
IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS POTENCIALES EN EL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento resume la información presentada por el Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo, (el Proyecto o PHAM), para dar respuesta a los potenciales impactos que el Proyecto pudiera generar en el régimen sedimentológico del río en su área de influencia.

El PHAM se sitúa en la parte alta de la cuenca del río Maipo, lugar en que es fácil observar intervención antrópica tal como infraestructura vial, ferroviaria, energética y de agua potable, viviendas, poblados, extracciones mineras, extracción de áridos, agricultura y oferta turística.

Cabe tener presente que debido a los niveles de incertidumbre y complejidad de los fenómenos involucrados, la evaluación de impacto ambiental estableció la necesidad de realizar un Estudio Sedimentológico Avanzado, el que actualmente está en desarrollo. El Estudio se organiza en cinco etapas y sus resultados permitirán cuantificar eventuales efectos y proponer medidas pertinentes. Los resultados preliminares son consistentes con lo observado en otros proyectos comparables desarrollados en el área de influencia del PHAM en cuanto a que no se predicen cambios sustanciales en la morfología y estabilidad del cauce ni sobre el comportamiento sedimentológico. Por último, se adjuntó al Informe el cronograma del estudio.

2 OBJETIVO DEL INFORME

El propósito del Informe es presentar la información sobre la infraestructura y actividades existentes y su estado.

3 CONTENIDO DEL INFORME

3.1 Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo (PHAM)

El Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo consiste en dos centrales de pasada dispuestas en serie hidráulica, la Central Alfalfal II con una potencia máxima instalada de 264 MW y la Central Las Lajas con una potencia máxima instalada de 267 MW. Las obras principales del proyecto son en su mayoría subterráneas (túneles, casas de máquina, aducciones y restituciones). Los caminos para acceder a los frentes del proyecto, obras, campamentos e instalaciones de faena, son las principales obras superficiales. Una parte significativa de dichas obras son de carácter temporal y una vez que se termine la construcción del Proyecto, los sitios correspondientes serán revegetados para minimizar los impactos, reduciendo así su uso de suelo. El proyecto se emplazará en la Región Metropolitana, en la comuna cordillerana de San José de Maipo, próxima a la ciudad de Santiago, capital del país.

Figura: Descripción y Ubicación General del Proyecto:



El PAHM se sometió al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental con la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental el 22 de mayo de 2008 y luego de ingresar tres Adendas para responder las observaciones de los Servicios públicos con competencia ambiental, la Comisión Regional de Medio Ambiente de la Región Metropolitana aprobó el proyecto mediante la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N°256 del 23 de marzo de 2009.

En lo relativo al tema de eventuales impactos en la sedimentología, se distingue para efectos del análisis entre infraestructura ribereña y la actividad de extracción de áridos. En ambos casos se identificaron los puntos correspondientes para realizar un diagnóstico de la situación previa al PHAM en los ríos Maipo, Colorado, Yeso, Volcán y en el estero Aucayes.

En lo relativo a la extracción de áridos, se debe considerar que en Chile es una actividad regulada, sin embargo, en las últimas dos décadas la situación específica del río Maipo ha preocupado al Ministerio de Obras Públicas por el efecto negativo que está teniendo sobre la infraestructura que dicho Ministerio administra. A raíz de lo anterior, el Ministerio ha realizado un esfuerzo por regularizar este tipo de actividades.

3.2 Infraestructura y actividades

Para organizar la entrega de información respecto de la infraestructura ribereña y actividades pertinentes, ésta se clasificó en las siguientes categorías:

- Puente
- Bocatoma
- Descarga
- Atraveso
- Extracción de áridos

Fotografía: Zona de Acopio Planta Extracción de Áridos Sector La Obra



Tabla 1: Extracto de Tabla 2-1 Lista de Infraestructura y Actividades Relacionadas a los Cauces de los Ríos Intervenidos por el PHAM

