

# CENTRAL HIDROELÉCTRICA ITATA

# OBRA SUBTERRÁNEA

■ Con el objetivo de privilegiar la integración con el entorno, el aprovechamiento de las condiciones naturales y la preservación medioambiental, la Central Itata fue diseñada para que todo su equipamiento productivo quedara instalado en un pique de más de 65 metros de profundidad y 19 metros de diámetro interior. En la obra además, destacan la bocatoma lateral, que no altera el cauce natural del río, y la armonía de la cubierta de pique de máquinas con el entorno.

ALFREDO SAAVEDRA L.  
PERIODISTA REVISTA BIT

**U**BICADA en la octava región del Biobío, en la comuna de Yungay, se encuentra la central hidroeléctrica de pasada Itata, que cuenta con una capacidad instalada de 20 MW y una generación media anual de 72 GWH, suficiente para abastecer a cerca de 40.000 hogares. Construida en el río del mismo nombre, en el sector del Salto del Itata, esta obra se caracteriza por captar sus aguas 150 metros aguas arriba del Salto, con una bocatoma lateral que no interviene el cauce ni genera embalses que alteren el nivel del río. Desde allí se derivan a la cámara de carga y luego a las turbinas, que están ubicadas a 60 m de profundidad, con lo que su operación es casi imperceptible, tanto visual como auditivamente, desde la superficie. La devolución de las aguas se realiza mediante un túnel que desemboca a 250 m más abajo del Salto.

De acuerdo a Eléctrica Puntilla S.A., la central requiere de un caudal máximo de 45 metros cúbicos por segundo, para operar en su completa capacidad, que equivalen al 35% de los derechos de agua que posee la empresa. En época de verano, durante el día, la Central no operará, con el fin de no afectar las actividades turísticas en el Salto del Itata durante el período.





GENTILEZA ELÉCTRICA PUNTIILLA S.A.

## FICHA TÉCNICA

### CENTRAL HIDROELÉCTRICA ITATA

**UBICACIÓN:** octava región del Biobío, comuna de Yungay.

**MANDANTE:** Empresa Eléctrica Puntilla S.A.

**CONSTRUCTORA:** Consorcio BYO (Obechile y Brotec)

**AÑO CONSTRUCCIÓN:** 2013-2015

Además de la obra en sí, también se inició el reemplazo de plantaciones forestales por especies autóctonas en las zonas intervenidas por el proyecto y se está llevando a cabo la construcción del Parque Mirador Salto del Itata, con el fin de potenciar el turismo de la zona. Este parque contará con un sector de servicios e informaciones, módulos comerciales para gastronomía y artesanía local, áreas de picnic, senderos y miradores para dar a conocer las especies nativas más características.

## ESTRUCTURA

Una de las características más destacadas de esta obra es que su construcción fue realizada en un gran pique (excavación vertical) cuya dimensión total fue de 75 m de profundidad y 20 m de diámetro y la mayor parte de sus obras (incluida la casa de máquinas) se encuentran bajo tierra para aprovechar una altura total de 51,5 m aproximados de caída

neta de agua. En cuanto a su estructura, la central cuenta con una bocatoma que capta las aguas 150 m aguas arriba del Salto del Itata, en una zona donde se produce un remanso natural producto de que el fondo del cauce, al acercarse al salto, sube en cota en una altura aproximada de dos metros. “En este punto se construyó una obra de hormigón de 35 m de ancho rebajando la cota de la ribera derecha con una cota menor a la del fondo del lecho en su punto más alto”, cuenta Jorge Advis, gerente de Proyectos de Eléctrica Puntilla S.A.

Por su parte, la aducción en acueducto corresponde a un tramo de unos 385 m mediante un canal trapecial de 3,5 m de ancho basal, taludes 2:3 (H: V), pendiente 0,1 por mil (0,01%) y altura de 5,23 m, excavados en material rocoso. Sobre la cubeta existe un material arenoso en el que la sección de escurrimiento se proyecta con taludes 2:1 (H: V) hasta llegar al nivel del terreno natural. Esta parte de la sección está protegida por una alfombra de gaviones de 0,3 m de espesor, para eventuales rechazos de carga.

