

RESUMEN EJECUTIVO

EIA PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA ANGOSTURA

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto Central Hidroeléctrica Angostura, cuyo Titular es Colbún S.A., es una central de embalse. Administrativamente, el proyecto se localiza en las comunas de Quilaco y Santa Bárbara, en la Provincia y Región del Bío Bío. Su emplazamiento está en el curso medio del río Bío Bío, aproximadamente a 63 kilómetros al suroriente de la ciudad de Los Ángeles y a unos 18 kilómetros al oriente de Santa Bárbara y Quilaco. En términos de la concepción de ingeniería, el proyecto Angostura considera la ejecución de una presa emplazada unos 700 metros aguas arriba del puente El Piulo, cercana a la confluencia de los ríos Bío Bío y Huequecura, lo que generará un embalse de 5 kilómetros de largo por el río Huequecura y de 16 kilómetros de largo por el río Bío Bío. El área intervenida por el proyecto cubre entre los puntos de captación de estos ríos y el punto de restitución ubicado a 120 metros aguas abajo de la presa. Este proyecto posee algunas características distintivas respecto de las centrales Pangué y Ralco, las cuales son básicamente, su menor capacidad de embalsamiento, aproximadamente la mitad de la central Pangué y doce veces menor a la de la central Ralco y su altura de presa de 50 metros que es menor a Ralco de 155 metros y Pangué de 113 metros. Otra diferencia respecto a dichas Centrales es su nula capacidad de regulación estacional y diaria, así, la central Angostura sólo contará una limitada regulación que se manifestará aproximadamente en una variación de un metro del nivel del embalse. Esto permitirá acumular durante algunas horas del día, parte de los caudales afluentes.

El presente documento sintetiza el Estudio de Impacto Ambiental realizado para el proyecto, considerando todos los aspectos necesarios y acordes a la legislación ambiental vigente (Ley 19.300 y D.S. 95 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental).

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Antecedentes Generales

La **potencia instalada** del proyecto será de aproximadamente 316 MW, correspondiente al 3,7% del total de la capacidad instalada actual del SIC. Este porcentaje constituye un aporte importante en la actual situación de dificultad energética local y global y ayuda a dar respuesta a la necesidad del país de incorporar nuevas fuentes generadoras a un ritmo aproximado entre 500 y 700 MW anuales¹.

La **creación del embalse** producirá la inundación de un total de 641 hectáreas a su cota de operación normal de 317 m.s.n.m.², de las cuales 180 hectáreas corresponden a los cauces actuales de los ríos Huequecura y Bío Bío. El volumen total embalsado será de aproximadamente 100 millones de metros cúbicos, con una profundidad de 50 metros en las cercanías del muro.

La principal vía de acceso terrestre al proyecto corresponde a la ruta Q-61-R, que une Santa Bárbara con Ralco. También se considera la utilización de la ruta Q-685, que se desarrolla por la ribera Norte del río Huequecura. En la Figura 1 se grafica la localización del proyecto y la vialidad involucrada.

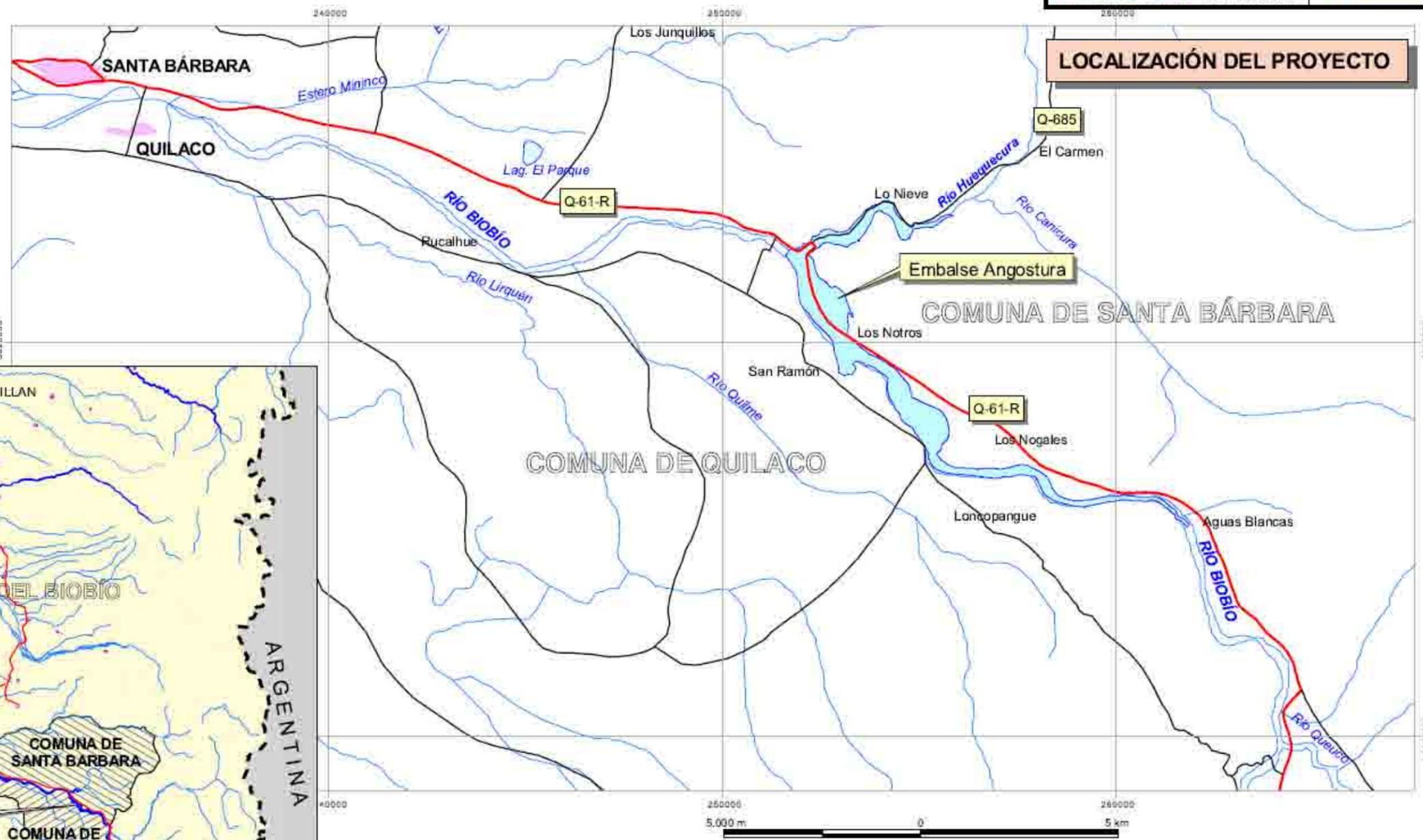
¹ De acuerdo a información de la CNE, el actual crecimiento de la demanda anual de energía eléctrica se sitúa en un 6,8%.

² En su cota de seguridad (320 m.s.n.m.), el área de inundación alcanza las 748 hectáreas. Cabe indicar que la cota de seguridad es el nivel máximo que las aguas podrían alcanzar antes de rebasar la presa principal, es decir, corresponde a la coronación del muro, nivel que sólo se alcanzaría en una crecida de una vez en diez mil años.

TÍTULO
LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

ESCALA: INDICADAS FIGURA 1 PREPARADO PARA:

PREPARADO POR:
ARCADIS GEOTECNICA **Colbún**



LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

UBICACIÓN REGIONAL



Escala 1:1.500.000

Escala 1:125.000

- Área del embalse (317 m s.n.m.)
- Rios y esteros
- Camino pavimentado
- Camino de tierra o ripiado
- Localidad principal

Coordenadas UTM en metros
Elipsoide WGS 1984, Huso 19

Cabe consignar que la línea de transmisión eléctrica, que transportará la energía generada desde el proyecto hasta el Sistema Interconectado Central (SIC), corresponde a un proyecto que será ingresado de manera independiente en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y por lo tanto no se encuentra contemplado en el presente EIA.

El proyecto usará los **derechos de aprovechamiento de agua** otorgados mediante la Resolución DGA N° 112 de fecha 12 de abril de 2006 y rectificadas en su similar N° 475 de fecha 13 de diciembre de 2006. En trámite se encuentran una solicitud que complementará el caudal necesario para la operación del proyecto, correspondiente a 100 m³/s y otra petición, cuyo objetivo es modificar el punto de captación para un caudal de 600 m³/s.

El **monto estimado de inversión** es de aproximadamente 500 millones de dólares de los Estados Unidos de Norteamérica y la vida útil se estima superior a los 100 años, pudiendo esta última extenderse indefinidamente realizando labores de mantenimiento de obras y piezas y, recambio de equipos.

El programa del proyecto considera el inicio de la construcción en el primer semestre de 2009 y una puesta en servicio en el segundo semestre de 2012.

Respecto de la **mano de obra** a utilizar, se estima que en la construcción del proyecto el máximo alcanzará 1.200 trabajadores, con un promedio de alrededor de 500 personas. La máxima contratación de mano de obra se verificará entre los meses 10 y 22 del proceso constructivo de 38 meses en total, y estará asociada al desarrollo de las actividades en el lecho del río Bío Bío y hormigonado de distintas obras. Se asume que la contratación de mano de obra local será de al menos un 30%. Por otro lado se prevé que durante la etapa de operación del proyecto, se generarán aproximadamente 50 empleos directos asociados al funcionamiento de la Central y un número indeterminado de empleos indirectos asociados a actividades de comercio, alimentación, suministros, mantenimientos menores, aseo, entre otros.

El proyecto está diseñado para un caudal de 700 m³/s, con una altura neta de caída de 50 metros y una generación media anual de 1.542 GWh. Las principales obras del proyecto son:

- i) Obras Hidráulicas Mayores (presa principal, pretil sur, embalse);
- ii) Obras para la Generación de Hidroelectricidad (bocatomas, túneles de aducción, caverna de máquinas, túneles de descarga);
- iii) Obras Hidráulicas Complementarias (desagüe de fondo, compuertas de cierre);
- iv) Obras Eléctricas (subestación eléctrica subterránea, instalaciones auxiliares);
- v) Obras Viales y oficinas, bodegas, talleres (reposición de caminos y otros).

El proyecto contempla la construcción de una presa de hormigón rodillado sobre el lecho del río Bío Bío, en una angostura de aproximadamente 160 m. de ancho situada a unos 300 m. aguas abajo de la confluencia de los ríos Bío Bío y Huequecura y a unos 700 m. aguas arriba del puente El Piulo, en la garganta conocida como Angostura de El Piulo. La presa aumentará la altura de caída de las aguas y permitirá el funcionamiento de las turbinas de generación de energía.

La presa, de unos 50 m. de altura media, tendrá su coronamiento a la cota de seguridad de 320 m.s.n.m. con una cota de operación normal de 317 m.s.n.m. Para cerrar el valle por la ribera sur, se construirá un pretil. Sobre el cuerpo de la presa se dispondrá un aliviadero de crecidas, diseñado para evacuar un caudal de 10.200 m³/s, equivalente a la crecida de un período de retorno de una vez en mil años y para operar en forma eventual hasta la cota de

seguridad, pudiendo evacuar una crecida equivalente a un período de retorno de una vez en diez mil años. Este aliviadero o evacuador de crecidas, estará regulado por 6 compuertas que entregarán el agua al lecho del río Bío Bío, mediante un rápido que terminará en un salto de ski en su parte inferior destinado a disipar energía.

La caverna de máquinas, ubicada en la ribera norte del río Bío Bío, contará con 3 unidades generadoras equipadas con turbinas Francis de eje vertical. Las unidades 1 y 2 están diseñadas para un caudal máximo de 300 m³/s y la unidad 3 para 100 m³/s.