Cauce	Obra/Actividad	Nombre/Usuario	Descripción y Estado
Río Maipo	Puente	El Ingenio	Puente perteneciente a Infraestructura pública (Dirección de Vialidad) que permite el acceso al sector El Ingenio. Cuenta con dos pistas, tiene un largo total de 18 m y un ancho de 5 m. Está compuesto por vigas de acero y losa de hormigón. Se encuentra en buen estado de conservación.
Río Maipo	Puente	El Toyo	Puente perteneciente a Infraestructura pública (Dirección de Vialidad) que permite el acceso al sector El Toyo y comunica con el camino al Volcán. Cuenta con dos pistas, tiene un largo total de 54 m y un ancho de 7,5 m. Está compuesto por vigas de acero, losa de hormigón, carpeta asfáltica y cuenta con obra de protección de enrocados. Se encuentra en buen estado de conservación.
Río Maipo	Extracción de Áridos	Procesadora de Áridos S.A.	Extracción ubicada en la ribera derecha del río Maipo, al sur de San José de Maipo. Cuenta con autorización desde el año 1996 hasta el 2008. La extracción se realiza entre Noviembre y Febrero por medio de dos canalones decantadores de 100 m de longitud, 8 m de ancho y 2 m de profundidad.
Río Maipo	Puente	Puente Peatonal	Puente peatonal colgante que une al sector El Toyo con el camino al Volcán. Tiene un largo total de 35 m y un ancho de 1,2 m. Está compuesto por fierro y madera. Se encuentra en mal estado de conservación.
Río Maipo	Extracción de Áridos	Mauricio González	Extracción ubicada en la ribera derecha del río Maipo, en sector de ex planta de arena actualmente en desuso, adyacente a puente peatonal sector El Toyo. Con autorización hasta el año 2010. La extracción se realiza cada dos meses por medio de canalones decantadores de 50 m de largo y 12 m de ancho.
Río Maipo	Extracción de Áridos	El Toyo Minerales Ltda./Pedro Guillón	Extracción se encuentra ubicada en la ribera izquierda del río Maipo, adyacente a camino El Toyo. Cuenta con autorización desde el año 1998 hasta el 2010. La extracción se realiza entre los meses de Octubre y Enero por medio de canalones decantadores de 170 m de longitud, 18 m de ancho y 1,2 m de profundidad.
Río Maipo	Bocatoma	Cauquino	Canal de riego ubicado en la ribera izquierda del río Maipo. No cuenta con obra de toma. La captación consiste en el desvío de las aguas por medio de un brazo compuesto por material del lecho fluvial hacia una reja que marca el inicio del canal. El canal se compone por tramos en tubos de cemento, mampostería de piedra y tramo en tierra. El estado de conservación de la obra de captación es malo.
Río Maipo	Bocatoma	La Sirena/Asociación de Canalistas de Pirque	Captación ubicada en la ribera izquierda del río Maipo a la altura del sector El Canelo. La obra de desviación consiste en una barrera frontal de hormigón. La obra de toma es de hormigón de 4 m de alto y 3,5 m de ancho, cuenta con 2 compuertas metálicas de admisión. El estado de conservación de esta obra es bueno.
Río Maipo	Bocatoma	San Carlos	La captación se encuentra ubicada en la ribera derecha del río Maipo 100 m aguas arriba del puente Las Vertientes. La obra de desviación consiste en una barrera frontal de hormigón. La obra de toma es de hormigón de 4 m de alto y 3,5 m de ancho, cuenta con 2 compuertas metálicas de admisión. El estado de conservación de esta obra es bueno.

