PULLINQUE

Sistema Hidroeléctrico

PULLINQUE

ENDESA

EMPRESA NACIONAL DE ELECTRICIDAD, S. A.

Santiago, 1962

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA
BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION CONTROL

Fotos: Castillo, Ceitelis y Casanga
Diagramación: M. Rawicz
Dirección: Depto. Publicidad y Propaganda de la Empresa Editora Zig-Zag, S. A.

PREFACIO

Con la entrada al servicio de la Central Hidroeléctrica de Pullinque y su extenso sistema de líneas de transmisión y subestaciones, se cumple una etapa importante de la electrificación del país que la ENDESA está realizando en conformidad a las ideas básicas contenidas en el plan elaborado por la Corporación de Fomento de la Producción en 1942 y a sus modificaciones posteriores.

En efecto, el denominado "Sistema Pullinque" cubre el territorio de las provincias de Cautín y Valdivia, y constituye el eslabón que incorporará el Sistema Pilmaiquén —el cual en forma aislada sirve las provincias de Osorno y Llanquihue— a la cadena de instalaciones eléctricas denominada Sistema Interconectado de la Zona Central de Chile y que se extiende desde la ciudad de La Serena hasta Puerto Montt, 1 300 kilómetros de norte a sur con un territorio de 234 000 Km.^{2} y una población de 6,7 millones de habitantes.

Para juzgar la labor realizada por la ENDESA en la electrificación de Chile nada parece más apropiado que mirar hacia atrás y hacia adelante cada vez que se pone en servicio una obra importante.

La última vez que lo hicimos fue en el año 1955, cuando se pusieron en marcha las maquinarias de la Central Hidroeléctrica de Los Cipreses.

Este lapso de siete años se ha caracterizado, para la ENDESA, por una labor de consolidación de los sistemas eléctricos que estaban a la fecha en marcha, y por la solución del problema eléctrico de numerosas zonas alejadas del centro del país mediante la creación de núcleos aislados de generación.

El aumento de capacidad generadora durante este período no ha sido importante, pero ello se ha compensado, en gran parte, con la ampliación substancial del sistema de líneas de transmisión y de subestaciones en forma de lograr un mejor aprovechamiento de la capacidad de generación existente. Es así, por ejemplo, como en dicho período se realizó la interconexión del sistema eléctrico de la ENDESA —que entonces abarcaba las zonas de Santiago a Concepción— con la zona de La Serena, Coquimbo y Ovalle, más tarde con la zona de Temuco, y finalmente con el sistema eléctrico de Pilmaiquén.

Estas obras, que si bien es cierto no aportaron mayor capacidad generadora, permitieron aprovechar al máximo las unidades en servicio con importantes ahorros en los recursos de capital disponibles.

Gracias a la labor de las empresas eléctricas, entre las cuales la ENDESA aporta la mayor contribución a la producción de energía, el consumo anual de energía eléctrica de servicio público por habitante ha aumentado en Chile de 300 kWh en 1955, a 385 kWh en 1962.

En la primera parte de esta publicación se actualiza el programa de electrificación de la ENDESA, como resultado de los continuos estudios efectuados para tomar en cuenta las condiciones permanentemente variables de la demanda eléctrica a lo largo de todo el país y de los recursos económicos disponibles para afrontarla.

El período que se inicia con la puesta en funcionamiento de la Central Pullinque, contrastando con el anterior, se caracterizará por un aumento substan-

cial en el ritmo de instalación de nuevas capacidades generadoras de energía eléctrica en el país. En lo que respecta a la ENDESA, la puesta en servicio de la Central Pullinque será seguida inmediatamente por la de la Central Isla y más tarde por la de Rapel. Mediante la ejecución de las obras contempladas en el plan, la capacidad generadora de servicio público del país aumentará en 700 000 kilowatts durante el período comprendido entre 1962 y 1970, con lo cual se duplicará la actual capacidad generadora de servicio público.

