hidrológico i) Qmm:</b> Cuarto párrafo dice "La Figura 4.3.5-17, presenta el comportamiento de la serie temporal de caudales diarios mínimos y máximos, de manera de identificar a grande [sic] rasgos las tendencias y diferencias entre ellas." Falta información: Estos datos de Qd no están en el EIA, lo que impide analizar y verificar estas aseveraciones.	Falta información, y los estudios base, para verificar idoneidad del procedimiento	
235	<b>35. Baker c) Análisis hidrológico:</b> Primer párrafo (y Cuadro 4.3.5-10, página 237) merece varias dudas: ¿Se trata de caudales medios diarios mínimos para cada día calendario, o son mensuales, anuales, etc. a lo largo de la serie de tiempo? ¿Los percentiles se refieren a qué variable hidrológica? Falta explicitar mucho más claramente qué es lo que se está haciendo!	Falta describir la metodología para poder comprender el procedimiento	
236	<b>36. Baker c) Análisis hidrológico:</b> En referencia a la Figura 4.3.5-17: ¿Qué representan estas trazas? Es imposible que hayan diferencias tan grandes entre los caudales mínimos y los caudales máximos en un mismo día. ¿Se refiere acaso al caudal medio diario máximo y el medio diario mínimo en cada mes de la serie? Si es el caso, ¿por qué están unidos los datos por una traza continua? ¿De qué sirve este análisis?	Falta describir la metodología para poder comprender el procedimiento seguido. No se entiende para qué sirve tal procedimiento.	
237	<b>37. Baker c) Análisis hidrológico ii) Análisis de crecidas:</b> Último párrafo dice "las crecidas que se producen en el curso se presentan muy amortiguadas. Asimismo, y como se ha señalado, la región a la que pertenece es lluviosa durante todo el año. Por otra parte, es una zona que recibe aportes de grandes glaciares y superficies cubiertas por hielo y nieve, cuyo derretimiento se produce principalmente en los meses de mayor temperatura, es decir, en el periodo de estiaje, a las que se suman precipitaciones esporádicas" – Aquí se omite por completo la ocurrencia de eventos GLOF, que producen crecidas de +100% en 12-24 hrs, como ocurrió el 7 de Abril 2008 en el tramo bajo la confluencia con el río De La Colonia, por el vaciado	Se omite la relevancia de los GLOFs en el régimen de crecidas. Falta análisis para determinar regímenes hidrológicos.	

	<p>lago Cachet 2. Además, se señala que la región es lluviosa todo el año, pero no se hace ningún análisis de qué proporción de la precipitación cae a la forma sólida en las distintas estaciones, lo cual tiene importantísimos efectos hidrológicos. Como se dice en la LB de Clima, hay un sesgo en el sentido que las estaciones se ubican siempre en las zonas más bajas.</p>	
238	<p><b>38. Baker c) Análisis hidrológico ii) Análisis de crecidas:</b> primer párrafo dice “Considerando las estadísticas de caudales máximos de las estaciones fluviométricas seleccionadas, se efectuaron análisis de frecuencia por el método gráfico, para lo cual se ajustaron curvas” - Qmi no están en este EIA, impidiendo una correcta verificación de datos, métodos y resultados. Además, se indica en varias partes que el análisis fue hecho para caudales máximos instantáneos, pero en este párrafo se indica claramente que se trabajó con caudales medios diarios máximos. ¿Cuál versión es la correcta? En apéndices se muestra una regresión entre Q medios diarios máximos y Q máximos instantáneos, por lo que asumimos que se habrá usado tal regresión en el análisis. Esto implica que se está usando un mecanismo que redundará en menor variabilidad que la real, ya que los caudales máximos instantáneos obtenidos de la regresión mostrarán una menor varianza que los reales. Como la variabilidad es fundamental en análisis de frecuencia, al afectar la forma de las colas de la distribución, puede plantearse a priori que los caudales extremos estimados con este análisis serán menores a los reales. Se podría argumentar que da más o menos lo mismo trabajar con Q medios diarios máximos, o bien con Q máximos instantáneos, considerando la regulación impartida por los lagos, así como lo progresivas que son las crecidas causadas por deshielos. Sin embargo, esto no es verdadero en el caso de GLOFs. Si hubiese registro de algún evento de GLOF en la serie histórica, es evidente que la media diaria sería muy inferior al valor peak, por lo que enfoque utilizado entregaría resultados muy errados.</p>	Falta información, y los estudios base, para verificar idoneidad del procedimiento. Se infiere que se usó una metodología inadecuada.
238 y 242	<p><b>39. Baker c) Análisis hidrológico ii) Análisis de crecidas:</b> Si es verdad lo aseverado en las pp. 241-2 sobre un aparente cambio climático en 1974, esto indicaría un cambio de régimen hidrológico, y por tanto lo lógico sería analizar las series hasta 1974, y desde 1975, de forma diferente, o bien directamente utilizar solamente los datos post 1975 para el análisis y diseño.</p>	Contradicción en cuanto a informar en EIA de un cambio climático, y no usar esa info para mejorar análisis y diseño.
238	<p><b>40. Baker c) Análisis hidrológico ii) Análisis de crecidas:</b> Segundo párrafo dice “Los ajustes realizados en las estaciones se presentan en el Cuadro 4.3.5-1 1. Cabe recordar que éstas son válidas para los lugares donde se están proyectadas [sic] las centrales. Tal como se puede apreciar, las mejores distribuciones de ajuste para los caudales máximos instantáneos en las estaciones con datos fluviométricos resulta [sic] ser una del tipo Log-Pearson 3.” - Si bien Pearson 3 o Log Pearson 3 son modelos estándares para hacer</p>	Relacionado con el punto 39 anterior



	<p>análisis de probabilidades de excedencia, están basados en el supuesto de que los eventos hidrológicos son independientes e idénticamente distribuidos (esto es, provienen de la misma población). Es un hecho demostrado que los procesos hidrológicos no son iid, dependen de las estructuras oceánicas y su acople atmosférico. El ejemplo típico es la dependencia de ENSO, que modula extremos, y genera "clusters" de, por ejemplo, inundaciones de 100 años, en un ciclo de tres a cinco años. Existen métodos estadísticos establecidos, como PCA, ppr, wavelets, etc (Maidment 1993, Brutsaert 2006) para determinar dónde ocurre y cuál es la dependencia. Además, es claro que en estos sistemas hay eventos extremos como los GLOFs, con una génesis muy diferente, por lo que provienen de una población claramente distinta.</p>	
239	<p><b>41. Baker c) Análisis hidrológico ii) Análisis de crecidas:</b> Cuadro 4.3.5-12 "Caudales máximos instantáneos en centrales río Baker y Del Salto" – llama la atención que las crecidas estimadas sean mayores que las (paleo) crecidas estimadas en la sección de Contingencia (riesgo) del Anexo C, Apéndice 5, Parte 2: en ambos casos falta información base, pero se debe entregar un análisis comparativo e integrado entre ambas metodologías y resultados previo una descripción detallada.</p>	<p>Contradicción entre dos secciones, y falta de integración en el EIA. Lo anterior en relación a un tema de importancia fundamental para la seguridad de las obras.</p>
239	<p><b>42. Baker c) Análisis hidrológico ii) Análisis de crecidas:</b> Segundo párrafo dice: "Por su parte, las ondas de crecidas para períodos de retorno de 1.000 y 10.000 años, en todos los lugares de las posibles centrales, fueron determinadas por INGENDESA (2007) a partir de crecidas características obtenidas de los registros limnigráficos de las estaciones fluviométricas seleccionadas en la cuenca del río Baker. Con este fin, se seleccionaron, en cada estación, algunas crecidas características, y se determinó a partir de ellas una onda de crecida promedio referida al caudal máximo instantáneo, <math>Q_{mi}</math> (<math>Q/Q_{mi}</math>, t). Sus gráficas fueron complementadas por la Universidad de Chile (2007 a)". Falta fundamentar estas metodologías: ¿cómo se seleccionaron las crecidas? No fueron ingresados al SEIA los estudios base de Ingendesa y de la U de Chile</p>	<p>Falta información acerca de las metodologías.</p>
240	<p><b>43. Baker c) Análisis hidrológico ii) Análisis de crecidas:</b> Las Figuras 4.3.5-18 y 4.3.5-19 muestran valores de crecidas extremas que son diferentes de aquellos indicados en el Cuadro 4.3.5-12 (pág. 239), a pesar de estar referidos a los mismos lugares y períodos de retorno. ¿Cuáles son los valores correctos?</p>	<p>Inconsistencia.</p>
241	<p><b>44. Baker c) Análisis hidrológico iii) Descripción y análisis del régimen hidrológico:</b> Último párrafo dice "Ahora bien, si se considera la estacionalidad, y nuevamente ejemplificando con la estación río Baker en desagüe lago Bertrand por ser la más extensa, se obtiene que para la serie de verano, el régimen de escorrentía..." BDLB no es en ningún caso la estación más apropiada para ver estacionalidad, dado que es desagüe de lago. Por ello, debería corroborarse con otras estaciones si es posible, de mayor similitud de</p>	<p>Estación escogida como patrón introduce sesgo, al tener un régimen de caudales amortiguado por grandes lagos.</p>

	régimen hidrológico, pues en caso contrario se introduce sesgo al análisis.	
244	<b>45. Baker c) Análisis hidrológico iv) Discusión preliminar y análisis de variabilidad:</b> Primer párrafo dice “Como resultado del análisis MTM y desde el punto de vista de variabilidad interanual, ciclos oscilatorios de aproximadamente seis y tres años resultan ser significativos al 90% de confianza. Este resultado se presenta en la Figura 4.3.5-23.” Esto sería consistente con potenciales ciclos ENSO, no analizados aquí, y que fundamenta un análisis como el mencionado en la observación 40 arriba.	Relacionado con observación 40
249	<b>46. Cuenca río Pascua a) Hidrografía:</b> primer párrafo dice “En esta zona, los registros de precipitaciones son escasos. No obstante lo anterior, con la información disponible se puede señalar que ...” ¿Cuál información disponible? No se referencia ninguna otra sección del EIA-LB.	Falta referencia a información
249	<b>47. Cuenca río Pascua a) Hidrografía:</b> Cuadro 4.3.5-16 dice “Orden de jerarquía” - ¿se refiere a Horton-Strahler o alguna otra de las muchas clasificaciones de tramos/ríos/cuencas? ¿Cómo se estimó?	Falta claridad en información del cuadro, así como método.
254	<b>48. Cuenca río Pascua b) Geomorfología fluvial:</b> Cuadro 4.3.5-16 (características hidráulicas) no se entiende. El texto dice “el cuadro presenta las características hidráulicas de los cauces y las condiciones críticas de escurrimiento”. Falta mucha información: ¿qué significan Qm, Q, H, V? ¿Cómo se midieron/estimaron? ¿Cómo se pueden dar las características hidráulicas para un tramo de decenas de km de cauce en una tabla con pocos valores?	Falta claridad en cuadro. No se entrega información necesaria para comprender el trabajo.
255	<b>49. Cuenca río Pascua b) Geomorfología fluvial:</b> Figura 4.3.5-30 Curva de altura escurrimiento. Falta información: no se explica dónde se estimó, ni cómo, ni a qué corresponde	Falta datos y metodología
255	<b>50. Cuenca río Pascua b) Geomorfología fluvial:</b> Primer párrafo dice “se recopiló información de fuente secundaria dispuesta en los documentos de INGENDESA (2007), CEA (2007) y Universidad de Chile (2007 a y b)”. Falta información, no se han ingresado estos informes oficialmente al SEIA.	Faltan informes en el SEIA
255	<b>51. Cuenca río Pascua c) Hidrología:</b> último párrafo dice “La estación Pascua en Desagüe Lago O’Higgins se corrigió y relleno utilizando como estación patrón la estación Santa Cruz en Charles Fuhr (Argentina), de manera que sobre la base de su estadística completa, extender y rellenar la estación Pascua en Junta Desagüe Quetru [sic].” Falta fundamentación: ¿dónde queda la estación SC en CF (Arg)? ¿Es similar el régimen hidrológico con el del Pascua? ¿Cómo se analizó esto? Falta metodología: relleno de datos, cuáles, cómo. También es incorrecto el usar una estación para rellenar otra, y luego usar la estación rellena para rellenar una tercera, ya que el filtro de dos regresiones sucesivas disminuirá considerablemente la variabilidad.	Falta fundamentar y explicitar métodos. Hay metodología inadecuada.

256	<b>52. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico i) Comportamiento caudales medios mensuales:</b> Segundo párrafo dice “la declinación de los caudales se produce entre los meses de junio y noviembre, presentando un mínimo entre los meses de septiembre y octubre”. ¿Como puede declinar entre junio y noviembre y tener su mínimo en septiembre/octubre?	Inconsistencia
256	<b>53. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico i) Comportamiento caudales medios mensuales:</b> Tercer párrafo dice “En cuanto al comportamiento histórico de la serie, se puede señalar que para ambas estaciones usadas como base o patrón (ver Anexo C, Apéndice I, Parte 1 - iii), se evidencia un descenso.” - En Anexo C, Apéndice I, Parte 1 -iii, se presentan estos resultados sin antes describir datos, su calidad, su relleno, y las metodologías de análisis	Faltan datos y métodos
256	<b>54. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico i) Comportamiento caudales medios mensuales:</b> Cuarto párrafo dice “En ambas estaciones, es posible observar un ciclo de concentración de máximos y mínimos. Esta ciclicidad podría agruparse, al igual que para el Baker, en periodos de 7 + 4 años.” Esto es consistente con potenciales ciclos ENSO, no analizados aquí, y que fundamenta la necesidad de un análisis como el mencionado en la observación 40 arriba	Ver observación 40
256	<b>55. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico i) Comportamiento caudales medios mensuales:</b> Cuarto párrafo dice “Según análisis realizados por la Universidad de Chile (2007 a), a partir de los registros de caudales medios anuales asociados a la estación Pascua en Desagüe lago O'Higgins, fue posible apreciar que las medias móviles de 10 años no muestran este tipo de comportamiento.” Informe no ingresado al SEIA, por lo que no se puede verificar	Informe no ingresado al SEIA.
257	<b>56. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico i) Comportamiento caudales medios mensuales:</b> Primer párrafo dice “oscilación cíclica hasta fines de los años 70, época a partir de la cual comenzaría un decaimiento de los caudales. Lo anteriormente descrito se observa también en el resto de las estaciones asociadas al río Pascua”. Pero no es el caso que en Pascua hay solamente n=2 estaciones? ¿O sea, “el resto” es una? ¿O bien hay más estaciones no declaradas? Lleva a confusión.	Error lógico
257	<b>57. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico i) Comportamiento caudales medios mensuales:</b> Segundo párrafo dice “es posible afirmar que el sistema hídrico compuesto por ventisqueros, lagos y ríos en la zona de Campos de Hielo Sur no se encuentra en régimen de equilibrio. En efecto, Aniya et al (1997) y Rignot et al (2003) citados por la Universidad de Chile (2007 a)” – no se hace referencia completa en la bibliografía a éstas referencias, y no se adjunta el estudio UChile 2007 al EIA. Nótese que estas tendencias decrecientes en los glaciares, en todo caso debieran haberse reflejado en tendencias crecientes de los	Falta información, referencias e informe U. de Chile 2007. Además hay una inconsistencia.

	caudales. Sin embargo, en la LB se mencionan tendencias decrecientes de los caudales.	
257	<b>58. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico i) Comportamiento caudales medios mensuales:</b> Tercer párrafo menciona que “respecto al comportamiento de los caudales medios mensuales en los posibles puntos de ubicación de las centrales, éstos tienen una dinámica muy parecida a la descrita para las estaciones patrón” Era de esperarse que esto fuese así, si todas las series fueron rellenadas a partir de un patrón único, por lo que debe esperarse una alta correlación, y además la trasposición de caudales se hace sólo escalando por área.	Error lógico
257	<b>59. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico i) Comportamiento caudales medios mensuales:</b> Último párrafo dice “... no así las variaciones (CV%), las que se encuentran entre 8,9% y 9%.” Hay un problema, ya que se introdujo un sesgo en el CC, al rellenar con regresión lineal simple.	Metodología inadecuada puede haber transferido error a resultados, falta verificar
258	<b>60. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico i) Comportamiento caudales medios mensuales:</b> Segundo párrafo dice “En cuanto a los caudales mínimos, se analizó la serie con registros diarios en la estación Pascua desagüe Lago O'Higgins (periodo 1962 - 2003) válido [sic] para los valores utilizados en la central Pascua 1 y en la estación Pascua antes junta Quetru (Periodo 1978 - 2003), válido para las estimaciones realizadas para la central Pascua 2.2...” Falta información de base: No se entregan los Qmd en el EIA. Además, la frase tiene más de seis líneas y es completamente ilegible.	Informe con datos no entregado al SEIA. Falta claridad.
258	<b>61. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico i) Comportamiento caudales medios mensuales:</b> Segundo párrafo dice “la Figura 4.3.5-33, presenta el comportamiento de las series de caudales diarios máximos y mínimos registrados” Falta clarificar: serie de datos originales, o rellenada?	Falta claridad
264	<b>62. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico i) Comportamiento caudales medios mensuales:</b> Primer párrafo dice “Tanto la gráfica como las magnitudes de los parámetros que presenta el cuadro anterior, permiten señalar que las diferencias entre caudales diarios máximos y mínimos para los meses que componen la serie son bajas. En este contexto, los rangos promedios para las series están muy por debajo del valor inferior del intervalo de variabilidad natural de los caudales analizados.” Falta considerar el hecho que las series fueron rellenadas: Si este relleno fue hecho con regresión lineal simple, como pareciera ser, disminuye artificialmente la variabilidad de la serie.	Error en metodología
265	<b>63. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico ii) Análisis de crecidas:</b> Último párrafo dice “Los ajustes realizados a las estaciones patrón se presentan en el Cuadro 4.3.5-20, en ella [sic] se puede observar que las distribuciones de mejor ajuste fueron Log-Pearson 3 y Pearson 3, las que son aplicables a los puntos de ubicación de la central Pascua 1 y centrales Pascua 2.1 y 2.2 respectivamente.” – valen las observaciones 39	Falencia de método

	y 40		
266	64. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico ii) Análisis de crecidas: Cuadro 4.3.5-20 es poco claro - ¿es de los Qmi o Qmd máximos? Falta información: no se entregan ni Qmd ni Qmi en este EIA, por lo que no se puede analizar/verificar estos resultados	Falta información	
266	65. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico ii) Análisis de crecidas: Último párrafo dice "De acuerdo a los análisis realizados por INGENDESA (2007), se han determinado las crecidas máximas probables que se consignan en el Cuadro 4.3.5-22." – Falta esta información: estudio no ingresado al SEIA	Falta información: estudio no ingresado al SEIA	
267	66. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico ii) Análisis de crecidas: Cuadro 4.3.5-22. Falta información: No se explicita metodología empleada, relacionado con la observación 65 anterior	Falta información: no se explicita metodología empleada	
267	67. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico ii) Análisis de crecidas: Primer párrafo dice "Por su parte, las ondas de crecidas (Q=caudal, t=tiempo) para periodos de retorno de 1.000 y 10.000 años, en todos los lugares de las posibles centrales, fueron determinadas por INGENDESA (2007) a partir de crecidas características obtenidas de los registros limnigráficos de las estaciones fluviométricas seleccionadas en la cuenca del río Pascua." Falta información: ¿cuál(es) fue(ron) el (los) criterio(s) de selección de "crecidas características"? Falta ser más específico	Falta fundamentación: métodos, criterios	
268	68. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico iii) Descripción y análisis régimen hidrológico: Segundo párrafo dice "como patrón general, un intenso gradiente zonal de la precipitación, desde valores anuales del orden de 3.000 mm en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes hasta 500 mm en la vertiente oriental." Error: debiera decir "...occidental de la Cordillera de los Andes hasta 500 mm en la vertiente oriental"	Error de redacción	
269	69. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico iii) Descripción y análisis régimen hidrológico: Segundo párrafo dice "Dada la influencia reguladora de los lagos existentes en la cuenca, se deduce que el comportamiento de la desviación estándar de los caudales anuales, tienen [sic] una tendencia al descenso" - Error de redacción, y no se entiende la lógica: la tendencia al descenso no debiera ser causa de la influencia reguladora de los lagos. Los lagos siempre han estado presentes, por lo cual no debería porqué haber una tendencia al descenso en la variabilidad de los caudales anuales. Si se observa tal disminución, entonces se deberá a otra cosa, cambios en la cuenca (poco probable en este caso) o bien cambio climático, pero no la presencia de lagos que siempre han estado presentes durante el periodo de medición.	Error de redacción que confunde, o de lógica.	
269	70. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico iii) Descripción y análisis régimen hidrológico: Segundo párrafo dice "un periodo entre 1978/79 y 1985/85 donde se manifiestan las mayores dispersiones, lo que	Pareciera que no hubo integración incluso dentro de	

