

Colbún



ENDESA



Proyecto COLBUN

Ubicación geográfica
de las obras



Colbún

18708

RESEÑA HISTORICA

La Empresa Nacional de Electricidad S.A. ENDESA, nació en 1944 en el seno de la CORFO, con el objeto de explotar la producción, transporte y distribución de energía eléctrica y, suministrarla al mayor número de consumidores, directamente o por intermedio de otras empresas, cuando éstas estén en condiciones de hacerlo en forma conveniente, pudiendo para tales efectos obtener, adquirir y gozar las concesiones y mercedes respectivas.

La ENDESA es una sociedad anónima autorizada por Decreto N° 97 del Ministerio de Hacienda, de fecha 3 de enero de 1944. La duración de ella será de 90 años.

En atención a que el consumo de electricidad aumenta permanentemente, debido al desarrollo socio-económico, la ENDESA lleva a cabo un plan que permite abastecer adecuadamente las demandas correspondientes.

Para conseguir estos fines utiliza los recursos energéticos existentes en el país en la forma más eficiente posible y realiza con vista a su explotación, estudios de planificación de obras orientadas a la obtención de un abastecimiento seguro y económico.

La geografía del país dispone de alrededor de 19 millones de kW de recursos hidroeléctricos, un 60% de los cuales están ubicados en la zona más poblada.

Gracias a esta labor, los 490.000 kW instalados en Chile en 1940, han aumentado a sobre 3.200.000 de kW, de ellos, casi 2.000.000 son aportados por la ENDESA.

Además, en colaboración con las Universidades y Escuelas Técnicas, la ENDESA contribuye a la enseñanza e investigación de materiales relacionados con la energía eléctrica. Presta asesoría técnica a empresas nacionales y del exterior.

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE LA HOYA DEL RIO MAULE

El valle del río Maule, con una hoya hidrográfica total de 19.000 km² es uno de los más importantes de Chile, tanto por la extensión y calidad de su área agrícola como también, y muy especialmente, por las favorables condiciones que presenta su sector andino y precordillerano para desarrollar aprovechamientos hidroeléctricos. El río Maule mismo nace en la laguna del Maule a 2.200 m de altura y con una capacidad

de embalse de 1.400 millones de m³, y recibe las aguas, entre otros, del río Cipreses, que nace de la laguna la Invernada a 1.320 m de altura y con una capacidad de 180 millones de m³.

Ambas lagunas cuentan con obras que permiten su regulación a voluntad.

Todas estas fuentes de agua ofrecen, además, la ventaja de estar situadas en el centro de gravedad de los principales consumos, vale decir, Santiago y Concepción.

Su aprovechamiento comenzó con la Central Cipreses de 100.000 kW en 1955 y la central Isla, de 68.000 kW en 1963.

EL COMPLEJO COLBUN

De las 14 centrales hidroeléctricas construidas por la ENDESA ninguna es tan grande ni tan potente como en esta década lo será el complejo hidroeléctrico Colbún.

Antes de entrar en servicio en 1981 la central hidroeléctrica Antuco, de 300.000 kW, la ENDESA había iniciado esta nueva obra, ubicada en la VII Región, a 35 km, al nororiente de la ciudad de Linares.

El complejo estará formado por las centrales Colbún y Machicura que funcionarán en serie hidráulica, y por la central Chiburgo que también captará las aguas del embalse principal, las cuales tendrán la doble virtud de generar energía eléctrica y de mejorar el riego en una gran extensión de tierras cultivables.

La construcción de estas centrales se halla en plena ejecución, ya que su programa prevé su puesta en servicio en 1985, con el fin de satisfacer la creciente demanda de energía del país.

Colbún, en su primera etapa, a partir de 1985, dispondrá de una potencia de 400.000 kW, más la potencia de Machicura que será de 90.000 kW



y la de 32.000 kW de Chiburgo. A partir de este año, el complejo Colbún podrá generar 3.060 millones de kWh en promedio anual.