Siguen así inalterables los principios fundamentales que inspiraron a la Corporación de Fomento de la Producción, desde su creación, al promover la electrificación sistemática del país. En nuestros días se acentúa cada vez más la relación directa entre el consumo de energía eléctrica de las poblaciones y su nivel de vida; de ahí que sea esencial el esfuerzo continuado hacia la satisfacción de las demandas crecientes de energía. Esta labor no sólo permite proporcionar un recurso tan vital para el desarrollo, sino que origina una actividad económica de considerable importancia en lo que atañe al empleo de materiales y mano de obra nacionales. Por ejemplo, las obras hidroeléctricas que tiene en este momento en marcha la ENDESA requieren en promedio 20 hombres-día por cada kilowatt de potencia que se instala, a lo que hay que agregar la actividad indirecta necesaria para la fabricación de los materiales que se emplean. Todo esto representa entre un 75% y un 80% del costo total de las obras.

Si los recursos financieros con que siempre ha contado la ENDESA se mantienen en el futuro en un flujo adecuado, puede decirse que el año 1962 marcará el fin a la era de restricciones y racionamientos de energía eléctrica que han afectado a la Zona Central por más de 20 años y permitirá a la ENDESA continuar su labor de electrificación de las áreas apartadas del país para lograr, dentro del período considerado, su electrificación completa.

CASA DE HUESPEDES

ESTADO ACTUAL DEL PLAN DE ELECTRIFICACION DEL PAIS

El Plan de Electrificación del País elaborado por la Corporación de Fomento de la Producción en 1942 estableció las bases generales por las cuales debería realizarse la electrificación paulatina de las diversas regiones del país, y en él se ha basado la obra que la ENDESA ha realizado hasta la fecha.

La extensión del suministro de energía eléctrica, prácticamente a todo el territorio, ha sido hasta ahora uno de los resultados más notables de esta labor.

Como ya se dijo, en la Zona Central de Chile se han construido las líneas de transmisión que han establecido la interconexión eléctrica entre La Serena y Puerto Montt.

El resto de las regiones del país está servido, en lo que se refiere a energía eléctrica de servicio público, por sistemas eléctricos aislados, ya que se trata de extensas regiones cuyos centros poblados están esparcidos a grandes distancias. Tal es el caso de la Zona Norte (Coquimbo a Arica) y la Zona Austral (al sur de Puerto Montt). La configuración de los sistemas eléctricos aislados en las mencionadas zonas no ha significado que hayan quedado al margen del Plan de Electrificación, sino que, por el contrario, la labor de la ENDESA ha sido bastante intensa, ya que en un período de 20 años ha dotado de servicio eléctrico eficiente prácticamente a todas las ciudades o pueblos de 5 000 habitantes o más.

En los cuadros que aparecen en las páginas siguientes se indican las centrales eléctricas existentes en cada una de las regiones geográficas en que el Plan de Electrificación ha dividido el país y las que se deberán construir en dichas regiones de acuerdo a la actualización al 1.° de enero de 1962 del Plan de Obras aprobado por la Corfo el 10 de junio de 1959.

A continuación se reseña la obra realizada y programada para el período 1959-1970 en cada una de las regiones geográficas ya citadas:

Primera región geográfica

El servicio público en esta región está prácticamente en su totalidad a cargo de la ENDESA, la que genera y distribuye la energía en todas las ciudades más importantes, con centrales diesel-eléctricas, excepto en Antofagasta, donde opera también una central hidroeléctrica que aprovecha la aducción del agua potable.

Para los años futuros se prevén aumentos en la capacidad generadora, siendo los más importantes los constituidos por la Central Hidroeléctrica de Chapiquiña, que abastecerá la ciudad de Arica y valles vecinos; la ampliación de la Central Diesel de Iquique, mediante la instalación de nuevos grupos, y la instalación de una central a vapor para la ciudad de Antofagasta.