	<p>podría explicarse a la luz de una mayor cantidad de precipitaciones líquidas (ver Figura 4.3.5-32). Lo anterior podría estar influenciado por la presencia del Fenómeno de El Niño, agosto-76 a marzo-77, julio-77 a enero-78, octubre-79 a abril-80 y abril-82 a julio-83.” La Figura 4.3.5-32 es de caudales, no de precipitaciones, y no es evidente en la figura esta aseveración con respecto a las supuestas mayores dispersiones. Adicionalmente, la conexión con ENSO es primera vez que se menciona en el EIA, pero sólo eso; no se profundiza ni se fundamenta la conexión causa-efecto, o alguna forma de dilucidar el asunto. Se recomienda mayor profundidad de análisis de este punto, pues se estima muy relevante en cuanto a varios aspectos: a) conexión con supuesto “salto climático” en torno a 1974/75 mencionado en observación 39 y pág. 242 del EIA (y que se ha teorizado antes, para parte de Chile al menos, e.g. Carrasco 2006); b) el dividir el registro hidrológico (y climatológico) en periodos de diferente carácter e influencia atmosférica; c) relevancia para estimación de eventos extremos, e.g., caudales mínimos o crecidas.</p>	<p>este acápite de hidrología, y menos con la LB de clima, pues no se conectan ciertos comportamientos hidrológicos con forzantes climatológicas.</p>
269	<p><b>71. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico iii) Descripción y análisis régimen hidrológico:</b> Penúltimo párrafo dice “El comportamiento de los valores promedio, máximos y mínimos mensuales para registros en el periodo 1960/61-2004/05, presentan un comportamiento [sic] similar al estadístico de dispersión, esto es, con valores mínimos a fines de invierno y comienzos de primavera y máximos en verano. Un detalle de lo anterior, se presenta en el Anexo C, Apéndice 1, Parte 1 - iii” Aquí vale la observación realizada para el caso del Baker, en cuanto a que la información del anexo se limita a presentar resultados sin antes describir datos, su calidad, su relleno, y las metodologías de análisis</p>	<p>Conectar con Anexo C, Acápites 1, p24.</p>
270	<p><b>72. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico iii) Descripción y análisis régimen hidrológico:</b> En la Figura 4.3.5-36 no se observa ninguna diferencia significativa entre los periodos 1960-1974 y 1975-2004, que no sea por el hecho que se cambió la escala vertical. Con los pocos datos disponibles, parece obvio pensar que no habría tal diferencia significativa si se hiciese un análisis estadístico, el cual no se muestra, si es que se hizo. ¿Para qué separar periodos si el comportamiento es básicamente idéntico?</p>	<p>Error metodológico.</p>
271	<p><b>73. Cuenca río Pascua c) Análisis hidrológico iii) Descripción y análisis régimen hidrológico:</b> Segundo párrafo dice “Al igual que para el tramo del río Baker bajo estudio, para la estaciones con registros observados (ver Anexo C, Apéndice 1, Parte 1 - ii), se puede destacar que las variaciones anuales de las desviaciones estándar estimadas sobre estadísticas observadas y generadas, presentan una leve tendencia al descenso”. Hay un potencial sesgo por relleno, no argumentado aquí; se recomienda ya sea no rellenar para preservar propiedades estadísticas independientes, en la medida de lo posible, o bien rellenar usando alguno de los métodos disponibles para mantener la variabilidad, e.g. Fernández &amp; Salas1998.</p>	<p>Conclusiones dependen del uso de un método de relleno incorrecto</p>

314	<p><b>74. Conclusiones:</b> Último párrafo dice “que dentro del recurso hídrico, evaluado en forma individual, no existen zonas que tengan valor ambiental, considerando éstas como aquellas zonas que corresponden a una situación única, que la diferencia de las condiciones presentes en otros ríos de la región.” Falta fundamentar esta aseveración: Se estima no hay base suficiente para plantear esto, considerando que el Baker es el río más caudaloso de Chile, que el Pascua es el más torrencioso de la región (aseverado en esta misma sección 4.3.5, de hecho), y que ambos están asociados de forma relevante con los Campos de Hielo Norte y Sur, respectivamente, en conjunto una de las reservas mundiales de agua dulce, y vulnerable al cambio global; sin mencionar otros aspectos adicionales. Podría incluso argumentarse que ambos ríos tienen valor a nivel mundial, al quedar tan pocos grandes cauces sin represar en el mundo.</p>	Falta fundamentar: se estima no hay base suficiente como para plantear esto.
315	<p><b>75. Conclusiones:</b> El tercer párrafo dice “Respecto a la geomorfología fluvial dominante, son frecuentes las zonas de rápidos y remansos en las partes altas y también zonas de saltos y pozas. Esto, porque en ambas unidades es factible encontrar tramos con una pendiente que favorece el comportamiento de un flujo que en el largo plazo ha ido modificando el lecho y sus planicies de inundación”. Varias preguntas surgen: ¿Qué significa “geomorfología fluvial dominante”? ¿Las zonas de rápidas y remansos están sólo en las “partes altas”? ¿Qué se quiere decir con “partes altas”? ¿Qué significa la última frase de este párrafo?</p>	Confusión de conceptos y redacción ininteligible.
315	<p><b>76. Conclusiones:</b> Cuarto párrafo tiene una redacción críptica. Menciona que los ríos en la ubicación de las presas tienen regímenes pluvio-nivo-glaciales. Sin embargo, el segundo párrafo dice que las cuencas (presumiblemente en sus desembocaduras) tienen régimen nivo-pluvial. Si los ríos en sus desembocaduras tienen regímenes nivopluviales, entonces hacia aguas arriba, en los sectores de ubicación de las presas, no pueden cambiar a régimen pluvio-nivo-glacial, siendo que las mayores precipitaciones ocurren justamente en el sector entre la ubicación de las presas y el mar.</p>	Confusión de conceptos.
315	<p><b>77. Conclusiones:</b> Cuarto párrafo tiene una redacción críptica. Se dice que “Asimismo, hay un fuerte componente aleatorio como también de dependencia con las temperaturas, ya que son éstas últimas las que determinan el grado de derretimiento de hielo y nieve en las partes altas y que pasan a configurar los caudales máximos en meses estivales, y de paso, suavizan el comportamiento de la gráfica en el tiempo.” ¿Qué se quiere decir con que haya “un fuerte componente aleatorio”? Casi todas las series hidrológicas tienen un componente aleatorio, ¿qué tan fuerte es en este caso? ¿Porqué se vuelve a mencionar la “dependencia” con las temperaturas, si éstas tan sólo covarían con las tasas de fusión, siendo ambas afectadas por la radiación? ¿Nuevamente, qué se quiere decir con “las partes altas”? ¿Qué se quiere decir con esto de que “pasan a configurar los caudales máximos”? ¿Suavizan el comportamiento de qué gráfica</p>	Pésima redacción; confusiones conceptuales.

	exactamente? Es en verdad increíble que éstas sean las conclusiones de una línea base hidrológica para un proyecto de tal magnitud.	
316	<b>78. Conclusiones:</b> En el primer párrafo (viniendo de la página anterior) se habla de la serie histórica de caudales medios mensuales, dándose valores para las medianas y coeficientes de variación. Sin embargo, luego se indica que "Lo anterior, [sic] es diferente si se analiza la serie de registros completa, ya que los coeficientes de variación aumentan." ¿Qué se quiere decir con esto? ¿En qué momento se ha hecho alguna diferencia, en todo el análisis, entre una "serie histórica" y una "serie completa"? ¿Cómo y en qué difieren la una de la otra?	Metodología muy confusa en un aspecto que es fundamental.
316	<b>79. Conclusiones:</b> En el segundo párrafo, al final, se dice que "El caudal medio anual registra variaciones del orden de 25% +/- 3%". ¿Qué es este 25%? ¿La desviación estándar, el error, etc.? A su vez, ¿qué es el 3%? ¿La desviación estándar de la desviación estándar? ¿Qué son estos números, cómo se calcularon, con qué datos, etc.?	Metodología y resultados confusos.
316	<b>80. Conclusiones:</b> El tercer párrafo corresponde a una sentencia sin ningún sentido.	Redacción sin lógica.
316	<b>81. Conclusiones:</b> Cuarto párrafo dice "Entre los meses de Enero y Abril, el aporte a los caudales proviene de dos fuentes: derretimiento de hielo, principalmente nieve y lluvias esporádicas que le confieren aleatoriedad a la serie temporal que se analizará más adelante". En primer lugar, se mencionan tres fuentes, que son las que siempre aportan a los caudales (a menos que hubiesen aportes antrópicos, como agua de riego desde otra cuenca). En segundo lugar, no se menciona el vaciamiento progresivo de los enormes lagos de cabecera durante este período. En tercer lugar, ¿a qué análisis posterior se está haciendo referencia, acá en las conclusiones?	Confusiones conceptuales, mala redacción
316	<b>82. Conclusiones:</b> Penúltimo párrafo dice "Tanto para el Baker como para el Pascua, el comportamiento de las series dice relación con lo señalado en otros estudios a nivel mundial respecto a los descensos históricos de los caudales." Esto es controversial y muy debatible; ver literatura e.g. Milly et al 2005 y Birsan et al. 2005. ¿Se hizo algún análisis, aunque sea preliminar, de la significancia de tales "tendencias", y del efecto que tienen las metodologías de relleno?	Falta fundamentar: se estima que no hay base suficiente para plantear esto.
317	<b>83. Conclusiones:</b> Primer párrafo dice "entre 1978/79 y 1985/86 donde se manifiestan las mayores desviaciones entre los valores anuales, lo que podría explicarse a la luz de una mayor cantidad de precipitaciones líquidas y sólidas. Lo anterior podría estar influenciado por la presencia del Fenómeno de El Niño, agosto-76 a marzo-77, julio-77 a enero-78, octubre-79 a abril-80 y abril-82 a julio-83." Falta fundamentar con mayor solidez, debieran tener la información necesaria en el EIA para concluir algo al	Falta fundamentar, se estima no hay base suficiente



	respecto, en lugar de sólo mencionar posibles explicaciones sin buscar validarlas.	
317	<b>84. Conclusiones:</b> Es un tanto penoso tener que comentar esto, pero la redacción del cuarto párrafo, al igual que la de muchos otros en esta línea base, es muy mala: “Los caudales medios diarios mínimos ... es [sic] del orden de 18 % menores [sic].” “La crecida máxima probable ... resultaron [sic] 30 % mayores [sic].” “Además, las crecidas mayores no sólo dependen de las precipitaciones, sino que de otros factores como el derretimiento de hielos y nieves, existencia de glaciares, lagos importantes (regulación de crecidas), entre otros [sic], ocurren [sic] en los meses de verano, luego son de lenta evolución y duran varios días.” ¿Qué quiere decir todo esto? ¿Es razonable tener este tipo de redacción, y de ideas, en las conclusiones de una línea base hidrológica para un proyecto de esta magnitud?	Pésima redacción.
317	<b>85. Conclusiones:</b> Último párrafo dice “Lo recién señalado ocurre con las principales crecidas en los ríos Baker y Pascua, los que tienen régimen nivo-pluvial.” Falta considerar aquí el efecto de los GLOFS y otros posibles mecanismos de generación de crecidas extremas.	Falta efecto de los GLOFS y otros tipos de crecidas extremas
318	<b>86. Conclusiones:</b> Primer párrafo dice “los valores obtenidos consideran un criterio conservador en cuanto a las estimaciones de los valores finales.” Falta fundamentar: no se puede verificar pues los datos base no fueron entregados al SEIA; la metodología no es convincente, pues no se dividió el registro por diferentes causas hidrometeorológicas, y además no se consideraron eventos extremos como GLOFs, ni se hizo análisis alguno de paleocrecidas – las crecidas extremas derivadas en la línea base podrían no obedecer a un criterio conservador.	Falta fundamentar: se estima no hay base suficiente.

	<b>Anexo C. Parte 1 Medio Físico – 1. Hidrología</b>	
<b>Pág.</b>	<b>Observación</b>	<b>Justificación de la observación</b>
General	<b>87. Caracterización hidrológica:</b> Figuras en cuadros son sólo parcialmente legibles, con metodologías no declaradas para obtenerlas. Registro de caudales efectuado sin aclarar calidad ni consistencia, ni cuáles meses fueron rellenados, ni cómo.	Falta información de base, así como figuras claras, para verificar idoneidad de los procedimientos
19 y 20	<b>88. Figura 3:</b> ¿Cuál fue la metodología utilizada para derivar estas curvas? ¿Qué papel juegan en la línea base?	Falta metodología. No se indica relevancia ni utilidad de los procedimientos.
20 y 21	<b>89. Caracterización Gráfica:</b> Cuadro 7 poco claro; El aumento de caudal del 3 por mil, ¿a qué se refiere?	Falta información sobre

	¿es debido a diferencias de áreas en las cuencas? Falta aclarar metodologías, y falta informe referenciado Ingendesa (2007). Además, varias figuras son simplemente ilegibles. Notar que en la relación entre Q medio diario y Q máximo instantáneo, el punto con mayor caudal está fuera de la tendencia entregada por la regresión.	métodos, y estudio base no fue ingresado al SEIA. Texto y figuras ilegibles.
23	<b>90. Caracterización Gráfica:</b> En cuadro 8, aclarar si se usaron registros de caudales originales, o rellenos. Falta leyenda explicativa para los códigos, e.g., ¿los colores diferentes representan qué exactamente?	Falta información de métodos, y mejorar figuras.
General	<b>91.</b> ¿Porqué no se entregan curvas de duración general de los caudales medios diarios? Éstas serían bastante más útiles que las de caudales medios mensuales, desde la perspectiva de analizar impactos ambientales.	Falta procedimiento que sería de mayor utilidad que lo entregado.
31	<b>92. Cuadro 5:</b> muestra crecidas extremas muy suavizadas y largas, por la presencia del Lago O'Higgins. Si llegase un GLOF de gran magnitud al lago, ¿la crecida resultante en el Pascua sería así de suave también? ¿Alguien ha estudiado esta posibilidad?	Falta considerar efecto de GLOFs.
33	<b>93.</b> La figura que indica "Relación Q medio diario - Q máximo instantáneo para el día del máximo" muestra otra cosa.	Error de edición
35	<b>94. Cuadro 7:</b> ¿Para qué hacer análisis de frecuencia de caudales medios diarios, si al parecer están disponibles los caudales instantáneos máximos para esta estación?	Procedimiento no idóneo.
42 a la 48	<b>95. Cuadros 1 al 7:</b> Se presentan los datos de caudal medio mensual, sin diferenciar cuáles son datos reales, medidos, y cuáles fueron rellenados.	Falta información acerca de los datos

<b>Capítulo 4 - 4.9 Áreas de contingencia</b>		
<b>Pág.</b>	<b>Observación</b>	<b>Justificación de la observación</b>
1679	<b>96. Metodología:</b> Parece extraño que las áreas de contingencia se refieran sólo a entidades pobladas, viviendas, e infraestructura. ¿Y si se perdieran zonas naturales con alto valor ambiental? El riesgo de que una crecida catastrófica por falla de una presa destruya el ecosistema fluvial, ¿no existe?	
1681	<b>97.</b> ¿Sólo tres párrafos cortos describen la totalidad de la metodología seguida para determinar áreas de riesgo por inundación? Esto es claramente insuficiente. Deben ingresarse como parte del EIA todos los estudios de base que respalden lo indicado en este acápite.	Falta metodología y estudios de base deben ingresarse al SEIA
1687	<b>98. Figura 4.9-3</b> muestra que hay varias laderas que dan al embalse Baker 1 con riesgo alto; ¿se ha	Faltan importantes análisis y

	calculado la onda que generaría un evento de remoción en masa? ¿Se sobrecorona la presa de ocurrir esto? ¿Fallaría la presa? ¿Se ha modelado hidráulicamente el rompimiento de presa? ¿Cuáles serían sus efectos?	estudios.
1687-1692	<b>99. Figuras 4.9-3 a la 4.9-7:</b> Debiera indicarse claramente en las Figuras, y en el texto, cómo interactúa la información de riesgo de remoción en masa con la ubicación de los futuros embalses.	Falta información relevante.
1699	<b>100. Primer párrafo:</b> Se indica que “Los análisis geomorfológicos, estratigráficos, y sedimentológicos locales indican que la probabilidad de que ocurra un evento de inundación que considere las terrazas fluviales superiores (T2 y/o T3), al menos una vez en 100 años, es mayor al 60%, lo cual significa una alta probabilidad de ocurrencia”. ¿Dónde se entregan los métodos, datos, y resultados de tales análisis? ¿Si se inundan terrazas, formadas en un clima o condiciones anteriores, acaso no sería por caudales realmente extremos? ¿O bien se está usando la palabra “terrazas” para referirse a la planicie de inundación presente? ¿Qué significa T2 y/o T3?	Falta información de métodos, datos, resultados, etc. No se explica nada.
1722	<b>101.</b> Se menciona anteriormente que la probabilidad de que ocurra una erupción del Volcán Lautaro es del 100% en los próximos 100 años. Sin embargo, se plantea que “Dicho derretimiento posee una baja probabilidad de manifestarse y por ende, se cataloga de bajo peligro”. ¿Qué análisis o estudios sustentan esta aseveración? Además, al parecer hay un error en el mismo párrafo, ya que caudales de crecida mayores aparecen teniendo una mayor probabilidad de ocurrencia que otros que son menores, lo cual no puede ser (la magnitud tiene que aumentar con el período de retorno, o sea, disminuir con la probabilidad de ocurrencia, siempre).	Faltan importantes análisis y estudios. Error lógico.
1730	<b>102. Conclusiones:</b> Se destacan riesgos altos de remoción en masa en las cercanías de los embalses. ¿Qué estudios posteriores han descartado la posibilidad de tales eventos, una vez que se llenen los embalses, o bien han estudiado cuáles serían sus consecuencias?	Faltan importantes análisis y estudios.

### Anexo C - Apéndice 5, Parte 1 (Áreas Contingencia)

<b>Pág.</b>	<b>Observación</b>	<b>Justificación de la observación</b>
2	<b>103.</b> Para el análisis de susceptibilidad a remoción en masa, ¿se consideró como factor el efecto del represamiento, o sea, de que el área bajo cuestión pudiese a futuro ubicarse total o parcialmente dentro de uno de los embalses? ¿O bien se incluye esto dentro de “desestabilización artificial de laderas”? Este es un factor muy relevante, que puede desencadenar eventos catastróficos (por ejemplo, Presa Vaiont, Italia).	Falta información de la metodología. Falta considerar un riesgo fundamental.

6	<p><b>104. Inundaciones:</b> Primer párrafo menciona que “Se estimó la recurrencia de crecidas máximas en los últimos 1000 años mediante estudios sedimentológicos, estratigráficos, y de contexto geomorfológicos [sic] de calicatas. Se tomaron muestras para realizar estudios geocronológicos con 14C”. La posible ocurrencia de eventos extremos podría tener consecuencias funestas, por lo que debería ser más transparente la metodología en este caso. ¿Qué tipo de estudios sedimentológicos y estratigráficos?, ¿con qué escala espacial de muestreo?, ¿cuántas calicatas?, etc. Falta una enorme cantidad de información metodológica y de contexto. Además, no se explica cómo se ligan estos supuestos estudios de paleocrecidas con los estudios de crecidas entregados en la LB hidrológica.</p>	<p>Falta demasiada información de la metodología para poder comprender qué se ha hecho. Falta también un nexa con la LB hidrológica.</p>
6	<p><b>105. Inundaciones:</b> Cuadro 4 indica que se trabajó con un umbral de período de retorno de 109.6 años. Considerando lo aproximado que es el concepto de período de retorno, sorprende que se haya escogido un valor con una precisión de 4 cifras significativas, que es por cierto espúrea.</p>	<p>Procedimiento inadecuado.</p>
6	<p><b>106. Inundaciones:</b> ¿Se excavó una sola calicata para concluir todo lo que se debe concluir sobre paleocrecidas en las cuencas del Baker y Pascua?</p>	<p>Metodología absolutamente inadecuada</p>
15	<p><b>107. Inundaciones:</b> Áreas de contingencia: en el análisis de riesgo no se incluyen métodos para resultados de modelamientos – se requiere detalles de metodología, y el ingreso al SEIA del estudio base U. Chile. El describir un estudio de paleocrecidas, en cuanto a la metodología, la toma de datos, los resultados, la interpretación, etc., tomaría muchas más páginas que lo que se muestra aquí. Además, los resultados para las crecidas resultan ser casi idénticos a aquellos entregados en la línea base hidrológica, obtenidos con análisis de frecuencia tradicional (en la Central Del Salto son idénticos; en las del Baker y Pascua corresponden a los valores de la línea base multiplicados por una constante). Es evidente que si el análisis de paleocrecidas se hubiese realmente llevado a cabo (cosa que no puede verificarse, al no entregarse ni métodos, ni datos, ni resultados intermedios, ni nada), las estimaciones resultantes de caudal para los distintos períodos de retorno habrían sido diferentes a las del análisis de frecuencia estadístico, tradicional. Por lo anterior, no queda otra que poner en duda que realmente se haya llevado a cabo un análisis de paleocrecidas.</p>	<p>Falta información de métodos. Se pone en duda que se haya realmente hecho un análisis de paleocrecidas.</p>
17	<p><b>108. Inundaciones:</b> Cuadro 3: La incertidumbre referida en el pie de cuadro afecta las estimaciones de período de retorno, sin embargo esto no es considerado, lo que debe corregirse. Además, no se explica en lo más mínimo qué datos representa el cuadro, y qué relación tienen con la ocurrencia de crecidas.</p>	<p>Falta considerar incertidumbre. Falta explicar relevancia de los resultados.</p>
17	<p><b>109. Inundaciones:</b> Cuadro 4: no se adjunta informe ni detalle de metodologías. No se entiende qué resultados entrega el cuadro.</p>	<p>Falta metodología. Falta explicar qué se hizo.</p>

17	<b>110. Inundaciones:</b> Cuadro 5: Falta información: ¿cómo se estimó H? ¿dónde? ¿cómo se calculó CMP? ¿De qué sirven estos resultados a esta forma?	Falta metodología. Falta explicar resultados.
----	---	---

<b>Anexo B - Apéndice 2 (PAS 89)</b>		
<b>Pág.</b>	<b>Observación</b>	<b>Justificación de la observación</b>
6	<b>111. 2.1:</b> La Figura 2-3, al igual que todas las figuras similares en este anexo, es totalmente ilegible.	No se puede leer información
6 y 7	<b>112. 2.1:</b> No se deja en claro, ni en la foto aérea, ni en la carta ilegible, cuál es la morfología de este yacimiento. Se habla en forma intercambiada de “planicie de depósitos fluviales”, “cerro”, “terrazza fluvial”, y “morrena”, no quedando nunca claro qué tan activos son los sitios que serán usados como yacimiento (en el sentido de formar parte del cauce activo), ni qué tan cerca están verticalmente de la cota del agua. Esta información es relevante para estimar los impactos ambientales que podrían causarse.	Falta describir mejor las características reales de los sitios que se verán afectados.
9	<b>113. 2.1:</b> El Cuadro 2.2 sigue indicando que la primera estación en la cuenca del Baker se estableció en Abril de 1963. ¿Cómo se pudo entonces completar las series en todas las estaciones al 1960? ¿Con qué información?	Inconsistencia y falta de metodología.
13	<b>114. 2.1.c. Análisis Hidrológico:</b> Cuadro 2.5 presenta bajas correlaciones, cuestionables en varios meses: Mayo, Marzo, Oct, Nov. Esto resta validez a los resultados y análisis para estos meses. Además, debe haber un error en el texto, ya que el Cuadro 2.2 (pág. 9) indica claramente que la estación tiene estadística desde Marzo de 1979, no desde Abril 1975, y sólo hasta 1990. Por otra parte, DSAJB se instaló en Noviembre de 1979, después que Chacabuco antes de Junta Baker, y se discontinuó en 2000. Por ende, sólo podría utilizarse para rellenar desde 1990 al 2000, y la serie final rellenada iría desde 1978 a 2000, no desde 1960/61 hasta 2004/2005. Luego, ¿cómo se hizo realmente todos estos rellenos de series?	Inconsistencia o error. Falta metodología o hay métodos inadecuados.
15	<b>115. 2.1.c. Análisis hidrológico:</b> Cuadro 2.7 Desviación estándar y Cv sesgadamente bajos por metodología de correlación con regresión lineal simple: buena para medias, pero subestima varianza. Qmax y Qmin adolecen de problemas por correlación baja en algunos meses y relleno.	Metodología inadecuada.
18	<b>116. 2.1.c. Análisis hidrológico:</b> Estudio de crecidas: Segundo párrafo dice “Debido a que el río Baker nace de un lago de enorme superficie, y que por consiguiente posee un gran efecto regulador, las crecidas que se producen en su curso se presentan muy amortiguadas.” Esto es correcto para los eventos de origen hidrometeorológico, pero puede no serlo para crecidas extremas con génesis distinta, e.g., GLOFs	Falta considerar análisis y estudios relevantes.
19	<b>117. 2.1.c. Análisis hidrológico:</b> Datos de Qmi no ingresados, lo cual no permite revisar metodología ni	Falta metodología y datos.