En la segunda etapa, a construirse en el futuro Colbún tendrá 400.000 kW adicionales. Entonces ellas podrán generar 3.300 millones de kWh en promedio anual, vale decir, un 30% de la energía eléctrica que actualmente se produce en el país.

La ubicación de Colbún en el centro del país, y por disponer de un gran embalse de regulación, lo hace especialmente apto para instalar potencia de punta, o sea, para los casos en que otras fuentes generadoras no alcancen a satisfacer demandas transitoriamente mayores.

Esta energía se repartirá a los usuarios a través del Sistema Interconectado de la ENDESA, conjunto entrelazado de subestaciones y líneas de alta tensión que hoy se extiende ininterrumpidamente a lo largo de 2.100 km entre Chiloé y Atacama.

La parte dedicada al riego también será de magnitudes mayores. Entre los ríos Claro por el norte y el Perquilauquén por el sur, y principalmente en las provincias de Talca y Linares, será posible mejorar el riego de 330.000 hectáreas, e incorporar a ese riego 125.000 hectáreas más, todas las cuales equivalen a un tercio de la superficie actualmente regada en todo el territorio nacional.

El desarrollo de las obras correspondientes al sector riego no forma parte del proyecto hidroeléctrico y será llevado a cabo por las instituciones correspondientes.

Los trabajos de construcción de Colbún demandarán un plazo de 5 años, de modo que su puesta en servicio está programada para 1985 en su primera etapa, y para más adelante en su segunda etapa.

Para construir esta obra será necesario ocupar 3.000 trabajadores en forma directa de diversos niveles de especialización; se crearán 5.000 empleos indirectos. Para financiarla se requerirá una inversión total superior a los 900 millones de dólares, parte de los cuales se obtendrá mediante créditos. El beneficio que reportará el complejo Colbún, en término de progreso, está obviamente a la altura de su magnitud física y del monto de su inversión.

El Sistema Colbún con 920.000 kW instalados, tendrá una potencia 200 veces mayor que la primera central hidroeléctrica construida por la ENDESA hace 25 años, Pilmaiquén en Valdivia, con 2 unidades de 4.480 kW.

CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS

Embalse Colbún

El Proyecto Colbún consiste básicamente en un embalse artificial sobre el río Maule, que regulariza una hoya hidrográfica de 5.710 km² y cuyos recursos se destinarán a aprovechamiento hidroeléctrico y a riego.

El caudal promedio del río Maule, en Colbún, es de 262 m³/seg. El embalse Colbún, de 1.490 millones de m³ inundará una superficie de 46,6 km² constituidos principalmente por terrenos de lecho de río y terrenos agrícolas de mala calidad.

Túneles de desviación

Para poder construir la presa de Colbún se han desviado, desde enero de 1981, las aguas del río Maule por dos túneles de desviación paralelos, uno de 875 y otro de 800 m de longitud, los más grandes del país, de 16 m de altura y 13 m de ancho, suficiente para alojar un edificio de 6 pisos. En ambos túneles se emplearon 80.000 m³ de hormigón.

La presa principal

Será una presa de tierra de 118 m de altura máxima, de alrededor de 13.400.000 m³ de volumen de rellenos, equivalentes a 10 cerros Santa Lucía. El cuerpo de la presa estará formado por gravas permeables con un núcleo impermeable ligeramente inclinado hacia aguas arriba. Entre ambos tipos de materiales se colocarán materiales graduados a modo de filtro y el talud de aguas arriba se protegerá con enrocados. La presa se fundará directamente sobre el lecho del río cuyo espesor alcanza hasta 60 m. Para su impermeabilización se ha considerado la ejecución de una pared de hormigón plástico (pared moldeada). La roca de los empotramientos y de fundación será tratada con una cortina de inyecciones.

Además de la presa Colbún, será necesario construir otras tres presas menores, denominadas pretilas, con el fin de cerrar algunas zonas bajas y formar así el embalse Colbún.