Cauce	Obra/ Actividad	Nombre/Usuario	Descripción y Estado
Río Maipo	Descarga	La Obra	La descarga se ubica en la ribera izquierda del río Maipo, en el sector de La Obra en zona de extracción de áridos. Consiste en una tubería de hormigón de 1 m de diámetro y 4 m de largo. El estado de conservación de esta obra es bueno.
Río Maipo	Puente	Las Vertientes	Puente perteneciente a Infraestructura pública (Dirección de Vialidad) que permite el acceso a Pirque. Se ubica en el sector de La Obra unos 100 m aguas abajo de la bocatoma del canal San Carlos. Cuenta con dos pistas, tiene un largo total de 68 m y un ancho de 8 m. Está dividido en 2 tramos por una cepa central de 10 m de altura. Está compuesto por vigas de acero, losa de hormigón, carpeta asfáltica y cuenta con obra de protección de enrocados. Se encuentra en buen estado de conservación.
Río Maipo	Bocatoma	Independiente/ Aguas Andinas	Se ubica en la ribera izquierda del río Maipo frente a la bocatoma del Canal San Carlos en el sector de La Obra. Consiste en una barrera frontal de hormigón y obra de toma del mismo material con 2 compuertas metálicas de admisión. El estado de conservación de esta obra es bueno.
Río Maipo	Extracción de Áridos	Pétreos S.A.	Se ubica en la ribera derecha del río Maipo en zona de inundación del canal San Carlos. Cuenta con autorización desde el año 1998. La extracción se efectúa durante los meses de Diciembre a Marzo mediante el método de encauzamiento. Tiene una longitud de 1.200 m, ancho de 4 m y 2 m de profundidad.
Río Maipo	Extracción de Áridos	Soc. Com. e Indep. Balmaceda Ltda./ Mauricio Vergara	Se ubica en la ribera derecha del río Maipo aguas abajo del canal Eyzaguirre. Cuenta con autorización desde el año 1993 hasta el 2018. La extracción se realiza durante los meses de Noviembre a Enero por medio de pozo decantador de 90 m de longitud.
Río Maipo	Bocatoma	Eyzaguirre	Ubicada en la ribera derecha del río Maipo en sector de La Obra. Consiste en una barrera frontal de hormigón con una obra de toma del mismo material y con 4 compuertas metálicas de admisión. El canal de admisión tiene dimensiones 4 m de alto y 6 m de ancho. El estado de conservación de la obra es bueno.
Río Maipo	Extracción de Áridos	Sociedad Empresa del Sindicato	La extracción se ubica en la ribera derecha el río Maipo cercano al sector de La Obra. La extracción está autorizada desde el año 1995 hasta el 2010. Consiste en un banco decantador de 100 m de longitud y 20 m de ancho.
Río Volcán	Puente	Volcán Alto	Se ubica en el río Volcán aguas debajo de la confluencia del estero la engorda con los esteros El Morado, Las Placas y Colina. Consiste en dos alcantarillas bajo terraplén de piedra y rocas de gran tamaño. No posee cepas ni estribos y su estado de conservación es precario.
Río Volcán	Puente	Camino a Baños Morales	Se ubica en el río Volcán después del desvío hacia Baños Morales, por el camino hacia Baños Colina y Volcán Alto. Cuenta con una pista, tiene un largo total de 20 m y un ancho de 4 m. Está compuesto por vigas de acero, estribos de hormigón y carpeta de madera. Se encuentra en estado de conservación regular.