	analizar idoneidad de expresiones. La metodología parece burda, ya que asume linealidad, y además coincidencia temporal en los peaks de crecidas en la junta del Baker y Chacabuco, lo cual es muy improbable, dado que el Baker desagua un gran lago, mientras que el Chacabuco no.	Métodos inadecuados.
21	118. 2.1.c.: Figura 2.7 no tiene escala.	Falta escala en Figura.
22	119. 2.2.c.: El tercer párrafo menciona la construcción de un pretil en el cauce activo del río. Se hará un pretil ¿para qué exactamente? Se entiende que al subir la cota, se inunda la parte de la planicie que pretende explotarse. Si se coloca un pretil, evidentemente que se altera la forma del cauce. Si se saca material, es obvio que también cambiará, como se muestra en las figuras de las páginas siguientes. ¿Qué pasará con el pretil una vez que se haya sacado el material y concluido el proyecto? ¿Fallará si ocurre una crecida con $T > 100$ años? ¿Qué le ocurrirá al escurrimiento y a la forma del cauce en tal caso?	Falta justificar obra en el cauce.
68	120. 2.2.c.: El utilizar la estadística del Río de Los Ñadis para obtener caudales en el río Maitén parece, por decir lo menos, osado. Los ríos tienen cuencas con pluviosidad y vegetación ampliamente distintas. La cuenca del Maitén se abre hacia zonas más secas al oriente, mientras que la del Ñadis se ubica íntegramente en un sector con alta pluviosidad. Además, el Ñadis tiene algunos glaciares en su cuenca.	Metodología inadecuada.
69	121. 2.2.c.: El Cuadro 2.24 indica que el caudal medio anual del río Los Ñadis antes de la junta con el Baker sería $55.4 \text{ m}^3/\text{s}$ . Sin embargo, los datos entregados en el diagrama unifilar en página 1806 de la línea base (que también se muestra en la página 37 del Anexo C, Apéndice 1, Parte 1 - iv), indican que el Río Ñadis antes de junta Baker tiene un Q medio anual de $33 \text{ m}^3/\text{s}$ , lo que es un 60% menor que lo indicado aquí. Por otra parte, en página 71 de este Apéndice 2 (PAS 89), se indica que el caudal medio anual del Río Los Ñadis sería de $58.2 \text{ m}^3/\text{s}$ . ¿Cuál de todos estos valores es el correcto?	Tremendas y repetidas inconsistencias.
69	122. 2.2.c.: El análisis hidrológico se pone demasiado rebuscado. En este caso, se usó una estadística rellena del río del Salto (no se sabe exactamente cómo, pero presumiblemente basándose en Baker Desagüe Bertrand, lo cual estaría equivocado, ya que el río del Salto no tiene regulación natural), para determinar una relación entre caudales anuales entre el Del Salto y el Ñadis. Así, se obtuvo el caudal medio anual para el río Los Ñadis, el que fue luego utilizado para obtener el caudal medio anual del Maitén, por simple transposición de áreas. Finalmente, se calcularon los caudales promedio mensuales para el Maitén, para 45 años, multiplicando el promedio anual por coeficientes derivados de la serie rellena del Ñadis...	Metodología inadecuada.
71	123. 2.2.c.: Para el análisis de crecidas se usa una relación de áreas con el Ñadis. Esto desconoce muchísima literatura hidrológica que indica que los valores de crecidas no son proporcionales al área de	

	una cuenca... Además, aplica todo lo indicado en la observación 120 anterior.	
74	<b>124. 2.2.d.:</b> El último párrafo indica que el río tiene pocos meandros (quiere realmente decir que tiene un patrón de cauce sinuoso) y sección variable. Además, alternan sectores encajonados con secciones más abiertas con “depósitos aluviales”. A pesar de esta obvia variabilidad espacial, y del hecho que el río tiene sólo unos 30 a 40 m de ancho, se utilizan 11 secciones transversales para modelar un tramo de 3.9 km, o sea, hay una sección cada 350 m, en promedio. ¡Esto es absurdo! Con una sección cada 10 anchos, es imposible hacer ejes hidráulicos gradualmente variados, ya que no habrá un cambio gradual entre secciones sucesivas. Los resultados que está entregando HEC-RAS para tales datos deben ser cualquier cosa menos el eje que realmente ocurre en este tramo. ¿Cómo pueden usarse estos resultados para siquiera vislumbrar los efectos de operar el yacimiento?	Metodología incorrecta.
122	<b>125. 3.1.c.:</b> Falta información: Los Qmd no están en el EIA, no se sabe su calidad, relleno, etc.. Por otra parte, dado el tamaño de la cuenca, usar Qmd no es lo mejor. Y no se especifica correlación Qmi a Qmd	Faltan datos y metodología.
134	<b>126. 3.1.d.:</b> En la Figura 3.23 (y algunas anteriores de la misma serie), ¿porqué no se llena de agua el cauce lateral, ubicado a la izquierda, cuyo fondo está 6 m bajo la cota alcanzada por Q100?	¿Errores en eje hidráulico?
178	<b>127. 4.1.c.:</b> El utilizar como patrón, para estimar caudales en el río Del Salto, a la cuenca intermedia del Baker entre el Chacabuco y el Los Ñadis, deja mucho que desear, por variadas razones. En primer lugar, entran varios tributarios importantes (Chacabuco, Cochrane, De La Colonia, Ñadis, Del Salto), siendo el Del Salto uno de los menores. En segundo lugar, el régimen de los ríos la Colonia y Los Ñadis debe ser muy diferente al del río Del Salto.	Metodología inadecuada.
180	<b>128. 4.1.c.:</b> Como era de esperarse, considerando lo indicado en la observación anterior, las correlaciones en el Cuadro 4.5 pueden ser muy bajas. Mejor hubiera sido usar la estadística no extendida...	Metodología inadecuada.
185	<b>129. 4.1.c.:</b> Ampliar la estadística de caudales instantáneos máximos anuales para el río Del Salto, utilizando estaciones del cauce principal del Baker, parece inadecuado. El régimen de crecidas debe ser muy diferente. De hecho, el Cuadro 4.11 no reporta la correlación.	Metodología inadecuada, falta información.
187	<b>130. 4.1.c.:</b> Cuadro 4.12 dice “caudales máximos diarios” pero luego usa Qmi. Esto debe causar grandes diferencias, considerando el tamaño de la cuenca.	Inconsistencia

<b>Anexo B - Apéndice 4 (PAS 91)</b>		
<b>Pág.</b>	<b>Observación</b>	<b>Justificación de la observación</b>
256	131. b.3. Hidrología río Bravo: No se encontró la información base referida (Cap 4). Falta información, en particular caudales	Falta ingresar información al SEIA
286	132. b.3. Hidrología río Quetru: Falta información, el estudio de Ingendesa no fue ingresado al SEIA	Falta ingresar información al SEIA

<b>Anexo B - Apéndice 5 (PAS 93)</b>		
<b>Pág.</b>	<b>Observación</b>	<b>Justificación de la observación</b>
23	133. Cuadro 1.3: Falta información. ¿Cuáles son las metodologías? (coef, Tc,..)	Falta información

<b>Anexo B - Apéndice 12 (PAS 106)</b>		
<b>Pág.</b>	<b>Observación</b>	<b>Justificación de la observación</b>
12	134. Baker1 - 2.1.2/Baker2.1.3. : Modelo hidráulico del río: último párrafo dice "Para todo el tramo modelado se utilizó un valor del coeficiente de rugosidad de Manning $n=0,035$ , tanto en el lecho como en las riberas, salvo para las secciones ubicadas aguas abajo de la confluencia con el río Chacabuco, donde se adoptó un valor de $n =0,030$ para el cauce principal. La condición de borde del modelo aguas abajo, corresponde a escurrimiento normal con pendiente de un 0.06% en la sección de más aguas abajo. Falta justificar y mostrar todas las metodologías.	Falta metodología
19-24	135. 2.1.3. Cuadros 2.2 a 2.7: Están cortados	Error de edición
51	136. 4.1.2.: Modelo hidráulico Pascua 1: no se explicitan los criterios utilizados ni la metodología. De la Figura 4.13 llama la atención la bidimensionalidad del escurrimiento, la cual al parecer no se tomó en cuenta al simular la hidráulica.	Falta metodología. Posible metodología inadecuada.



### Observaciones sobre Aspectos Sedimentológicos

<b>Capítulo 4. Medio Físico – 4.3.5. Hidrología</b>		
<b>Pág.</b>	<b>Observación</b>	<b>Justificación de la observación</b>
273	1. <b>Antecedentes generales:</b> El Cuadro 4.3.5-23 y Figura 4.3.5-38 no se entregan sitios de muestreo sino que sólo tramos. ¿Cuáles fueron los sitios? ¿Cuál fue la metodología empleada? ¿Cómo se trató la variabilidad espacial? Todo lo indicado, ¿sólo se refiere a muestreo del lecho en sectores expuestos, cierto? ¿Cuál fue el tamaño de las muestras? ¿Cuántas réplicas se tomaron? Más importante, ¿qué se muestreó realmente en los tramos indicados?	Al parecer, en el estudio de la U de Chile no se midió el transporte de sedimentos, sino sólo su granulometría. Falta toda la metodología. Poca claridad respecto del procedimiento.
274	2. La Figura 4.3.5-38 es ilegible.	Mala edición.
275	3. La Figura 4.3.5-39 muestra curvas granulométricas en cada uno de los “sitios” muestreados (que en realidad son tramos). En cada “sitio” se indican 7 u 8 curvas, y la curva promedio. ¿A qué corresponden las distintas curvas?	Falta explicar la metodología.
275-277	4. Se menciona que “CEA (2007) entrega una serie de puntos de monitoreo y muestreo en el río Baker, los cuales se presentan en la Figura 4.3.5-40 y el Cuadro 4.3.5-24.” Al respecto, ¿podría indicarse qué se muestreó y monitoreó, con qué frecuencia, con qué métodos, con cuántas réplicas? ¿Fue la granulometría de sedimentos expuestos en barras, transporte en suspensión, arrastre de fondo?	Falta explicar la metodología. Debió adjuntarse CEA (2007) a la ELA.
280	5. ¿Podría indicarse a qué corresponde el tamaño de partícula entregado en el Cuadro 4.3.5-25?	Falta explicación.
281	6. Primer párrafo: Notar que no se midió arrastre de fondo, sólo se estimó capacidad de transporte.	Metodología inadecuada.
281	7. Debe adjuntarse estudio del CEA con estimaciones de gasto en suspensión.	Adjuntar estudio de base-
281-282	8. <b>Estimación gasto sólido en suspensión en el río Baker:</b> En el río Baker, aguas abajo de la confluencia con el río Cochran, se midió (se presume) un gasto sólido en suspensión de 600t/día. Por su parte, en el río los Ñadis se midieron entre 848 y 67660 t/día. Estas mediciones no permiten determinar si el aporte de material sólido de los tributarios es o no importante. Debe estimarse con mayor precisión el sedimento en suspensión en el río los Ñadis. En el segundo párrafo, pág. 281, ¿los resultados del CEA se basan en estimaciones de capacidad de transporte o bien en mediciones? ¿Corresponde calcular un aporte por km <sup>2</sup> de cuenca, o bien los sedimentos provienen principalmente de unos pocos tributarios, es decir, son aportes puntuales y no distribuidos al	Falta metodología. Algunos métodos no corresponden, o bien no se demuestra o valida los enfoques.

	<p>Baker? ¿Qué análisis de regresión permitió obtener el R<sup>2</sup> señalado? ¿Qué significa e implica el que “no fue considerada aquella medición cuyos valores se encuentran [sic] fuera de rango respecto de las otras mediciones”?</p> <p>En el tercer párrafo, pág. 281, se menciona que “El aporte de los tributarios es importante, pero no presenta los niveles que tiene el río Baker”. ¿Qué quiere decir esto? ¿Acaso el Baker no desagua dos lagos, teniendo por ende una muy baja carga de sedimentos en sus inicios? Por lo anterior, la enorme mayoría de los sedimentos que transporta el Baker en sus tramos medio y bajo debiera provenir de tributarios. También se menciona que se extraen valores que están fuera de rango (“outliers”), pero ¿con qué criterio, si éstos corresponden a mediciones?</p>	
282	<p>9. Todo es muy confuso. ¿A qué corresponden las variables que se entregan en la ecuación? ¿Por qué se indica un valor de GssMD = 8042 ton/d, para luego en el párrafo sucesivo, mencionar que “mediante lo señalado anteriormente se llega a GssMD = 7951 ton/d”? ¿A qué procedimiento se está haciendo referencia al decir “se utilizó este procedimiento” (tercer párrafo, líneas 3 y 4)? ¿De qué sirven resultados que varían en un rango de 80 veces, para la misma variable?</p>	Falta metodología. Explicaciones confusas.
283	<p>10. En el Cuadro 4.3.5-27 se entregan parámetros de ecuaciones de descarga, pero en ninguna parte se menciona o describe tales ecuaciones. En el párrafo sucesivo se habla de “muestreros detallados” de sedimento en suspensión (al igual que en muchas otras partes de esta EIA). ¿Podría explicarse en qué consisten estos muestreros detallados, y cómo difieren de los otros tipos de datos utilizados?</p>	Falta metodología.
284	<p>11. Se menciona en el segundo párrafo que para el Río Ibáñez, se estima que las estadísticas de sedimento en suspensión “no están afectadas por erupciones volcánicas, considerando que los sismos de gran intensidad han sido registrados en Agosto de 1971 y Agosto de 1991”. En primer lugar, lo que sucedió en dichas fechas son erupciones del Volcán Hudson, no sismos por sí solos. En segundo lugar, el Ibáñez sigue arrastrando una enorme cantidad de material que se originó en estas erupciones. Más abajo en p 284, se insiste en usar cifras de producción de sedimento por km<sup>2</sup> de cuenca, como si se tratara de suelo exportado a la salida de una cuenca agrícola. El Baker, al menos en sus tramos confinados, debiera recibir su carga de sedimentos puntualmente, donde le entran tributarios. Finalmente, se discute un tramo meandriforme del Río Del Salto, indicándose que “dada la configuración morfológica del río Del Salto, donde abundan meandros y zonas de remanso antes de la zona de ubicación del muro, es que éstas se configura como áreas naturales de depósito. De esta forma, el caudal que posee mayor capacidad de arrastre se presenta bastante disminuido en dichas zonas, pero aumenta sólo en aquel</p>	Errores conceptuales. Metodología inadecuada. Mala redacción.

	[sic] señalado como ubicación de la central". Al respecto, debe señalarse que un tramo meandriforme en equilibrio produce igual cantidad de sedimento que el que le entra. Si aquí ocurriese un "área natural de depósito", el cauce se estaría agradando. Por último, ¿qué se quiere decir con la última parte, ininteligible, de la frase?	
285	12. Sólidos de fondo: Se debe señalar cuál modelo hidráulico se implementó. En caso de tratarse de un modelo unidimensional, debe demostrarse la capacidad de simular adecuadamente tramos confinados, con presencia de saltos y cascadas, así como la transición de régimen de escurrimiento de río a torrente. Además, debe explicarse y justificarse cómo con un modelo unidimensional se modeló adecuadamente tramos aluviales donde el río presenta una morfología trezada con varios cauces paralelos. El caso de los ríos trezados (braided), sabidamente es un caso bidimensional horizontal, que debe ser calculado resolviendo un modelo 2D, de los cuales existen muchos y algunos se encuentran disponibles en el mercado como software.	Metodología inadecuada
285	13. Se menciona que el segmento 1, de 41 km de largo, fue modelado con 55 secciones transversales (una cada 750 m en promedio). Independientemente de qué modelo hidráulico se usó, éste no podrá estimar bien ni la hidráulica ni menos la capacidad de transporte, si no se hace correr con una cantidad suficiente de secciones transversales. En los tramos con un solo cauce (un poco más del 50% del segmento), donde podría funcionar un modelo 1-D, el río tiene entre 100 y 200 m de ancho, por lo que no hay suficientes secciones.	Metodología inadecuada
285	14. Último párrafo: No se entiende; en cada uno de los segmentos, ¿se le realizó un ajuste a qué?	Falta explicar
285-286	15. Último/primer párrafo: Se indica que "se realizó un ajuste tanto en régimen permanente como impermanente", pero luego se mencionan cuatro caudales fijos. ¿Con qué hidrograma se habría realizado la modelación en régimen impermanente?	Falta explicar la metodología
287 y sptes	16. Figura 4.3.5-42 y sptes: ¿Qué son los números con seis cifras significativas que se indican a lo largo de los cauces?	Falta explicar
291	17. Primer párrafo: "Los resultados ... son bastante similares en comportamiento según fórmula analizada". ¿Son bastantes similares a qué, según qué fórmula?	Falta metodología y explicación.
291	18. Primer párrafo: "se resalta los aportes de los principales tributarios que tal como lo señaló el CEA y la Universidad de Chile, son relevantes, según la estación del año en que realizan aportes de sedimento al río." Obviando la pésima redacción, esto se contradice claramente con lo destacado en la observación 8.	Contradicción
291	19. Segundo párrafo: El concepto de una "velocidad de flujo" media para tramos de varios km a decenas de	Error conceptual

	km no tiene gran sentido.		
291	20. Tercer párrafo: ¿Qué significa "Entre ambos tramos que determinan las confluencias"?		Mala redacción
291	21. Último párrafo: ¿Cómo puede decirse que "se distinguen claramente los aportes de los tributarios"? Con los pocos antecedentes que se entregan en el EIA sobre la metodología empleada para calcular el arrastre de fondo, se entiende que sólo se modeló el cauce principal. Vale decir, se deduce que los tributarios representan una condición de borde en el modelo, en este caso, una fuente puntual de sedimentos ubicada en la confluencia. De esta forma, su efecto es impuesto en el modelo, no siendo posible calcular el efecto de los aportes de los tributarios sobre el río Baker. Además, no es necesario mencionar que "se resalta la baja capacidad en la desembocadura, dado las bajas velocidades que en ella se han estimado. Respecto a esto último, correspondería a una zona de depositación". ¿Ningún río en ninguna parte del mundo es capaz de transportar más allá de su nivel de base!		Metodología inadecuada. Poca claridad conceptual.
292	22. ¿Qué significa "En este tramo, son frecuentes aquellos procesos que definen las agradaciones y movimientos de arrastre"?		Mala redacción
292	23. Figura 4.3.5-46 no tiene escala.		Falta información
295	24. Primer párrafo no se entiende (sobre gasto formativo)		Mala redacción.
295	25. Se entiende muy poco en el acápite "Estimación de gasto sólido de fondo", ya que no se sabe si los resultados presentados corresponden a mediciones o bien a estimaciones de capacidad de transporte, y además no se entrega nada de metodología. ¿Podría sin embargo explicarse por qué el Baker y sus tributarios habrían de acarrear más sedimento en invierno, período de caudales bajos y sin deshielo, que en verano, cuando se tiene los máximos caudales en estos sistemas?		Falta de metodología
295	26. Penúltimo párrafo: Se menciona que "La tasa de arrastre del río Baker es mayor que la de sus tributarios, con la excepción del río Del Salto." Esto no tiene sentido: Los tributarios que más sedimento arrastran son los ríos De la Colonia, Ventisquero y Nef, a simple vista. Además, esto se contradice con lo mencionado en la observación 8. A continuación, se dice que "la zona de menor arrastre a lo largo del río Baker se ubica inmediatamente aguas abajo del lago Bertrand". Estamos plenamente de acuerdo con esto, pero nuevamente, se contradice esta aseveración con algo planteado anteriormente en el trabajo, según se discute en la observación 8.		Error conceptual y contradicciones.
295 y 296	27. Hay inconsistencia en los valores estimados para los sitios Baker1 y sus tributarios con respecto a Baker 2. Se dice que hay menos arrastre en Baker2. Todo es muy confuso, ya que no se sabe nunca si se habla de arrastre medido (aunque en ninguna parte del EIA se mencionan mediciones) o bien de capacidad de		Inconsistencia. Falta metodología.