Al final del canal de aducción se diseñó la cámara de carga, que se refiere a una transición de canal trapecial a rectangular de 21 m de longitud, entre la aducción y la reja hidráulica de la cámara. Según indica Advis, el ancho final de la transición es 12 m y aguas abajo tiene una longitud total de 32 m, mientras que en la zona más profunda, la cámara alcanza 16,5 m de altura. “La cámara de carga tiene la particularidad de no tener vertedero de rechazo de carga. El diseño ha concebido que el rechazo avance aguas arriba, desde la cámara hasta el río por el canal de aducción, siendo, en la práctica, el Salto del Itata el vertedero de seguridad ante un rechazo de carga”, explica el gerente de Proyectos, agregando que en el final de la cámara hay dos compuertas planas de 3x3 m junto a las respectivas transiciones donde se inician los ductos en presión. Estos últimos corresponden a dos tuberías en presión de acero de 3 m de diámetro, que avanzan en forma paralela distinguiéndose tres tramos. El primero, cubierto por rellenos seleccionados, corresponde a un avance horizontal entre 8 y 10 m por la superficie de la excavación de la cámara de carga hasta el inicio del segundo tramo, el que a su vez, corresponde a piques verticales de aproximadamente 45 m de caída vertical.



GENTILEZA ELÉCTRICA PUNTILLA S.A.



En la imagen se aprecia el blindaje de los piques N°1 y N°2.

▲ La obra requirió la construcción de diversos piques. En la imagen (al centro), el pique N°3 de máquinas, cuya finalidad es alojar las unidades turbogeneradoras. Su profundidad es de 65 metros, el diámetro de excavación fue de 20 metros y el diámetro libre de 19 metros. A la izquierda, se aprecia el pique N°4 (que permitía el acceso al punto medio del túnel de devolución de las aguas, lo que facilitó la construcción del túnel en forma simultánea al montaje de los equipos generadores de la central).

Para construir los piques se excavaba con maquinaria pesada, avanzando desde 0,5 a 3 metros dependiendo de la estabilidad de las paredes. Tras esto, el avance en profundidad se detenía y se realizaban los sostenimientos de los muros con hormigón proyectado y capas de enfierradura.



Los ductos avanzan hasta llegar a la casa de máquinas, estructura diseñada para alojar dos turbinas Francis de eje vertical de 10 MW de potencia cada una. “Las turbinas y los generadores están alojados en el fondo de un pique fortificado circular de 50 m de profundidad y 19 m de diámetro interior. En la parte superior está el patio de montaje, la sala eléctrica, los sensores y otras dependencias”, detalla Advis.

Para Eléctrica Puntilla esta es la primera central hidráulica que usa turbinas de eje vertical, las cuales están instaladas a 60 m de profundidad. Según la empresa, esto significó una innovación en cuanto a ingeniería ya que permite que el ruido sea casi imperceptible en el exterior.

Una vez en esta etapa, las aguas son restituidas íntegramente al río Itata, sin variar su cantidad ni calidad, mediante un túnel circular (túnel de devolución) de 5,5 m de diámetro y 123 m de longitud. “Este túnel está revestido en hormigón con refuerzos estructurales y blindado en los últimos 60 metros. El túnel opera en presión en forma permanente y tiene una pendiente de 0,1 % (1 por mil) con el objeto de favorecer la evacuación del aire hacia aguas arriba durante la puesta

en marcha”, explica el gerente de Proyectos. Según cuentan desde la empresa y dado que la rasante del túnel de devolución va bajo el fondo del cauce del río, para aflorar, se proyectó una bóveda de hormigón que asciende hacia el fondo del cauce, que aumenta de 5,5 m a 16 m su ancho y disminuye su altura de 5,5 m a 3,5 metros (la pendiente de ascenso es de 20%).