Cauce	Obra/ Actividad	Nombre/Usuario	Descripción y Estado
Río Volcán	Bocatoma	Volcán	Ubicada en la ribera izquierda del río Volcán aguas debajo de zona de depositación de material grueso. Consiste en una barrera frontal y obra de toma de hormigón con 4 compuertas de madera. El canal de admisión es revestido y sus dimensiones son 3 m de alto y 4 m de ancho. El estado de conservación de la obra es bueno.
Río Volcán	Bocatoma	Del Fundo	Se ubica en la ribera izquierda del río Volcán. Consiste en un desvío hecho con el material del lecho fluvial. No cuenta con obra de toma ni compuertas de control. El canal de admisión es sin revestimiento y tiene dimensiones aproximadas de 0,75 m de alto y 4 m de ancho. El estado de conservación de la desviación es regular.
Río Volcán	Bocatoma	Romeral	Se ubica en la ribera sur del río Volcán aprovechando un brazo que sale del río. La obra de toma es de latón y piedras, con una tubería de PVC. No cuenta con compuertas de admisión y su estado de conservación es malo.
Río Volcán	Bocatoma	La Junta del Fundo	Se encuentra en la ribera derecha del río Volcán. Consiste en una barrera de material fluvial transversal al río que encauza las aguas a un canal sin revestir de 0,75 m de altura y 4 m de ancho. La captación no cuenta con compuertas de control y su estado de conservación es regular.
Río Volcán	Puente	Volcán	Se ubica en el río Volcán en la misma sección en que se encuentra la estación fluviométrica Volcán el Queltehues de la DGA. En este sector el cauce se presenta estrecho y rocoso con abundante vegetación. Cuenta con 2 pistas, tiene una longitud total de 26 m y un ancho de 10 m. Está compuesto por vigas de acero, losa de hormigón y carpeta de pavimento. Se encuentra en buen estado de conservación.
Río Yeso	Bocatoma	Los Piuches	Se ubica en el río Yeso aguas arriba de la bocatoma del canal San Gabriel.
Río Yeso	Bocatoma	San Gabriel	Se ubica en la ribera derecha del río Yeso. El desvío del cauce es de piedras. La obra de toma es del mismo material y su sección es de 2 m de ancho y alto. No cuenta con compuertas de admisión y el canal es sin revestimiento. El estado de conservación de la captación es malo.
Río Yeso	Puente	Yeso	Se ubica en el río Yeso aguas arriba de la confluencia con el río Maipo. Cuenta con dos pistas, tiene un largo total de 40 m y un ancho de 9 m. Está compuesto por vigas de acero, losa de hormigón, carpeta de pavimento. Se encuentra en buen estado de conservación.
Estero Aucayes	Bocatoma	De las Casas/ Población Maitenes	Se ubica en la ribera sur del estero Aucayes en sector donde la garganta es estrecha, con gran pendiente y lecho rocoso. La obra de desviación corresponde a un pretil de material del lecho fluvial. No cuenta con compuertas de admisión y el estado de conservación de la obra es malo.
Río Colorado	Bocatoma	Maitenes	Se ubica en la ribera izquierda del río Colorado a un costado de la Central Alfalfa. Consiste en una barrera frontal y una obra de toma de mampostería que cuenta con 7 compuertas de madera de accionamiento manual. Dispone de desripador y desarenador. El estado de conservación de la obra es bueno.

Cauce	Obra/ Actividad	Nombre/Usuario	Descripción y Estado
Río Colorado	Puente	Alfalfal	Puente que permite el acceso a Central Alfalfal. Se ubica en el río Colorado aguas abajo de la Central Alfalfal. Cuenta con dos pistas, tiene un largo total de 30 m y un ancho de 7 m. Está compuesto por vigas de acero, losa de hormigón, carpeta asfáltica y cuenta con obra de protección de enrocados en la ribera derecha del río. Se encuentra en buen estado de conservación.
Río Colorado	Descarga	Alfalfal	Se ubica en la ribera derecha del río Colorado aguas arriba del puente Alfalfal y aguas abajo de la Central Alfalfal. Consiste en un canal de hormigón de 200 m de longitud y 4 m de ancho con enrocados de protección. El estado de conservación de esta obra es bueno.
Río Colorado	Descarga	Maitenes	Se ubica en la ribera izquierda del río Colorado aguas arriba de la desembocadura del estero Aucayes. Corresponde a un canal sin revestimiento de 325 m de longitud y 5 m de ancho. La obra presenta buen estado de conservación.
Estero Aucayes	Bocatoma	Riego Aucayes	Se ubica en la ribera sur del estero Aucayes cercano al puente del mismo nombre. Consiste en una barrera frontal de madera de 2 m de alto y 2 m de ancho. No cuenta con compuertas de control.
Estero Aucayes	Bocatoma	Aucayes/ AES Gener	Se ubica en la ribera norte del estero Aucayes en un sector encajonado del río en que presenta una caída de varios metros. La obra de toma es de hormigón con 1,5 m de altura y 1 m de ancho. Cuenta con un canal de admisión a lo ancho del cauce con sistema de rejas y desripado. El estado de conservación de las obras es bueno.
Río Colorado	Bocatoma	El Maurino	Se ubica en la ribera poniente del río Colorado. No cuenta con obra de desviación ni tampoco con obras de protección. Su estado de conservación es malo.
Río Colorado	Bocatoma	El Manzano	Se ubica en la ribera poniente del río Colorado. No se aprecian accesos a la bocatoma. La captación no cuenta con obras de protección, mantención o similares y su estado de conservación es malo.
Río Colorado	Atraveso	El Manzano	Se ubica en el río Maipo cercano al sector El Manzano, paralelo al Puente Colorado. Cuenta con 2 cepas, tiene una longitud total de 55 m y ancho de 1 m. Su estado de conservación es bueno.
Río Colorado	Puente	Puente FF. CC.	Puente perteneciente a Infraestructura pública (Dirección de Vialidad) sobre camino al Volcán. Se ubica en el río Colorado. Cuenta con dos pista, tiene un largo total de 140 m y un ancho de 10 m. Está compuesto por marco de acero, losa y carpeta de hormigón. Se encuentra en buen estado de conservación.
Río Colorado	Puente	Colorado	Puente perteneciente a Infraestructura pública (Dirección de Vialidad) que permite el paso de ferrocarril. Se ubica en el río Colorado entre puente carretero y confluencia con el río Maipo. Cuenta con una pista y 3 cepas, tiene un largo total de 30 m y un ancho de 3 m. Está compuesto por enrejado de acero. Se encuentra en buen estado de conservación.