Desarrollo hidroeléctrico

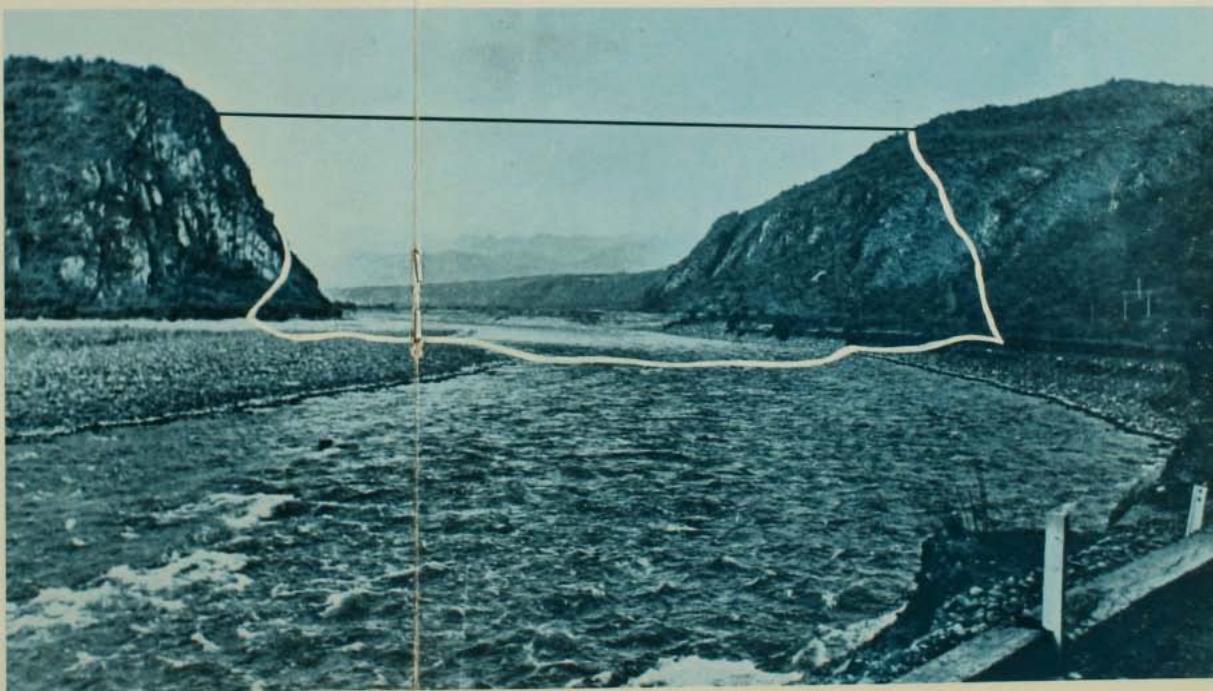
El diseño de este proyecto se ha dispuesto de modo que sus centrales principales se ubiquen

hacia el surponiente del embalse, fuera del valle del Maule, hacia el valle de Colbún, con el fin de aprovechar un desnivel favorable de 65 m existente entre el lecho del río y dicho valle. De esta manera se podrá lograr un salto del orden de los 170 m en la central Colbún y permitir, además, el desarrollo de un segundo aprovechamiento, el de la central Machicura. La central Chiburgo quedará ubicada en el valle del Maule, aguas abajo de la presa Colbún.

CENTRAL COLBUN 400.000 kW

Aducción

Las aguas serán captadas directamente desde el embalse Colbún mediante una bocatoma ubicada a unos 300 m aguas arriba del eje de la presa en la ladera sur del río Maule. La aducción estará constituida por un túnel en presión de 8 m de diámetro que atravesará el macizo de



cerros situados en el sur de dicho río y las conducirá hasta el valle de Colbún. Será revestido en hormigón y tendrá una longitud de 2.600 m.

Chimenea de equilibrio

Será de tipo orificio restringido y consistirá en un pique vertical de 20 m de diámetro en su parte superior (entre cotas 464 y 410), y de 12 m en su parte inferior (entre cotas 410 y 365) con un total de 104 m de altura. La conexión del pique con el túnel se realizará por medio de un corto pique circular de 4 m de diámetro que servirá de orificio de la chimenea.