NOMBRE	PROPIETARIO	TIPO	CAPACIDAD Potencia	CAPACIDAD Generación[1]	FECHA DE ENTRADA
			Miles de kW	Millones de kWh	
EN SERVICIO					
Arica	ENDESA	D*	6,25		
Iquique	"	D	4,20		
Antofagasta	"	D	7,00		
Antofagasta	"	H*	1,50	10	
Taltal	"	D	0,30		
Cerro Moreno	Fuerza Aérea	D	2,00		
SUBTOTAL			21,25		
FUTURO					
Iquique (Ampliación)	ENDESA	D	1,40		1963
Chapiquiña **	"	H	10,20	60	1964
Iquique	"	H	1,30	11	1965
Antofagasta	"	V*	6,00		1967
SUBTOTAL			18,90		
TOTAL 1.° REGION			40,15		

1) Media anual *) D=Diesel; H=Hidráulica; V=Vapor

Segunda región geográfica

El servicio público en esta región también está en manos de la ENDESA y, como ya se explicó, la zona que se extiende al sur de la ciudad de La Serena forma parte del Sistema Interconectado de la Zona Central de Chile.

En esta zona, la obra más importante es la Central Hidroeléctrica de Los Molles, que se caracteriza por ser una de las de mayor altura de caída del continente.

La zona que se extiende al norte de la ciudad de La Serena se abastecerá a contar del año 1964 desde la Central Termoeléctrica de Huasco, actualmente en construcción; posteriormente esta zona quedará interconectada al Sistema Eléctrico de la Zona Central.

NOMBRE	PROPIETARIO	TIPO	CAPACIDAD Potencia	CAPACIDAD Generación	FECHA DE ENTRADA
			Miles de kW	Millones de kWh	
EN SERVICIO					
Guayacán	ENDESA	D	3,60		
Los Molles	"	H	16,00	56	
Varios Endesa	"	—	2,76		
Juan Soldado	Cemento J. Soldado	V	6,00		
Otros	Varios	—	6,82		
SUBTOTAL			35,18		
FUTURO					
Huasco	ENDESA	V	16,00		1964
SUBTOTAL			16,00		
TOTAL 2.° REGION			51,18		

Tercera región geográfica

Esta región, que abarca desde Los Vilos hasta Linares, es la de mayor densidad de población del país, ya que en ella están ubicadas las ciudades de Santiago y Valparaíso.

La energía eléctrica de servicio público consumida en la actualidad en esta región proviene en un 50% de las centrales de la ENDESA y el otro 50% de plantas de empresas privadas.

La distribución, en cambio, está casi en su totalidad a cargo de las empresas privadas de servicio público, entre las cuales la más importante es la Cía. Chilena de Electricidad Ltda.

Del total de 1 730 millones de kWh que se vendieron en la 3.ª región geográfica en el año 1961, 870 millones correspondieron a generación de las centrales de la ENDESA y 860 millones a la de otras empresas.

Actualmente, está en vías de terminarse la construcción de la Central Isla, en el río Maule, y la planta a vapor de Renca, de la Cía. Chilena de Electricidad Ltda.

Se ha iniciado ya la construcción de la Central Rapel, que es la primera gran central de embalse artificial del país. Su potencia de 350 000 kW casi triplica

NOMBRE	PROPIETARIO	TIPO	CAPACIDAD Potencia	CAPACIDAD Generación	FECHA DE ENTRADA
			Miles de kW	Millones de kWh	
EN SERVICIO					
Sauzal	ENDESA	H	76,80	450	
Sauzalito	"	H	9,50	58	
Cipreses	"	H	101,40	590	
Laguna Verde	C.C.E.	V	54,70		
La Florida	"	H	13,50	90	
Maitenes	"	H	26,00	115	
Volcán	"	H	13,00	85	
Queltehues	"	H	36,40	280	
Los Quilos	Cemento Melón	H	18,00	140	
Puntilla	Papelera	H	11,70	95	
Viña del Mar	Ref. de Azúcar	V	13,30		
Otros	Varios	—	39,29		
SUBTOTAL			413,59		
FUTURO					
Isla	ENDESA	H	68,00	450	1962-63*
Rapel **	"	H	280,00	830	1965-67
Renca	C.C.E.	V	100,00		1962-63
Ventanas	"	V	100,00		1965
ENAMI	ENAMI	V	16,20		1963-67
Otros	Varios	V	7,50		
SUBTOTAL			571,70		
TOTAL 3.° REGION			985,29		