El agua captada en el embalse será conducida hasta las turbinas de las 3 unidades generadoras a través de túneles de aducción, cuyas bocatomas estarán equipadas con compuertas situadas en su estructura de entrada. El agua turbinada se restituirá al río Bío Bío mediante 3 túneles de descarga, casi paralelos entre si, ubicados aproximadamente a 120 metros aguas abajo de la presa. Dadas las características rocosas y estrechas del cauce, el tramo entre la presa y las descargas de las turbinas siempre poseerá agua.

Durante el proceso constructivo, para desviar el caudal del río Bío Bío se ha diseñado un túnel de desvío de unos 15 m. de diámetro y 300 m. de longitud, cuyo eje se desarrolla dentro del macizo de la ribera derecha del Bío Bío. El encauzamiento de las aguas hacia dicho túnel, se logrará mediante sendas ataguías ubicadas aguas arriba y aguas abajo de la presa proyectada. El túnel permitirá desviar un caudal del río Bío Bío correspondiente a la crecida con período de retorno de uno en veinte años, equivalente a 2.000 m³/s.

Respecto de **Obras Viales** se consideran los siguientes tramos a desarrollar:

- Camino By Pass, durante la construcción. Para ejecutar las obras de Casa de Máquinas y Aducciones, se requerirá intervenir un tramo de la ruta Q-61-R entre el puente El Piulo y puente Huequecura. Para estos efectos se habilitará un camino By Pass asfaltado, con estándar similar al existente. Este tendrá una longitud de aproximadamente 3,4 kilómetros, mientras que el tramo intervenido existente tiene alrededor de 2 kilómetros.
- Camino borde río Huequecura, Ruta Q-685. El embalse afectará cerca de 5 kilómetros de la ruta Q-685, que bordea el río Huequecura. Este tramo existente con estándar ripiado, se repondrá con un camino asfaltado con berma de seguridad para el tránsito de peatones y bicicletas, a una cota superior y tendrá una longitud de alrededor de 6 kilómetros.
- Camino borde río Bío Bío, Ruta Q-61-R. El proyecto intervendrá aproximadamente 6,5 kilómetros de la ruta Q-61-R que une Santa Bárbara con Ralco, en un tramo entre el puente El Piulo y la localidad de Los Notros. Este será restituido mediante reposición que se inicia con un nuevo puente sobre el río Bío Bío a la altura del actual puente El Piulo y continua adyacente al pretil sur y cruza nuevamente el río Bío Bío a la localidad de Los Notros mediante un nuevo puente de aproximadamente 190 metros de luz, para empalmar a la ruta Q-61-R. El total de esta alternativa de reposición sería de unos 6,5 kilómetros y reemplazaría el tramo afectado de la Q-61-R.

La situación actual del área de emplazamiento del proyecto y la disposición de las obras durante su operación se presenta, respectivamente, en las Figuras 2 y 3; en esta última, se incluye la reposición proyectada para los tramos viales afectados por inundación.

Etapas del Proyecto

Diseño y Levantamiento de Información: Durante esta fase se realizaron diversos estudios orientados a determinar la factibilidad técnica, económica, ambiental y social del proyecto, definiendo el emplazamiento y características de las distintas obras e instalaciones. El proyecto que se presenta al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental es el resultado de los estudios anteriores.

Construcción: Esta etapa tendrá una extensión de aproximadamente 38 meses, a partir de la obtención de los permisos y autorizaciones que resulten necesarios para el inicio de las faenas de construcción. Las principales acciones, obras y actividades corresponden a:

- Contratación de mano de obra;
- Habilitación, operación y desmantelamiento de instalación de faenas;
- Transporte de personal, materiales e insumos;
- Preparación del terreno y excavaciones en áreas de obras civiles;
- Habilitación y operación de empréstitos, plantas de áridos y hormigón;
- Habilitación y operación de botaderos y manejo de horizonte orgánico del suelo;
- Construcción de obra de desvío río Bío Bío;
- Construcción de obras civiles en superficie;
- Construcción de obras civiles subterráneas;
- Construcción y mantención del By Pass;
- Habilitación y mantenimiento de caminos de servicio;
- Construcción reposición de caminos Rutas Q-61-R y Q-685;
- Reasentamiento de hogares que se encuentran bajo la cota de seguridad del proyecto;
- Despeje del área de inundación;
- Llenado del embalse.

Los requerimientos principales de insumos corresponden a acero (35.800 ton) y cemento (140.000 ton), además de áridos y material para rellenos (más de 2.300.000 m³). Los áridos y material de relleno se obtendrán de sitios de empréstitos cercanos al pretil sur y quedarán bajo la cota de inundación del embalse. El abastecimiento de energía eléctrica se realizará a través de un tendido eléctrico en 66 kV y, adicionalmente, cada instalación de faenas contará con un grupo generador diesel de respaldo.

Durante la construcción, se dispondrá de las siguientes facilidades y servicios:

- i) Estanques para provisión de combustible en la instalación de faenas y en cada frente de trabajo;
- ii) Sistema de captación, almacenamiento, tratamiento y distribución de agua potable;
- iii) Sistema de alcantarillado particular conectado a plantas de tratamiento de aguas servidas modulares;
- iv) Baños químicos en cada uno de los frentes de trabajo.

Operación: Para la fase de operación se distinguen un escenario de operación normal y un escenario de operación en contingencia.

Operación Normal: Como se ha indicado, el proyecto está concebido para operar con una limitada capacidad de regulación de caudal, lo que significa que la Central Angostura se adaptará, en lo posible, a la variación de demandas del Sistema Interconectado Central (SIC) a objeto de entregar potencia y energía a este sistema. No tendrá capacidad para regular estacional, ni diariamente los caudales afluentes y su regulación horaria se

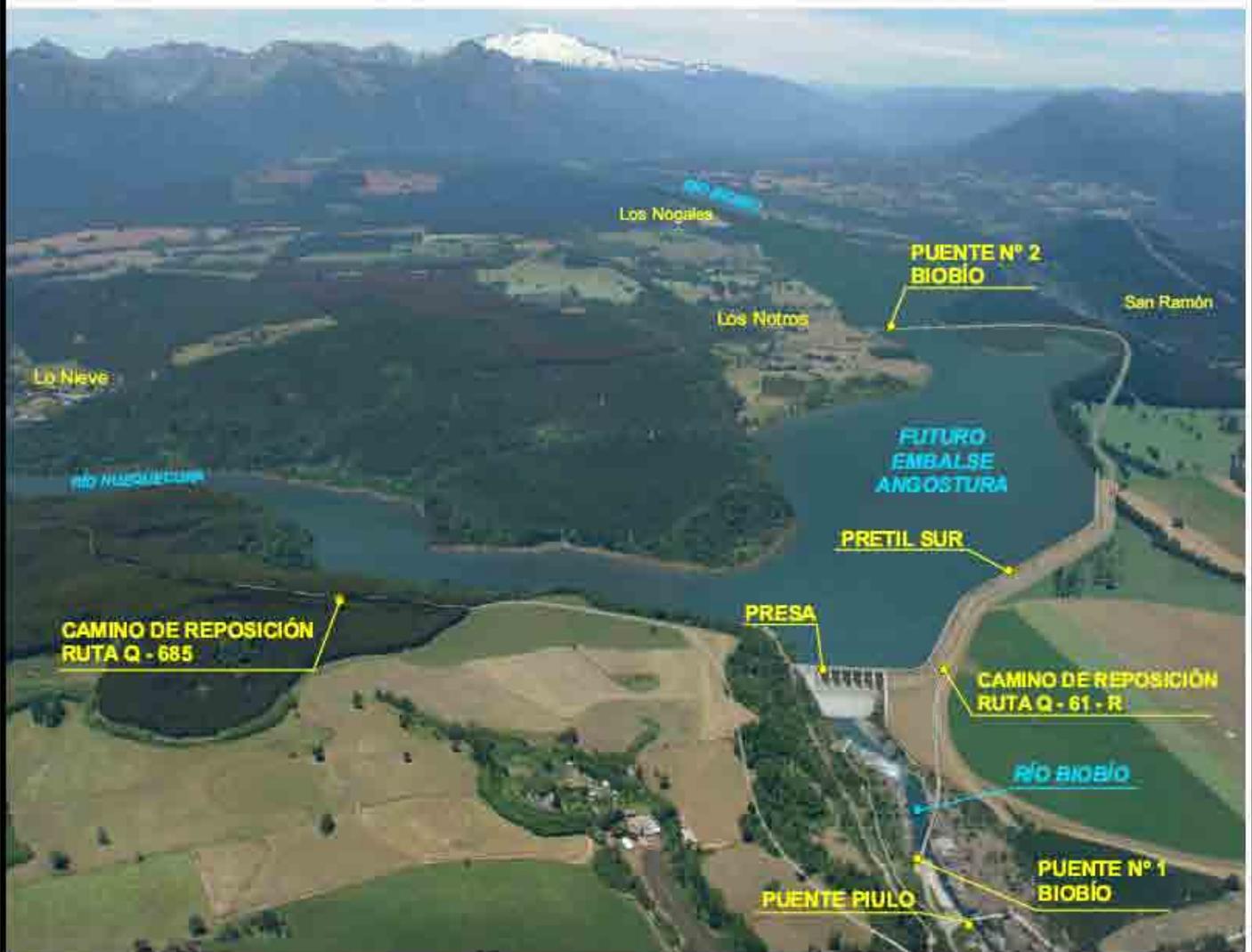
manifestará en aproximadamente un metro de variación bajo del nivel máximo de operación en cota 317 m.s.n.m. La medición de caudales entrantes y salientes se realizará mediante la instalación de un sistema de monitoreo compuesto por estaciones fluviométricas, aguas arriba y aguas abajo (además de sensores de nivel del embalse), lo que se complementará con la información de la estación Rucalhue de la Dirección General de Aguas (hacia aguas abajo de la presa). La información en línea estará disponible de forma pública por medio de una página web. Cuando la central (unidades generadoras) no esté operando, la entrega de las aguas afluentes se realizará por el evacuador de crecidas de la presa. En el escenario de operación normal, además, se contemplan actividades de mantenimiento de equipos, compuertas y otros, con el objetivo de permitir el óptimo funcionamiento de la central Angostura.

Operación en Contingencia (Crecidas): La presa contará con un aliviadero de crecidas, diseñado para manejar una crecida de probabilidad de ocurrencia de una vez en mil años, con un nivel de agua en cota 317 m.s.n.m. El principio básico de operación para el control de crecidas se apoyará en el hecho de mantener la apertura de las compuertas sólo lo necesario para descargar el caudal afluente. Este objetivo se realizará con un lento movimiento de compuertas de evacuación para evitar que los niveles de agua del río tengan una variación brusca y que puedan afectar las condiciones del mismo hacia aguas abajo, para conseguir evacuar el afluente total al embalse y, poder mantener la regla general de operación: que los caudales salientes son iguales a los caudales entrantes. Ello ocasiona que el río no varíe su comportamiento natural aguas abajo de la presa, cualquiera sea el caudal que ingresa. Los operadores de la central se apoyarán en un modelo que integre la información proveniente de las centrales Ralco y Pangue e información de las condiciones locales que complementan el aporte de crecidas a la central Angostura.

Abandono: El proyecto no considera el desarrollo de una etapa formal de abandono, dado que la vida útil de la central puede superar sin dificultad los 100 años. Ahora bien, si por hechos no previstos hubiese que interrumpir el proyecto, entonces las obras asociadas se presentarán ante la autoridad ambiental vigente a esa fecha.