	transporte.		
296	28. Penúltimo párrafo: "Los resultados entregados ... señalan que hay una capacidad de transporte de sedimentos diferente para cada sitio analizado en el río Baker." ¿Acaso esperaban otra cosa? A veces da la impresión, al leer y re-leer el trabajo, que la falta de claridad para diferenciar entre arrastre real y capacidad de transporte se debe simplemente a que no se entiende tal diferencia.	Errores conceptuales	
298 y 299	29. Notar que las estimaciones de la Universidad de Chile son cerca de 1000 veces mayores a las estimaciones presentadas. Se debe reanalizar las estimaciones y detectar la causa de la inconsistencia.	Inconsistencia	
299	30. Segundo párrafo: En ríos con lecho de grava, la disponibilidad de sedimentos para transporte está principalmente en el material del lecho y riberas.	Poca claridad conceptual.	
299	31. Cuarto párrafo: Se indica que la componente inorgánica del sedimento sería de un 75%. Según esto, la fracción orgánica sería del 25%, lo cual parece ser desmedidamente alto. Aclarar esto.	Error.	
300	32. 4.3.5.4.2.2 Cuenca del río Pascua: Se repiten en la mayoría de los casos los comentarios acerca de la falta de metodología, falta de explicaciones, metodologías inadecuadas o mal aplicadas, etc.	Falta metodología.	
300	33. Cuadro 4.3.5-35: En el estudio referido, ¿se muestreó entonces un solo punto, como se indica en el Cuadro? Cómo puede representarse la variabilidad en un sistema como el Pascua con un solo punto de muestreo? ¿Cómo puede pretenderse siquiera comenzar a analizar los impactos de tres represas de gran tamaño sobre esta base de información?	Falta colectar más información	
302	34. Figura 4.3.5-50: Se muestran sólo dos presas en la figura, en vez de las tres planificadas. Además, se observa un tramo de unos 20 km sin muestreo de ningún tipo. Aclarar esto, por favor.	Error cartográfico (¿?)	
304	35. Último párrafo: ¿Los resultados de sedimento en suspensión son las medias de cuántas réplicas? ¿Las cifras indicadas con +/- son desviaciones estándar, error? Se menciona "el aporte del tributario"; ¿a qué tributario se refiere?	Falta información. Se requiere aclarar.	
308	36. Aclarar lo que sucede con los Cuadros 4.3.5-41 y 4.3.5-42, donde se tienen dos filas que entregan lo mismo, $Q(P_{exc} = 15\%)$ , pero con valores muy distintos.	Error de edición.	
310	37. Porqué se toma el valor de Ackers-White, siendo que sus resultados son un orden de magnitud menor que los que entregan las otras dos ecuaciones utilizadas, las que además son coincidentes en su estimación? Por otra parte, es bien sabido que la fórmula de Ackers y White es para estimar arrastre de fondo en ríos con lecho de arena, no de grava.	Se debe justificar el procedimiento. En este caso se usó una metodología inadecuada.	
311	38. Primer párrafo: "se desarrolla una zona singular morfológicamente denominada remanso, donde se esperaría que el proceso dominante fuese la depositación. Aguas debajo [sic] de este tramo o área, se	Conceptos poco claros.	

	desarrollaría un tramo donde el proceso dominante sería el arrastre o degradación." Se ruega aclarar qué es una "zona singular morfológicamente denominada remanso"; porqué la zona con "proceso dominante de depositación" no está sufriendo agradación continua en el tiempo; porqué la zona "donde el proceso dominante sería el arrastre o degradación" no está sufriendo degradación continua.	
311	<b>39. Segundo párrafo:</b> "En el tramo que se define entre Pascua 2.1 y Pascua 2.2., se desarrolla una zona de características similares a la anterior, es decir, dominan procesos de bajo potencial de arrastre dado que la disponibilidad de sedimentos es bastante baja. Esta característica del cauce se hace más notoria al considerar que las velocidades del flujo varía [sic] de entre [sic] 0.5 a 7 m/s". ¿Se está planteando aquí que cuando la disponibilidad de sedimentos es baja, entonces hay baja capacidad de transporte (considerando que se usa "dado que")? Se repite aquí lo planteado en la observación 28: hay mucha confusión entre los conceptos de arrastre real y capacidad de transporte. Finalmente, el que esto "sea más notorio" debido a que la velocidad del flujo fluctúa entre 0.5 a 7 m/s es absurdo; ese es un rango enorme de velocidad de escurrimiento, que cubre la enorme mayoría de los casos de escurrimientos en cauces abiertos.	Falencias conceptuales.
312	<b>40. Primer párrafo:</b> se dice "el aporte del tributario es despreciable" Aclarar a qué tributario se refiere.	Poca claridad
312	<b>41. Segundo párrafo:</b> Se mencionan "mediciones de los sedimentos transportados por arrastre de fondo". Como en ninguna parte del trabajo se ha mencionado nada el respecto, se ruega aclarar a qué mediciones se hace referencia, con qué métodos y equipos, con qué escalas de muestreo espacial y temporal, etc.	Falta metodología.
312	<b>42. Tercer párrafo:</b> No logra entenderse el significado de este párrafo, en particular cómo la última frase subordinada (últimas dos líneas) calzan con lo anterior. Se ruega explicitar.	Mala redacción.
312	<b>43. Cuarto párrafo:</b> Es interesante la lógica para decidirse a "adoptar resultados validados por más de un método", promediando el output de tres fórmulas distintas. Lamentablemente, un promedio no tiene porqué dar un resultado más correcto. En ese sentido, la literatura recomienda usar Meyer-Peter y Müller para lechos de grava, y Ackers y White para lechos de arena. Aquí se descartó MPM, y se incorporó AW en el promedio, contraviniendo tales recomendaciones. Se ruega aclarar el procedimiento.	Procedimiento inadecuado.
314	<b>44. Tercer párrafo:</b> La última frase dice "los lagos funcionan como decantadores naturales de sedimentos que no pueden transportarse por suspensión". Esto está conceptualmente equivocado: en un lago no hay velocidad apreciable, por lo que no puede haber tampoco transporte por suspensión. El único tipo de sedimento que puede pasar por un lago grande es la carga de lavado (washload).	Error conceptual.
315	<b>45. Tercer párrafo:</b> Las zonas de saltos y pozas no se pueden modelar adecuadamente con Hec-Ras. Se requiere algún esquema numérico de shock	Procedimiento inadecuado

318	<p><b>46. Cuarto párrafo:</b> Se deduce de leer este párrafo ininteligible que el problema de fondo con esta línea base se debe a una falta de claridad conceptual. Al parecer, no se entiende o se desconoce la diferencia entre carga de material del lecho y carga de lavado (ambas partes de la carga sólida). Se plantea que “el gasto sólido en suspensión transportado ... es importado desde la cuenca aportante (es decir, no es erosionado desde el lecho), y que [sic] éste, o bien se mantiene en equilibrio a lo largo de dichos cauces, o una fracción se va depositando en ellos”. ¿Con qué evidencia puede plantearse esto? En un balance de sedimento, el material en última instancia siempre proviene de la cuenca aportante, pero es tal el volumen almacenado en el aluvio, a lo largo de los cauces, que el material que pasa en un momento dado en una sección puede provenir sea directamente de la cuenca, o de la erosión del material de lecho y riberas. La única forma que se pudiera dar lo planteado en el EIA es que el cauce fuera totalmente confinado por lecho de roca, y que la capacidad de transporte siempre superara el sedimento disponible, en cuyo caso no habría almacenamiento de sedimento a lo largo del cauce. El sentido del resto del párrafo no se puede comprender.</p>	Problemas conceptuales y mala redacción.
318	<p><b>47. Quinto párrafo:</b> Parece arbitrario considerar el gasto de fondo como un 5% o un 2% del gasto en suspensión. Se debe justificar esta decisión sobre la base de resultados. En general, en ríos con lecho de grava, no debiera haber una correlación entre el transporte por suspensión y el arrastre de fondo., como sí ocurre en ríos con lecho de arena.</p> <p>Es de tal importancia el arrastre de material del lecho para comprender los posibles cambios morfológicos aguas abajo de las presas, y para calcular sus vidas útiles, que debería usarse una metodología algo más refinada que simplemente asumir que la carga de fondo es un porcentaje fijo de la carga en suspensión. Además, como se demostró más arriba, hay serios problemas con la estimación de la carga en suspensión sobre la base de los datos.</p>	Procedimientos inadecuados.

## Observaciones sobre Calidad del Agua

<b>Capítulo 4. Medio Físico – 4.3.6 Calidad del Agua</b>		<b>Justificación de las observación</b>
<b>Pág.</b>	<b>Observación</b>	
322	<p><b>1. 4.3.6.1.:</b> En el texto se indica “..cuya información proviene de la realización de 5 campañas de muestreo realizadas durante el periodo 2006-2007.” Una caracterización de 5 campañas se entiende como aquella que consideró en un periodo de tiempo determinado (meses, años) una cantidad de estaciones y parámetros que se hayan repetido de la misma manera por 5 veces consecutivas. Al parecer, éste no es el caso. Se debe aclarar entonces: ¿son 3 ó 5 las campañas realizadas? Una línea base de calidad del agua levantada en cinco campañas o en tres son situaciones muy distintas, ya que incide incluso en la fortaleza estadística de la información generada.</p>	Poca claridad.
323	<p><b>2. 4.3.6.1.:</b> La descripción de los usos locales del agua es muy vaga y general, ya que se refiere a todo el río, no haciendo diferencias entre los segmentos. Se debe especificar en función de los segmentos identificados, en los dos ríos estudiados, los usos del agua en cada uno de ellos. Al mismo tiempo, se deben separar las situaciones de los ríos Baker y Pascua, y no presentarlos de manera conjunta, porque dificulta su análisis y revisión.</p>	Problema con metodología
323	<p><b>3. 4.3.6.1.:</b> Se menciona que “la probabilidad de que la geología de las cuencas de los ríos Baker y Pascua cambie la calidad del agua es en general muy baja”. Explicar que se quiere decir con esto. Es sabido que la geología es justamente uno de los determinantes de la CA. Por ello, se debe describir las características geológicas y geoquímicas de manera específica (segmento a segmento) para el caso de la cuenca del Baker y la del Pascua. También, el segmento debiera ser la unidad de referencia. Falta señalar la referencia bibliográfica para el río Pascua en relación a estos dos temas.</p>	Falta explicar metodología.
323-324	<p><b>4. 4.3.6.1:</b> Clima y calidad del agua en las dos cuencas. Se sugiere hacer descripciones separadas para las dos cuencas, son sistemas independientes. Falta mayor especificidad. Se debe indicar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuáles segmentos reciben influencias de los glaciares.</li> <li>• El efecto de la climatología y las precipitaciones, más el tamaño de las cuencas, y cómo se expresan en el régimen de caudales de manera similar o diferente (subcuencas).</li> <li>• Indicar la superficie de glaciares en la cuencas o subcuencas y su potencial influencia en la hidrología y por ende en la calidad del agua. Se sugiere agregar una Tabla que describa estas diferencias.</li> </ul>	Hay carencia de especificidad para los análisis de ambos ríos y cuencas.



324	<p>• Explicar qué se quiere indicar con: “Este ciclo influye en la mayor o menor concentración de parámetros de CA”. ¿A qué ciclo se refiere? ¿Qué significa “mayor o menor concentración de parámetros”?</p> <p><b>5. 4.3.6.2:</b> Áreas de Influencia-Calidad del Agua (CA): Sólo se identifican en forma parcial las Áreas de Impacto Directo. No se identifica un Área de Influencia Indirecta para la CA. No obstante que el EIA presenta un capítulo para dar a entender que se asume el concepto de Manejo Integrado de Cuencas (MIC) (Cap. 4.11), en la determinación de las áreas de Impacto Directo e Indirecto este criterio o concepto es omitido o ignorado. Prácticamente, el Área de Impacto Directo (AID) del PHA se asocia al área de los embalses y presas, ignorando la continuidad de estos sistemas, aguas arriba y aguas abajo (“river continuum”). Tal situación implica desconocer que toda intervención aguas arriba afectará el río aguas abajo, incluyendo todas las interacciones que están ocurriendo en la actualidad entre el subsistema río, el área estuarina y sobre el área de influencia de la zona costera-marina o zona de fiordos. Esto debiera ser distinto para el caso del Baker y del Pascua. Con seguridad ambas plumas (por ejemplo, de sedimento) serán distintas. Este aspecto es muy relevante para la predicción de impactos del PHA. Las presas con sus embalses afectarán una serie de variables de calidad del agua (ver esquema de Petts en Meier 1993), incluyendo muchas que ni siquiera se mencionan en el Cuadro 4.3.6-1. En muchos casos, tales efectos se harán sentir hasta los fiordos.</p>	Incorrecta y arbitraria determinación de las área de impacto directo e indirecto
325	<p><b>6. 4.3.6.3:</b> En el documento se menciona literatura referente a estudios anteriores efectuados en particular en la Cuenca del río Baker. Los resultados de estudios anteriores no fueron comparados con los realizados para la LB.</p>	Falta revisión de literatura
326	<p><b>7. 4.3.6.3:</b> Criterios para la elección de estaciones. Teniendo presente las grandes diferencias que se aprecian entre las cuencas (Baker y Pascua) y sus respectivos sistemas fluviales y lacustres, no se pueden definir criterios comunes para ambas. Lo mismo, si uno considera los tamaños y características de estas cuencas, así como también las diferencias entre los Proyectos Hidroeléctricos. Los criterios de determinación de las estaciones debieran ser muy específicos para cada una de ellas. Este punto es clave para lograr un buen diseño muestral.</p>	Falla metodológica
326	<p><b>8. 4.3.6.3:</b> Criterios para elección de temporadas de campañas de muestreo. Se indica que se efectuaron cinco campañas de terreno, las que se habrían definido de tal manera que sean representativas de distintas estaciones climáticas del año. Esto no es así, porque en las Tablas donde se muestran los resultados tanto para el Baker y el Pascua, sólo aparecen registrados tres periodos de muestreo (Agosto del 2006, Noviembre del 2006 y Enero del 2007). Por lo tanto, la LB de estos dos ríos se está caracterizando sobre la base de 3</p>	Insuficiente frecuencia temporal de muestreo

	<p>mediciones por parámetro de CA. La complejidad y tamaño de ambas cuencas consideradas en el EIA requiere de un diseño y frecuencia de muestreo más específico e intenso que el desarrollado en el EIA. A esto hay que sumar la poca información previa disponible para el Baker y la nula disponible para el río Pascua. Por lo anterior, no es posible con esta información establecer la condición de calidad del agua sin proyecto y su posterior cambio con proyecto.</p>	
327	<p><b>9. 4.3.6.3:</b> Fechas de muestreos para la calidad del agua. Los muestreos 4 y 5 (campañas adicionales), del 5 al 29 de Septiembre del 2007 y del 20 al 28 de Noviembre del 2007, respectivamente, son muestreos adicionales en estaciones no consideradas en las tres primeras campañas, por lo cual no corresponde decir que fueron cinco las campañas de terreno para caracterizar la calidad del agua de los ríos Baker y Pascua. Además, los muestreos están todos concentrados en sólo cinco meses del año, habiendo siete meses que no tienen descripción alguna. Además, Febrero es el mes de mayor caudal promedio, no Enero, por lo que el criterio adoptado y que se manifiesta en este acápite no se cumple.</p>	Aclarar esta situación.
327	<p><b>10. 4.3.6.3:</b> Estaciones de muestreo. Se ha considerado un total de 68 estaciones distribuidas en un territorio con seis centrales: tres para el río Baker (50 estaciones), y tres para el río Pascua (18 estaciones). Dentro de las estaciones del Baker, se encuentran las estaciones asociadas a la Central Del Salto. No tiene sentido hacer esta descripción de manera conjunta para ambas cuencas, considerando las particularidades de cada cuenca. Estas cuencas son muy diferentes entre si. Por ejemplo, para el caso del río Baker, el Lago General Carrera (incluyendo el Lago Bertrand) debe tener una enorme influencia en la calidad del agua y en algunas propiedades de los componentes biológicos de este sistema. Esta situación es omitida en el estudio. El Pascua desagua de un lago con características muy diferentes (el Lago O'Higgins). Sobre esto no hay información en el estudio. El EIA no asume que se trata de dos sistemas fluviales muy diversos y diferentes (Baker y Pascua). Analizarlos en forma conjunta, induce a despreciar la complejidad ambiental de ambos, lo cual incluso complica la evaluación de impacto ambiental.</p>	Falla metodológica.
332	<p><b>11. 4.3.6.3:</b> Referencias a normativas y manuales de referencia. La caracterización de la Calidad del Agua en sistemas prístinos o con muy baja intervención antrópica se debe hacer en un contexto ecológico, más que sólo en el marco de cumplimiento de normativas. La caracterización de la calidad del agua de ríos tan singulares del país, como es el caso del Baker y del Pascua, no puede basarse exclusivamente en las Normativas y Manuales de referencia indicados en el texto. La CA es un componente que determina en parte importante las funcionalidades de un sistema fluvial. Por ejemplo, el comportamiento de parámetros tales como temperatura, pH, conductividad, turbidez, etc., son determinantes para la presencia o ausencia de</p>	Falla metodológica.

	<p>especies de la biota acuática; pH básicos o ácidos pueden significar abundancias de especies muy diversas y esto posteriormente incidir en la estructura trófica del sistema. Se debe necesariamente comparar al menos con otros ríos del país, y tal vez con otros ríos en el mundo, con el objeto de hacer presente las características particulares de estos sistemas. Se hace presente, por ejemplo, que prácticamente no existen ríos en Chile, ni el mundo, con los niveles de pristinidad del Pascua, o los bajos niveles de intervención como es el caso del Baker. Más importante que comparar el valor máximo determinado en el estudio y posteriormente referenciarlo a las normativas de calidad del agua (CONAMA y Ley 1333), la línea base de la CA debe propender a obtener una caracterización ecológica de ambos ríos. Lo que se quiere determinar y establecer con el EIA son los cambios ecológicos que ocurrirán en estos sistemas.</p>	
333	<p><b>12. 4.3.6.3.:</b> Toma de muestras y conservación. Las metodologías del Standard Methods (APHA 1995, 2001) indican que para varios parámetros, como gases disueltos (i.e., Cianuro y Amonio) y otros como Nitratos, Nitritos, Alcalinidad, Carbonatos y Bicarbonatos, se debe efectuar el análisis dentro de un tiempo restringido, posterior a la toma de la muestra. Por ejemplo, bicarbonatos y Alcalinidad debieran haberse medido <i>in situ</i> y otros como Nitrito, Nitrito, Amonio y Cianuro en un tiempo no mayor a 6 horas. El documento o estudio indica que las muestras se preservaron y enviaron a Santiago, en cuyo caso los tiempos superaron evidentemente los indicados por el método. Por otra parte la preservación de muestras para metales pesados debió realizarse con refrigeración y pH menor que 2, y en el estudio se indica que sólo se efectuó refrigeración. La rigurosidad con la cual se asumen todos los aspectos metodológicos es crucial para sustentar los valores obtenidos en cada parámetro de CA. Esta rigurosidad se debe aplicar desde la toma y la conservación de la muestra para los parámetros que posteriormente se deben analizar en el laboratorio. El mismo rigor se debe tener para aquellos parámetros que se miden <i>in situ</i>.</p>	Fallas metodológicas.
334-339	<p><b>13. 4.3.6.3.:</b> Análisis de las muestras de agua. Se omitieron ciertos parámetros claves tanto de importancia ecológica (sílice o silicatos), o indicadores de CA como los hidrocarburos totales. Parámetros como hidrocarburos totales, un buen indicador químico de influencia humana, sobre todo en estos ríos que son navegados por embarcaciones con motores fuera de borda, potenciales contaminadores de estos compuestos, no fueron incluidos. Además, este tipo de compuestos podrían verse incrementados durante la construcción de las obras, por lo que debieron considerarse. No se incluyeron los Silicatos, tanto en el Baker como el Pascua. Esta omisión es grave ya que con las presas deben esperarse importantes cambios en los aportes fluviales al área estuarina y de fiordos. Este es un nutriente relevante para el metabolismo de las diatomeas el principal componente biológico de los productores primarios tanto del fitoplancton como del fitobentos en</p>	Falla metodológica.

	los ríos. En el caso de este parámetro, si se analiza en el área estuarina y en el fiordo, pero no se establece una relación con los flujos en los ríos, no podrá verificarse los impactos posteriores. Este es un impacto esperable, por lo cual es importante conocer los valores de este parámetro químico.	
346	14. 4.3.6.4.2.: Resultados de estudios anteriores (río Baker). No se entregan resultados de los estudios anteriores. Sólo se describen las estaciones, entregando las coordenadas, las fechas de muestreos y la cantidad de datos por parámetros. No se presentan en el texto datos de los valores de los parámetros considerados en los estudios anteriores, para comparar con los muestreos de la LB del EIA. Esto es importante con fines comparativos y para contrastar y validar los datos del EIA del PHA. En todo caso, la gran mayoría de las estaciones muestreadas en estos estudios anteriores están ubicadas aguas arriba del desagüe del Lago Bertrand, por lo que no sirven de manera directa para el presente estudio. Es básico para cualquier estudio e investigación la comparación de los valores que se obtienen en el estudio con aquellos que se han obtenidos en estudios anteriores en los mismos sistemas acuáticos. Y cuando estos no existen como para el caso del Pasqua, hacerlo con otros sistemas fluviales que se consideran similares.	Falla metodológica.
350	15. 4.3.6.4.2.: En página 350 se menciona que “como complemento a los datos recopilados ... se realizaron dos campañas de terreno en la cuenca del río Baker”. El uso del reflexivo en este párrafo y el que le sigue pareciera indicar que estas campañas fueron hechas por los que escriben la LB de CA. Sin embargo, el cuadro 4.3.6-12, que presenta los resultados de tales campañas, está atribuido al trabajo de Salas (2004). ¿Quién hizo realmente estos muestreos?	Poca claridad.
357	16. 4.3.6.4.2.: Resultados muestras para PAS 91. No es suficiente sobre la base de un solo muestreo caracterizar para el PAS 91.	Faltan muestreos.
357 en adelante	17. 4.3.6.4.2.: Resultados línea base del PHA. En un párrafo de las conclusiones particulares se indica que “En resumen, las campañas de septiembre y noviembre de 2007, con las estaciones adicionales, dan como resultado condiciones de calidad del agua comparables con los resultados de mediciones realizadas en las campañas anteriores, en el resto de las estaciones”. Al respecto no hay ninguna tabla comparativa que permita aseverar esto. Por el contrario hay algunos parámetros como es el caso del Cianuro, que muestran grandes diferencias, lo cual es ignorado en la discusión. Existe una gran cantidad de datos anómalos que no resultan correctos, a saber: <ul style="list-style-type: none"> <li>• En las tablas se dan valores distintos a Flúor y Fluoruros, que corresponde al el mismo elemento o parámetro y por lo tanto no debieran tener diferencias en sus valores. Por ejemplo, Fluoruro tiene un valor de 0,23 y el Flúor 0,4 en Septiembre del 2007.</li> </ul>	Fallas metodológicas, o falta de información respecto de las metodologías.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• También se detectan anomalías en los valores de Cianuro y Fósforo total, en los muestreos en Noviembre del 2007, lo cual podría deberse a un problema de unidades o una mala determinación de laboratorio. Una concentración de Cianuro sobre 20 mg/L es una situación muy anormal y letal para todo organismo.</li> <li>• Esto mismo se observa para Fósforo de ortofosfato, nitrógeno de Amonio, nitrógeno de Nitrato, nitrógeno de Nitrito y nitrógeno total, en donde es evidente que las unidades de comparación entre los distintos muestreos no serían las mismas (pasando de mg/L a microgramos/L), o también podría ser un error de determinación del laboratorio. Esto redundaría en algo grave para la evaluación de impactos ya que los valores máximos registrados no corresponderían a los reales.</li> <li>• Otro aspecto que se debe aclarar, es si los metales que se determinaron se hicieron en la fracción total (particulada y disuelta) o solo en la fracción disuelta.</li> </ul> <p>Todo lo indicado anteriormente amerita una revisión exhaustiva de todos los análisis químicos realizados y de su trazabilidad al muestreo. Esto sería la única manera de validar la información presentada en esta LB. Además, la forma que se eligió para entregar esta información es muy compleja y extremadamente difícil de seguir. Sobre la base de la información presentada, se debe solicitar una revisión y corrección de los datos, a partir de la Metodología, la obtención y el tratamiento de los datos.</p>	
357 en adelante	<p><b>18. 4.3.6.4.2.:</b> Resultados Segmento 1. Aquí se miden parámetros: i) Físicos, ii) Químicos inorgánicos, iii) Químicos orgánicos, iv) Metales esenciales, v) Metales no esenciales, vi) Microbiológicos, vii) Interés biológico, viii) Macroelementos. Son ocho los parámetros físicos, obtenidos en tres campañas (y no cinco) que se entregan para las cuatro estaciones que conforman este segmento 1. Se debió haber elegido, al menos unas 5 estaciones, a lo largo del Baker, para medir con una mayor frecuencia (mensual) y tener datos de mayor representatividad. Es muy importante seguir un parámetro en la dimensión longitudinal de un sistema fluvial, porque sirve para caracterizar el comportamiento espacial de los parámetros y hacer ver la influencia de los tributarios, del uso del suelo de la cuenca, las actividades humanas etc. La caracterización longitudinal de un río es relevante, sobre todo para posteriormente constatar los cambios proyectados para el PHA. De esto nada se puede desprender de este documento. Por lo anterior, es necesario solicitar a los autores una aclaración de las observaciones que se hacen en este acápite, ya que son los datos de los diversos parámetros de CA con lo cual se está caracterizando este componente. La descripción que se hace para cada grupo de parámetros es muy pobre debido a que cada estación es caracterizada sobre la base de tres muestreos, lo cual es insuficiente para un río de estas características. Esto es válido para todos los grupos de parámetros ( i hasta viii). Estos datos no van a poder utilizarse para definir la condición con o sin proyecto, son</p>	Metodología inadecuada. Muchos errores.