*) Período de entrada de las diversas etapas de la Central.

la de la Central Abanico, que hasta ahora es la mayor central hidroeléctrica construida en Chile. Un muro de 100 metros de altura represará las aguas del río Rapel, formando un lago de 8 000 Hás. de superficie, semejante a la del lago Calafquén. Los grandes caudales del río Rapel en esta zona se producen en invierno debido a las lluvias en el valle central, razón por la cual esta Central será complementaria de las de cordillera de la zona, cuyos mayores caudales se producen por el derretimiento de las nieves en verano. Del total de energía que generará Rapel, un 70% se producirá en invierno.

Dentro del período, la Cía. Chilena de Electricidad Ltda. construirá otra central a vapor en Ventanas de Quintero, de 100 000 kW.

Con la construcción de las centrales ya mencionadas y el traspaso de energía desde el Sur podrán abastecerse las necesidades de la región hasta 1970, sin necesidad de poner en servicio en ella nuevas centrales.

Cuarta región geográfica

Casi el total de la energía eléctrica de esta región es generado por la Central Abanico. Una parte de la distribución está a cargo de la Cía. General de Electricidad Industrial, y el resto lo vende la ENDESA directamente a los grandes consumidores industriales de la zona o lo distribuye a través de empresas filiales o de cooperativas agrícolas.

La puesta en servicio de la Central Abanico determinó el comienzo de un desarrollo industrial de extraordinaria magnitud en la zona de Concepción. Uno de los factores determinantes para el establecimiento de la industria de Huachipato fue la disponibilidad de energía proveniente de esta Central.

Actualmente, esta zona constituye el segundo gran centro industrial del país y, por lo tanto, su consumo de energía está al nivel de esta categoría. En ella se encuentran, fuera de Huachipato, las industrias derivadas de esta siderúrgica, las plantas de celulosa y papel, las textiles, etc.

NOMBRE	PROPIETARIO	TIPO	CAPACIDAD Potencia	CAPACIDAD Generación	FECHA DE ENTRADA
			Miles de kW	Millones de kWh	
EN SERVICIO					
Abanico	ENDESA	H	135,00	680	
Concepción	C.G.E.I.	V	10,30		
Otros	Varios	—	32,85		
SUBTOTAL			178,15		
FUTURO					
El Toro **	ENDESA	H	140,00	1 350	1969
Otros	Varios	—	21,90		
SUBTOTAL			161,90		
TOTAL 4.° REGION			340,05		

En esta región se ha estudiado un desarrollo hidroeléctrico que se ha denominado Central El Toro y que se considera como etapa siguiente a Rapel en el plan del próximo decenio. Se trata de una central de 280 000 kW que extrae sus aguas del lago Laja y las descarga en el río Polcura aprovechando una caída de 600 metros. El gran embalse que constituye el lago Laja permitirá acumular agua en el período de abundancia para generar una mayor cantidad de energía en los años secos, en que otras centrales disminuyen su capacidad generadora.

El desarrollo total de los recursos del río Laja y las posibles centrales de embalse del Alto Bío-Bío aseguran hasta un futuro lejano y en condiciones muy favorables el abastecimiento de energía eléctrica de esta región.

Quinta región geográfica

Esta región se extiende entre las latitudes correspondientes a Lautaro y Puerto Montt y constituye el extremo sur del Sistema Eléctrico Interconectado.