Piques de presión

Entre la chimenea de equilibrio y la caverna de máquinas se desarrollará la zona de caída de la central. Estará formada por un pique en presión de 7,20 m de diámetro revestido de hormigón, que constará de dos codos y un pique vertical cuya altura actual alcanza a 85 m.

Inmediatamente después del codo inferior, el túnel será reforzado con un blindaje de acero. Luego de un corto recorrido se bifurca en dos túneles blindados de 4,60 m de diámetro que luego de cruzar la caverna de válvulas, desembocan en la caverna de máquinas en sendas turbinas.

Caverna de válvulas

Las válvulas de protección de las turbinas se dispondrán en unos fosos especiales en el interior de una caverna situada unos 50 m aguas arriba de la caverna de máquinas. Esta caverna tiene dos secciones diferentes. Una sección de acceso y zona de montaje de 11 x 11 m y 36 m de longitud y otra mayor de 11 x 16 m y 44 m de longitud donde se alojarán las válvulas.

Las dos válvulas de protección de las turbinas serán del tipo mariposa de 4,60 de diámetro cada una y para una presión máxima de servicio de 235 m de columna de agua.

Caverna de máquinas

Las unidades generadoras serán dos de 200.000 kW c/u y se dispondrán en una caverna de 33 m de altura máxima, 24 m de ancho y 91 m de largo. Se ubica en el interior de los cerros situados frente al pueblo de Colbún y su acceso se logrará mediante un túnel de 7,50 x 6,50 m y 250 m de longitud, el cual permitirá además el acceso a la caverna de válvulas.

Evacuación

Las aguas utilizadas serán entregadas a un sistema de túnel y canal de 2.700 m de longitud que las conducirá hasta el embalse Machicura.



Caverna de máquinas Colbún

CENTRAL MACHICURA

90.000 kW

Embalse Machicura

Las aguas utilizadas por la central Colbún llegarán al embalse Machicura, el que tendrá por objeto regularizar los caudales de punta y poder así entregar hacia abajo caudales constantes a lo largo del día.

Este embalse tendrá una superficie de 8 km² y un volumen de regulación utilizable de 12 millones de m³ entre las cotas 257,50 y 255,00 m.s.n.m. y para formarlo se requerirá construir tres presas.

Presa principal

La presa de Machicura, a 10 km al sur de la de Colbún, será también de tierra, de 32 m de altura máxima, 540 m de longitud en el coronamiento, y un volumen total de relleno de 1.200.000 m³.

Desarrollo Hidroeléctrico

La Central utilizará las aguas del embalse Machicura, será del tipo "pie de embalse" y se