CENTRAL HIDROELECTRICA ANGOSTURA		
TITULO:	SITUACIÓN ACTUAL VISTA AL ORIENTE	
ESCALA: S/E	FIGURA: 2	PREPARADO PARA:
PREPARADO POR:		
		



CENTRAL HIDROELECTRICA ANGOSTURA		
TÍTULO		
SIMULACIÓN CON PROYECTO VISTA AL ORIENTE		
ESCALA:	FIGURA:	PREPARADO PARA:
S/E	3	
PREPARADO POR:		
 ARCADIS GEOTECNICA		

Residuos, Emisiones, Ruido y Vibraciones

La generación de residuos ocurrirá principalmente durante la etapa de construcción del proyecto. Para ello, se establecerán exigencias contractuales específicas a los Contratistas cuyo objetivo será asegurar un adecuado manejo y disposición final de los residuos, sean estos de tipo domésticos, de construcción, industriales, así como de las emisiones al aire y de los efluentes líquidos generados.

Residuos Sólidos Durante la Etapa de Construcción: Los residuos sólidos que serán generados corresponden a residuos domésticos, residuos industriales no peligrosos, residuos industriales peligrosos, excedente de excavación y cortes y residuos vegetales. Los residuos domésticos se dispondrán en tambores tapados, y posteriormente serán retirados por una empresa autorizada para su transporte y disposición. Los residuos industriales no peligrosos se almacenarán temporalmente y luego serán retirados por una empresa debidamente autorizada. Los residuos industriales peligrosos serán acopiados transitoriamente en un recinto especialmente habilitado en el área de instalación de faenas y posteriormente retirados, transportados, procesados y/o dispuestos en sitios autorizados. Los excedentes de excavaciones y cortes serán dispuestos en botaderos que se emplazarán en las inmediaciones de los frentes de trabajo y dentro de la zona del embalse y bajo su cota de operación. Los residuos vegetales reutilizables serán entregados a terceros, en tanto el remanente será dispuesto en sitio autorizado para la disposición final de material vegetal.

Durante la operación del proyecto se generarán residuos domésticos e industriales en cantidades menores, que serán retirados y dispuestos por empresas y sitios autorizados

Residuos Líquidos Durante la Etapa de Construcción: Los efluentes líquidos que el proyecto generará en la fase de construcción corresponden a aguas servidas tratadas, aguas servidas retiradas desde baños químicos, efluentes líquidos de planta de áridos y hormigón y aguas residuales de excavaciones. El control ambiental de las descargas de los efluentes líquidos se realizará a través del abatimiento de los parámetros que presenten excesos por medio de sistemas de tratamiento que serán implementados en las faenas. Durante la operación del proyecto se generarán sólo aguas servidas tratadas. Todos los efluentes darán cumplimiento a las normas vigentes.

Emisiones Atmosféricas solo Durante Etapa de Construcción: Corresponderán a emisiones de partículas de polvo y gases generadas producto de las excavaciones y obras de construcción, carga y descarga de material de empréstito, tráfico vehicular y por la combustión de los motores en maquinaria y camiones. Las emisiones de partículas de polvo serán controladas mediante la humectación de caminos y de las áreas de circulación de maquinarias y vehículos y por medio del cierre perimetral de los frentes de trabajo con doble malla tipo raschel. El control de las emisiones de gases en vehículos y maquinarias, se realizará mediante el chequeo periódico de la vigencia de la revisión técnica y de los mantenimientos mecánicos recomendados por el fabricante de los vehículos.

Ruido y Vibraciones: Las fuentes de emisión de ruido corresponderán a la maquinaria utilizada en excavaciones y movimiento de tierras, tráfico de vehículos pesados en sector de faenas y a tronaduras. El control del ruido se realizará a través de la instalación de pantallas acústicas temporales en el entorno de equipos y maquinarias ruidosas y, si fuese necesario, a través de la instalación de ese tipo de pantallas en el entorno de receptores cercanos. Además, se considera el control preventivo de la vigencia de los mantenimientos correspondientes de los equipos y maquinarias ruidosas. Las vibraciones serán generadas producto de las tronaduras que se desarrollarán para las obras subterráneas (túneles, casa de máquinas). Estas obras se harán considerando un mínimo de un tiro diario por frente de trabajo y serán percibidas por la comunidad sólo en sus inicios, debido a que posteriormente

las detonaciones controladas se llevarán a cabo al interior del frente de trabajo, esto es, al interior del macizo rocoso (excavaciones subterráneas y túneles). Las tronaduras iniciales serán oportunamente informadas a la comunidad cercana.

III. MARCO LEGAL AMBIENTAL

Las principales normativas de carácter general que aplican al proyecto corresponden a la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente; el DS N° 95/01 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República, que fija el texto refundido del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA); el Decreto con Fuerza de Ley N° 1.122/81 del Ministerio de Justicia, que establece el Código de Aguas; y el Decreto con Fuerza de Ley N° 4/07 que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley General de Servicios Eléctricos y el DS N° 327/97, Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos.

Específicamente, el proyecto dará cumplimiento, en lo que corresponde, a lo establecido en diversas leyes, reglamentos y normas ambientales de calidad y emisión que le resultan aplicables, tanto en la fase de construcción como de operación. Estas regulaciones están asociadas a aire, ruido, agua, residuos líquidos, residuos sólidos, obras hidráulicas, flora y fauna, patrimonio cultural, sustancias peligrosas, electricidad y combustibles, vialidad y transportes, extracción de áridos e ingreso al país de embalajes.

Respecto de los **Permisos Ambientales Sectoriales (PAS)**, establecidos en el DS N° 95/01, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, el proyecto requiere la obtención de los permisos que a continuación se señalan y cuyos requisitos técnicos y formales exigidos para su cumplimiento, se presentan en la sección respectiva del EIA.

- *PAS del Artículo 76:* Permiso para hacer excavaciones de carácter o tipo arqueológico, antropológico, paleontológico o antroarqueológico.
- *PAS del Artículo 91:* Autorización sistema de tratamiento de aguas servidas.
- *PAS del Artículo 93:* Permiso para la instalación de lugar destinado a la acumulación o disposición final de basuras y desperdicios.
- *PAS del Artículo 95:* Permiso para realizar pesca de investigación.
- *PAS del Artículo 99:* Caza o captura de los ejemplares de animales de las especies protegidas.
- *PAS del Artículo 101:* Construcción de obras a que se refiere el artículo 294 del Código de Aguas.
- *PAS del Artículo 102:* Permiso para la corta o explotación de bosque nativo, en cualquier tipo de terrenos, o plantaciones ubicadas en terrenos de aptitud preferentemente forestal.

IV. PERTINENCIA Y MODALIDAD DE INGRESO AL SEIA

Conforme a lo establecido en los artículos 8 y 10 letra c) de la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, y en el artículo 3, letras c) y a.1) del DS 95/2001 MINSEGPRES, el Proyecto Central Hidroeléctrica Angostura se somete al SEIA por los siguientes motivos: a) por tratarse de un proyecto de generación eléctrica superior a 3 MW y b) porque considera la construcción de una presa cuyo muro tiene una altura superior a cinco metros que genera además un embalse con una capacidad superior a 50.000 m³.

Por su parte, de acuerdo con el análisis efectuado en el EIA, se concluye que el proyecto "Central Hidroeléctrica Angostura", genera y presenta los efectos, características o circunstancias descritos en los artículos del D.S. N° 95/01 números: 6° (efectos adversos significativos sobre la flora, fauna y suelo agrícola); 8° (reasentamiento de comunidades humanas y alteración significativa en sus sistemas de vida y costumbres.); 10° (alteración

significativa del valor del paisaje y de la actividad turística); y, 11º (alteración de sitios con valor arqueológico y antropológico), situación que conforme a lo dispuesto por el artículo 11 de la Ley N° 19.300, justifica su ingreso al SEIA a través de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

V. LINEA DE BASE

La metodología de análisis para las componentes ambientales incluidas en la Línea de Base del EIA se basó principalmente en el análisis de información recolectada en terreno mediante campañas de levantamiento de datos, tanto para el medio físico, como para el medio biótico y medio humano. Dichas campañas se realizaron en temporadas de verano e invierno para el medio biótico terrestre (flora y fauna), mensualmente durante un año para el medio acuático (peces, calidad de las aguas y sedimentos) y mediante dos campañas de levantamiento de información para el medio humano, incluyendo encuestas a los hogares directamente afectados por necesidad de reasentamiento. Adicionalmente, se recopiló antecedentes en bibliografía y estudios específicos, y apoyo en fotografías aéreas, cartas temáticas, información de la ingeniería del Proyecto, estadísticas, entre otros.

En función de las características y condiciones de cada componente ambiental identificada, se definió un área de influencia directa (AID) y un área de influencia indirecta (AII), en las que se manifiestan de manera diferenciada las obras, actividades y/o acciones del proyecto. Las áreas de influencia del proyecto se definen y justifican para cada uno de los elementos o componentes del medio ambiente afectado, tomando en consideración los potenciales o eventuales impactos ambientales relevantes que sobre ellos se podrían manifestar. De forma general, el AID corresponde, en el caso del medio físico y biótico, a las áreas en las que se desarrollarán obras civiles y al área de inundación, en tanto para el medio humano, corresponde a las localidades ubicadas en el área del embalse (Los Notros, Lo Nieve, Los Nogales). Por su parte, el AII corresponde, para el medio físico y biótico, a un área acotada para cada componente que está relacionada con las características de la componente ambiental que se pueda afectar y la extensión de las obras; por su parte, para el medio humano, el AII corresponde a las comunas de Santa Bárbara y Quilaco.

MEDIO FÍSICO

Clima y Meteorología: El área del proyecto se caracteriza por poseer un Clima Templado Lluvioso Cálido sin Estación Seca (Cfb), según clasificación climática de Köppen. Las temperaturas medias oscilan entre 8,0 °C y 10,5 °C para las mínimas y 17,2 °C y 18,7 °C para las máximas. Se presentan precipitaciones a lo largo de todo el año, las que se concentran entre los meses de Junio y Julio acumulando un monto total anual de 1.500 mm de precipitación líquida aproximadamente.

Calidad del Aire: En el área de influencia del proyecto los valles y laderas aparecen bien ventilados naturalmente, sin perjuicio de la ocurrencia de fenómenos puntuales de contaminación atmosférica generados por quemas y tráfico vehicular.

Calidad Acústica: Las principales fuentes de ruido en el sector durante el período diurno son el tránsito muy esporádico, ruido de follaje y de las viviendas, aves y el ruido del río Bío Bío, destacando además el ruido generado por distintas especies de fauna presentes en el sector y por el escurrimiento de cursos de agua.

Geología e Hidrogeología: El proyecto se desarrolla en la hoya intermedia del río Bío Bío, en la que predomina una topografía de suaves colinas, que en general no sobrepasan los 450 m de altura. Este sector está constituido, principalmente, por diferentes unidades de suelos

asociadas a actividad glacial, volcánica y fluvial desarrollada durante el periodo Cuaternario. No se detectaron fallas activas en el área del proyecto. El flujo hidrogeológico subterráneo se da en orientación sur-oriente y nor-poniente. En relación a la permeabilidad de los suelos, éstos poseen una permeabilidad media-alta, escorrentía media-lenta y un riesgo de erosión bajo.

Geomorfología: La geomorfología del área ha sido modelada por fenómenos correspondientes al período geológico del pleistoceno (glaciaciones) y actual dando como resultados que existen dos unidades morfológicas principales, correspondientes a un relieve de media y baja montaña y a las unidades fluviales del Bío Bío y Huequecura. Los procesos erosivos se encuentran en general estabilizados, reduciéndose básicamente al efecto de las aguas fluviales sobre los bordes de terraza, especialmente asociados a eventos de crecidas.