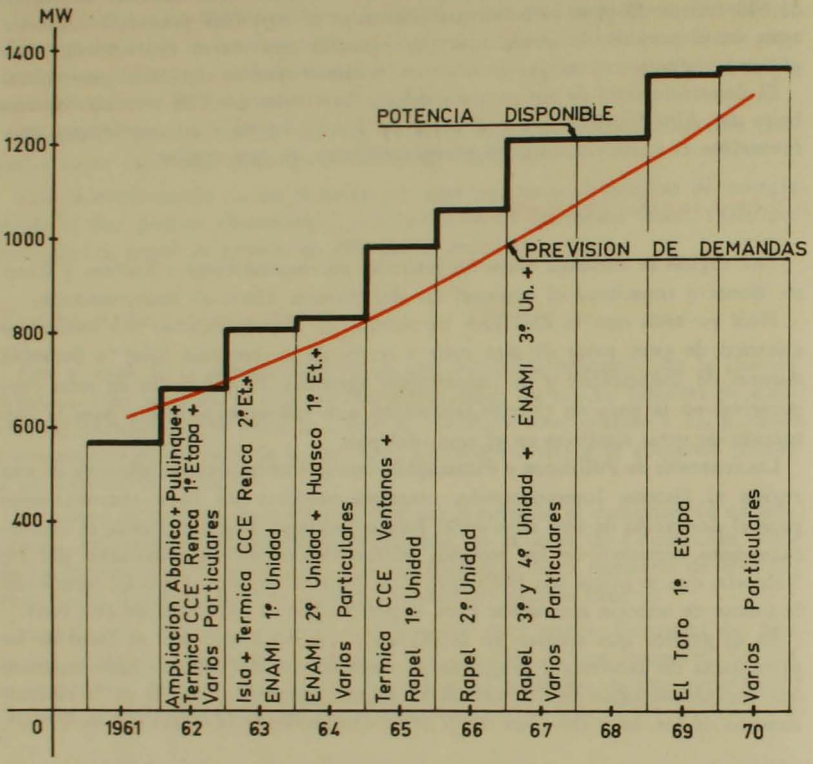
Hace ya años que la ENDESA ha tomado la responsabilidad del suministro eléctrico de gran parte de esta zona a través de su empresa filial la Sociedad Austral de Electricidad y de cooperativas agrícolas. El desarrollo de estas cooperativas en la zona de Osorno representó una valiosa experiencia para la formación de otras similares en el resto del país.

Las centrales de Pullinque y Pilmaiquén, con la incorporación definitiva de esta región al Sistema Interconectado, permiten asegurar un buen abastecimiento para el desarrollo de esta zona en el futuro próximo. Hacia adelante, el aprovechamiento completo de los recursos hidroeléctricos de los tributarios del río Valdivia, que se inicia con Pullinque, y de los ríos Chamiza y Puelo, constituirá la fuente de energía abundante para el posible futuro industrial de esta zona.

En el gráfico que aparece en la página 10 se ha hecho una revisión de las previsiones de demanda y programa de instalaciones del Sistema Interconectado que comprende desde la 2.ª hasta la 5.ª región geográfica, basada en la reactualización de los datos del plan de 12 años aprobado por la Corfo el año 1959.

NOMBRE	PROPIETARIO	TIPO	CAPACIDAD Potencia	CAPACIDAD Generación	FECHA DE ENTRADA
			Miles de kW	Millones de kWh	
EN SERVICIO					
Pullinque	ENDESA	H	48,60	250	
Pilmaiquén	"	H	35,04	240	
Otros	Varios	—	5,10		
SUBTOTAL			88,74		
FUTURO					
—	—	—	—	—	
SUBTOTAL			0,00		
TOTAL 5.º REGION			88,74		

SISTEMA INTERCONECTADO
Previsión de demandas máximas anuales y de disponibilidades de potencia firme de invierno. 1961-1970.



NOTA.—Para el cómputo de las potencias disponibles se han descontado las pérdidas de transmisión.

Sexta región geográfica

En esta región existen dos centros poblados de importancia: Ancud-Castro en la Isla Grande de Chiloé y Aysén-Coyhaique en el valle del río Aysén. La ENDESA se ha hecho cargo recientemente del abastecimiento de estas zonas y ha construido una central diesel-eléctrica en Ancud y una hidráulica en Puerto Aysén, recientemente inaugurada, además de las líneas para transmitir la energía dentro de cada una de estas regiones.