Con la información anterior, se realizó la identificación y caracterización de un total de 38 elementos constitutivos de la infraestructura ribereña y actividades de extracción de áridos en el área de influencia y 5km aguas abajo de la descarga del PHAM.

3.3 Estudio Sedimentológico Avanzado

Por otra parte y en lo relativo al régimen sedimentológico, y de acuerdo al compromiso asumido a raíz de la evaluación de impacto ambiental, para mejorar la certidumbre respecto de la magnitud de los eventuales impactos en el área de influencia, el PHAM está desarrollando el Estudio Sedimentológico Avanzado. Los antecedentes están en los Anexos del Informe.

Dicho estudio está organizado en las siguientes cinco etapas:

- **ETAPA 1: RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES Y CATASTROS**

Incluye la recopilación y análisis de antecedentes, reconocimiento de terreno, así como la ejecución de los catastros y monografías de obras en el tramo intervenido por el proyecto.

- **ETAPA 2: TRABAJOS DE TERRENO COMPLEMENTARIOS Y ESTUDIOS BÁSICOS**

Comprende la elaboración de trabajos complementarios correspondientes a catastros de obras, granulometrías y topografía destinada a obtener perfiles transversales de los cauces. Incluye la ejecución de los estudios básicos destinados a la caracterización del régimen hidrológico y del comportamiento hidráulico y mecánico fluvial de los cauces de interés.

- **ETAPA 3: ANÁLISIS DE LOS FENÓMENOS Y EFECTOS DE LA DEGRADACIÓN AGUAS ABAJO DE LAS OBRAS DE TOMA EN AFLUENTES**

Comprende la elaboración de un diagnóstico para establecer el efecto que tendrían las reducciones de caudal en los tramos de aguas abajo de emplazamiento de las obras de toma en los ríos Colorado y Yeso, así como en los estero Colina, La Engorda, Las Placas y El Morado. Dicho diagnóstico se basa en simulaciones del comportamiento hidráulico-mecánico fluvial y sedimentológico de los cauces, considerando diferentes escenarios para las condiciones hidrológicas, topográficas y mecánico fluviales de modo de abarcar un amplio espectro de posibilidades para establecer la magnitud de los efectos de las obras sobre el entorno.