Edafología: En el área del proyecto se tienen suelos de diversas clases, entre los que se incluyen suelos clases II, III y IV con capacidad para el uso agrícola. Del total de suelos que se encuentran en el vaso de inundación (bajo cota de operación normal) se tiene que 144 hectáreas corresponden a suelos clase II, 51 hectáreas corresponden a suelos clase III y 31 hectáreas corresponden a suelos clase IV, con un total de 226 hectáreas; fuera del área de inundación, se afectarán 9 há de suelos clase II por obras civiles, así como 3 há clase II y 4 há clase III por la construcción de las obras de reposición vial. Los suelos con capacidad de uso agrícola corresponden a aproximadamente un 35%, mientras que los suelos sin posibilidad de uso (caja de río actual) corresponde a unas 253 hectáreas (aproximadamente el 40%). Las restantes 162 hectáreas aproximadas corresponden a suelos con capacidad de uso desde clases VI a VIII (suelos misceláneos de río, quebrada y terraza aluvial).

Hidrología: En el área del proyecto se desarrollan dos cursos fluviales de importancia. El principal corresponde al río Bío Bío, el que presenta un régimen pluvio-nival, con caudales máximos en los meses de invierno y caudales importantes en la época de deshielo. Según los antecedentes de la estación fluviométrica Rucalhue, ubicada aproximadamente a 7 Km. aguas abajo de la zona de presa del proyecto, el caudal promedio anual del río Bío Bío en aproximadamente 60 años de medición fue de 456 m³/s, con una desviación estándar de un 25% de dicho valor promedio por lo que se considera un caudal estable. Por su parte, el río Huequecura representa aproximadamente el 5% del caudal afluente a la zona del proyecto y también posee un régimen pluvio-nival. El caudal promedio anual en el río Huequecura, también en aproximadamente 60 años de mediciones, fue de 23 m³/s con una desviación estándar de un 25% del promedio, por lo que también es un caudal estable. Un hecho a destacar, es que desde el inicio de la operación de la central Pangué (1996) y la central Ralco (2004), el régimen natural del río Bío Bío se encuentra intervenido. Por lo tanto, si bien el proyecto central Angostura tendrá una regulación horaria de las aguas afluentes, éstas llegan ya reguladas.

Calidad del Agua y Limnología: Las aguas del río Bío Bío en el área de estudio presentan buena calidad general, con características variables temporalmente en cuanto a pH, con un carácter moderadamente alcalino en las campañas del periodo estival y aguas neutras en período invernal de menor temperatura. De igual forma, la oxigenación del agua se afecta por la temperatura, ya que disminuye su solubilidad en el período estival. El material en suspensión presenta concentraciones bajas de turbiedad y de sólidos suspendidos en el periodo total de muestreo en el río Bío Bío. Respecto de los nutrientes, existen bajas concentraciones de formas nitrogenadas y fosforadas en todo el sector de estudio del río Bío Bío, con valores frecuentes que no alcanzan a los niveles mínimos de cuantificación de la técnica analítica. Por otra parte, en el río Huequecura existen condiciones similares a las descritas para el río Bío Bío. Las aguas de este río presentan características neutras, al

límite de moderadamente alcalinas. De igual modo, se observan menores concentraciones de oxígeno disuelto en verano las que aumentan en las campañas de invierno. En cuanto a material en suspensión, se observan menores concentraciones de turbiedad y sólidos suspendidos que el río Bío Bío.

Tomando como referencia el anteproyecto de norma secundaria de calidad para la protección de las aguas continentales superficiales en la cuenca del Bío Bío, los parámetros medidos en el río Bío Bío se encuentran dentro de las concentraciones o rangos de los mínimos y máximos correspondientes, con excepciones de algunas estaciones monitoreadas, en las que se sobrepasan los máximos de pH y elementos traza (zinc, hierro, manganeso, molibdeno). Con respecto al oxígeno disuelto, éste está en la mayoría de las campañas, en los máximos establecidos en la norma secundaria, de la misma forma que los parámetros de conductividad, cobre y aluminio. Similar situación se observó en el río Huequecura. En relación al transporte de sedimentos en suspensión y de fondo, se observó que existe una elevada variabilidad temporal y espacial relacionada con diferencias entre caudales de invierno y verano.

MEDIO BIÓTICO

Flora y Vegetación: En el área del proyecto, en general, se observan escasas formaciones de vegetación silvestre, las que corresponden a fases intermedias del Bosque Caducifolio de la Frontera, caracterizado por la dominancia de roble con una importante participación de elementos esclerófilos, principalmente peumo. Las formaciones vegetales observadas no presentan rasgos singulares a nivel local ni regional, estando ampliamente representadas en las formaciones de vegetación que se encuentran en el entorno del área del proyecto. La diversidad florística incluye un total de 248 especies de flora vascular, con un alto porcentaje de especies introducidas lo que da cuenta del alto grado de alteración de los sistemas de vegetación del área. Salvo las especies con problemas de conservación identificadas (Puya, Ciprés de la Cordillera, Guindo Santo y Tepa), no se registran elementos de importancia significativa en el área de influencia directa e indirecta del proyecto. En el vaso de inundación, bajo la cota de operación normal, se tienen 137 hectáreas de bosque nativo y 84 hectáreas de plantaciones forestales (mayoritariamente pino) afectando de esta forma un total de 221 hectáreas de formaciones boscosas. Al incluir caminos de reposición, el total de vegetación boscosa afectada por el proyecto es de 149 hectáreas de bosque nativo y 86 hectáreas de especies forestales introducidas.

Fauna Terrestre: Los estudios de fauna terrestre dan cuenta que en el área del proyecto existe una especie en peligro de extinción que corresponde a la torcaza; cinco especies en categoría de vulnerables (Sapito café, Lagartija arborícola, Lagartija esbelta, Culebra de cola larga y Bandurria); dos especies son inadecuadamente conocidas (Lagarto llorón y el Pato quetru volador); y tres especies se consideran fuera de peligro (Sapo, Lagartija de vientre azul y Lagartija lemniscata). Los ambientes que presentaron la mayor riqueza de especies fueron el matorral y bosque nativo, seguidos por los ambientes de río, humedal y pradera.

Flora y Fauna Acuática: Para flora acuática, las especies dominantes corresponden en su mayoría a microalgas bentónicas desprendidas del fondo, producto del arrastre por la velocidad de la corriente y por abrasión de sedimentos. Para la fauna íctica, al igual que en el resto del país, todas las especies de peces nativas en el área de influencia del proyecto presentan algún problema de conservación biológica. En peligro de extinción se encuentra el Tollo de agua dulce, el Bagrecito y Carmelita de Concepción; en estado de conservación vulnerable, se encuentra el Bage, la Perca trucha, el Pejerrey chileno y el Puye.

MEDIO HUMANO

Se definió como **Área de Influencia Indirecta** a las comunas de Santa Bárbara y Quilaco. Ambas comunas poseen importantes recursos hídricos, destacando el río Bío Bío, río que a su vez constituye el límite natural y administrativo entre las dos comunas. En la actualidad, las comunas de Quilaco y Santa Bárbara presentan baja densidad poblacional respecto de la Región; aproximadamente el 53% de la población de la comuna de Santa Bárbara corresponde a población urbana lo que deja ver la relevancia de la capital comunal, en tanto en Quilaco aproximadamente un 60% es rural (Censo 2002).

La comuna de Santa Bárbara posee un mayor número de habitantes (aproximadamente 12.900) en comparación con la comuna de Quilaco (aproximadamente 4.000 habitantes) y también dispone de mayor oferta de bienes y servicios, representando el principal centro poblado, seguido por la ciudad de Los Ángeles, al que acuden los habitantes de ambas comunas en busca de salud, educación, trabajo, servicios y abastecimiento de víveres. La Ruta Q-61-R Los Ángeles - Santa Bárbara - Ralco es la de mayor relevancia para la conectividad local, ya que comunica a ambas comunas con el resto de la provincia.

Respecto a las condiciones de pobreza, para el año 2006, las dos comunas mostraban mayores niveles que los datos medios regionales, siendo Quilaco la comuna que muestra la posición más desventajosa.

Respecto de las ramas de actividad económica, la comuna de Santa Bárbara presenta una economía orientada principalmente a la agricultura, ganadería y la construcción. Las primeras responden a usos y costumbres históricas, y la segunda a la llegada de centrales hidroeléctricas en la cuenca del río Bío Bío (Pangue y Ralco). Por su parte, en Quilaco, predomina la actividad forestal y la agricultura.

El sector agropecuario se caracteriza por las explotaciones de mediana y pequeña producción, fuertemente concentradas en la subsistencia y el autoconsumo. El sector forestal, en tanto, se caracteriza por explotaciones intensivas de plantaciones de pino radiata y en menor medida de eucaliptos, de propiedad de empresas del rubro, lo que redundaría en la generación de empleos locales de carácter sólo temporal. Una actividad económica de incipiente desarrollo es la apicultura, la que tiene su mayor expresión organizacional en la Cooperativa de Apicultores de Santa Bárbara. La actividad turística se restringe a algunos campings (formales e informales) y zonas naturales donde se realizan actividades de recreación y baño, todas ellas en las riberas del río Huequecura, ya que el río Bío Bío no presenta condiciones apropiadas para ello.

En relación al uso regulado del suelo y al uso actual del mismo, la comuna de Quilaco posee Límite Urbano y Santa Bárbara posee Límite Urbano y Plan Regulador Comunal. No existe ningún Instrumento de Planificación Territorial vigente sobre el área del emplazamiento del proyecto, situación por la cual la Central Hidroeléctrica Angostura se emplaza en un área rural. Sólo destacan los lineamientos del Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU), el que divide la Región del Bío Bío en 9 territorios geográficos y el proyecto se encuentra en el denominado "Territorio Bío Bío Cordillera", el cual a su vez presenta siete grandes macrozonas, dentro de las cuales el proyecto se encuentra ubicada en la Macrozona de Reforestación Pre Cordillerana (MZRP). Entre los lineamientos del PRDU para esta macrozona se propone: "*Compatibilizar el desarrollo actual y potencial hidroeléctrico en concordancia con el resto de los atributos territoriales de la zona*". En términos de uso actual del suelo, como se ha indicado, se tienen preferentemente usos de tipo agrícola de subsistencia, plantaciones forestales, apicultura, y en el río Huequecura existen campings formales e informales y zonas de baño en pozones.

El **Área de Influencia Directa** corresponde a los asentamientos de Los Notros, Lo Nieve y Los Nogales (comuna de Santa Bárbara) y la localidad de San Ramón (comuna de Quilaco). Las propiedades involucradas por afectación del proyecto comprenden a un total aproximado de 64. Es en esta área de influencia directa en la que se encuentran los habitantes que deberán ser reasentados, de los cuales se referirá en extenso más adelante.

El acceso principal a Los Notros y Los Nogales, es por la Ruta Q-61-R, en tanto para Lo Nieve se realiza a través de la ruta Q-685. Los dos primeros sectores poseen acceso directo a una vía principal de carpeta asfaltada y con una afluencia de movilización pública superior, no así Lo Nieve, que sólo cuenta con camino ripiado y movilización colectiva limitada. Los habitantes de los tres sectores deben trasladarse continuamente a la localidad de Santa Bárbara o a Los Ángeles en busca de bienes, servicios y trabajo.

En materia laboral, es una constante la falta de oportunidades de empleo en los tres sectores, sobre todo para las mujeres y jóvenes, siendo éstos mayoritariamente temporales y con limitadas condiciones laborales. Esta situación impulsa el traslado constante a otras localidades y comunas para aprovechar las oportunidades laborales que surgen en éstas. Las principales fuentes de trabajo corresponden a empleos asalariados agrícolas, forestales y trabajos en la construcción, generalmente todos de carácter temporal.