Para los próximos años se consulta la construcción en la Isla de Chiloé de una pequeña central hidroeléctrica en el río Grande en Piruquina, cerca de Castro, y la ampliación de la Central Puerto Aysén.

NOMBRE	PROPIETARIO	TIPO	CAPACIDAD Potencia	CAPACIDAD Generación	FECHA DE ENTRADA
			Miles de kW	Millones de kWh	
EN SERVICIO					
Puerto Aysén (1.° etapa)	ENDESA	H	2,00	17	
Ancud	"	D	0,66		
Otros	Varios	—	1,05		
SUBTOTAL			3,71		
FUTURO					
Piruquina **	ENDESA	H	2,00	30	1965
Puerto Aysén (2.° etapa)	"	H	2,00	34	1969
SUBTOTAL			4,00		
TOTAL 6.° REGION			7,71		

Séptima región geográfica

Está constituida por el extremo sur de Chile Continental, y sus dos ciudades principales, Punta Arenas y Puerto Natales, son actualmente servidas por la ENDESA con centrales diesel-eléctricas. En el futuro se ampliará la capacidad de producción en Punta Arenas mediante la construcción de centrales eléctricas a vapor, en las que se utilizará el carbón de Magallanes.

NOMBRE	PROPIETARIO	TIPO	CAPACIDAD Potencia	CAPACIDAD Generación	FECHA DE ENTRADA
			Miles de kW	Millones de kWh	
EN SERVICIO					
Puerto Natales	ENDESA	D	0,45		
Punta Arenas	"	D	2,80		
Punta Arenas	"	V	1,80		
Otros	Varios	—	0,29		
SUBTOTAL			5,34		
FUTURO					
Puerto Natales (Ampliac.)	ENDESA	D	0,30		1962
Punta Arenas (")	"	D	1,40		1962
Punta Arenas	"	V	5,00		1966
SUBTOTAL			6,70		
TOTAL 7.° REGION			12,04		

** Con posterioridad a 1970 las siguientes Centrales alcanzarán su capacidad total: Chapiquiña, 20 400 kW; Rapel, 350 000 kW; El Toro, 280 000 kW, y Piruquina, 4 000 kW. La energía indicada para estas Centrales corresponde a su desarrollo total.

El programa que se ha delineado anteriormente estará sujeto a continuas revisiones, dado el carácter aleatorio de las previsiones de demanda de energía, del desarrollo de los proyectos en proceso de elaboración y de los recursos económicos con que cuente el país para la labor de electrificación nacional.

SISTEMA PULLINQUE

Breve reseña histórica del Sistema Pullinque

En noviembre de 1951 el Directorio de la ENDESA aprobó la confección del proyecto definitivo de esta Central (potencia aproximada 40 000 kW) y del sistema de líneas y subestaciones. El estudio del proyecto definitivo demostró, posteriormente, la conveniencia de instalar una potencia de 48 600 kW.

La concesión provisional de la merced de agua en el río Huanehue se obtuvo en 1954 (Decreto N.° 1299 del M. de OO. PP.). Durante ese año, el siguiente y el subsiguiente, se iniciaron algunas instalaciones de faenas y ciertas obras de construcción (caminos, población, bocatoma, canal de aducción, etc.). El ritmo de operaciones tuvo que ser necesariamente lento debido a que estaba en gestación un crédito en el exterior para financiar adquisiciones, entre las cuales se contaban importantes equipos de construcción.

En noviembre de 1956 la Gerencia de la ENDESA, en cumplimiento del acuerdo de Directorio de octubre del mismo año, firmó con el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento el Contrato de Crédito 153 CH, destinado a la construcción de las Centrales Pullinque e Isla y a la ampliación de la Central Abanico.

Durante el año 1957 la faena adquirió un ritmo normal, intensificándose las obras civiles para bocatoma y canal de aducción, ya en marcha, e iniciándose las excavaciones de casa de máquinas y cámara de carga. En el mismo año se colocó la orden por las tuberías de presión (CAP) y se contrataron las primeras órdenes de equipo en el exterior, con cargo al Crédito 153 CH.