	<p>insuficientes. Por lo tanto, no va ser posible realizar predicciones, lo que también va a dificultar el programa de vigilancia ambiental de estos parámetros. Los gráficos no permiten trazar una línea de comportamiento de cada parámetro en el sentido longitudinal. La gran cantidad de observaciones (datos erróneos, confusiones de analíticos, figuras sin sentido, etc.) realizadas a este acápite amerita solicitar una revisión general del capítulo de Calidad del Agua.</p> <p>P. 372: Se dice que en el río Nef, las temperaturas mayores se dieron en Agosto, como consecuencia de los deshielos (¿?). En estas latitudes, Agosto corresponde al invierno, sin deshielos y con bajas temperaturas.</p> <p>P. 382: Cuadro 4.3.6-17. Al comparar con la norma, ¿en el caso del oxígeno disuelto debe compararse con el valor mínimo, no con el máximo!</p>	
359	<p><b>19. 4.3.6.4.2.:</b> Resulta muy difícil entender lo indicado en esta página: Se muestra primero la Figura 4.3.6-1, en la que se presentan ocho variables distintas en un solo gráfico, con eje de ordenadas en el rango 0 a 90, siendo que seis de éstas están en el rango entre 0 y 15. No es posible así discriminar ninguna diferencia entre estas variables con menor rango. Luego, solamente sobre la base de usar unidades de medida tales que sirva la misma escala para todas las variables, se compara entre variables y concluye que la conductividad, STD, y en algunos casos el color son las variables dominantes, mientras que “el resto de las variables está en concentraciones con un orden de magnitud menor que las señaladas anteriormente”. Presumiblemente, si se hubiese usado una escala microgramos por litro para STS, STD, y OD, entonces ¿éstas últimas tres serían las variables dominantes, con ‘muy bajos’ valores de las demás? Todo este análisis y comparación es completamente inútil para el EIA, y sus resultados son totalmente espúreos. Este problema con las figuras en que se muestran distintos compuestos, con concentraciones muy distintas, en las cuales no se puede entonces discriminar diferencia alguna, se repite a través de toda la LB.</p>	Errores graves en presentación de resultados
360	<p><b>20. 4.3.6.4.2.:</b> La Figura 4.3.6-2 indica una concentración de cianuro pareja en las estaciones y a lo largo del año, en torno a 0.008 mg/L, mientras que el Cuadro 4.3.6-16, para el mismo segmento de río, indica una concentración máxima de 44 mg/L. Esto se debe revisar. Una concentración de cianuro de 44 mg/L es básicamente letal para todo ser vivo.</p>	Error
360 y 361	<p><b>21. 4.3.6.4.2.:</b> Se muestran e indican ciclos estacionales para cloruro y sulfato. Pero, ¿a qué se deben estos ciclos?</p>	Falta análisis
361	<p><b>22. 4.3.6.4.2.:</b> La Figura 4.3.6-4 muestra un valor constante y uniforme de los detergentes, en 0.05 mg/L. Uno pensaría que se está en el límite de detección, pero éste es menor (0.01 mg/L) según el Cuadro 4.3.6-4 (p. 336). ¿Es realmente tan constante en el tiempo y uniforme en el espacio la concentración, que siempre se</p>	Error

	repite los mismos valores? Esta situación se da una y otra vez a lo largo del informe: resultados que se repiten en distintas estaciones de muestreo y momentos del año. Esto hace dudar de la calidad de los análisis	
361	23. 4.3.6.4.2.: En la tabla 4.3.6-4, pág. 336, se declara un límite de detección para compuestos fenólicos de 0,005 mg/L, en la Figura, y sin embargo, se informan valores de 0,001 mg/L para todas las muestras, exceptuando una con 0,010 mg/L. Es decir, ¿se están midiendo concentraciones 10 veces inferiores al límite de detección?	
364	24. 4.3.6.4.2.: Figura 4.3.6-7, debe explicarse de alguna forma el valor altísimo encontrado para el Aluminio en Agosto de 2006, estación B3.	Error
366	25. 4.3.6.4.2.: Se indica que “todo el segmento se encuentra netamente limitado por el fósforo”. ¿Hay realmente limitación de P (considerando estequiometría de productores, por ejemplo, razón de Redfield), o se dice esto sólo porque hay menos P que N en las muestras? Además, ¿se han estudiado los productores en el sistema con un grado de detalle tal que permita aseverar esto? ¿La supuesta limitación, se refiere a los cuerpos lacustres o a los ríos? ¿Cómo se puede plantear esto si no se midieron los silicatos? Esta aseveración es de una importancia fundamental para comprender el funcionamiento del sistema, pero a nuestro entender no hay suficiente información como para poder hacerla.	Error Errores conceptuales. Poca claridad.
366	26. 4.3.6.4.2.: Se dice que “los datos obtenidos durante noviembre de 2007 en la estación B3 fueron superiores en todos los indicadores”. Sin embargo, la Figura 4.3.6-9 no muestra dato alguno para ese muestreo en esa estación.	Error (¿de edición?)
367	27. 4.3.6.4.2.: Título de la Figura 4.3.6-10 no concuerda con lo informado en ella.	Error de edición
372	28. 4.3.6.4.2.: Se dice que en el río Nef, las temperaturas mayores se dieron en Agosto, como consecuencia de los deshielos. En estas latitudes, Agosto corresponde al invierno, sin deshielos y con bajas temperaturas.	Error
382	29. 4.3.6.4.2.: Cuadro 4.3.6-17. Al comparar con la norma, es evidente que en el caso del oxígeno disuelto debe compararse con el valor mínimo, no con el máximo.	Error conceptual.
368 y 369	30. 4.3.6.4.2.: Cumplimiento de la NCh 1333 y la Norma Secundaria de Calidad del Agua (CONAMA). Para cada segmento se presenta una tabla con los valores máximos encontrados (a partir de sólo tres valores determinados para cada estación) y se compara con el valor indicado por la Norma chilena 1333. Se debe también hacer comparaciones con otros ríos chilenos con el objeto de evaluar las particularidades de estos ríos patagónicos. Hay muchos datos de CA con valores de algunos parámetros erróneos o poco convincentes, que pueden corresponder a artefactos de laboratorio y/o errores de secretaría. Algunos ejemplos: Para el caso del segmento 1, se da el caso que el valor de Cianuro encontrado alcanza a 44 mg/L.	Error metodológico. Errores en resultados.

	<p>comparado con el valor de la norma que es de sólo 0,2 mg/L. ¿Es éste un valor real o correcto? Al hacer una revisión de las tablas que se entregan en el resumen Ejecutivo de la LB y posteriormente en las Tablas del apéndice, este valor se encuentra sólo en los muestreos adicionales (Noviembre del 2007). Son valores que escapan claramente a la tendencia, por lo cual deben ser confirmados. Esto es relevante si posteriormente se debe tomar como referencia para el Programa de Seguimiento Ambiental. Esta situación se repite para otros segmentos. Por ejemplo el último segmento del río Baker, el segmento 11, que da para el Cianuro un valor de 48 mg/L, el cual no aparece en la Tabla del apéndice indicado, sólo aparece en los muestreos adicionales. Todos los valores de los parámetros abordados en el estudio deben revisarse, ya que su aceptación implica reconocer concentraciones naturales totalmente fuera de los rangos normales. Esto debe tenerse presente, para la condición sin y con proyecto.</p>	
471 en adelante	<p><b>31. 4.3.6.4.3.:</b> Resultados Río Pascua. Valen exactamente los mismos comentarios que se efectuaron para el río Baker para todos los segmentos. No se reconoce en el texto y tampoco se considera como punto de partida en la caracterización de la CA del río Pascua, que se trata de un río pristino. Es decir, se trata de un río sin intervención humana, por lo cual sus características son naturales. No hay muchos ríos en Chile, ni tampoco en el mundo con estas condiciones. La caracterización de la CA del Pascua es muy relevante y particular por su condición pristina. Las intervenciones que implica el PHA tendrá un significado importante en los cambios que se origine. <u>EL EIA no se hace cargo de esta situación.</u></p>	Error conceptual y metodológico.
547	<p><b>32. 4.3.6.5.:</b> Las conclusiones se vierten sólo en dos páginas. En lo general, no corresponden a conclusiones generales sobre la calidad del agua, sino más bien comentarios o juicios de valor sobre la poca información científica existente sobre los dos sistemas fluviales. Aquí se vuelve a insistir en la inconveniencia de tratar a los sistemas juntos (Baker y Pascua), no permitiendo especificar las características particulares de estos dos sistemas fluviales. El estudio no hace una caracterización ecológica de la calidad del agua, no entrega ni las similitudes ni las diferencias al menos que existen entre los ríos Baker y Pascua, y entre estos ríos patagónicos y otros ríos chilenos. Algo relevante, que se debe tener presente, es que las aguas del río Baker y del río Pascua están dentro de las más naturales y limpias del planeta.</p>	Errores metodológicos.
547 y 548	<p><b>33. 4.3.6.5.:</b> En lo particular, estas conclusiones son muy pobres, ya que no reflejan lo descrito en más de 200 páginas de resultados para los segmentos estudiados. Las conclusiones debieran orientarse a describir la CA de estos sistemas en detalle en un contexto ecológico, resaltando estas características tanto en las escalas espaciales como temporales. En cambio, se limitan a indicar que la mayoría de los parámetros de calidad del agua califican como aguas excepcionales según la Normativa, y que están muy lejos a los valores de la</p>	Fallo conceptual.



547	<p>Norma. ¿Cuál es la relevancia ecológica de esto? Por ejemplo, si tomamos en cuenta las concentraciones de nutrientes, las que son muy bajas, de aguas ultraoligotróficas, esta condición es un carácter ecológico muy valioso. Son aguas de un alto valor ecológico, muy transparentes, oxigenadas, baja turbidez, pH alrededor del neutro, etc. Esta agua, ¿mantendrá sus características con las centrales proyectadas en estos ríos? Si esto no es así, ¿cuáles serán sus consecuencias, por ejemplo, para la biota acuática de los ríos aguas abajo, en la zona estuarina y en los fiordos? Ninguna de estas preguntas se va a poder responder porque no hay suficiente información en la línea de base para predecir esto.</p>	
	34.4.3.6.5.: Se considerar el Azufre como un metal cuando en realidad corresponde a un no metal.	Error

### Observaciones sobre Flora y Fauna Acuática (excepto peces)

<b>Capítulo 4 – 4.4.3. Flora y Fauna Acuática</b>		<b>Justificación de la observación</b>
<b>Pág.</b>	<b>Observación</b>	
965	<p><b>1. 4.4.3.1.:</b> Dice: “el objetivo de esta línea de base es entregar la información necesaria para modelar y valorar los cambios que se verificarán en los ríos debido al establecimiento y operación del Proyecto hidroeléctrico”. Se considera en general que la información generada no es suficiente para cumplir con este objetivo. Faltan los inventarios de taxa y estudio de los principales procesos que estructuran los ecosistemas fluviales y lacustres.</p>	Falta información para cumplir con los objetivos de la LB.
965	<p><b>2. 4.4.3.2.:</b> Dice: “se ha levantado una línea de base estacional de todos los elementos clásicamente considerados en la limnología”. Esto no es así, ya que no se han considerado todos los elementos clásicos. Por ejemplo, nada se dice acerca de la dinámica de creación de hábitats, o bien acerca de la estructura de grupos tróficos funcionales presentes en el ecosistema fluvial, que dice relación con elementos centrales de la ecología de ríos, en cuanto a estructura y procesos.</p>	Falta gran cantidad de estudios e información relativa a los procesos que estructuran a los ecosistemas fluviales.
965	<p><b>3. 4.4.3.1.:</b> Dice: “La descripción de la biota acuática estará centrada en los peces y en sus fuentes de alimento (macrozoobentos) ya que son los únicos sobre los cuales se han establecido categorías de conservación”. Este es uno de los aspectos que deberían orientar el estudio. Sin embargo existen otros, como por ejemplo la integridad ecosistémica, que también deben ser tomados en consideración, y que no están normados. Si se consideraron los macroinvertebrados bentónicos como fuente de alimento para peces, en este estudio no hay ninguna aproximación al conocimiento de la estructura trófica del sistema. Por ejemplo: a) estudio de dieta de peces, b) fuentes de carbono de macroinvertebrados, c) biomasa y productividad bentónica.</p>	Falta gran cantidad de estudios e información relativa a los procesos que estructuran a los ecosistemas fluviales.
965	<p><b>4. 4.4.3.1.:</b> Dice: “La información, in extenso, está disponible en CEA 2007 a,b,c y CEA 2008 a,b.” Se revisaron los documentos que oficialmente ingresaron al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. Esta información no está incluida en el presente documento en revisión, ni fue ingresada al SEIA, por lo cual la línea de base se considera incompleta.</p>	Falta mucha información que se referencia en la LB, pero que no es parte de ella, ni fue ingresada al SEIA.
966	<p><b>5. 4.4.3.2.:</b> En relación a la definición de las áreas de influencia, se hace mención a dos aspectos generales indicados en el Reglamento del SEIA (Decreto Supremo N° 95/2001), además a un aspecto de la Ley de Pesca y Acuicultura. No se hace mención a criterios específicos empleados para este tipo de centrales</p>	Error metodológico.

	hidroeléctrica, los cuales son considerados a nivel mundial	
966	6. 4.4.3.2.: En relación a la definición de las áreas de influencia directa, se presenta un párrafo general, sin hacer mención a criterios recomendados en la literatura especializada, basados en un estado del arte actualizado en el tema.	Error metodológico.
966	7. 4.4.3.2.1.: Dice: "ya sea porque se trasformen en lago". Las barreras en un río hacen que se cree un embalse y no un lago.	Confusión conceptual.
966	8. 4.4.3.2.1.: Dice: "a esta área se suma la sección del río aguas abajo en la que existirá un efecto relevante sobre el régimen natural de caudales." Este párrafo no tiene información cuantitativa que lo sustente. No se utiliza explícitamente una modelación que asocie los cambios en la hidrología del río sobre el régimen natural de caudales y la disponibilidad de hábitats. Tampoco se establecen los criterios para definir si los cambios en estos caudales (y disponibilidad de hábitats) son relevantes o no.	Problemas metodológicos de fondo. Falta mucho análisis y modelación para poder cumplir con lo que debiera contener una LB de este tipo.
966	9. 4.4.3.2.1.: Dice: "Para cada presa en particular se tomarán las longitudes señaladas en la sección hidrología, pues se consideran esencialmente coincidentes". Lo anterior no tiene sustentación ya que no son necesariamente coincidentes, a menos que se demuestre lo contrario. La biota acuática se ajusta a múltiples factores, uno de los cuales son los hidrológicos. Este factor es muy importante, pero hay aspectos geomorfológicos que también debieran ser considerados.	Errores conceptuales profundos que se traducen en fallas metodológicas.
966	10. 4.4.3.2.1.: Dice "Se incluyen las secciones de río (o esteros) que serán intervenidas debido a la extracción de áridos y/o por obras civiles de la presa".En ninguna parte del texto de biota acuática se explicitan y describen detalladamente estos cauces.	Falta información.
966	11. 4.4.3.2.2.: Dice: " estará compuesta de las secciones del río .en los que se verá alterada la presencia natural de especies icticas debido al efecto barrera de los embalses". ... "Se considerarán también efectos debido a cambios en calidad de aguas debajo de la presa, tales como disminución de sólidos en suspensión, y cambios en características físico-químicas". Se requiere de una mayor fundamentación para lo anterior, para lo cual es necesario cruzar la información biológica-ecológica generada en el área con la literatura científica general sobre impacto de represas en ríos.	Falla metodológica. Falta información
967	12. 4.4.3.2.2.: El Cuadro 4.4.3-1 Resume los criterios y las áreas seleccionadas para el componente flora y fauna acuática. Lo anterior se representa gráficamente en la láminas 4.4.3-A, 4.4.3-B (ríos Baker y El Salto) y 4.4.3-C (río Pascua). La definición de los tramos aguas abajo de la presa, definidos como áreas de influencia directa, no tienen sustentación en datos cuantitativos concretos. No se explicitan aquellos cauces a ser intervenidos por otras obras civiles del proyecto. En los criterios para la definición del área de	Fallas metodológicas.

	influencia indirecta, se omitieron los cambios en calidad de agua. ¿Qué pasa con los otros lagos aparte del Quetru? ¿El lago Quiróz tendrá un efecto indirecto?	
976	13. 4.4.3.3.3.: No se menciona la metodología de muestreo de la “vegetación acuática”, ni tampoco la literatura empleada en la identificación de los taxa.	Falta información.
976	14. 4.4.3.3.3.: No se realizó una descripción de las características de los hábitats muestreados. Esta situación es fundamental en el caso de las comunidades perifíticas y macroinvertebrados bentónicos. El hábitat físico ejerce una gran influencia sobre las comunidades biológicas, por lo cual para poder interpretar los resultados obtenidos es fundamental disponer de esta información. También es importante para la etapa de seguimiento del proyecto, con el objeto de muestrear similares hábitats funcionales.	Metodología incompleta.
976	15. 4.4.3.3.3.: No se realizó ningún análisis estadístico que permitiera determinar la validez de los N (muestras por sitio) y la representatividad de las superficies o volúmenes de muestreo. Tampoco los datos fueron analizados exhaustivamente mediante análisis univariados y multivariados para integrar la información biótica y abiótica generada. Se requiere de esta información para determinar la calidad de los muestreos. La ecología fluvial es una ciencia integrativa y requiere establecer relaciones cuantitativas entre variables (bióticas y abióticas) y ser situada dentro de un marco teórico ya existente. Lo anterior es fundamental para la etapa de EIA, incluyendo el diseño de un adecuado plan de seguimiento ambiental. Los análisis de la presente LB no consideran la integración de variables, ni tampoco se utiliza el background teórico existente sobre teoría de ríos, en especial de aquél asociado directamente al impacto de represas.	Metodología incompleta o incorrecta. Falta un marco conceptual adecuado.
976	16. 4.4.3.3.3.1.: No hay información que permita validar la representatividad del número de réplicas. A priori, dos se considera insuficiente. Se requiere de las tablas de densidades por especie para el análisis de la representatividad de los datos. Se requiere de esa información para determinar la calidad del muestreo.	Falta información
977	17. 4.4.3.3.3.2.: No hay información que permita validar la representatividad del número de réplicas. A priori, dos se considera insuficiente. Se requiere de las tablas de densidades por especie para el análisis de la representatividad de los datos. Se requiere de esa información para determinar la calidad del muestreo.	Falta información
978	18. 4.4.3.3.3.: A pesar que como se mencionó en los “alcances” de este capítulo, “La descripción de la biota acuática estará centrada en los peces y en sus fuentes de alimento (macrozoobentos) ya que son los únicos sobre los cuales se han establecido categorías de conservación”, el muestreo y análisis de los datos de las comunidades bentónicas es sólo parcial e insuficiente. No se realizó un muestreo multihábitats en cada sitio de muestreo ya que se limitó a la obtención de “tres muestras aleatorias en cada sitio de muestreo, obtenidas con una red Surber de 0,09m <sup>2</sup> con malla de apertura de 250 µm”, lo cual se habría realizado en las	El muestreo y análisis de los datos de las comunidades bentónicas es sólo parcial e insuficiente. La metodología es incompleta o insuficiente o incorrecta.