En estas localidades coexisten Juntas de Vecinos con otras organizaciones de carácter funcional que responden a demandas específicas de sus habitantes, siendo las primeras las que más convocan y representan transversalmente a sus habitantes, como ocurre en gran parte del sector rural.

Familias Afectadas por Necesidad de Relocalización (bajo cota de seguridad del embalse)

Dentro del Área de Influencia Directa, el subconjunto de mayor relevancia es aquel compuesto por las 43 familias sujetas a necesidad de reasentamiento debido a que las viviendas que habitan se encuentran bajo la cota de seguridad del proyecto Central Angostura, es decir, bajo cota 320 m.s.n.m.

Estas familias suman un total de 126 habitantes e incluyen a 7 familias allegadas. Cabe señalar que en el área también se emplazan 6 viviendas que corresponden a segundas residencias, por lo que no conforman hogares.

De acuerdo a las encuestas realizada para la línea de base del EIA, 17 familias son propietarias y 26 familias son no propietarias. De las familias propietarias un 18% viven en una superficie menor a 5 hectáreas y mayor a una hectárea; mientras que un 53% viven en una superficie menor a una hectárea. Lo anterior pone de manifiesto que las actividades desarrolladas en los propios predios corresponden básicamente a una agricultura de autoconsumo, complementada con trabajos asalariados de los hogares fuera del predio.

Otros aspectos destacables detectados para las 43 familias sujetas a relocalización son los siguientes:

- Aproximadamente un 75% se encuentran bajo la línea de la pobreza.
- La composición es heterogénea con extremos en los que se tiene a un grupo familiar con 20 personas (en Los Notros) y en el otro extremo se tienen 9 familias unipersonales (distribuidos entre en Los Notros y Lo Nieve).
- El grupo étnico mayoritario de la población a ser reasentada se concentra entre los

30 – 44 años, con un 27%, seguido de las personas entre 15-29 años (21%) y los niños (20%). No obstante, en comparación con los antecedentes de la comuna de Santa Bárbara, se observa una tendencia al envejecimiento en la población a ser reasentada, ya que el porcentaje de población adulta mayor (con edades sobre los 60 años) corresponde a un 21%, en tanto en la comuna éste es de un 14%. Por otra parte, el porcentaje de niños es 29%, lo que es 10 puntos porcentuales menor al nivel comunal.

- En materia de nivel de instrucción, un 50% de los integrantes presenta sólo Enseñanza Básica, un 31% Enseñanza Media, en tanto la Educación Superior se reduce a un 1%. Destaca un 17% que nunca asistió a la escuela, Así, un conjunto importante presenta bajos niveles de instrucción e incluso no tiene dominio de la lecto-escritura.

De acuerdo a las 5 dimensiones que indica el D.S. 95/01 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, a continuación se entrega información más desagregada sobre los aspectos planteados precedentemente.

Dimensión Geográfica: De las 43 familias residentes bajo la cota de seguridad 33 habitan en Los Notros, 8 en Lo Nieve y 2 en Los Nogales.

Dimensión Demográfica: La población total que reside bajo la cota de seguridad asciende a 126 personas, concentrándose la mayoría en Los Notros, alcanzando un 52% del total de la población que habita en dicha localidad, mientras que en Lo Nieve representan un 11% del total de la población y en Los Nogales se reduce a un 6% aproximado del total de población de dicha localidad. Para la línea de pobreza, aproximadamente un 66% de los hogares bajo la cota de seguridad, se encuentran en situación de Indigencia, un 11% se encuentran en categoría de Pobres y sólo un 25% son hogares No Pobres, todo ello en función de los ingresos declarados por los propios habitantes en encuestas realizadas para la elaboración del EIA.

Dimensión Antropológica: En el área del proyecto no existen legalmente constituidas comunidades o tierras indígenas mapuche o de otra etnia, así como tampoco el territorio constituye un Área de Desarrollo Indígena. Sólo en Los Notros hay personas que declararon ser indígenas (30). Además, no presentan ningún tipo de organización en torno a la temática indígena. En materia de relaciones sociales de todas las familias, las más valoradas son las de tipo familiar (un 24% hace referencia a buscar apoyo sólo al interior de su núcleo familiar). Sobre la valoración socio espacial, destacan los aspectos naturales, concretamente el valor paisajístico, luego las condiciones naturales del entorno y en tercer lugar la tranquilidad.

Dimensión Socioeconómica: La mayoría de la población afectada por relocalización es asalariada, jubilada o recibe subsidios. De la población en edad de trabajar, un 26% aproximado se encuentra empleada, de los cuales un 54% son empleos temporales. Las actividades económicas son diversas, con una agricultura orientada a producciones destinadas principalmente al autoconsumo, destacando la presencia de huertos, chacras de hortalizas y ganadería menor. Debido a las carencias económicas y altos niveles de desempleo (aproximadamente 23% sin considerar a los jubilados, dueñas de casa y estudiantes), es que algunos hogares desarrollan una serie de estrategias de subsistencia que resultan complementarias a las más tradicionales (recolección, pesca, artesanías, turismo en Lo Nieve, etc.).

Dimensión Bienestar Social Básico: El estado de conservación general de las viviendas, es en un 44% bueno, un 32% aceptable, mientras que un 24% se clasifica en mal estado de conservación general. En tres hogares se albergan 7 familias allegadas, de ellos uno concentra 5 familias allegadas, situación que implica un alto nivel de hacinamiento. Sobre el acceso a los servicios básicos, el 100% no está conectado a red de agua potable (se abastecen por vertientes), un 21% no cuenta con acceso a electricidad y el sistema de eliminación de excretas es preferentemente fosas sépticas y letrinas conectadas a pozo negro (ninguna vivienda está conectada a un sistema de alcantarillado público).

MEDIO CONSTRUIDO

Infraestructura Vial: A Los Notros y Los Nogales se accede por medio de la Ruta asfaltada Q-61-R, que cuenta con el Puente Huequecura, en tanto a Lo Nieve se accede a través del camino secundario (sin asfalto) Q-685 que surge de la ruta Q-61-R. La ruta Q-75 en tanto (también sin asfalto), une a la comunidad de San Ramón con Quilaco.

Equipamiento Comunitario: En las localidades no existen consultorios y sólo se registran estaciones médico rurales en Lo Nieve, San Ramón y Aguas Blancas. Existen dos escuelas de enseñanza básica incompleta, una en Los Notros (G-967) con 28 alumnos y dos profesores (emplazada bajo la cota de seguridad) y la otra en Lo Nieve N° G-962 (fuera del área de inundación o de obras), con 6 alumnos y un profesor. Sólo en Los Notros existe equipamiento comunitario bajo la cota de seguridad del embalse consistente en: una Sede Social, cancha con camarines, dos bodegas en desuso, además de una Capilla perteneciente a la Iglesia Católica que también funciona como casa de retiro.

Equipamiento Privado: Bajo la mencionada cota de seguridad del embalse, al borde del río Huequecura, se sitúan cuatro zonas de camping, distribuidas en tres propiedades. En tanto sobre la cota de seguridad se observan otros sitios de camping, además de cabañas y oferta de servicios de turismo aventura. En las tres localidades existen pozos de extracción de agua, copas de almacenamiento de agua para consumo humano y redes de distribución colectiva, en el caso de Los Notros, e individuales, en las otras localidades. En relación a la infraestructura predial corresponde básicamente a galpones y bodegas en regular estado de conservación. Los sistemas de riego no existen o son muy básicos, sólo a nivel de mangueras y válvulas (llaves). Sólo en el canal Los Notros se detectaron estructuras como marcos partidores o compuertas prediales construidas en hormigón y fierro, en buen estado de conservación.

PATRIMONIO CULTURAL

En el área de influencia directa del proyecto, y específicamente en la zona del vaso de inundación, se encontraron y caracterizaron, mediante sondeos, 6 sitios arqueológicos localizados en las terrazas fluviales de los ríos Bío Bío y Huequecura (4 sitios bajo cota de operación normal del embalse y 2 sitios fuera de ella). En general los sitios corresponden a campamentos de carácter habitacional y sólo uno presenta protección en Alero o Cueva. En ellos se evidencia la presencia de materiales culturales arqueológicos, líticos y cerámicos, que muestran un aprovisionamiento preferentemente de materias líticas locales y cerámica utilitaria de poco valor diagnóstico para la determinación de la época cultural a la que pueden pertenecer. El grado de conservación es variable desde bueno a muy malo, dependiendo de las actividades generadas sobre los asentamientos, que van desde agricultura y camping hasta la utilización de los sitios como canteras.

Desde la perspectiva de la religiosidad popular, se han detectado 6 animitas, 4 bajo cota de operación normal y las dos restantes se encuentran bajo la cota de seguridad.

MEDIO PERCEPTUAL (Paisaje)

Se identificaron tres unidades de paisaje que conforman el área donde se emplazará el proyecto. Dos de ellas corresponden a paisajes de valle fluvial y la tercera a una unidad de terraza fluvial que corresponde a un nivel de topografía plana de cota superior a los valles. Las calificaciones de calidad y fragilidad visual son mayores para las unidades de valle, lo que significa que concentran atributos de mayor valor estético, especialmente en lo que se refiere a la naturalidad y a la combinación de elementos morfológicos, vegetacionales y aquellos relacionados con la presencia de cuerpos de agua.

ÁREAS DE RIESGO

Si bien el proyecto no se encuentra cercano a situaciones de riesgo natural evidentes, su área de emplazamiento posee, como en el resto de las zonas de cordillera del centro sur de Chile, un potencial de riesgo vinculado con crecidas del río Bío Bío, riesgo volcánico y riesgo sísmico. Los dos últimos riesgos están vinculados a la característica de inestabilidad interplaca del país, ambos de baja probabilidad de ocurrencia.

VI. EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO

En la evaluación de impactos se identificaron 48 potenciales impactos (41 negativos y 7 positivos). De los 41 impactos negativos, 5 se consideran con calificación de altos; 27 están en el rango de medios; y 9 se estimaron como bajos. Por otro lado, de los 7 impactos positivos, 1 se identificó como alto y 6 poseen una jerarquización media.

La mayor cantidad de impactos negativos ocurrirán durante la fase constructiva del proyecto. Sin embargo, los impactos negativos de magnitud alta se generan a consecuencia del despeje, llenado y presencia del embalse, todos los que ocurrirán en el período final de construcción. A su vez, los impactos positivos se generan por la contratación de mano de obra, por la demanda de insumos y servicios que requerirá el proyecto, y por la presencia del embalse como espejo de agua, durante la etapa de operación de la Central.

Entre los impactos negativos de mayor relevancia se cuentan los siguientes:

- Reasentamiento de hogares. El área de intervención cuenta con un universo de 43 familias que involucran a 126 personas, que viven en los sectores afectados por necesidad de relocalización debido a que se encuentran, en parte, bajo la cota de seguridad del futuro embalse. El detalle numérico del grupo de personas afectadas es el siguiente: 96 personas en Los Notros; 18 personas en Lo Nieve y 12 personas en Los Nogales.
- Modificación del régimen de escurrimiento lóxico (río) de los ríos Bío Bío y Huequecura a régimen léxico (embalse), lo que además conlleva impacto por alteraciones en la flora y fauna acuática debido a pérdida de hábitat de río en los tramos a convertirse en embalse.
- Pérdida de 242 hectáreas de suelos agrícolas con capacidad de uso II, III y IV por inundación (quedarán bajo la cota de operación normal) y por obras civiles y de reposición vial. En la actualidad, estos suelos poseen uso de agricultura de autoconsumo, uso extensivo como pradera ganadera o de plantación forestal. Estos suelos son considerados arables con potencial agrícola.
- Afectación de sitios arqueológicos localizados en las terrazas fluviales de los ríos Bío Bío y Huequecura.
- Pérdida de espacios naturales de uso público con fines recreacionales por despeje y llenado del embalse que afectará, en particular, un tramo del río Huequecura que posee

presencia de zonas de camping (formal e informal), áreas de picnic y de baño en pozones del río.