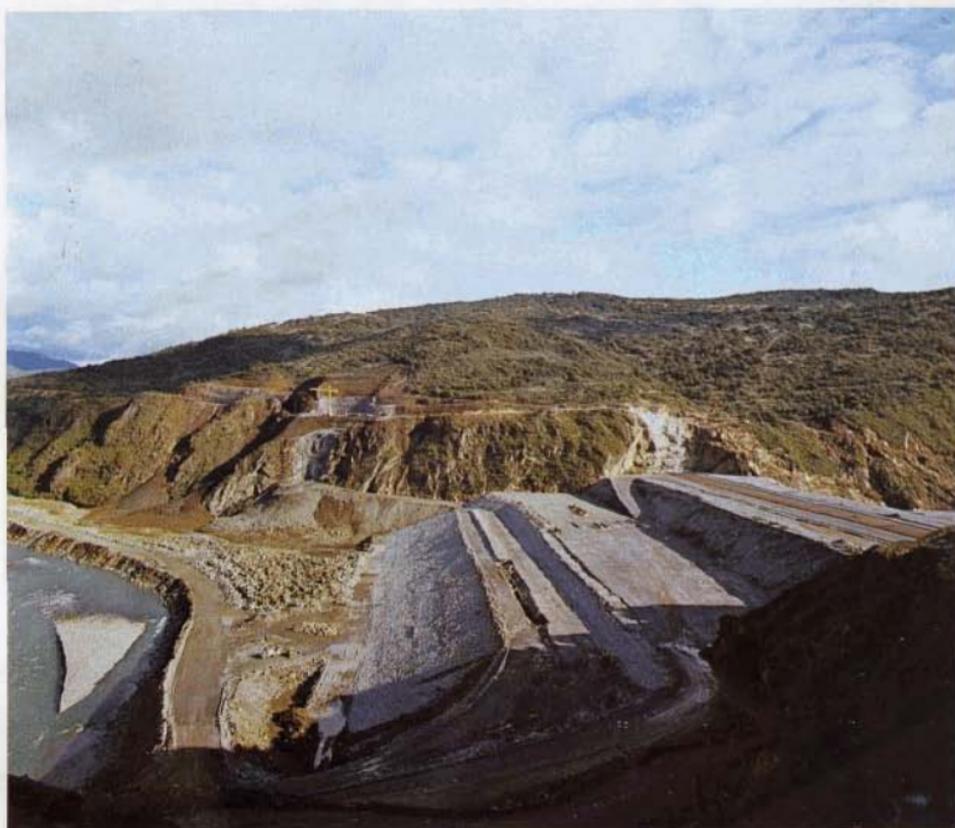
ubica vecina a la presa del mismo nombre. Dispondrá de 90.000 kW (2 unidades de 45.000 kW cada una), segundo escalón del sistema Colbún.

Obras de toma

Estarán ubicadas junto al empotramiento izquierdo de la presa Machicura. Consistirán en 2 excavaciones (canales de aproximación) de sección trapecial de 14 m de ancho basal, taludes 1 : 4 (H : V) que conducirán las aguas hasta las bocas de entrada de los túneles de aducción en presión correspondientes. En ellas se dispondrán paños de rejas de 12 m de alto por 10 m de ancho. Aguas abajo de las rejas, cada toma contará con una compuerta de servicio de 8,40 m de alto por 4,50 m de ancho antecedida por su respectiva compuerta de emergencia. Estas compuertas irán alojadas en piques (uno por cada toma) de 7,60 m de ancho, 7,80 m de largo y 29 m de profundidad.

Túneles de aducción

Se construirán dos túneles de aducción en presión, uno por cada unidad de que constará la central. Cada túnel tendrá dos tramos bien diferenciados: el primero de 205 m de longitud, revestido en hormigón, de sección circular de 8,40 m de diámetro; el segundo, de sección



Presa principal

circular de 5,60 m de diámetro, blindado con palastro y 26 m de longitud.

Casa de máquinas

La casa de máquinas es exterior y se ubica en una excavación al pie de la presa Machicura. Es un edificio de infraestructura de hormigón y superestructura también de hormigón, pero a base de paneles prefabricados. Su superficie en planta es de alrededor de 1.180 m².

En su interior se instalarán los 2 grupos turbina-generator y los equipos auxiliares. Los transformadores quedarán ubicados al exterior en la parte posterior de la casa de máquinas.

Las turbinas serán de tipo Kaplan, de eje vertical, cada una para un caudal máximo de 140 m³/seg y una carga de 36 m.

El comando de las unidades se hará desde el edificio de mando de la central Colbún mediante el equipo de telecontrol.

Devolución de las aguas

Las aguas, después de ser usadas por las centrales Colbún y Machicura serán conducidas

por un canal de evacuación de alrededor de 180 m de longitud, el que desembocará en el canal de devolución al río Maule. La capacidad de este canal será de 280 m³/seg en sección trapecial, y con una longitud de 23 km.

Obras de restitución del riego

Las obras del desarrollo hidroeléctrico Colbún-Machicura interfieren con algunos de los sistemas de riego existentes en la zona, al dejar en seco las bocatomas ubicadas en el río Maule entre la presa principal y el punto de descarga del canal de devolución e inundan una parte del canal Maule Norte Bajo.