	<p>zonas en las que es posible muestrear con esta red. Esta red sólo permite muestrear en hábitats con profundidades &lt;30 cm, con substrato de bolones (&lt;20 cm diámetro) y a baja velocidades de la corriente (&lt;0,4 m/s), todos los restantes tipos de hábitats no fueron muestreados. Por otra parte, dada la complejidad del sistema en términos de heterogeneidad de hábitat, se considera insuficiente un muestreo con Surber de una superficie total por sitio de 0,27 m<sup>2</sup> de superficie, a menos que ello sea considerado suficiente por una curva de saturación de especies junto a las desviaciones estándar de las especies dominantes en la comunidad. Si no se dispone de esta información, se recomienda un número de 10 muestras por sitio para una adecuada caracterización de la biota bentónica de un determinado tipo de hábitat. Es probable que la limitada superficie de muestreo (0,27 m<sup>2</sup>) explique en parte la baja diversidad de taxa reportadas en esta línea de base. Lo recomendable habría sido al menos considerar muestras cualitativas (e.g. redes de estaca) que consideren superficie de al menos 10 m<sup>2</sup> (superficie casi 40 veces superior a la empleada). La literatura taxonómica empleada para la identificación de los taxa es general y la mayoría sólo permite reconocer grupos mayores. No se consideró literatura la literatura actualizada y especializada para identificar los taxa hasta nivel de género y especie. Hay dos aspectos generales simples que no fueron considerados en el caso de las comunidades bentónicas y que son muy importantes para comprender las cadenas tróficas asociadas a la ictiofauna: a) biomasa bentónica por sitio (por su importancia como fuente de alimento para peces) y b) estructura de grupos tróficos (este aspecto es importante para comprender aunque de manera general, los flujos energéticos en el ecosistema acuático. Hubiese sido recomendable considerar isótopos de C y N para este aspecto. No fue evaluada esta comunidad en el contenido estomacal de peces.</p>	
978	<p><b>19. 4.4.3.3.3.4.:</b> No hay información que permita validar la representatividad del número de réplicas. A priori, dos se considera insuficiente. Se requiere de las tablas de densidades por especie para el análisis de la representatividad de los datos. Dice: "Se obtuvo dos muestras en cada punto de muestreo, mediante una red de arrastre de 60 µm de trama y apertura de 12 cm". La red empleada no es la utilizada en estudios limnológicos tradicionales, como se indicó anteriormente. En el hecho correspondió a una red de zooplankton más pequeña, lo cual no es correcto. Se requiere de esa información para determinar la calidad del muestreo. Dice: "Se estimó el volumen filtrado por la red en un tiempo de dos minutos". Dada la velocidad de la corriente, el pequeño diámetro de la red y el tiempo filtrado, la muestra de zooplankton no se considera representativa.</p>	Metodología insuficiente o incorrecta.
978	<p><b>20. 4.4.3.3.3.4.:</b> Dice: "La colecta del zooplankton incluyó también organismos del zoobentos que entran en</p>	Metodología incorrecta porque

	<p>deriva, principalmente larvas de insectos acuáticos, que también fueron considerados en el recuento total de los organismos". Esto es incorrecto para la caracterización de la comunidad zooplancónica. El bentos derivante debió ser considerado de manera separada en los análisis de datos. Por ejemplo, en todas las tablas de riqueza por estación que considera: fauna íctica, zooplankton, fitoplankton, fitobentos y macrozoobentos, hay taxa que pudieron ser contabilizados dos veces. Además, la deriva de bentos tiene un comportamiento circadiano por lo cual es influenciado fuertemente por la hora del muestreo. Otro aspecto en contra, es que una red de ese tamaño y tiempo, no es adecuada para la caracterización de macroinvertebrados derivantes.</p>	<p>los organismos muestreados corresponden a distintas formas de vida.</p>
978	<p>21. 4.4.3.3.3.4.: Para la identificación del zooplankton se siguió a Araya &amp; Zúñiga (1985) y a Pennak (1989). La literatura utilizada está prácticamente obsoleta para muchas especies chilenas (Araya &amp; Zúñiga (1985), o no corresponde a la biota chilena (Pennak 1989). Esta literatura utilizada como base del estudio del zooplankton pone en duda la calidad taxonómica del estudio.</p>	<p>Se requiere de literatura apropiada para la correcta identificación de los taxa.</p>
983	<p>22. 4.4.3.3.4.: Dice: "Se revisó una extensa bibliografía, que incluyó además de los trabajos publicados en revistas científicas, los resultados de diferentes proyectos y estudios ejecutados en la región" ...." con el fin de poder visualizar de mejor manera los resultados". En ninguna parte del capítulo está esta revisión bibliográfica, y la escasa literatura citada en la sección bibliografía muestra que esta no fue exhaustiva.</p>	<p>Falta información.</p>
983	<p>23. 4.4.3.3.5.: Los autores definen <i>a priori</i> las "Áreas de Valor Ambiental", siguiendo criterios desarrollados por ellos mismos, sin ningún tipo de validación biológica, lo cual es fundamental para esta sección de la línea de base (Medio biótico – Flora y fauna acuática).</p>	<p>Falla metodológica profunda</p>
983	<p>24. 4.4.3.3.5.: En relación al "Concepto de hábitat", definen arbitrariamente tipos de "hábitats potenciales", sin ser validados biológicamente como "hábitats funcionales". Además no se hace mención que los "hábitats funcionales" varían espacio-temporalmente según los taxa que se trate (y sus estados del ciclo de vida). Además, dentro de los tipos de hábitats no se hace mención a estabilidad, variabilidad espacial, y se omiten hábitats potenciales relevantes como "large woody debris" y macrófitas acuáticas. Los conceptos de hábitats potenciales (los utilizados) no necesariamente se corresponden a los hábitats funcionales que realmente ocupan los organismos.</p>	<p>Falla metodológica.</p>
983	<p>25. 4.4.3.3.5.: En relación al "Concepto de trama trófica – Disponibilidad de alimentos", se señala que "la presencia del bentos del que se alimentan (peces) puede representar un buen indicador de la calidad de un determinado ambiente para ellos". El estudio no consideró estudio de las dietas, por lo cual esta afirmación está pobremente argumentada. En el texto no se hace mención a la estructura trófica del sistema en términos cuantitativos.</p>	<p>Falta estudiar dietas y estructura trófica.</p>

983	26. 4.4.3.3.5.: Dice: "Entendiendo entonces que hay una cadena trófica desde el fitobentos hasta los peces, estos últimos deberían ser atraídos a estas zonas por oferta de alimentación". La cadena trófica no necesariamente comienza en el fitobentos. Puede comenzar en el detritus foliar procedente de la vegetación ribereña (y en algunos casos del fitoplancton, en el caso de organismos filtradores o suspensívoros).	Error conceptual
984	27. 4.4.3.3.5.: Dice: "Se utilizaron las siguientes características geomorfológicas para definir estas áreas, asumiendo que ellas son indicativas de la presencia de los hábitats antes descritos". Las características geomorfológicas definidas intuitivamente como hábitats (potenciales), no necesariamente coinciden con los hábitats funcionales ocupados por los organismos. En este sentido, los criterios utilizados no tienen sustento científico.	Error conceptual y metodológico.
984	28. 4.4.3.3.5.: Las características geomorfológicas indicadas en el texto no coinciden exactamente con las del Cuadro 4.4.3-8. Por ejemplo: "secciones del río con un ancho de cauce": a) Importante, de más de 100 m. b) Significativamente mayor que una garganta. Los criterios empleados son ambiguos y no definidos en términos de los requerimientos reales de los organismos.	Error metodológico.
984	29. 4.4.3.3.5.: Se menciona: "Secciones del río con presencia de derrubios que generan pozones". Esta frase requiere aclaración. No queda claro como los derrubios generan los pozones.	Poca claridad.
984	30. 4.4.3.3.5.: Se menciona como características que descartan una sección del río como área sensible: El río fluye por un cauce estrecho o garganta de menos de 50 m de ancho lo cual le confiere gran velocidad". Este criterio requiere de argumentación científica considerando los requerimientos de los organismos que habitan en el área.	Falta argumentación.
990	31. 4.4.3.4.3.: Dice: "La descripción de los resultados estará centrada en la cadena trófica conformada por el macrozoobentos y los peces. Esto debido a que sólo para los peces se ha detallado estados de conservación y, además, porque el bentos constituye su fuente alimenticia". Esta argumentación es incompleta y requiere ser ampliada en un contexto funcional en el ecosistema	Faltan estudios relativos a los aspectos funcionales del ecosistema fluvial.
990	32. 4.4.3.4.3.: Dice: "La información del resto de los grupos muestreados está disponible en los estudios que han servido de base para este EIA: CEA 2007 a,b,c y CEA 2008 a,b". Esta información no está incluida en el informe. Se revisaron los documentos que oficialmente ingresaron al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. La información citada no forma parte del estudio en revisión	Falta ingresar una serie de estudios al SEIA.
994	33. 4.4.3.4.3.1.: Dice: "En relación a la fauna macrozoobentónica, los resultados de las cuatro campañas de	Falta explicación y fundamentar

	<p>la primera etapa muestran que se está en presencia de un sistema altamente variable, tanto espacial como temporalmente". Esta frase se repite prácticamente sin cambio numerosas veces en el texto, para cada uno de los sectores estudiados. Esta frase que se repite en el texto no ha sido suficientemente argumentada – ¿esto es algo atípico o normal?, o ¿las variaciones se deben a deficiencias en los muestreos?</p> <p><b>34. 4.4.3.4.3.2.:</b> Dice: El detalle de los resultados se puede encontrar en el Anexo C, Apéndice 2 – Parte 3.ii. Esto no es así, ya que no hay detalle de resultados. Se revisaron los documentos que oficialmente ingresaron al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. La información citada no forma parte del estudio en revisión.</p> <p>Se requiere para cada muestra de cada estación, su composición de especies (o taxa hasta el nivel taxonómico más bajo posible reconocido por especialistas), y sus abundancias expresadas en N/0,09 m<sup>2</sup>. Las tablas presentes en este anexo muestran sólo valores de abundancia (sumadas o promediadas (N=3?)) transformadas a m<sup>2</sup>. Los datos de enero (Tabla 4 – Sector Baker 1) corroboran que los valores son erróneos, ya que es imposible llegar a valores de 1 ind/m<sup>2</sup> con tres Surber (ver estaciones B2, B4, B11).</p> <p>Llama la atención lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Las fuentes de las tablas es CEA 2001, considerando las fechas de los muestreos.</li> <li>b) No existen muestreos con riqueza de taxa más altas que las indicadas. Sin los listados de ellas y sus abundancias no es posible evaluar la calidad de estos valores.</li> <li>c) Aparentemente existe una correlación negativa entre los valores de Riqueza y Abundancia y caudal. Ello significaría que en los períodos de máximo caudal se está muestreando en riberas recientemente inundadas y ello no es representativo del estado de la comunidad en su conjunto. Recordemos que las redes Surber son en extremo limitadas por permitir muestreos en orillas hasta profundidades de 30 cm (sin mencionar las limitantes en términos granulométricos. Cómo no se hace una descripción de los hábitats muestreados para cada condición del estudio, no es posible evaluar la calidad del muestreo.</li> </ul>	
996		Faltan documentos, falta aclarar metodología. Hay errores metodológicos.
998	<p><b>35. 4.4.3.4.3.2.:</b> Observaciones: Cuadro 4.4.3-10</p> <p>Considerando que la tabla representa los valores promedios de 4 campañas de la 1era etapa, no se indican las desviaciones estándar y los N. Tomando en cuenta que esta tabla es lo único que se dispone como información concreta para el EIA y para contrastar con la "etapa de seguimiento", esta información se le considera insuficiente.</p> <p>Macrozoobentos:</p> <p>Abundancia: Los datos son aparentemente erróneos. Considerando que se obtuvieron tres muestras Surber</p>	Insuficiente información. Errores.



	<p>por estación, la superficie total muestreada es de 0,27 m<sup>2</sup> (0,09m<sup>2</sup>x3), y el factor de conversión a m<sup>2</sup> de 3,67. No hay datos crudos que permitan evaluar la representatividad de las tres muestras por sitio.</p> <p>Riqueza taxonómica: Es proporcionalmente baja en todas las estaciones. No se presentan los datos originales para evaluar la representatividad de las muestras para la determinación de este parámetro, considerando que: a) no fue un muestreo multihábitats, b) el número de muestras es bajo, c) la superficie total muestreada es muy pequeña (0,27 m<sup>2</sup>) y d) no se realizó un muestreo cualitativo exhaustivo. No es posible determinar el nivel de resolución taxonómica empleado por los especialistas en invertebrados.</p>	
998	<p><b>36. 4.4.3.4.3.2.:</b> En el caso del zoobentos:</p> <p>a) No se presentan listados de composición de especies (o grupos).</p> <p>b) No se explicita la presencia o ausencia de taxa de invertebrados con problemas de conservación (e.g. Aéglidos).</p> <p>c) No se presentan datos de biomasa total (o por taxa) y componentes de dieta de peces.</p> <p>d) No se analiza la proporción de grupos tróficos.</p> <p>Esta información permitiría realizar la Evaluación Ambiental de este componente con una adecuada sustentación. Igualmente es relevante al momento de definir el plan de seguimiento ambiental.</p>	Falta información, faltan estudios.
1001	<p><b>37. 4.4.3.4.3.2.:</b> Dice: "Los grupos que aparecen más abundantes son Ephemeroptera, Diptera, Crustacea y Plecoptera". Esta información es muy vaga por su escasa resolución taxonómica, por lo tanto inútil para los requerimientos de una línea de base que sustente adecuadamente un EIA y el diseño de un plan de seguimiento ambiental.</p>	Falta información. Errores metodológicos.
1002	<p><b>38. 4.4.3.4.3.2.:</b> La Figura 4.4.3-8 que muestra las abundancias totales de los principales taxa de macroinvertebrados registrados a lo largo de las estaciones del sector Baker 1. La mala calidad del gráfico, en cuanto a la diferenciación en colores no permite diferenciar los 11 taxa señalados. Por otra parte, la escasa resolución taxonómica impide interpretar el gráfico. Por ejemplo, cuando se indica de mollusca, no es posible saber a qué grupo taxonómico y/o funcional se trata (potencialmente pueden ser <i>Chilina</i>, <i>Physa</i>, <i>Lymnaea</i>, <i>Littoridina</i>, <i>Diplodon</i> o algún Sphaeriidae). Igualmente crustácea, corresponden todos a algún amphipoda o también en algunas estaciones hay <i>Aegla</i>?. Es toda una novedad las elevadas proporciones de organismos coloniales como cnidaria (Hydra?), lo cual no se menciona en el texto. Aparte de esta figura se requiere de otra similar que muestre la proporción de grupos tróficos (funcionales). Esta figura permitiría tener una visión más clara de la proporción de las fuentes energéticas que sostienen a las poblaciones de</p>	Mala calidad de figura, falta de argumentación y discusión.

	<p>peces (¿Autóctonas/Alóctonas?). La figura no es clara y requiere de algunas precisiones taxonómicas, con el objeto que pueda tener alguna utilidad para el EIA. No es clara la interpretación de esta tabla, dada la imprecisión de los datos desde un punto de vista taxonómico y numérico (bajo número de réplicas y no se indican las desviaciones estándar).</p>	
1002	<p><b>39. 4.4.3.4.3.3.:</b> Dice: El detalle de los resultados se puede encontrar en el Anexo C, Apéndice 2 – Parte 3.iii. Esto no es así, ya que no hay detalle de resultados. Se revisaron los documentos que oficialmente ingresaron al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. La información citada no forma parte del estudio en revisión. Se requiere para cada muestra de cada estación, su composición de especies (o taxa hasta el nivel taxonómico más bajo posible reconocido por especialistas), y sus abundancias expresadas en <math>N/0,09 \text{ m}^2</math>. Las tablas presentes en este anexo muestran sólo valores de abundancia (sumadas o promediadas (<math>N=3</math>?) transformadas a <math>\text{m}^2</math>. Los datos de enero (Tabla 5 – Sector Baker 2) corroboran que los valores son erróneos, ya que es imposible llegar a valores de <math>1 \text{ ind}/\text{m}^2</math> con tres Surber (ver estaciones B17, B18, B19). Llama la atención lo siguiente: a) Que las fuentes de las tablas sea CEA 2001, considerando las fechas de los muestreos. b) Que no existan muestreos con riqueza de taxa más altas que las indicadas. Sin los listados de ellas y sus abundancias no es posible evaluar la calidad de estos valores. c) Aparentemente existe una correlación negativa entre los valores de Riqueza y Abundancia y caudal. Ello significaría que en los períodos de máximo caudal se está muestreando en bancos recientemente inundados y ello no es representativo del estado de la comunidad en su conjunto. Recordemos que las redes Surber son en extremo limitadas por permitir muestreos en orillas hasta profundidades de 30 cm (sin mencionar las limitantes en términos granulométricos. Cómo no se hace una descripción de los hábitats muestreados para cada condición del estudio, no es posible evaluar la calidad del muestreo.</p>	Falta ingresar estudios al SEIA. Hay errores y fallas metodológicas.
1004	<p><b>40. 4.4.3.4.3.3.:</b> Observaciones: Cuadro 4.4.3-12 – Considerando que la tabla representa los valores promedios de 4 campañas de la 1era etapa, no se indican las desviaciones estándar y los N. Tomando en cuenta que esta tabla es lo único que se dispone para contrastar con la “etapa de seguimiento”, esta información se le considera insuficiente. Macrozoobentos: Abundancia: Los datos son aparentemente erróneos. Considerando que se obtuvieron tres muestras Surber por estación, la superficie total muestreada es de <math>0,27 \text{ m}^2</math> (<math>0,09 \text{ m}^2 \times 3</math>), y el factor de conversión a <math>\text{m}^2</math> de</p>	Falta información. Hay errores metodológicos importantes.

	<p>3,67. No hay datos crudos que permitan evaluar la representatividad de las tres muestras por sitio.</p> <p>Riqueza taxonómica: Es proporcionalmente baja en todas las estaciones. No se presentan los datos originales para evaluar la representatividad de las muestras para la determinación de este parámetro, considerando que: a) no fue un muestreo multihábitats, b) el número de muestras es bajo, c) la superficie total muestreada es muy pequeña (0,27 m<sup>2</sup>) y d) no se realizó un muestreo cualitativo exhaustivo. No es posible determinar el nivel de resolución taxonómica empleado por los especialistas en invertebrados. Tomando en cuenta que esta tabla es lo único que se dispone como información concreta para el EIA y para contrastar con la "etapa de seguimiento", esta información se le considera insuficiente</p>	
1004	<p><b>41. 4.4.3.4.3.3.:</b> En el caso del zoobentos:</p> <p>a) No se presentan listados de composición de especies (o grupos).</p> <p>b) No se explicita la presencia o ausencia de taxa de invertebrados con problemas de conservación (e.g. Aéglidos).</p> <p>c) No se presentan datos de biomasa total (o por taxa) y componentes de dieta de peces.</p> <p>d) No se analiza la proporción de grupos tróficos.</p> <p>Esta información no permitiría realizar la Evaluación Ambiental de este componente con una adecuada sustentación. Igualmente es relevante al momento de definir el plan de seguimiento ambiental.</p>	Falta información en mayor detalle. Faltan estudios.
1006 - 1007	<p><b>42. 4.4.3.4.3.3.:</b> Dice: "Los grupos que aparecen más abundantes son Ephemeroptera y Plecoptera. Esta información es muy vaga por su escasa resolución taxonómica, por lo tanto inútil para los requerimientos de una línea de base que sustente adecuadamente un EIA y el diseño de un plan de seguimiento ambiental. Esta información es muy vaga por su escasa resolución taxonómica, por lo tanto inútil para los requerimientos de una línea de base que sustente adecuadamente un EIA y el diseño de un plan de seguimiento ambiental."</p>	Falta información. El grado de detalle es demasiado grueso para una LB.
1007	<p><b>43. 4.4.3.4.3.3.:</b> La Figura 4.4.3-11 que muestra las abundancias totales de los principales taxa de macroinvertebrados registrados a lo largo de las estaciones del sector Baker 2. La mala calidad del gráfico, en cuanto a la diferenciación en colores no permite diferenciar los 11 taxa señalados. Por otra parte, la escasa resolución taxonómica impide interpretar el gráfico. Por ejemplo, cuando se indica de mollusca, no es posible saber a qué grupo taxonómico y/o funcional se trata (potencialmente pueden ser <i>Chilina</i>, <i>Physa</i>, <i>Lymnaea</i>, <i>Littoridina</i>, <i>Diplodon</i> o algún Sphaeriidae). Igualmente crustácea, corresponden todos a algún amphipoda o también en algunas estaciones hay <i>Aegla</i>?. Es toda una novedad las elevadas proporciones de organismos coloniales como Cnidaria (Hydra?), lo cual</p>	Falta información, argumentación, discusión de resultados. Figura ilegible.