Entre los impactos positivos de mayor relevancia se cuentan los siguientes:

- Creación de nuevos espacios de uso público con fines recreacionales, lo que permitirá el surgimiento de nuevos atractivos turísticos. En razón a que la cota del embalse no presentará variaciones mayores, lo transformará en nuevo rasgo natural en el área, transformándose en recurso visual atractivo, cuya presencia generará la aparición de nuevas actividades turísticas a su alrededor, como zonas de camping, y sitios de recreación, entre otros, que podrán resultar beneficiosas para la población local.
- Reposición del camino borde río Huequecura en una mejor condición al actual con 6 kilómetros asfaltados con berma de seguridad para peatones y ciclistas.
- Contratación de mano de obra local durante la construcción del proyecto.

Por último, como aspecto positivo relevante, el proyecto permitirá al país poseer una mayor generación de electricidad, mejorando la matriz energética en la relación hidroelectricidad versus utilización de combustibles fósiles foráneos.

VII. PLAN DE MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental identifica y describe las medidas consideradas en el diseño del proyecto y las medidas de mitigación, reparación y/o restauración y compensación que tienen su origen en el estudio que se presenta. Las medidas consideradas en el diseño del proyecto son aquellas previstas en fases tempranas del desarrollo de la ingeniería; las medidas de mitigación corresponden a aquellas tendientes a evitar o disminuir los efectos de un impacto generado por la construcción u operación del proyecto; las medidas de reparación y/o restauración corresponden a aquellas tendientes a reponer uno o más de los componentes ambientales a una calidad similar a la que tenían con anterioridad; y las medidas de compensación corresponden a aquellas que tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado.

Para cada uno de los impactos identificados, caracterizados y calificados, se asocian medidas consideradas en el diseño, medidas de mitigación, restauración y compensación, dependiendo de las características y calificación o valoración del impacto.

A continuación se sintetizan las medidas consideradas por el proyecto y que se estima permiten hacerse cargo de los efectos adversos más relevantes de acuerdo a la evaluación de impacto ambiental realizada.

MEDIO FÍSICO

Suelo:

- **Suelos con capacidad agrícola**

Impactos: Pérdida de 242 hectáreas de suelos agrícolas con capacidad de uso II, III y IV, las cuales quedarán bajo la cota de operación y/o serán afectados por obras civiles y viales.

Medidas de manejo consideradas en el diseño del Proyecto

- Localizar las áreas de la instalación de faenas y del camino de reposición, en terrenos con bajo valor edafológico.

- Localizar los sitios de extracción de empréstitos y botaderos en zonas bajo la cota de inundación.
- Por otra parte, como aspecto de gestión relevante se ha considerado que en la eventual habilitación de alguna obra o instalación provisoria, no prevista inicialmente, esta será emplazada al interior de la zona que será inundada.

Medidas de Compensación

- Durante la fase de operación se contempla la implementación de un Programa de Mejoramiento de Suelos Agrícolas para las comunas de Santa Bárbara y de Quilaco en una superficie equivalente a la pérdida producida por el proyecto.

MEDIO BIOTICO

Biota Acuática:

➤ **Fauna Íctica**

Impactos: Pérdida del hábitat de fauna íctica por la operación de la central; interrupción del desplazamiento de fauna íctica por la operación de la central.

Medidas de manejo consideradas en el diseño del Proyecto

- La construcción del pretil sur se ejecutará paralelo al eje del río evitando la remoción del cauce.
- Se privilegiará que las obras en los cauces sean realizadas a fin de la temporada de verano y comienzos de otoño, trabajando principalmente sobre “terreno seco” y no sobre el “ancho mojado”.
- Los nuevos puentes sobre el río Bío Bío se realizarán minimizando la intervención del cauce, definiendo la sección óptima de cruce en relación al ancho del puente.
- Durante la construcción del pretil sur se dispondrá de piscinas en serie para evacuar el agua extraída desde la excavación, y permitir la sedimentación de los sólidos.
- Habilitación de piscinas de decantación para sedimentar los sólidos suspendidos y partículas del lavado de áridos y limpieza de los equipos y camiones.
- El efluente de las piscinas de decantación de la planta de áridos será reutilizado como agua industrial.
- Durante las faenas de excavación de túneles y caverna de máquinas, se dispondrá de piscinas de decantación para decantar los sólidos.
- Las aguas servidas serán tratadas mediante plantas de tratamiento ubicadas en el área de instalación de faenas.
- Nula regulación estacional y diaria, con solo una acotada regulación horaria que permitirá no alterar el régimen actual del río.

Medidas de Mitigación

- Desarrollo de un Plan de Rescate y Relocalización de Peces para las especies nativas de interés por su estado de conservación para la biodiversidad (en peligro de extinción se encuentra el Tollo de agua dulce, el Bagrecito y Carmelita de Concepción; en estado de conservación vulnerable, se encuentra el Bagre, la Perca trucha, el Pejerrey chileno y el Puye). El plan de rescate y relocalización tendrá por objeto mitigar el impacto a generar sobre dicha fauna íctica con problemas de conservación.

Medidas de Reparación y/o Restauración

- Desarrollo de un Programa de siembra de peces, atendiendo lo establecido en la Ley General de Pesca y Acuicultura (Art. 168).
- Generación de un hábitat que privilegia el desarrollo de las poblaciones de especies nativas en el río Huequecura aguas arriba del sector de embalse.

Medidas de Compensación

- Implementación de una barrera física (enrocado) en río Huequecura para propiciar la segregación con el área embalsada, generando un hábitat más resguardado de especies ícticas predatoras, favoreciendo así el desarrollo de la fauna íctica nativa.
- Promoción y creación de tres áreas preferenciales de pesca recreativa, orientada a promover la pesca de especies introducidas predatoras, las cuales serán ubicadas en los sectores de la ribera sur del embalse Angostura en la comuna de Quilaco; ribera norte del embalse Angostura, en el sector Los Notros, comuna de Santa Bárbara; y río Huequecura, en el sector de ribera del embalse, comuna de Santa Bárbara.
- Elaboración de un documento de divulgación acerca de aspectos de la biología, ecología y distribución geográfica de los peces de la cuenca que presentan problemas de conservación biológica.

Flora y Vegetación Terrestre:

➤ **Vegetación nativa**

Impacto: Pérdida de vegetación y especies en categoría de conservación por despeje del vaso de inundación.

Medidas de manejo consideradas en el diseño del Proyecto

- Plan de Manejo Forestal que repondrá el total de vegetación arbórea a intervenir por el proyecto (149 hectáreas de vegetación nativa y 86 hectáreas de plantaciones forestales).

Medidas de Mitigación

- Programa de rescate de ejemplares de interés para lo cual se procederá, durante la etapa de construcción, a la extracción selectiva de ejemplares de árboles y arbustos, privilegiando las 8 especies que presentan problemas de conservación (*Austrocedrus chilensis*, *Blechnum asperum*, *Puya berteroniana*, *Citronella mucronata*, *Eucryphia glutinosa*, *Maytenus chubutensis*, *Kageneckia oblonga* y *Laurelia philippiana*).

Medidas de Reparación y/o Restauración

- Recolección de semillas en el área del vaso de inundación y aledaños para luego ser utilizado en la reproducción de plantas en un vivero profesional y posterior reforestación según plan de manejo.

Medidas de Compensación

- Forestación de riberas en la zona entre cotas de operación normal y cota de seguridad en aquellas áreas ribereñas más propicias para establecer vegetación nativa a fin de generar nuevos hábitats y favorecer la llegada y colonización de especies de fauna, como anfibios y aves acuáticas.

MEDIO HUMANO

➤ Dimensión Geográfica: Transporte y Vialidad

Impactos: Aumento en los tiempos de desplazamiento por construcción y operación By Pass.

Medidas de manejo consideradas en el diseño del Proyecto

- Provisión de empréstitos desde sectores emplazados en el entorno cercano de las obras y uso mixto de un área como empréstito/botadero, con el objetivo de minimizar el área de intervención y disminuir los efectos sobre los caminos usados por la comunidad local. En complemento a lo anterior, la ingeniería del proyecto ha optimizado el emplazamiento de las instalaciones para la etapa de construcción, habilitando las plantas de áridos y hormigón a un costado del sector de empréstitos.
- Mantener un nivel de seguridad vial en cada by-pass y camino de faenas a habilitar.
- Priorizar el uso de caminos existentes, con el objetivo de disminuir la afectación de flora y fauna por habilitación de nuevas rutas.
- Habilitación de señalética de seguridad respectiva, entre la que se encuentra la restricción en la velocidad de circulación, control en el paso de vehículos, entre otros. Especial énfasis se dará en aquellos puntos en que se verificarán intersecciones con la vialidad local, considerando para ello la utilización de bandereros, conos y/o medios reflectantes.
- Habilitación de áreas de espera, en ambos accesos al puente El Piulo, para los camiones de construcción del proyecto que deban cruzar hacia una u otra ribera del río Bío Bío.

Medidas de Compensación

- Se considera la reposición de la totalidad de los tramos de vialidad pública afectados por el proyecto, en particular los concernientes a la ruta Q-61-R y Q-685 y puente Huequecura, en un mejor estándar que el actual.
- Los caminos de reposición contarán con berma de seguridad para el tránsito exclusivo de peatones y bicicleta.

➤ Dimensión Antropológica: Formas de Vida y Costumbres

Impactos: Modificación de costumbres y sistemas de vida por reasentamiento de hogares.

Medidas de Compensación

Para los afectados por relocalización, para aquellas familias que opten por permanecer en las cercanías de su lugar de origen, se adquirirán predios para construir viviendas de mejor calidad y superficies mayores a las actuales. Las viviendas serán entregadas con todos los servicios de agua potable, alcantarillado, electricidad, gas y estarán emplazadas en lugares con acceso al transporte público, a servicios de salud y educación.

Sin embargo, la mayor medida de compensación del proyecto es la relacionada con el **Plan de Relocalización o de Reasentamiento (PdR)**. La información de la línea respecto a las intenciones y voluntad de reasentamiento dan cuenta que las familias residentes en la zona del futuro embalse, han declarado preferentemente a una localización en el área rural e individual. Respecto a los que desean relocalizarse en áreas urbanas, se analizarán caso a caso, con cada hogar afectado, buscando una equivalencia con la solución de tipo rural.

Este Plan ha sido concebido de manera de dar cuenta en forma extensiva y exhaustiva de los impactos provocados por la acción de reasentamiento para las 43 familias afectadas, sobre los cuales se han expuesto sus características en el acápite V. Línea de Base en este resumen. El PdR se ha elaborado a la vista que la investigación realizada ha permitido

evidenciar los siguientes aspectos claves: i) los hogares afectados prefieren soluciones individuales y personalizadas, por sobre soluciones de tipo colectivo; ii) expectativas de mejoras en su condición económica actual y en trabajo e ingresos futuros, mediante la compensación patrimonial (de viviendas, terrenos) en el primer caso y en el segundo, a través de iniciativas de desarrollo socioeconómico como la facilitación laboral; iii) deseo de capacitación, asistencia técnica y financiamiento para el desarrollo de actividades productivas. En consecuencia, el PdR diseñado ha sido formulado con énfasis en generar: i) Compensación Patrimonial destinada a mejorar su situación patrimonial actual, tanto desde el punto de vista de sus terrenos, como de la vivienda e infraestructura; ii) Fomento al Desarrollo Económico y Social por medio del cual se propone la activación y generación de nuevas oportunidades de desarrollo económico, tanto de oportunidades laborales como de nuevos emprendimientos.