Para restablecer estos servicios, la ENDESA construirá las obras de restitución del riego, que pueden agruparse en la siguiente forma:

- Obras de entrega a riego desde el embalse Colbún, que se desarrollan por la ribera izquierda e incluyen una aducción en túnel, pique y túnel blindado, tuberías, obra de disipación de energía, sifón de cruce del río Maule y canales de conexión al riego.
- Obras de entrega a riego desde la central



Machicura, que incluyen tres canales de restitución alimentados desde el canal de devolución y un sílon de cruce del río Maule.

Estos dos sistemas restituyen el riego correspondiente a las bocatomas de riego del río Maule antes mencionadas.

- Obras de restitución del canal Maule Norte Bajo, alimentadas desde el embalse Colbún mediante una obra de descarga en el pretil Colorado.

CENTRAL CHIBURGO

Las obras de entrega a riego desde el embalse Colbún permiten aprovechar para fines de generación hidroeléctrica el agua que debe restituirse para el regadío. Para este objeto se está estudiando el proyecto de la central Chiburgo, que con un caudal de diseño de 34 m³/seg y una caída aproximada de 105 m podrá disponer de una potencia de 32.000 kW, estando equipada

para este objeto de una turbina de eje vertical tipo Francis acoplada a un grupo generador sincrónico.

LA LINEA DE TRANSMISION

La puesta en servicio de estas centrales en 1985 constituirá un importante centro de generación. La potencia que deberá transmitirse entre Colbún y Santiago, si se considera también la energía proveniente de las centrales El Toro y Antuco, será de aproximadamente 850.000 kW.

Elo implica desarrollar un sistema troncal de transmisión entre Colbún y Alto Jahuel (Santiago) y requiere de la transformación de la actual línea Colbún - Alto Jahuel de doble circuito de 220 kV a un simple circuito de 500 kV, la construcción de una nueva línea de transmisión de simple circuito de 500 kV entre los mismos puntos terminales y las SS/EE correspondientes en Colbún y Alto Jahuel.

PRINCIPALES VOLUMENES DE OBRAS DEL PROYECTO

Volumen total de excavación exterior, aprox.	9.800.000 m ³	Consumo total de cemento, aprox. (Equivalente a 3.440.000 sacos)	160.000 tons.
Volumen total de excavación subterránea en roca, aprox. (Alrededor de 3 veces lo excavado en el Túnel Lo Prado)	750.000 m ³	Consumo total de combustible, aprox.	25.000 tons.
Volumen total de rellenos, aprox. (Equivalente aproximadamente 15 veces el volumen del cerro Santa Lucia)	21.800.000 m ³	Longitud total de caminos, aprox.	78 km.
Volumen total de hormigones, aprox. (Alcanza para pavimentar una carretera de 7 m de ancho desde Santiago a Chillán)	516.000 m ³	Demanda máxima de personal en faena, aprox. (Además se crearán unos cinco mil empleos indirectos)	3.000 hombres
Consumo total de hierro de construcción aprox.	5.000 tons.	Plazo de construcción aprox.	62 meses
Consumo total de agregados pétreos, aprox.	1.000.000 tons.		

LA ENERGIA

Las 3 centrales del proyecto, Colbun, Machicura y Chalingo, con un total de 920.000 kW de potencia, generarán al año un promedio de 3.300 millones de kWh, cantidad que equivale casi a un tercio de la producción actual de todo Chile.

EL REGO

Las aguas derivadas de estas tres centrales podrán regar 125.000 hectáreas de nuevos terrenos que se incorporarán a la riqueza agropecuaria de las provincias de Talca y Linares, y será posible mejorar las condiciones actuales de riego de 330.000 hectáreas.

LA ECONOMIA

La generación de los 3.300 millones anuales de kWh es equivalente a un consumo anual de 1.050.000 toneladas de carbón, o de 21.000 barriles diarios de petróleo.



**Empresa Nacional
de Electricidad S.A.**

**SOLO CON SU PLAN DE ELECTRIFICACION AL DIA
CHILE ESTARA TAMBIEN AL DIA**