	<p>no se menciona en el texto.</p> <p>Aparte de esta figura se requiere de otra similar que muestre la proporción de grupos tróficos (funcionales). Esta figura permitiría tener una visión más clara de la proporción de las fuentes energéticas que sostienen a las poblaciones de peces (¿Autóctonas/Alóctonas?).</p> <p>No se menciona ni discute en el texto las grandes diferencias observadas en abundancia de las estaciones B16 y Vent, debido a grandes diferencias en las abundancias de Ephemeroptera y Plecoptera – Qué estaría indicando esto en un contexto ecosistémico?</p> <p>La figura no es clara y requiere de algunas precisiones taxonómicas, con el objeto que pueda tener alguna utilidad para el EIA. No es clara la interpretación de esta tabla, dada la imprecisión de los datos desde un punto de vista taxonómico y numérico (bajo número de réplicas y no se indican las desviaciones estándar).</p>	
1007	<p><b>44. 4.4.3.43.4.:</b> Dice: El detalle de los resultados se puede encontrar en el Anexo C, Apéndice 2 – Parte 3.ii. Esto no es así, ya que no hay ninguna tabla referida a al Sector río del Salto (si hay para los sectores Baker 1 y Baker 2). Se revisaron los documentos que oficialmente ingresaron al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. La información citada no forma parte del estudio en revisión.</p> <p>Se requiere para cada muestra de cada estación, su composición de especies (o taxa hasta el nivel taxonómico más bajo posible reconocido por especialistas), y sus abundancias expresadas en N/0,09 m<sup>2</sup>.</p>	<p>Falta ingresar estudios al SEIA. Se requiere información más detallada.</p>
1009	<p><b>45. 4.4.3.43.3.:</b> Observaciones: Cuadro 4.4.3-14</p> <p>Considerando que la tabla representa los valores promedios de 4 campañas de la 1era etapa, no se indican las desviaciones estándar y los N. Tomando en cuenta que esta tabla es lo único que se dispone para contrastar con la “etapa de seguimiento”, esta información se le considera insuficiente.</p> <p>Macrozoobentos:</p> <p>Abundancia: Los datos son aparentemente erróneos. Considerando que se obtuvieron tres muestras Surber por estación, la superficie total muestreada es de 0,27 m<sup>2</sup> (0,09m<sup>2</sup>x3), y el factor de conversión a m<sup>2</sup> de 3,67. No hay datos crudos que permitan evaluar la representatividad de las tres muestras por sitio.</p> <p>Riqueza taxonómica: Es proporcionalmente baja en todas las estaciones. No se presentan los datos originales para evaluar la representatividad de las muestras para la determinación de este parámetro, considerando que: a) no fue un muestreo multihábitats, b) el número de muestras es bajo, c) la superficie total muestreada es muy pequeña (0,27 m<sup>2</sup>) y d) no se realizó un muestreo cualitativo exhaustivo. No es posible determinar el nivel de resolución taxonómica empleado por los especialistas en invertebrados.</p>	<p>Falta información. Hay errores. Hay falencias metodológicas.</p>
1009	<p><b>46. 4.4.3.43.3.:</b> En el caso del zoobentos:</p>	<p>Falta información en mayor</p>

	<p>a) No se presentan listados de composición de especies (o grupos).  b) No se explicita la presencia o ausencia de taxa de invertebrados con problemas de conservación (e.g. Aéglidos).  c) No se presentan datos de biomasa total (o por taxa) y componentes de dieta de peces.  d) No se analiza la proporción de grupos tróficos.  Esta información no permitiría realizar la Evaluación Ambiental de este componente con una adecuada sustentación. Igualmente es relevante al momento de definir el plan de seguimiento ambiental.</p>	detalle para sustentar una EIA
1012	<p><b>47. 4.4.3.4.3.4.:</b> La Figura 4.4.3-14 que muestra las abundancias totales de los principales taxa de macroinvertebrados registrados a lo largo de las estaciones del sector río Del Salto. La mala calidad del gráfico, en cuanto a la diferenciación en colores no permite diferenciar los 11 taxa señalados. Por otra parte, la escasa resolución taxonómica impide interpretar el gráfico. Por ejemplo, cuando se indica de mollusca, no es posible saber a qué grupo taxonómico y/o funcional se trata (potencialmente pueden ser <i>Chilina</i>, <i>Physa</i>, <i>Lymnaea</i>, <i>Littoridina</i>, <i>Diplodon</i> o algún Sphaeriidae). Igualmente crustácea, corresponden todos a algún amphipoda o también en algunas estaciones hay <i>Aegla</i>?.  Es toda una novedad las elevadas proporciones de organismos coloniales como Cnidaria (Hydra?), lo cual no se menciona en el texto.  Aparte de esta figura se requiere de otra similar que muestre la proporción de grupos tróficos (funcionales). Esta figura permitiría tener una visión más clara de la proporción de las fuentes energéticas que sostienen a las poblaciones de peces (¿Autóctonas/Alóctonas?). Qué estarían indicando los trichóptera de la estación Sal2. Se requiere de mayor discusión en el texto.</p>	Figura ilegible. Falta información y discusión.
1012	<p><b>48. 4.4.3.4.3.5.:</b> Al igual que en el caso del sector río Del Salto, se omitió información en el Anexo C, Apéndice 2 – Parte 3.ii (si hay para los sectores Baker 1 y Baker 2). Se revisaron los documentos que oficialmente ingresaron al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. La información citada no forma parte del estudio en revisión. Se requiere para cada muestra de cada estación, su composición de especies (o taxa hasta el nivel taxonómico más bajo posible reconocido por especialistas), y sus abundancias expresadas en N/0,09 m<sup>2</sup>.</p>	Falta ingresar estudios al SEIA. Falta información más detallada.
1014	<p><b>49. 4.4.3.4.3.5.:</b> Observaciones: Cuadro 4.4.3-14 – Considerando que la tabla representa los valores promedios de 2 campañas de la 1era etapa, no se indican las desviaciones estándar y los N. Tomando en cuenta que esta tabla es lo único que se dispone para contrastar con la “etapa de seguimiento”, esta información se le considera insuficiente.</p>	Falta información. Hay errores. Hay falencias metodológicas.

	<p>Macrozoobentos:  Abundancia: Los datos son aparentemente erróneos. Considerando que se obtuvieron tres muestras Surber por estación, la superficie total muestreada es de 0,27 m<sup>2</sup> (0,09m<sup>2</sup>x3), y el factor de conversión a m<sup>2</sup> de 3,67. No hay datos crudos que permitan evaluar la representatividad de las tres muestras por sitio.  Riqueza taxonómica: Es extremadamente baja en todas las estaciones (0-2,5 taxa). No se presentan los datos originales para evaluar la representatividad de las muestras para la determinación de este parámetro, considerando que: a) no fue un muestreo multihábitats, b) el número de muestras es bajo, c) la superficie total muestreada es muy pequeña (0,27 m<sup>2</sup>) y d) no se realizó un muestreo cualitativo exhaustivo. No es posible determinar el nivel de resolución taxonómica empleado por los especialistas en invertebrados.</p>	
1012	<p><b>50. 4.4.3.4.3.5.:</b> En el caso del zoobentos:  a) No se presentan listados de composición de especies (o grupos).  b) No se explicita la presencia o ausencia de taxa de invertebrados con problemas de conservación (e.g. Aéglidos).  c) No se presentan datos de biomasa total (o por taxa) y componentes de dieta de peces.  d) No se analiza la proporción de grupos tróficos.  Esta información no permitiría realizar la Evaluación Ambiental de este componente con una adecuada sustentación. Igualmente es relevante al momento de definir el plan de seguimiento ambiental.</p>	Falta información.
1012	<p><b>51. 4.4.3.4.3.5.:</b> No se presenta una descripción y discusión de los datos de macroninvertebrados.</p>	Falta información y discusión
1012	<p><b>52. 4.4.3.4.3.5.:</b> La Figura 4.4.3-14 que muestra las abundancias totales de los principales taxa de macroinvertebrados registrados a lo largo de las estaciones del sector Baker 2. La mala calidad del gráfico, en cuanto a la diferenciación en colores no permite diferenciar los 11 taxa señalados. Por otra parte, la escasa resolución taxonómica impide interpretar el gráfico. Por ejemplo, cuando se indica de mollusca, no es posible saber a qué grupo taxonómico y/o funcional se trata (potencialmente pueden ser <i>Chilina</i>, <i>Physa</i>, <i>Lymnaea</i>, <i>Littoridina</i>, <i>Diplodon</i> o algún Sphaeriidae). Igualmente crustácea, corresponden todos a algún amphipoda o también en algunas estaciones como Cnidaria (Hydra?), lo cual no se menciona en el texto.  Aparte de esta figura se requiere de otra similar que muestre la proporción de grupos tróficos (funcionales). Esta figura permitiría tener una visión más clara de la proporción de las fuentes energéticas que sostienen a las poblaciones de peces (¿Autóctonas/Alóctonas?). Qué estarían indicando los trichoptera de la estación</p>	<p>Figura ilegible.  Falta información y argumentación.</p>

1016	<p>Sal2. Se requiere de mayor discusión en el texto.</p> <p><b>53. 4.4.3.4.3.6.:</b> No se presenta una descripción funcional en términos ecosistémicos. La discusión sólo se centra en uno de los elementos que son los peces. La descripción funcional debiera centrarse al menos en la dinámica espacio-temporal de hábitats de las diferentes comunidades y en los flujos de energía en el ecosistema.</p>	Faltan estudios. Problema del marco conceptual.
1027	<p><b>54. 4.4.3.3.8.a.:</b> Dice: El detalle de los resultados se puede encontrar en el Anexo C, Apéndice 2 – Parte 3.iv. Esto no es así, ya que no hay detalle de resultados, Se revisaron los documentos que oficialmente ingresaron al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. La información citada no forma parte del estudio en revisión.</p> <p>Se requiere para cada muestra de cada estación, su composición de especies (o taxa hasta el nivel taxonómico más bajo posible reconocido por especialistas), y sus abundancias expresadas en <math>N/0,09 \text{ m}^2</math>. Las tablas presentes en este anexo muestran sólo valores de abundancia (sumadas o promediadas (<math>N=3</math>?) transformadas a <math>\text{m}^2</math>, los cuales fueron aproximados (se eliminaron decimales).</p> <p>Llama la atención lo siguiente:</p> <p>a) Que las fuentes de las tablas sea CEA 2001, considerando las fechas de los muestreos.</p> <p>b) Que no existan muestreos con riqueza de taxa más altas que las indicadas. Sin los listados de ellas y sus abundancias no es posible evaluar la calidad de estos valores.</p>	Falta información. Hay errores.
1029	<p><b>55. 4.4.3.3.8.a.:</b> Observaciones: Cuadro 4.4.3-18</p> <p>Considerando que la tabla representa los valores promedios de 4 campañas de la 1era etapa, no se indican las desviaciones estándar y los N. Tomando en cuenta que esta tabla es lo único que se dispone para contrastar con la “etapa de seguimiento”, esta información se le considera insuficiente.</p> <p>Macrozoobentos:</p> <p>Abundancia: Los datos son aparentemente erróneos. Considerando que se obtuvieron tres muestras Surber por estación, la superficie total muestreada es de <math>0,27 \text{ m}^2</math> (<math>0,09 \text{ m}^2 \times 3</math>), y el factor de conversión a <math>\text{m}^2</math> de 3,67. No hay datos crudos que permitan evaluar la representatividad de las tres muestras por sitio.</p> <p>Riqueza taxonómica: Es proporcionalmente baja en todas las estaciones. No se presentan los datos originales para evaluar la representatividad de las muestras para la determinación de este parámetro, considerando que: a) no fue un muestreo multihábitats, b) el número de muestras es bajo, c) la superficie total muestreada es muy pequeña (<math>0,27 \text{ m}^2</math>) y d) no se realizó un muestreo cualitativo exhaustivo. No es posible determinar el nivel de resolución taxonómica empleado por los especialistas en invertebrados.</p>	Falta información. Hay errores.

1029	<p><b>56. 4.4.3.3.8.a.:</b> En el caso del zoobentos:</p> <p>a) No se presentan listados de composición de especies (o grupos).</p> <p>b) No se explicita la presencia o ausencia de taxa de invertebrados con problemas de conservación (e.g. Aéglidos).</p> <p>c) No se presentan datos de biomasa total (o por taxa) y componentes de dieta de peces.</p> <p>d) No se analiza la proporción de grupos tróficos.</p> <p>Esta información no permitiría realizar la Evaluación Ambiental de este componente con una adecuada sustentación. Igualmente es relevante al momento de definir el plan de seguimiento ambiental.</p>	Falta información.
1031	<p><b>57. 4.4.3.3.8.a.:</b> Dice: "Los taxa que aparecen más abundantes son Díptera, Plecoptera y Crustácea". Esta información es muy vaga por su escasa resolución taxonómica, por lo tanto inútil para los requerimientos de una línea de base que sustente adecuadamente un EIA y el diseño de un plan de seguimiento ambiental.</p>	Falta información
1032	<p><b>58. 4.4.3.3.8.a.:</b> En la Figura 4.4.3-26 que muestra las abundancias totales de los principales taxa de macroinvertebrados registrados a lo largo de las estaciones del sector Pascua 1, la mala calidad del gráfico, en cuanto a la diferenciación en colores no permite diferenciar los 9 taxa señalados. Por otra parte, la escasa resolución taxonómica impide interpretar el gráfico. Por ejemplo, cuando se indica de mollusca, no es posible saber a qué grupo taxonómico y/o funcional se trata (potencialmente pueden ser <i>Chilina</i>, <i>Physa</i>, <i>Lymnaea</i>, <i>Littoridina</i>, <i>Diplodon</i> o algún Sphaeriidae). Igualmente en el ítem crustácea, qué son si no corresponden a amphipoda?. Son decápodos u otro grupo? (Nota: En el gráfico se señala separadamente Amphipoda de Crustacea).</p> <p>Aparte de esta figura se requiere de otra similar que muestre la proporción de grupos tróficos (funcionales). Esta figura permitiría tener una visión más clara de la proporción de las fuentes energéticas que sostienen a las poblaciones de peces (¿Autóctonas/Alóctonas?). Qué estarían indicando los de la estación Sal2. Se requiere de mayor discusión en el texto.</p>	Figura poco clara. Falta información y argumentación.
1032	<p><b>59. 4.4.3.3.8.b.:</b> Se menciona que "este sector no es asequible a la ejecución de los muestreos". Se indica que "dadas sus características morfológicas y las altas velocidades de corrientes presentes en el lugar, es razonable suponer que corresponden a un hábitat de condiciones aún más desfavorables que el descrito para Pascua 1".</p> <p>La biota acuática del sector Pascua 2.1 no está caracterizada. La argumentación dada en relación que es un hábitat desfavorable, es extremadamente vaga y sin una adecuada argumentación basada en datos o literatura.</p>	Error grave. No puede no estudiarse un componente ambiental en una LB, argumentando acceso difícil. Si se podrá llegar a construir represas allí, ¿porqué no puede llegar a muestrearse?



1033	<p><b>60. 4.4.3.3.8.c.:</b> Dice: El detalle de los resultados se puede encontrar en el Anexo C, Apéndice 2 – Parte 3.v. Esto no es así, ya que no hay detalle de resultados. Se revisaron los documentos que oficialmente ingresaron al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. La información citada no forma parte del estudio en revisión.</p> <p>Se requiere para cada muestra de cada estación, su composición de especies (o taxa hasta el nivel taxonómico más bajo posible reconocido por especialistas), y sus abundancias expresadas en N/0,09 m<sup>2</sup>. Las tablas presentes en este anexo muestran sólo valores de abundancia (sumadas o promediadas (N=3?) transformadas a m<sup>2</sup>, los cuales fueron aproximados (se eliminaron decimales).</p> <p>Llama la atención lo siguiente:</p> <p>a) Que las fuentes de las tablas sea CEA 2001, considerando las fechas de los muestreos.</p> <p>b) Que no existan muestreos con riqueza de taxa más altas que las indicadas. Sin los listados de ellas y sus abundancias no es posible evaluar la calidad de estos valores.</p>	Falta ingresar estudios al SEIA. Falta información detallada. Hay errores.
1033	<p><b>61. 4.4.3.3.8.c.:</b> Observaciones: Cuadro 4.4.3-20.</p> <p>Considerando que la tabla representa los valores promedios de 4 campañas de la 1era etapa, no se indican las desviaciones estándar y los N. Tomando en cuenta que esta tabla es lo único que se dispone para contrastar con la “etapa de seguimiento”, esta información se le considera insuficiente.</p> <p>Macrozoobentos:</p> <p>Abundancia: No hay datos crudos que permitan evaluar la representatividad de las tres muestras por sitio.</p> <p>Riqueza taxonómica: Es proporcionalmente baja en todas las estaciones. No se presentan los datos originales para evaluar la representatividad de las muestras para la determinación de este parámetro, considerando que: a) no fue un muestreo multihábitats, b) el número de muestras es bajo, c) la superficie total muestreada es muy pequeña (0,27 m<sup>2</sup>) y d) no se realizó un muestreo cualitativo exhaustivo. No es posible determinar el nivel de resolución taxonómica empleado por los especialistas en invertebrados.</p>	Falencias metodológicas y en la entrega de la información.
1037	<p><b>62. 4.4.3.3.8.c.:</b> Menciona: “dentro de este conjunto, los grupos que aparecen más abundantes son Amphipoda, Díptera y Plecoptera”. Esta información es muy vaga por su escasa resolución taxonómica, por lo tanto inútil para los requerimientos de una línea de base que sustente adecuadamente un ELA y el diseño de un plan de seguimiento ambiental.</p>	Falta información detallada.
1038	<p><b>63. 4.4.3.3.8.c.:</b> En la Figura 4.4.3-29 que muestra las abundancias totales de los principales taxa de macroinvertebrados registrados a lo largo de las estaciones del sector Pascua 1, la mala calidad del gráfico, en cuanto a la diferenciación en colores no permite diferenciar los 9 taxa señalados. Por otra parte, la escasa</p>	Figura poco clara. Falta información y argumentación. numérico (bajo número de

	<p>resolución taxonómica impide interpretar el gráfico. Por ejemplo, cuando se indica de mollusca, no es posible saber a qué grupo taxonómico y/o funcional se trata (potencialmente pueden ser <i>Chilina</i>, <i>Physa</i>, <i>Lymnaea</i>, <i>Littoridina</i>, <i>Diplodon</i> o algún Sphaeriidae). Igualmente en el ítem crustácea, qué son si no corresponden a amphipoda?. Son decápodos u otro grupo? (Nota: En el gráfico se señala separadamente Amphipoda de Crustacea).</p> <p>Aparte de esta figura se requiere de otra similar que muestre la proporción de grupos tróficos (funcionales). Esta figura permitiría tener una visión más clara de la proporción de las fuentes energéticas que sostienen a las poblaciones de peces (¿Autóctonas/Alóctonas?). Qué estarían indicando los de la estación Sal2. Se requiere de mayor discusión en el texto.</p>	<p>réplicas y no se indican las desviaciones estándar).</p>
1038	64. 4.4.3.3.8.d.: No hay un anexo con detalle de los resultados obtenidos.	Falta resumir.
1039	65. 4.4.3.3.8.d.: En la Figura 4.4.3-30 se omitió el Zoobentos.	Error de edición.
1040	66. 4.4.3.3.8.d.: Observaciones: Cuadro 4.4.3-22. Considerando que la tabla representa los valores promedios de 2 campañas de la 2era etapa, no se indican las desviaciones estándar y los N. Tomando en cuenta que esta tabla es lo único que se dispone para contrastar con la "etapa de seguimiento", esta información se le considera insuficiente. Macrozoobentos: - No hay datos para la zona del Fíordo. Abundancia: No hay datos crudos que permitan evaluar la representatividad de las tres muestras por sitio. Riqueza taxonómica: Es proporcionalmente baja en todas las estaciones (en particular en EP16.1). No se presentan los datos originales para evaluar la representatividad de las muestras para la determinación de este parámetro, considerando que: a) no fue un muestreo multihábitats, b) el número de muestras es bajo, c) la superficie total muestreada es muy pequeña (0,27 m <sup>2</sup> ) y d) no se realizó un muestreo cualitativo exhaustivo. No es posible determinar el nivel de resolución taxonómica empleado por los especialistas en invertebrados.	Falta información. Fallas metodológicas.
1042	67. 4.4.3.3.8.e.: No se presenta una descripción funcional en términos ecosistémicos. La discusión sólo se centra en uno de los elementos que son los peces. La descripción funcional debiera centrarse al menos en la dinámica espacio-temporal de hábitats de las diferentes comunidades y en los flujos de energía en el ecosistema.	Faltan estudios.
1044	68. 4.4.3.5.: Las conclusiones son generales y centradas en los peces, omitiéndose todos los otros elementos del ecosistema que fueron estudiados. Al no existir una descripción funcional de los ecosistemas estudiados, no se llega a ninguna conclusión al respecto, lo cual es considerado fundamental. Las conclusiones son	Errores metodológicos y de marco conceptual profundos.

	integradas para las cuencas de los ríos Baker y Pascua, sin considerar las enormes diferencias existentes entre ellas.	
1046	<b>69. 4.4.3.5.1.:</b> Las áreas o zonas definidas en el Cuatro 4.4.3-24 no tiene sustentación con los datos de flora y fauna presentados en los resultados de este estudio. Por ejemplo, ¿cuáles son las singularidades biológicas de B1-1 para que sea considerado como un Area de Valor Ambiental (AVA)?.	Falta argumentación.
1048	<b>70. 4.4.3.6.:</b> En la página en la cual se refiere a “Revisión bibliográfica y anal. Gabinete”, se dice: “Se revisó una extensa bibliografía, que incluyó además de los trabajos publicados en revistas científicas, los resultados de diferentes proyectos y estudios ejecutados en la región”...” con el fin de poder visualizar de mejor manera los resultados”. Se puede constatar en el texto y en el listado bibliográfico mostrado en la página 1048, que la revisión bibliografía es muy general, faltando numerosas publicaciones científicas que habrían facilitado la interpretación de la biodiversidad y funcionalidad de los ecosistemas fluviales estudiados.	Revisión bibliográfica débil.
1054 en adelante	<b>71. 4.4.3.7.:</b> Las cartas son a una tal escala que no permite la visualización de las particularidades de los sitios de muestreo ni de las áreas consideradas de valor ambiental de biota dulceacuícola.	Escala de cartas no entrega suficiente detalle.
11 en adelante	<b>72. ANEXO C, Apéndice 2 – Parte 3: Fitobentos –</b> No incluye el inventario de taxa ni sus abundancias por muestras de cada una de las estaciones; esta información es fundamental para el EsIA. La ausencia de esta tabla además no permite evaluar la representatividad del muestreo. Los datos de abundancia y riqueza no incluyen sus desviaciones estándar. Las fuentes de las tablas dicen CEA 2001 (fecha incorrecta?). Fitoplancton: No incluye el inventario de taxa ni sus abundancias por muestras de cada una de las estaciones; esta información es fundamental para el EsIA. La ausencia de esta tabla además no permite evaluar la representatividad del muestreo. Los datos de abundancia y riqueza no incluyen sus desviaciones estándar. Las fuentes de las tablas dicen CEA 2001 (fecha incorrecta?). La unidad de medida empleada fue ind./m <sup>2</sup> , lo cual es absolutamente incorrecto ya que estos valores se expresan por unidad de volumen y no de área. Zoobentos: No incluye el inventario de taxa ni sus abundancias por muestras de cada una de las estaciones; esta información es fundamental para el EsIA. La ausencia de esta tabla además no permite evaluar la representatividad del muestreo. Los datos de abundancia y riqueza no incluyen sus desviaciones estándar. Las fuentes de las tablas dicen CEA 2001 (fecha incorrecta?). Los datos son aparentemente erróneos. Considerando que se obtuvieron tres muestras Surber por estación,	Falta información en la LB.  En los anexos revisados hay una serie de imprecisiones y aparentes errores menores.