Dada la importancia de estas medidas, es que a continuación, se expone en mayor detalle sus fundamentos y contenidos principales:

A. Compensación Patrimonial: Comprende los aspectos de terrenos y de vivienda e infraestructura menor. Su situación base la constituye la tasación patrimonial, que es el punto de partida para una estimación cuantitativa de las medidas de mejora propuestas.

- i) Terrenos: Compensar con aproximadamente 250 hectáreas la pérdida de aproximadamente 75 hectáreas correspondientes a los terrenos de los hogares a reasentar, en características al menos equivalentes desde el punto de vista de la clase de suelo y su disponibilidad de riego. Ello arroja que la compensación permitirá un factor neto en superficie de terrenos de alrededor de 2,3 veces respecto de la actual situación de los hogares afectados, independientemente de su condición de propietarios o no propietarios. Al realizar el análisis, caso a caso, se considerarán principalmente los siguientes criterios al momento de evaluar la compensación por terrenos: Propiedad del terreno; Allegamiento, se verificará si la familia a compensar es allegada; y, Actividad Agrícola, se considerará si se desarrolla una actividad agrícola en el terreno, más allá del autoconsumo. A la fecha se cuentan con 40 hectáreas en Los Notros, adyacentes al área afectada por inundación y 38 hectáreas a unos 4 kilómetros aguas abajo de la presa contabilizando un total de 78 hectáreas.
- ii) Vivienda e Infraestructura Menor: Se ha diseñado, en conjunto con los relocalizados, un prototipo de vivienda que supera en superficie, estándar constructivo y habitabilidad a las actuales edificaciones de estos hogares, considerando todos los servicios básicos como agua potable, alcantarillado y energía eléctrica. La vivienda propuesta también posee un estándar que supera la condición actual en los aspectos de materialidad, aislación térmica, como también permite la mantención de costumbres y formas de vida de los habitantes del sector. La superficie de cada vivienda dependerá del número de habitantes que conforma cada hogar a reasentar, con el objeto de proporcionar espacios adecuados que permitan mejorar las condiciones actuales. Además, el proyecto se compromete a la reposición de aquella infraestructura existente que forme parte del entorno a la vivienda, sean cercos, fogón, gallineros, bodegas u otra infraestructura de apoyo al funcionamiento adecuado del hogar. En total, considerando el valor de tasación de los terrenos habitados y el valor de las viviendas infraestructura menor, se estima, en un factor, de 2,8 veces respecto del actual.

B. Fomento al Desarrollo Económico y Social: Como se ha señalado, una de las conclusiones importantes respecto de las características de los hogares afectados por necesidad de reasentamiento es que los mismos, en una proporción importante, obtienen sus ingresos principalmente de actividades asalariadas y en complemento, o en menor proporción, ejecutan actividades de subsistencia en el ámbito agrícola, ganadero, apicultura

y turismo. Las iniciativas para el desarrollo económico y social que beneficien a los hogares a reasentar serán centralizadas mediante la creación de una Organización, sin fines de lucro, a través de la cual se centralizará el apoyo y financiamiento de estas actividades. En dicha Organización se conformará un comité directivo donde tendrán participación representantes de las Municipalidades de Santa Bárbara y Quilaco y de las Juntas de Vecinos de los sectores del Área de Influencia Directa y un representante de Colbún y tendrá la función de toma de decisión respecto al manejo de sus recursos y lineamientos generales. Desde el punto de vista administrativo la organización estará compuesta por un grupo de profesionales de alta capacidad de gestión, que permita posicionar rápidamente a la Organización. Su confirmación jurídica se iniciará con la aprobación ambiental del proyecto y los recursos financieros para su creación y operación serán provistos por Colbún, durante un período de seis años a partir de la entrada en operación del proyecto, teniendo, además, entre sus líneas programáticas la búsqueda y obtención de financiamiento alternativo al entregado por Colbún, tanto proveniente de fondos estatales, como de organizaciones no gubernamentales nacionales o extranjeras. Sin perjuicio de los lineamientos que tome la organización antes descrita, se plantean dos grandes líneas de apoyo al desarrollo económico:

- i) Inserción Laboral. De acuerdo a los antecedentes de la línea base un grupo importante realiza trabajos remunerados o asalariados en forma precaria e incipiente. Es por esto que en esta línea de apoyo se encuentra la creación de una Oficina de Inserción Laboral y la capacitación laboral para los reasentados, considerando que:
 - La Oficina de Inserción Laboral se ocupará de la búsqueda de ofertas de trabajo conforme a cada especialidad, sobre la base de un catastro de las personas pertenecientes a los hogares reasentados y mantendrá un registro de trabajadores disponibles.
- ii) Emprendimientos Productivos: Para aquellos reasentados que opten por desarrollar un proyecto productivo en las comunas de Santa Bárbara y Quilaco, se les ofrece incorporarse a un proceso de emprendimientos productivos que consistirá en:
 - Capacitación a Emprendedores. Se realizaría una capacitación para entregar herramientas de formulación y administración de proyectos productivos, que permitirá a cada emprendedor contar con instrumentos mínimos de gestión.
 - Formulación de Proyectos Productivos. Se realizará, en conjunto con un equipo técnico, la formulación de cada emprendimiento, evaluando su factibilidad.
 - Financiamiento de Proyectos. El Comité directivo de la Organización decidiría respecto del financiamiento, total o parcial, de cada proyecto en función de criterios definidos.

Además, sin perjuicio de lo anterior, se consideran programas específicos que servirán, durante la etapa previa a la relocalización y al momento de la relocalización, por ejemplo, a aquellas personas en alta vulnerabilidad social (vejez, enfermedad, etc.) para las cuales el proyecto proveerá de asistencia especial y directa a dichas personas y a sus hogares. Una síntesis de estos programas específicos es el siguiente:

Programas de Asistencia en la Etapa de Construcción: El **Programa de Preparación o Apresto** se orienta a preparar al hogar para el cambio, proveyéndole todas las condiciones para que tomen una decisión informada que lo favorezca. Esto va desde las actividades informativas y consultivas del proceso de Participación Ciudadana, pasando por la identificación de los intereses particulares de cada hogar, la selección preliminar del predio y vivienda de reposición y finalmente el logro de un Acuerdo entre Colbún y cada familia. Posteriormente, se procederá a preparar las condiciones para el traslado, lo que involucra

acondicionamiento predial, construcción de la vivienda e infraestructura, la reconstrucción histórica participativa de la experiencia de vida del hogar y apoyo jurídico y social. Por otra parte el **Programa de Traslado** se dirige a materializar el momento de la reubicación de un modo proactivo; para ello se contempla desde la preparación de la mudanza, pasando por la concreción de la misma, el arribo al nuevo hogar formalizado mediante un acta de recepción y el registro participativo del proceso de apropiación familiar en el nuevo destino.

Programas de Asistencia en la Etapa de Operación: El **Programa de Continuidad** se dirige a proporcionar las condiciones a cada hogar para que pueda seguir su vida normalmente en el predio de reposición. Esto involucra desde habilitación de la superficie agrícola de consumo familiar (huerta, chacra, parrón), apoyo profesional para establecer el enlace con la red educacional, de salud y subsidiaria del Estado según los requerimientos de cada familia, apoyo alimenticio transitorio mediante una canasta familiar por 6 meses, bono asistencial de desempleo decreciente para el jefe de hogar y otro integrante del grupo familiar que haya perdido su empleo a causa del proyecto, apoyo psico-social para el proceso de cambio y registro fotográfico y oral de cada uno de los integrantes de la familia en su nuevo hogar. Por último, el **Programa de Desarrollo** estará dirigido por una parte a potenciar el fomento organizacional y cultural de los hogares, según sus intereses. Esto involucrará asistencia técnica permanente para que los integrantes de los hogares de modo individual o colectivo, que deseen reinsertarse en organizaciones ya existentes puedan hacerlo, así como también considera crear nuevas organizaciones y realizar actividades de fomento y difusión de la cultural local y de sistematización de la experiencia acumulada en torno al reasentamiento.

➤ **Dimensión Socioeconómica: Empleo**

Impacto: Generación de empleos directos e indirectos por contratación de mano de obra.

Medidas de manejo consideradas en el diseño del Proyecto

Las medidas serán funciones de la Organización, sin fines de lucro que creará el Titular del proyecto, a través del cual se centralizará el apoyo y financiamiento de las actividades a continuación indicadas:

- Creación de una oficina de inserción laboral que se ocupe de la búsqueda de ofertas de trabajo conforme a cada especialidad
- Contratación de al menos un 30% de mano de obra local para la fase de construcción del proyecto.
- Capacitación en obra de al menos un 10% de los trabajadores que participarán de la construcción del proyecto, mejorando así sus futuras posibilidades laborales.
- Capacitación a estudiantes de liceos técnico/industriales de Santa Bárbara y/o Quilaco para que sean elegibles como potenciales futuros operadores de la central Angostura.
- Fomento al desarrollo económico y social, generando nuevas oportunidades tanto laborales como de nuevos emprendimientos.
- Implementación de un plan de desarrollo económico de seis años de duración enfocado en los ejes productivos de Turismo, Agricultura, Ganadería y Apicultura en las comunas de Santa Bárbara y Quilaco.
- Identificación de negocios sostenibles, selección de beneficiarios directos con actitud empresarial, apoyo en el diseño y la implementación de negocios y monitoreo de las iniciativas.
- Fomento para la adquisición de terrenos del Titular en el borde del embalse, con el objeto de desarrollar proyectos productivos y turísticos privados.
- Entregar capacitación a Emprendedores, a objeto de entregar herramientas de formulación y administración de proyectos productivos.

- Apoyar en la formulación de proyectos productivos, en conjunto con un equipo técnico, para cada emprendimiento, evaluando su factibilidad.

MEDIO CONSTRUIDO

➤ Infraestructura: Equipamiento y Vialidad

Impacto: Pérdida de equipamiento público, comunitario y privado por el desarrollo de obras del proyecto debido al despeje del área a inundar y llenado del embalse. Pérdida de tramos rutas Q-61-R y Q-685.

Medidas de Compensación

- Construcción de dos nuevos puentes sobre el río Bío Bío, que serán doble vía con un ancho total de 8 m. y pasillos laterales de 1,3 m. de ancho.
- Reposición de tramos de vialidad pública afectados por el proyecto en un mejor estándar que el actual.
- Reposición de la Escuela G-967 de Los Notros en un sector según la decisión que tome la Dirección Provincial de Educación en conjunto con la Ilustre Municipalidad de Santa Bárbara.
- Reposición física de la Sede Social que se deberá ubicar en Los Notros y que deberá presentar las características arquitectónicas que se acuerden entre la Junta de Vecinos de Los Notros y Colbún S.A.
- Reposición de la cancha de fútbol y camarines que se deberá ubicar en los Notros. Los camarines deberán contar con el equipamiento que se haya acordado con los representantes del Club Deportivo.
- Reposición de la Casa de Retiro/Capilla en el sector en que se acuerde con el Arzobispado.
- Habilitación de un Puente Colgante Peatonal, en el sector de Lo Nieve sobre el río Huequecura. Dicho puente recrearía aspectos arquitectónicos del antiguo puente colgante sobre este río.
- Habilitación de tres sectores de camping ubicados a orillas del futuro embalse los que poseerán zonas de playa (Los Notros, Quilaco y Lo Nieve) con sitios para camping, baños, duchas, agua potable, luz eléctrica y accesos. Las playas se materializarán con arena y estructuras de muelle y senderos que eviten las zonas de fangos. Se prevé que la temperatura de las aguas embalsadas será apta para baño.
- Los campings cumplirán con los requerimientos de infraestructura y actividades recreativas, estipuladas para la clasificación de dos estrellas de SERNATUR, permitiendo actividades deportivas y/o recreacionales simultáneas y contarán con recepción, estacionamientos, iluminación, almacén, recinto cubierto multiuso, sitios para acampar, agua potable, lavaplatos, lavaderos y servicios higiénicos.