La energía generada se inyecta al Sistema Interconectado Central (SIC), mediante una línea trifásica en 66 kV de 12 kilómetros de longitud que se conecta en la modalidad “Tap off” a la línea que une las subestaciones Charrúa y Chillán.

### CONSTRUCCIÓN DE LOS PIQUES

Para realizar la construcción del proyecto se realizó un pique auxiliar cuya función fue independizar los trabajos construcción del túnel de devolución con la excavación y trabajos de montaje electromecánico en el pique principal. La técnica constructiva para hacerlos consistía en excavar con maquinaria pesada

(excavadoras más martillos neumáticos), en ciclos de excavación-sostenimiento con avances de 0,5 a 3 metros dependiendo de la estabilidad de la paredes. “En el caso específico de esta central, la estabilidad de su suelo era buena, lo que permitió avances a sección completa en profundidades de 2 m en promedio”, cuenta Advis, agregando que los sostenimientos en la parte superior fueron de un espesor de 0,5 m de hormigón proyectado (en varias capas), sobre tres capas de hierro, mientras que en la parte inferior el espesor fue de 1 m y se usaron cinco capas de mallas de enfierraduras. El gerente de Proyectos comenta que la técnica constructiva del “pique auxiliar”, fue similar a la del pique principal ya que se trató de ciclos de excavación-sostenimiento. “El material de excavación, procedente tanto del túnel de devolución desde el lado del río, como del lado del pique de máquinas, se extrajo mediante cachos por el pique auxiliar. Lo mismo, en relación al ingreso de trabajadores y materiales de construcción, sostenimiento y blindajes

de las últimas etapas del túnel”, explica el experto.

En cuanto al detalle de los piques realizados, tanto el N°1 como el N°2 eran los piques en presión, de aproximadamente 4 m de diámetro y 40 m de longitud. Como se mencionó anteriormente, su finalidad es conducir el agua desde la cámara de carga a cada una de las dos unidades turbogeneradoras de la Central y dentro de cada pique se instaló un blindaje de acero para la conducción del agua.

El pique N°3, en tanto, se denomina pique de máquinas, cuya finalidad es alojar las unidades turbogeneradoras. Su profundidad es de 65 metros, el diámetro de excavación fue de 20 metros y el diámetro libre de 19 metros. El sostenimiento de las paredes del pique fue en base a 5 capas de hierro y hormigón proyectado. También comprende un sistema de drenajes entre la tierra y el sello de las paredes del pique que conducen las aguas hacia un pique de drenajes.

Finalmente, el pique N°4, denominado



AISLACIÓN | PIEZAS ESPECIALES | MUROS | LOSAS | TECHOS | MEMBRANAS

## TECHO - SYNTEC



Techo Arquitectónico Multifuncional, Monolítico y Aislante con forma de Teja **SYNTEC** de **SYNTHEON**® fabricado en base a Poliéstireno Expandido (EPS) de alta densidad.

Este panel puede considerarse o no tres perfiles “C” troquelados de acero galvanizado que quedan a la vista por el lado inferior.

Los Techos **SYNTEC** se ensamblan fácilmente de forma lateral unos con otros gracias a sus caras machimbradas permitiendo una correcta y rápida instalación. Sus perfiles embebidos permiten un ahorro en la estructura soportante de la techumbre, una reducción del peso sísmico y una reducción del peso de la cubierta de hasta un 80% con respecto a tejas tradicionales de cemento o arcilla. Además sus perfiles sirven como soporte para las terminaciones interiores.

### Eficiencia y Sustentabilidad en Sistemas Constructivos

Ahorre tiempo y costos durante la construcción • Construya más rápido (ahorro del 50%) y más liviano • Construya sin desperdicio en obra • Edificaciones más eficientes • Ahorro de energía.