La concesión definitiva de la merced de agua se obtuvo en 1958, al igual que la autorización para el establecimiento de la Central Pullinque (Decretos Nos. 82 y 5085 del M. de OO. PP.). Durante ese año y el siguiente se ejecutaron en gran parte las siguientes obras civiles: hormigonado de la casa de máquinas, excavación de los túneles, montaje de las tuberías de presión, construcción del rápido de descarga, etc.

El montaje de las turbinas, generadores y los principales elementos del patio de alta se efectuó durante el año 1960 y principios de 1961.

Como se sabe, el 22 de mayo de 1960 se produjo el terremoto, cuyo epicentro fue Valdivia, el que provocó los derrumbes que obstruyeron el río San Pedro, desagüe natural del lago Riñihue. Los trabajos efectuados para provocar la evacuación controlada de las aguas que se acumulaban en el lago y que amenazaban con causar, al vaciarse incontroladamente, grandes daños en los pueblos ribereños del San Pedro e incluso en la ciudad de Valdivia, fueron de larga duración y requirieron de gran cantidad de hombres y equipos. La proximidad de las faenas de la Central Pullinque hizo que, naturalmente, gran parte de los hombres y una cantidad importante del equipo existente allí se pusieran a disposición de las obras de la Operación Riñihue. Esto provocó prácticamente la paralización de toda actividad constructora en la Central durante dos meses y medio. Desde el punto de vista del interés nacional, este atraso resultó amplia-

mente justificado en vista del éxito que se alcanzó en la superación de esa grave amenaza de los elementos naturales.

Durante el año 1961 se ejecutó el montaje de la compuerta automática y se puso término prácticamente a todas las obras relacionadas con la Central y el Sistema. El año 1962 se inició con las pruebas hidráulicas y eléctricas de la Central, culminando con la puesta en marcha de ella en abril.

Descripción general

La Quinta Región Geográfica se extiende entre los paralelos 38°30' y 42° y comprende las provincias de Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue. Esta es una zona esencialmente agrícola y maderera, en proceso de industrialización. Su población aproximada es de 870 000 habitantes, o sea, el 12% del total del país.

Al construirse en 1944 la Central Pilmaiquén, fue posible dar al sector sur de esta región un suministro eléctrico normal. En cambio, el sector norte (Cautín y Valdivia) mantuvo un servicio insuficiente para su población y sus posibilidades económicas.

Para aliviar, en parte, esta situación, la ENDESA prolongó las líneas de transmisión del Sistema Pilmaiquén hasta la ciudad de Valdivia y posteriormente hasta Loncoche. Para mejorar el suministro de Temuco se construyó una línea desde Victoria, permitiendo abastecerlo así desde el Sistema Abanico.

LAGO PANGUIPULLI

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION CHILENA

Sin embargo, junto con las medidas transitorias anteriores y de acuerdo al programa de obras existentes, se proyectó reemplazar el conjunto de pequeñas centrales que abastecían en forma deficiente el sector norte de la Quinta Región, por una planta hidroeléctrica capaz de servir en forma normal el consumo actual de la zona y cubrir el crecimiento previsto para un futuro inmediato. Además se dispuso la construcción de la red de transmisión necesaria para integrar toda la Quinta Región al Sistema Interconectado Central.

Para elegir la solución de central más favorable, la ENDESA realizó un reconocimiento completo de las posibilidades hidroeléctricas de la zona. Como consecuencia de esta prospección se decidió la solución hidroeléctrica más conveniente: el aprovechamiento del río Huanehue, que une los lagos Calafquén y Panguipulli.

Una comparación económica entre esta solución y una alternativa termoeléctrica de planta de vapor con aprovechamiento de carbón, dio como resultado la elección de la primera solución.

El desarrollo previsto consultaba dos plantas generadoras en serie hidráulica.