PATRIMONIO CULTURAL

➤ Arqueología: Sitios Arqueológicos

Impacto: Afectación de 4 sitios arqueológicos por inundación.

Medidas de manejo consideradas en el diseño del Proyecto

- Antes de comenzar con la construcción del proyecto se tramitarán los permisos necesarios para proceder al rescate de los 4 sitios identificados. Estos sitios fueron caracterizados por medio de sondeos arqueológicos realizados por arqueólogos expertos autorizados por el Consejo de Monumentos Nacionales.

Medidas de Compensación

- Plan de rescate de los sitios arqueológicos registrados, previa revisión y aprobación de dicho Plan por el Consejo de Monumentos Nacionales, y entrega de piezas a Museos locales, según lo indique el Consejo de Monumentos Nacionales.
- Elaboración de publicación de difusión científica realizada por arqueólogos e historiadores connotados en arqueología y etnografía mapuche-pewenche, destinada a integrar los resultados del conocimiento que se obtenga por las prospecciones y rescates en el área del proyecto, con aquella información existente de otros estudios arqueológicos realizados en la cuenca del río Bío Bío. Así, el objetivo medular de esta publicación, será el de consolidar en un solo documento, el actual conocimiento sobre la historia arqueológica y etnográfica mapuche-pewenche en la cuenca media y alta del río Bío Bío.

MEDIO PERCEPTUAL

➤ Paisaje: Calidad Paisajística, Recreación y Turismo

Impactos: Modificación del paisaje por presencia de la presa, pretil sur y embalse en ríos Bío Bío y Huequecura; Pérdida de espacios naturales de uso recreacional (pozones) en río Huequecura; Modificación del paisaje por surgimiento de nuevos atractivos turísticos en borde del lago en los sectores Lo Nieve, Los Notros y Quilaco.

Medidas de Compensación

- Creación e implementación de espacios físicos con características naturales que permitirán disfrutar de los atributos paisajísticos de los valles del Huequecura y Bío Bío.
- Habilitación de tres sectores de balneario y camping, que contarán con zonas de playa, ubicadas a orillas del futuro embalse en sector Los Notros, Quilaco y Lo Nieve. Poseerán sitios para camping, baños, duchas, agua potable, luz eléctrica y accesos.
- Habilitación de un mirador con vista al lago, aledaño al camino de reposición adyacente a Huequecura a unos 1,5 Km. desde el inicio de este camino, el que contará con acceso vehicular y peatonal.
- Creación de un Arboretum a emplazar en la ribera sur del embalse Angostura en el camping de Quilaco antes indicado, de aproximadamente 4 hectáreas.

VIII. PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES

Se identificaron un conjunto de riesgos naturales y antrópicos para las etapas de construcción y operación. Los primeros, están representados por crecidas e inundaciones, deslizamientos y derrumbes, y sismos. Los riesgos antrópicos corresponden a riesgos de incendio, accidentes de tránsito, derrame de sustancias peligrosas y descargas de emergencia desde la presa. El proyecto ha considerado una estrategia general de *prevención de riesgos*, que contempla lo siguiente:

- i) Gestión de contratistas de obras: Se considera exigencia de Reglamento Interno de Orden, Higiene y Seguridad conforme a la normativa vigente; elaboración e implementación de Plan de Emergencias en todas sus instalaciones; existencia de equipos e infraestructura suficiente para atender eventuales emergencias; conformación e instrucción de Brigada contra incendios y derrames; instauración de un Plan de Comunicaciones que operará durante toda la etapa de construcción.
- ii) Operación del proyecto en forma segura, en particular ante eventos de crecidas, para lo cual se asume lo siguiente:

- a. Aliviadero de crecidas diseñado para evacuar una crecida de una vez en mil años, con un nivel de agua en la cota de operación normal.
- b. El manejo de crecidas se hará mediante la apertura de compuertas de modo tal de evacuar solo el caudal afluente al embalse y seguir así la regla general de operación. La apertura se hará de manera de evitar producir una variación brusca en la descarga del caudal afluente.

IX. PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

El plan de seguimiento ambiental está compuesto por diversos programas que supervisarán el comportamiento de las componentes y variables ambientales durante la ejecución del proyecto (básicamente las fases de construcción y operación) de acuerdo a los impactos potenciales y medidas adoptadas para su mitigación, compensación o restauración. La información generada por los programas de monitoreo y seguimiento se compilará por la Auditoría Ambiental Independiente, que servirá también para la proposición de alternativas de solución, o la modificación al Plan de Seguimiento Ambiental en caso que se detecte que las medidas específicas establecidas en dichos planes no cumplen con sus finalidades o que el estado de los elementos del medio ambiente no evolucionó de acuerdo a lo pronosticado en el EIA.

Los Programas de monitoreo de mayor relevancia en el plan de seguimiento son los siguientes:

- Monitoreo de ruido en la etapa de construcción.
- Monitoreo de la calidad del agua en la etapa de construcción y operación.
- Monitoreo limnológico en la etapa de construcción y operación.
- Monitoreo vial en la etapa de construcción.
- Monitoreo de caudales en la etapa de operación.
- Seguimiento flora y vegetación terrestre en la etapa de operación.
- Seguimiento Socio-ambiental (Plan de Reasentamiento) en la etapa de construcción y operación.
- Monitoreo Íctico.

El proyecto realizará una Auditoría Ambiental Independiente durante la etapa de construcción que contemplará inspecciones mensuales e informes trimestrales, con el objeto de ordenar sistemáticamente, documentar, controlar y supervisar las evidencias del cumplimiento de la RCA del EIA del proyecto, permitiendo que los organismos de la administración del Estado con competencia ambiental dispongan de un sistema de información independiente y sistematizado respecto del Plan de Seguimiento Ambiental y de los resultados obtenidos por la implementación de las medidas de ingeniería del proyecto, de mitigación, compensación y/o restauración. Durante la etapa de operación, se aplicará un sistema de gestión integrado certificado, que incluye el seguimiento ambiental y de seguridad laboral. Este sistema, emitirá informes a la autoridad ambiental, con una frecuencia semestral hasta el quinto año de operación y anuales a contar del sexto año de operación.³

X. PARTICIPACION CIUDADANA

Colbún S.A. ha desarrollado por varios meses (Octubre 2007 – Junio 2008) un proceso de **Participación Ciudadana Temprana** en forma previa al ingreso del EIA del proyecto

³ El Plan de Reasentamiento (PdR) poseerá su propio plan de seguimiento que se extenderá por toda la duración del PdR.

Central Hidroeléctrica Angostura al SEIA. Este proceso se basa en el interés institucional de Colbún de poder comunicar las características del proyecto, recibir de la ciudadanía observaciones, comentarios, dudas, etc., e incorporar en el EIA aquellas materias que respondan y/o resuelvan dudas de la comunidad. Para ello se han realizado varias reuniones tanto con autoridades locales, como con representantes de la comunidad y con la comunidad misma, asistiendo a cada lugar el Gerente de Proyecto por parte de Colbún y su equipo profesional relevante para cada ocasión. Las reuniones se desarrollaron de forma que la mayoría de los grupos de asistentes pudiera tener dos oportunidades de intercambio de opiniones y consultas. Como instancia previa a la realización de las reuniones, se identificaron a los actores involucrados y se realizaron acercamientos preliminares. Posteriormente, se realizó la difusión y entrega de información relativa al proyecto, para luego recoger e incorporar los aportes de la comunidad a través de las reuniones.

Una breve síntesis de las principales reuniones realizadas es la siguiente:

- Intendenta (s) – Gobernador – Senadores - Diputados
- Alcalde de Ilustre Municipalidad de Santa Bárbara
- Alcalde de Ilustre Municipalidad de Quilaco
- Concejo Municipal de la Ilustre Municipalidad de Santa Bárbara
- Concejo Municipal de la Ilustre Municipalidad de Quilaco
- Unión Comunal de Juntas de Vecinos de Santa Bárbara
- Cámara de Comercio de Santa Bárbara
- Rotary Club de Santa Bárbara
- Canal Bío Bío - Negrete
- Junta de Vecinos de Lo Nieve
- Junta de Vecinos de Los Notros
- Junta de Vecinos de Aguas Blancas (Los Nogales)
- Junta de Vecinos de Loncopangue
- Junta de Vecinos de Rucalhue
- Canal Bío Bío Norte

Los principales temas expuestos por los asistentes en las reuniones realizadas, fueron los siguientes:

- Generación y sustentabilidad del empleo local.
- Entrega de capacitaciones y proyectos de desarrollo en el ámbito turístico en el nuevo lago.
- Conservación de la calidad de los suelos donde se trasladarán las familias.
- Tender a la administración de balnearios públicos y zonas de camping por organizaciones locales.
- Medidas de compensación para las familias, apoyo por medio de proyectos de desarrollo local.
- Medidas de indemnización o compensación por pérdida del espacio físico para el desarrollo de las actividades de las organizaciones locales.
- Posibles efectos del embalse en el aumento de inundaciones y riesgo ante casos de sismos.
- Pérdida de acceso público y atractivo turístico en el río Huequecura.
- Afectación de flora nativa y fauna.
- Afectación al desarrollo de la apicultura.
- Flujo vehicular, calidad de camino e incidencia del nuevo lago en la socavación de los caminos.
- La ubicación de la Escuela de Los Notros.
- Caudal mínimo que poseerá el río posterior al embalse.

- Procesos de negociación para adquisición de predios que se requieren inundar.

Adicionalmente, Colbún realizó dos labores de participación en forma paralela a las reuniones señaladas:

- a) Boletines Informativos: se entregó en Enero de 2008 el Boletín N° 1 del proyecto con información del mismo a todos los hogares existentes en el área de inundación; a los dirigentes de las localidades de Lo Nieve, Los Notros y Los Nogales de Aguas Blancas; y a los alcaldes de las Ilustres Municipalidades de Santa Bárbara y Quilaco. En Marzo de 2008, se hizo entrega del Boletín N° 2 el que contenía respuestas a las preguntas realizadas por la comunidad en reuniones. Este Boletín N° 2 fue entregado a todos los hogares existentes en el área de inundación.
- b) Visitas Domiciliarias: se realizaron visitas domiciliarias a cada uno de los hogares afectados por necesidad de relocalización, a objeto de determinar los intereses particulares de reasentamiento y sus proyecciones en materia comercial. Asimismo, se caracterizaron las formas predominantes de uso de la vivienda y del predio, y se requirió la opinión del propietario o propietaria o jefes de hogar, según sea el caso, respecto de las características de la futura vivienda a construir.

Una vez presentado el proyecto al SEIA, el **Plan de Participación Ciudadana Formal** considera:

- i) Publicación de un extracto del Proyecto en el Diario Oficial y en un diario de circulación nacional;
- ii) Exhibición del extracto en lugares de acceso público de las comunas de Santa Bárbara y Quilaco;
- iii) Reunión con CONAMA Región del Bío Bío para acordar actividades de participación ciudadana durante el período de 60 días hábiles establecido en la Ley; y
- iv) Asistencia a encuentros u otras actividades de participación ciudadana que sean definidas conjuntamente con la CONAMA Región del Bío Bío.