GENTILEZA ELÉCTRICA PUNTILLA S.A.



GENTILEZA ELÉCTRICA PUNTILLA S.A.

La bocatoma, cuya función es captar las aguas a 150 m aguas arriba del Salto del Itata, en una zona donde se produce un remanso natural, tiene forma de “embudo” para facilitar el lento ingreso del agua hacia el canal de aducción.

“auxiliar”, constituye una facilidad constructiva ya que permite el acceso al punto medio del túnel de devolución de las aguas, lo que facilitó la construcción del túnel en forma simultánea al montaje de los equipos generadores de la central.

## BOCATOMA LATERAL

Otra de las estructuras relevantes dentro de la central es la bocatoma, cuya función es captar las aguas a 150 m aguas arriba del Salto del Itata, en una zona donde se produce un remanso natural.

La bocatoma lateral requirió la construcción de una ataguía (elemento temporal usado para encauzar flujos de agua) en base a maxisacos y capacidad de bombeo para mantener la zona libre de agua. “La obra se programó para el verano, cuando el caudal y nivel del agua del río Itata es bajo. La construcción propiamente tal se hizo en base

a moldajes y hormigón armado, mientras que la instalación de las compuertas requirió del uso de insertos y montaje de precisión para sus guías y sellos”, detalla Advis, agregando que las dos compuertas de la bocatoma, cuya manipulación es manual, cuentan con cuatro tableros cada una.

La bocatoma tiene forma de “embudo” para facilitar el lento ingreso del agua hacia el canal de aducción. En la línea que une la mayor distancia del “embudo”, en tanto, se construyó un muro de 1 m de altura con la finalidad que no ingresaran piedras al canal de aducción (“vertedero ahogado”). En la parte final del “embudo”, hacia el inicio del canal de aducción, se instalaron las compuertas de la bocatoma, cuya función es secar este canal para su mantenimiento y así también evitar el ingreso de agua con exceso de material de arrastre durante las crecidas del río.

Como se indicó anteriormente, la bocatoma se caracteriza por ser de tipo lateral, lo que fue posible ya que en el lugar de su emplazamiento existe un remanso natural que provee la cota y la profundidad necesaria para permitir el ingreso estable del agua al canal de aducción de la central Itata. Esto resultó una ventaja ya que en el caso de la mayoría de las bocatomas de río no existe un remanso natural, por lo cual debe crearse en forma artificial mediante una barrera móvil que intercepta el curso del río. “En esos casos, el diseño y construcción de las barreras móviles deben resolver situaciones como por ejemplo, resistir la presión del agua que interceptan, dejar pasar el caudal del río en condiciones de crecida, disponer de equipos para el paso del caudal ecológico, dar solución a las migraciones aguas abajo y aguas arriba de los peces y dar solución al problema de la sedimentación y acumulación de piedras aguas arriba de la “barrera móvil”, señala Advis.

Así es la central Itata, un proyecto energético caracterizado por su bajo impacto ambiental y visual, gracias a su construcción subterránea que permitió no interferir con el cauce del río. Una obra que tuvo como objetivo ser “amigable” con el medio ambiente y a la vez entregar la energía necesaria para miles de hogares. Una central hidroeléctrica con poder invisible. ■

En OCTUBRE celebramos nuestro 10° Aniversario compartiendo nuestra experiencia, desarrollo e innovación como aporte al Sistema Constructivo.



**Congreso EXPO Hormigón 2016 - Reñaca**  
Congreso organizado por ICH - Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile, Reimpas realizó demostraciones y aplicación de productos con participación del público en el desafío Reimpas.



**Seminario Reacondicionamiento Térmico - Talca**  
Seminario organizado por CDT Talca para el reacondicionamiento térmico de viviendas existentes, Reimpas dictó charla de sus soluciones integrales al sistema constructivo.