- **ETAPA 4: ANÁLISIS DE LOS FENÓMENOS Y EFECTOS DE LA DEGRADACIÓN AGUAS ABAJO Y DE SOCAVACIÓN LOCAL DE LA OBRA DE DESCARGA EN EL RÍO MAIPO – SECTOR LAS LAJAS**

Definición de los efectos que se generarían en el río Maipo en la zona aguas abajo de la descarga concentrada de 65 m³/s en el sector de Las Lajas, sobre el comportamiento hidráulico-mecánico fluvial y sedimentológico y la eventual degradación o socavación local que podría experimentar el lecho.

Realizar simulaciones del comportamiento hidráulico-mecánico fluvial y sedimentológico del río Maipo para los sectores afectados por las obras de toma, considerando diferentes escenarios así como otros factores que se estime necesario incorporar. Además corresponde analizar la socavación local de la descarga y entorno, considerando además los posibles efectos sobre las riberas y su estabilidad

- **ETAPA 5: ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO INTEGRAL DEL SISTEMA FLUVIAL RÍO MAIPO**

En esta etapa se realiza un análisis sedimentológico integral al nivel de sistema hidrográfico y de cuenca, con la evaluación de la propagación de los efectos del PHAM sobre el régimen sedimentológico.

Además, se evalúan en forma cualitativa y cuantitativa los efectos acumulativos sedimentológicos del PHAM sobre la cuenca del río Maipo.

- **ETAPA 5: PROPOSICIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y PLAN DE MONITOREO**

A partir de la identificación de los eventuales efectos negativos asociados a la operación de las obras de toma y descarga sobre su entorno, así como la caracterización de la magnitud de los mismos, establecidos a partir de la simulación del comportamiento hidráulico-mecánico fluvial y sedimentológico de los cauces, se debe evaluar la necesidad de implementar obras o acciones de mitigación para aminorar o eliminar los efectos adversos que pudieran detectarse, tales como los procesos de degradación o socavación local, erosión sobre riberas u otros.

Luego de cumplir con la Etapa 5, se elaborará el Informe Final el cual cerrado e ingresado recientemente a la oficina del Estado que debe aprobar el estudio. Una vez se reciba la aprobación, sus resultados serán publicados en nuestra página web, no obstante podemos adelantar que las conclusiones de este sólido estudio indican que no se prevén efectos adversos que puedan afectar a terceros.

Cabe destacar que la Central Alfalfal puesta en servicio el año 1991 no ha producido efectos adversos atribuibles a la Central sobre el cauce ni la infraestructura existente en el río Colorado. Los desarenadores y desripiadores del Proyecto son similares a los de Alfalfal, en el sentido que devuelven al cauce el material que es retenido por éstos. Otro caso relevante lo constituye el embalse el Yeso, en operación desde hace 45 años sin que se detecten cambios relevantes en la morfología y estabilidad del cauce al día de hoy.

4 CONCLUSIONES

En relación con las tres interrogantes planteadas en la Introducción de este resumen, el PHAM ha dado respuesta de la siguiente manera.

- 1) En el catastro de información se identificaron 38 elementos, entre la infraestructura ribereña y las actividades de extracción de áridos en el área de influencia del PHAM en los ríos Maipo, Colorado, Yeso, Volcán y estero Aucayes. Se ha reunido la información de cada uno en la Tabla 2-1 del Informe, en la que se establece:
 - el cauce donde está ubicada
 - el tipo de obra o actividad
 - la ubicación (UTM WGS84 19H),
 - el nombre/usuario y
 - la descripción y el estado de la obra.

Adicionalmente cada uno de los elementos fue posicionado en un mapa donde están todos representados. Esta información está en la Figura 2-1 del Informe.

- 2) Respecto de la propuesta del Plan de gestión, mitigación y/o compensación ante un impacto atribuible al PHAM, se está desarrollando el Estudio Sedimentológico Avanzado, el cual se encuentra cerrado e ingresado recientemente a la oficina del Estado que debe aprobarlo. De

dicho Estudio se obtendrá por una parte, una estimación más trabajada de la posible magnitud de eventuales impactos del PHAM en el régimen sedimentológico y por otra, el Plan de gestión, mitigación y/o compensación.