	<p>la superficie total muestreada es de 0,27 m<sup>2</sup> (0,09m<sup>2</sup>x3), y el factor de conversión a m<sup>2</sup> de 3,67. No hay datos crudos que permitan evaluar la representatividad de las tres muestras por sitio (Ejemplo - los datos de enero (Tabla 4 – Sector Baker 1) corroboran que los valores son erróneos, ya que es imposible llegar a valores de 1 ind/m<sup>2</sup> con tres Surber (ver estaciones B2, B4, B11).</p> <p>Zooplancton: No incluye el inventario de taxa ni sus abundancias por muestras de cada una de las estaciones; esta información es fundamental para el EsIA. La ausencia de esta tabla además no permite evaluar la representatividad del muestreo. Los datos de abundancia y riqueza no incluyen sus desviaciones estándar. Las fuentes de las tablas dicen CEA 2001 (fecha incorrecta?).</p> <p>Vegetación acuática: La información es vaga e insuficiente para el EIA. Sólo unas pocas especies fueron identificadas hasta nivel de especie, a pesar que son grupos ampliamente estudiados taxonómicamente el Chile. Llama la atención la ausencia de hepáticas, considerando su elevada diversidad en el área y su abundancia en los sectores estudiados. La información es sólo cualitativa (presencia/ausencia), a pesar de que muchos de estos taxa pueden tener gran relevancia ecológica en el sistema estudiado.</p>	
--	---	--

### Observaciones sobre Flora y Fauna Acuática (Peces)

Pág.	Observación	Justificación de la observación
965	<p><b>1. Alcances:</b> Segundo párrafo dice: "Cabe señalar que la información, <i>in extenso</i>, está disponible en CEA 2007 a,b,c y CEA 2008 a,b." Esta información no fue entregada ni está disponible en el SEIA por lo tanto no es posible verificar o completar la información aportada por EIA.</p>	Falta información de base que apoye y justifique muchos de los aspectos señalados en la LB, que se detalla a continuación.
966	<p><b>2. Área de Influencia Directa (AID):</b> ... "o pierden definitivamente sus características de ser medio acuático (quedarán secas permanentemente)." Esta frase en muy confusa en relación a lo descrito como descripción de proyecto, ya que no queda explicitado que existan tramos de ríos que queden permanentemente secos, lo cual de por sí generaría un alto impacto ambiental sobre el ecosistema fluvial. Aclarar a qué áreas se refiere exactamente esta frase, del sistema Baker o Pascua, cuál(es) centrales.</p>	Falta claridad.
966	<p><b>3. Descripción de las Áreas de Influencia Directa (AID) e indirecta (AI):</b> No se incluye como AI aguas arriba de la zona de embalse del Baker<sup>1</sup>, sin embargo existen estaciones muestreadas. Lo mismo, no hay definición de áreas de influencia para la Central del Salto, aún cuando en las páginas 969 y 976 se indican muestreos en estaciones ubicadas en el sector. En general, existen inconsistencias entre ubicación de la totalidad de las estaciones de muestreo con las definiciones de áreas de influencia, lo que no permite hacer una correcta interpretación de los resultados. Se requiere indicar qué estaciones de muestreo representan efectivamente las AID y AI de Baker y Pascua, e incluir claramente el área de influencia de la Central del Salto.</p>	Definición de áreas de influencia es inconsistente y arbitraria
966 - 967	<p><b>4. Descripción de las Áreas de Influencia Directa (AID) e indirecta (AI):</b> Para el río Pascua, los Lagos Quiroz y O'Higgins deberían ser considerados parte del AI. De igual forma el Lago Quetru debería ser parte del AID. Dado que muchas de las especies nativas viven preferentemente en lagos (sistemas lacustres) en la Patagonia, es relevante conocer si existen poblaciones en los lagos mencionados que pudieran quedar desconectadas genéticamente del sistema fluvial (aún cuando fuera sólo un flujo unidireccional, el cual es común y necesario para la mantención de la diversidad genética de las poblaciones de peces). De igual forma, es relevante conocer la ictiofauna del Lago Quetru para predecir adecuadamente el impacto que habrá sobre ésta, ya que se verá influenciada por las centrales del Pascua.</p>	Se requiere incluir más sistemas lacustres en el área de influencia.

968 - 967	<p><b>5. Metodología, Períodos de Muestreo, Primera Etapa.</b> Incluyendo los ríos Baker y Pascua se muestrearon 49 estaciones de muestreo (39 en Baker y 10 en Pascua) durante la primera etapa (Mayo 2006 a Enero 2007), en las cuatro épocas del año. Ello se efectuó con un promedio de aproximadamente 13 días en cada campaña, cubriendo la totalidad de las estaciones (49). En otros términos, en un total de 51 días de muestreo para la primera etapa (para los cuales no queda claro si están incluidos los tiempos de traslado desde Santiago al área de estudio), cuatro épocas del año, se muestreó un total de 196 estaciones. Considerando las dificultades logísticas del área, los tiempos de desplazamiento y las técnicas de muestreo que se indican, se considera que el esfuerzo de muestreo por estación de fauna ictica es mínimo. Se entiende por esfuerzo de muestreo al tiempo o área cubierta por pesca con distintos artes. Cuando el esfuerzo es bajo como en este caso, es altamente probable que las áreas se encuentren submuestreadas y por ende su ictiofauna puede estar subrepresentada no sólo en composición, sino que en su representación de abundancias.</p>	Falencia metodológica.
968 - 967	<p><b>6. Metodología, Períodos de Muestreo, Muestreos Complementarios.</b> En esta etapa complementaria el esfuerzo de muestreo no es mayor (sólo levemente más alto en el muestreo de Septiembre de 2007), ya que se muestreó un total de 35 estaciones. Todas ellas son distintas a las consideradas en la etapa 1, y sólo son representativas de una estacionalidad (Septiembre y Noviembre). Aún cuando la cobertura espacial de los muestreos parece adecuada, existen serias dudas si el esfuerzo aplicado en cada una de ellas es suficiente para hacer una buena caracterización de la ictiofauna del área. Más aún, sólo en la etapa complementaria se usaron artes de pesca como las redes agalleras en lagos, los cuales representan los hábitats de mayor valor de conservación para la ictiofauna patagónica (hecho que también queda establecido en el propio EIA, ver pág. 992). Es decir, no existe una caracterización de la dinámica anual de la ictiofauna de lagos del área de influencia. En resumen, los lagos, principales hábitat de especies nativas están submuestreados para obtener una acabada línea de base de este componente biológico.</p>	Error metodológico.
978	<p><b>7. Fauna ictica:</b> Se indica que en la etapa 1 de muestreo sólo se utilizaron dos tipos de artes de pesca, pesca eléctrica y espineles. Los espineles utilizados correspondieron a líneas de sólo 10 anzuelos y de un único tamaño (Nº 6). Las redes agalleras sólo fueron utilizadas en los muestreos complementarios (Septiembre y Noviembre). No se explica el diseño de muestreo utilizado, pero de la lectura del texto se desprende que no fue estratificado por microhábitats. Un aspecto relevante para hacer una buena caracterización de ictiofauna de sistemas fluviales complejos como lo son el Baker y el Pascua, es utilizar un buen diseño de muestreo y la mayor variedad posible de artes de pesca, de tal forma que no existan sesgos en el muestreo debido a la</p>	Muestreo inadecuado, con sesgo en cuanto a tamaños muestreados, y con falta de estratificación por microhábitats.

	selectividad de los artes o hábitats muestreados. En este caso, por ejemplo, los anzuelos N° 6 son útiles para peces de gran talla, y dejan un amplio rango de peces sin poder ser capturados. De igual forma, aún cuando la pesca eléctrica tiende a ser menos selectiva, es necesario maximizar el esfuerzo de muestreo (en tiempo o área a número de pescadores) para evitar la subrepresentación de especies e individuos en la muestra (ver comentarios anteriores). Se sugiere agregar curvas de rarefacción para conocer la representatividad de cada uno de los muestreos.	
979	<b>8. Muestreo complementario:</b> No se indica a qué profundidades se utilizaron las redes agalleras. Un dato relevante para entender qué tipo de ictiofauna se está capturando en lagos es conocer a las profundidades que fueron caladas (al menos indicar superficie, columna de agua o a fondo), ya que las distintas especies no se distribuyen homogéneamente de manera vertical en un sistema lacustre. De igual forma, las zonas litorales, limneticas y profundales pueden ser caracterizadas por distintos ensambles de peces.	Falta información del diseño de muestreo necesaria para evaluar la representatividad de la línea de base.
980	<b>9. Pit Tags:</b> Si bien es cierto, la metodología de Pit Tags es ampliamente usada para estudios de migraciones, tiene claras restricciones cuando es utilizada en ríos de gran envergadura. Una de ellas es que la tasa de recaptura disminuye mientras mayor sea el tiempo que transcurre entre el marcaje del pez y su búsqueda para recaptura. Además, ha sido descrito para muchas especies que luego de un tiempo el chip es expulsado. Esto fue comprobado en el EIA de la Central Hidroeléctrica San Pedro, donde quedó en evidencia que <i>G. platei</i> (unas de las marcadas para este estudio también) expulsa el chip luego de aproximadamente 15 a 20 días. Por otro lado, en el río San Pedro, con esfuerzos de muestreo muchísimo mayores, la recaptura total fue sólo de 1.4% y nunca superior a 47 días de implantado el tag. De esta forma, el solo marcaje de individuos con esta metodología, no implica ningún avance en el conocimiento de los patrones de migración de la ictiofauna del área y no debe ser presentada como un estudio de largo plazo. Lo que resultaba evidente era al menos hacer marcajes en cada campaña de muestreo y verificar en la campaña siguiente su recaptura o no.	Esta no es una metodología adecuada para estudios a largo plazo.
980	<b>10. Estudio genético de las poblaciones de peces nativos:</b> se escogió una única especie para estudios genéticos, <i>Galaxias platei</i> .	La observación relacionada con este aspecto se justificará más adelante.
982	<b>11. Cuadro 4.4.3-7:</b> Origen y número de individuos analizados. Indica el número de <i>G. platei</i> analizados genéticamente, sin embargo la información es vaga. Se requiere saber de qué sitios del "Baker" son las muestras y cómo se definió los cuatro sitios de donde provendrían las muestras. Las AID y AII son bastante mayores que los sitios incluidos en el estudio genético, sin embargo, no hay una explicación de cómo y	Falta información relevante sobre el diseño de muestreo y análisis de datos.

	porqué se seleccionaron esos sitios.	
986	<b>12. Párrafo sobre artículos publicados en Baker y Pascua:</b> al contrario de lo que se plantea en el párrafo, existe la publicación Ruzzante, et al. 2008 (Climate control on ancestral population dynamics: insight from patagonian fish phylogeography. Molecular Ecology. 17: 2234 – 2244), en la que se analizan genéticamente muestras de <i>Galaxias platei</i> y <i>Percichthys trucha</i> de la cuenca del río Baker.	La información aportada en la publicación científica mencionada es de relevancia para el EIA de PHA.
986	<b>13. Migración de Peces, <i>Aplocheilichthys zebra</i>:</b> Al contrario de lo indicado en el EIA, “sin antecedentes de migración”, esta especie está claramente descrita como diádroma (ver por ejemplo Tabla 1 de McDowall, 2006), o al menos anfídroma (McDowall, 2006). Igualmente para las poblaciones residentes de esta especie (que no migran al mar), se han descrito movimiento intralacustrinos importantes para su ciclo de vida (Lattuca et al. 2008). El mismo EIA se contradice en la página 1019, donde indica en su último párrafo: “..... de la especies <i>Aplocheilichthys zebra</i> y <i>Oncorhynchus kisutch</i> , ambas con capacidad de migrar aguas arriba de los ríos”	El EIA muestra falta de información actualizada y contradicciones entre sus capítulos.
987 y 1001	<b>14. Migración de Peces, <i>Diplomystes viedmensis</i>:</b> El hallazgo de esta especie es de enorme valor para la ciencia y para el conocimiento de la biodiversidad de Chile. Ello representa claramente la falta de información existente en muchos tópicos básicos relacionados con la biodiversidad de los sistemas de agua dulce de Chile, tanto es así, que es posible encontrar la presencia de un género nunca mencionado a esa latitud para el país. Aún cuando este hallazgo es de tal relevancia, el EIA pone muy poco énfasis en su valoración, y más aún la califica de que “el hallazgo no representa un hecho extraordinario en el contexto patagónico” (pág. 1001). Al respecto es importante destacar que no existe explicación alguna en el EIA de cómo fue determinada taxonómicamente esta especie, adjudicándola a <i>D. viedmensis</i> . Cuando se hace un hallazgo de esta naturaleza, lo primero es definir el estatus taxonómico de la especie, y justificarla, análisis que no se incluye en el EIA. De hecho, en varios cuadros de la misma LB se la menciona como <i>Diplomystes</i> sp (es decir que no se sabe qué especie es), y en otras se le llama sencillamente <i>D. viedmensis</i> , que es la especie del género descrita para Argentina a esa latitud.	El hallazgo de una nueva especie para el país es de enorme significado científico y de conservación. Por ello, se justifica plenamente que el EIA incluya estudios mucho más detallados y específicos sobre esta especie.
987	<b>15. Migración de Peces, <i>Galaxias maculatus</i>:</b> Tal como lo señala la LB, esta especie puede presentar migraciones, lo cual se encuentra ampliamente descrito en literatura de Nueva Zelanda, Argentina y Chile. Sin embargo, no fue incluida en los estudios genéticos o de migraciones de peces.	Es relevante conocer la estructura genético-poblacional de <i>G. maculatus</i> para lograr una evaluación apropiada de los impactos sobre ella.
987	<b>16. Migración de Peces, <i>Hatcheria macraei</i>:</b> Se indica que no existen evidencias de migración para esta	Es relevante conocer la



	<p>especie, sin embargo, es una especie "Rara" de la cual se sabe muy poco de su biología. Por otra parte, ésta fue encontrada en zonas muy distantes en la cuenca del Baker, aguas arriba y abajo del Saltón, por ende, es relevante conocer si existe flujo génico entre estas poblaciones, aún cuando pudiera ser solo unidireccional.</p>	<p>estructura genético-poblacional de <i>H. macraei</i> para lograr una evaluación apropiada de los impactos sobre ella.</p>
988	<p><b>17. Migración de Peces, <i>Odontesthes hatcheri</i>:</b> Claramente esta especie es un habitante preferentemente de los sistemas lacustres de la cuenca del Baker, sin embargo, datos no publicados (Sommer et al. In prep) indican que existe una alta similitud genética entre la poblaciones intracuenca e incluso con aquellas presentes en la Patagonia Argentina. Para mantener ese bajo nivel de estructuración, es posible la existencia de flujo génico o que las poblaciones se comporten como metapoblaciones, como fue descrito para el pejerrey Chileno, <i>Basilichthys australis</i>, en la cuenca del río San Pedro.</p>	<p>Es relevante conocer la estructura genético-poblacional de <i>O. hatcheri</i> para lograr una evaluación apropiada de los impactos sobre ella.</p>
988	<p><b>18. Migración de Peces, <i>Percichthys trucha</i>:</b> En este EIA no se ha considerado la información más reciente sobre los desplazamientos de <i>P. trucha</i> (Buria et al. 2007). En dicha publicación se indica "<i>Percichthys trucha</i> was found to move throughout the lake system, and to use a small, shallow, connected lake as a principal spawning area", es decir, en la Patagonia Argentina, esta especie no sólo tiene movimientos intralacustrinos, sino interlacustrinos en época de reproducción. La ausencia de la información indicada en la observación genera dudas respecto de la efectiva recopilación de información científica efectuada para este estudio.</p>	<p>Es relevante conocer qué tipo de desplazamientos quedarán bloqueados debido a la construcción de las centrales Baker 1 y 2, y Central del Salto.</p>
990	<p><b>19. Resumen sobre antecedentes de migración:</b> Llama la atención que para todas las especies que muestran evidencias de potenciales migraciones, ninguna de ellas fuera incluida en estudios específicos como los genéticos. Al contrario, sólo se marcaron algunos ejemplares con Pit Tags, lo cual ya se comentó anteriormente como una metodología poco aplicable a largo plazo en sistemas de gran envergadura.</p>	<p>La información presentada sobre antecedentes de migraciones es incompleta y no justifica la metodología utilizada.</p>
1000	<p><b>20. Cuadro 4.4.3-11:</b> Los resultados generales mostrados en esta Tabla justifican las observaciones efectuadas sobre el bajo esfuerzo de muestreo efectuado en el área de estudio. Un ejemplo de ello es que Habit y col. (Eula, datos no publicados) obtuvieron muestras de <i>Percichthys trucha</i> y <i>Odontesthes hatcheri</i> en el mismo Lago Esmeralda en Enero de 2007. La ausencia de estas especies nativas en los resultados de la LB de PHA para un sistema lacustre relativamente pequeño como el Lago Esmeralda sólo puede tener como explicación el bajo esfuerzo de muestreo, o la aplicación de un diseño inadecuado para obtener la totalidad de las especies presentes en el sistema. De igual forma, el hallazgo de un ejemplar de especies como <i>Hatcheria macraei</i> por estación de muestreo, refleja un esfuerzo de pesca mínimo, lo cual claramente sesga los datos de abundancias relativas entre</p>	<p>Inconsistencias en la información, las que dejan muchas dudas respecto de la representatividad de los datos.</p>

	<p>especies nativas e introducidas.</p> <p>Por lo mismo, el hallazgo de <i>Diplomystes sp.</i> es una única estación de muestreo puede ser reflejo sólo de la falta de esfuerzo. Ello, se hace más evidente en especies que naturalmente establecen poblaciones pequeñas como es el caso de las especies del género <i>Diplomystes</i>, por lo cual la determinación de su verdadera distribución y abundancia requiere de un esfuerzo mucho mayor.</p>	
1002 - 1006	<p><b>21. Sector Baker 2:</b> En ningún párrafo de la descripción de esta área se hace énfasis en el hecho que aguas abajo del Saltón se encontraron algunas de las mismas especies nativas que aguas arriba (e.g. <i>G. platei</i>, <i>H. macraei</i>, <i>P. trucha</i> y <i>O. hatcheri</i>). Este aspecto es relevante, ya que el estudio de tales poblaciones, probablemente naturalmente fragmentadas genéticamente respecto de las ubicadas en el sector Baker 1, entregaría información valiosa respecto de cuál es el significado real de la barrera física impuesta por el Saltón. Tal información, permitiría hacer una predicción de impactos debido a las nuevas barreras de las centrales de mucha mayor rigurosidad y certeza. No es posible sólo “suponer” la fragmentación poblacional dada la existencia de una barrera física, ya que los flujos génicos en el sentido de la corriente son también muy importantes para la mantención de las poblaciones o metapoblaciones de peces en los sistemas fluviales.</p>	Falta argumentación.
1006	<p><b>22. Cuadro 4.4.3-13:</b> Existe una inconsistencia entre los nombres de las estaciones de muestreo en el Cuadro y las láminas (Mapas), lo cual genera una gran incertidumbre al analizar los datos. Un ejemplo de ello, es que la estación “Vent 1” del citado cuadro, correspondiente a una de las de mayor diversidad íctica, se identifica como estación “TB37” en la Lámina 4.4.3-E. Un buen EIA debe ser lo suficientemente claro para poder evaluar la calidad de la información entregada.</p>	Falta claridad.
1011	<p><b>23. Cuadro 4.4.3-15:</b> Tal como se indicó anteriormente, Habit y col (datos no publicados) obtuvieron muestras de <i>Percichthys trucha</i> y <i>Odontesthes hatcheri</i> en el Lago Esmeralda en Enero de 2007. La ausencia de estas especies nativas en los resultados de la LB de PHA para un sistema lacustre relativamente pequeño como éste sólo puede tener como explicación el bajo esfuerzo de muestreo, o la aplicación de un diseño inadecuado para obtener la totalidad de las especies presentes en el sistema. La riqueza informada en el EIA es menor a la existente. Esto tiene mayor relevancia cuando se trata de no reportar especies nativas de interés de conservación.</p>	Fallas metodológicas.
1016	<p><b>24. Barreras Ecológicas:</b> La definición de barreras ecológicas como zonas de “fuertes pendientes y elevadas velocidades de escurrimiento” es completamente ambigua. ¿Qué pendiente? ¿Qué velocidad?</p>	Se requiere de mayor especificación.

	¿Para qué especies? La definición de una barrera ecológica para un salmónido anádromo puede ser totalmente diferente a aquella para una especie como <i>Galaxias maculatus</i> . Por ende, para comprender cómo se definieron los sitios denominados “barreras ecológicas” se requiere conocer los criterios cuantitativos utilizados, así como para que especies en particular se las considera como barreras.	
1017	<b>25. Genética de <i>Galaxias platei</i>:</b> El EIA no entrega los resultados de ninguna de las metodologías que se indicaron que fueron utilizadas (diversidad genética, red de haplotipos, estimación del número de migrantes; pág. 982). Por el contrario, sólo describe muy superficialmente los resultados obtenidos, los cuales no pueden ser corroborados ya que no existe dato alguno que sustente lo que se explica. Más aún, se indica que para el flujo génico entre el Lago Bertrand y el río Baker no es posible concluir respecto de su intensidad, debido al bajo número de individuos. Sin embargo, éstos fueron sólo un individuo menos (7) que para el Lago Cochrane. Sin los resultados, no es posible comprender este supuesto, ni verificar las conclusiones entregadas en el EIA.	No se entregan resultados.
1018-1019	<b>26. Presencia de salmónidos anádromos:</b> En esta sección se discute la probable presencia del Salmón Chinook en el río Baker, sin embargo, no incluye información científica reciente, así como datos conocidos desde hacen varios años por pescadores deportivos, que demuestran empíricamente su presencia en la parte baja del río Baker y ríos Jaramillo y Vargas (Correa & Gross 2007). Una vez más, la falta de información genera dudas respecto de la representatividad de los muestreos, así como de la recopilación de información científica efectuada para este estudio	Falta información.
1023	<b>27. Campaña complementaria río Pascua:</b> En segundo párrafo, últimas dos líneas se indica: “Por su parte, los sectores altos del río Pascua (lago Chico y lago O’Higgins) siguen mostrando únicamente ictiofauna introducida”. Sin embargo, según la lámina 4.4.3-F las estaciones de muestreo lacustres estarían sólo ubicadas en el lago Chico, y aparentemente en la zona litoral (es difícil distinguir a la escala presentada). Por su parte el lago O’Higgins propiamente tal, muestra sólo una estación en su zona de desagüe. Como ya se ha mencionado reiteradas veces, las especies nativas patagónicas habitan principalmente en lagos, por ende es relevante conocer qué ictiofauna alberga las zonas limnéticas, litorales y profundales de esos sistemas.	Falta información de ictiofauna de los lagos ubicados en la parte alta del río Pascua.
1045	<b>28. Tercer párrafo:</b> la especie “ <i>Oncorhynchus chinook</i> ” no existe. Chinook es un nombre común para el verdadero nombre científico que no está mencionado. Además, la primera frase de este párrafo habla de las “especies salmonideas”, cuando en realidad hace alusión sólo a las especies salmonideas anádromas.	Estos errores generan dudas sobre la calidad de la información.
1046	<b>29. Descripción de Áreas de Valor Ambiental:</b> Se requiere de láminas a la misma escala de las estaciones	Se requiere mayor información

	<p>de muestreo y con la ubicación de las centrales para entender cabalmente cuales son las áreas que se están proponiendo, si existe conectividad entre ellas y que relación tienen con la ictiofauna encontrada, mas allá de las características físicas que presenten. El cuadro 4.4.3-24 debería incluir las especies ícticas que le otorgan valor ambiental a cada una de las zonas delimitadas.</p>	<p>para un adecuado análisis.</p>
--	--	-----------------------------------