**Tecnología Materiales en la Construcción - Concepción**  
Seminario organizado por CChC y CDT Concepción. Reimpas estuvo presente con demostraciones y charla sobre desarrollos e innovaciones para el sistema constructivo.

**Seminario Mi Casa Confortable - Santiago**  
Seminario sobre eficiencia energética y acondicionamiento térmico, organizado por CChC y CDT Santiago. Reimpas presentó revestimientos, texturas térmicas, impermeabilizantes y toda su gama de productos.



# Constructora El Sauce S.A. Seguridad con excelencia

**Por segunda ocasión la compañía recibió el premio “Seguridad Minera” de manos del Servicio Nacional de Geología y Minería, Sernageomin, un reconocimiento que se suma a los ocho años consecutivos que ha permanecido en el Cuadro de Honor de la Cámara Chilena de la Construcción y al galardón “Cultura de Seguridad” que obtuvo Sergio Contador, Gerente General de la empresa, de manos de la Mutual de Seguridad CChC.**

Un importante hito para la historia de Constructora El Sauce S.A. se vivió en agosto pasado. En una ceremonia realizada en el ex Congreso Nacional, recibió de manos del Servicio Nacional de Geología y Minería, Sernageomin, el premio “Seguridad Minera”, tras registrar bajos índices de accidentabilidad en los diversos proyectos que desarrolla en el sector minero.

Esta es la segunda ocasión en la que El Sauce recibe este galardón que reconoce a las empresas contratistas que poseen una dotación superior a los 400 trabajadores anuales y que promediaron los mejores indicadores en los parámetros de tasa de fatalidad, tasa de frecuencia, accidentes con tiempo perdido y cantidad de horas hombre trabajadas.

Una retribución que da cuenta de la ardua labor que realiza esta empresa constructora en la difusión y práctica de la seguridad en cada uno de los proyectos que ejecuta. “Este es un hito importante en nuestra historia. Un reconocimiento a nuestro trabajo, pues contamos con condiciones adversas y que muchas veces juegan en nuestra contra, tales como inclemencias climáticas extremas, actividades con riesgos críticos, alta rotación de personal, diferencias de estándares entre los clientes y, en los últimos años, con una fuerte racionalización de los recursos. Aun así, con estas dificultades, nuestra compañía ha sabido implementar la cultura de seguridad con excelencia”, destaca Sergio Contador, gerente general de la compañía y reciente ganador del premio “Cultura de Seguridad”, entregado por la Mutual de Seguridad.

Ser hoy uno de los referentes de la seguridad en la industria no ha sido fácil. Y es que es el fruto de una ardua labor que ha involucrado a todos los estamentos de la empresa. Desde la alta gerencia, hasta



los mismos trabajadores en terreno, están involucrados en esta tarea. Se trata de un convencimiento que ha instalado a la seguridad como uno de los principales activos de la constructora. Un atributo que se encuentra en lo más alto de su escala valórica. Un pilar estratégico e intransable que forma parte de su estrategia de negocios, como principal ventaja competitiva.

Esta preocupación por la seguridad le ha permitido a El Sauce, estar por ocho años consecutivos en el Cuadro de Honor de la Cámara Chilena de la Construcción, una responsabilidad que los anima a seguir mejorando cada día. “Haber alcanzado este estándar y ser referente de seguridad, es una gran responsabilidad, porque nuestros clientes nos demandan que actuemos con esa convicción de seguridad en las obras que nos encomiendan y cumplimos”, concluye Sergio Contador.



# Soluciones Sika para Chile y el Mundo



## La ópera Harbin: música para la arquitectura

El Harbin Opera House se encuentra al noreste de China, su diseño refleja la fuerza y el espíritu de la indómita naturaleza, así como la rigurosidad de su clima, con una apariencia de montañas nevadas. Sika desempeñó un rol importante en la creación de este hito increíble, utilizando sellos de silicona para pegar los revestimientos de fachadas de aluminio y vidrio.