Después de un estudio comparativo de ambas posibilidades se optó por dar prioridad a la Central Pullinque, debido a su plazo de construcción más breve y a su menor inversión inicial.

Junto con el proyecto de la Central se inició el estudio de un extenso sistema regional de transmisión, que comprende seis grandes subestaciones y alrededor de 450 Km. de líneas de transmisión en 66 kV.

Con ello, además de permitir la electrificación de 20 nuevos pueblos, se aseguraba un aprovisionamiento normal de energía eléctrica en toda la región.

En esta forma la ENDESA ha resuelto el problema del suministro eléctrico de la Quinta Región Geográfica para el futuro inmediato, ya que será abastecida desde las Centrales Pilmaiquén y Pullinque.

Finalmente, la incorporación de la Quinta Región al Sistema Interconectado se realiza mediante una línea de 154 kV de simple circuito, que une la Subestación Temuco con la Subestación Charrúa.

Aporte nacional

El Sistema Pullinque ha sido totalmente proyectado y construido por ingenieros, técnicos y obreros de la ENDESA. Como norma general de proyecto se han empleado, siempre que ello ha sido posible, materiales y equipos de procedencia nacional. A este respecto cabe destacar que las tres tuberías de presión de la Central fueron fabricadas en el país y son las de mayor diámetro que ha producido la industria nacional. En los casos de maquinaria y equipo no fabricados en Chile, la ENDESA ha hecho una rigurosa selección, comprando estos equipos separadamente a fabricantes de alta especialización y obligándose con ello a ejecutar los proyectos hasta en su menores detalles.

El aporte en mano de obra nacional durante toda la construcción del sistema fue aproximadamente de 1 310 000 hombres-día, llegando a tener la faena (noviembre 1960) un máximo de 990 obreros y 70 empleados trabajando.

4.º y 5.º REGION GEOGRAFICA DEL PLAN DE ELECTRIFICACION

ESCUELA

El movimiento de tierra y roca alcanzó un volumen de 1 200 000 m.³ Entre los materiales de procedencia nacional vale la pena destacar: 660 000 sacos de cemento, 1 640 toneladas de acero para estructuras y 260 toneladas de acero para tuberías, 3 200 m.³ de petróleo y derivados, 125 000 cartuchos de dinamita.

Como es habitual, la seguridad en el trabajo fue una preocupación permanente de la ENDESA. En efecto, durante la construcción, el índice de frecuencia de accidentes bajó desde el valor 70 (accidentes por millones de hombres-hora) estimado normal para Chile en la fecha de la iniciación de los trabajos al valor 22 para el año 1961 (valor medio en USA: 30). En total ocurrieron 3 accidentes fatales y 2 accidentes con efecto de incapacidad parcial.

La instalación de faenas consultó, además de la población para obreros y empleados, una escuela con capacidad para 160 alumnos, una policlínica con 20 camas, un local para el Sindicato de Obreros y una sala de espectáculos. En las épocas en que se produjo la máxima ocupación en la faena, la escuela llegó a servir una población de 600 alumnos (dos turnos diarios de 300 alumnos cada uno).

Las obras de acción social mencionadas han prestado y prestan un efectivo beneficio, no sólo a quienes trabajaron en la faena misma, sino también a toda la población de la zona geográfica vecina a la Central. En este sentido debe destacarse, asimismo, la gran ventaja para la región que ha significado la construcción de los caminos y de los puentes.

Financiamiento de las adquisiciones en el extranjero

La adquisición del equipo y material importado pudo ser financiada gracias a un crédito por US$ 15 000 000 otorgado (noviembre 1956) a la Corporación de Fomento de la Producción y a la ENDESA por el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (Crédito 153 CH). Este crédito hizo posible la compra de equipo para una serie de obras de la ENDESA, entre las cuales se encuentra el Sistema Pullinque. La suma invertida en el Sistema Pullinque propiamente tal asciende a US$ 3 400 000, y en las líneas de interconexión a los sistemas vecinos, a US$ 430 000.

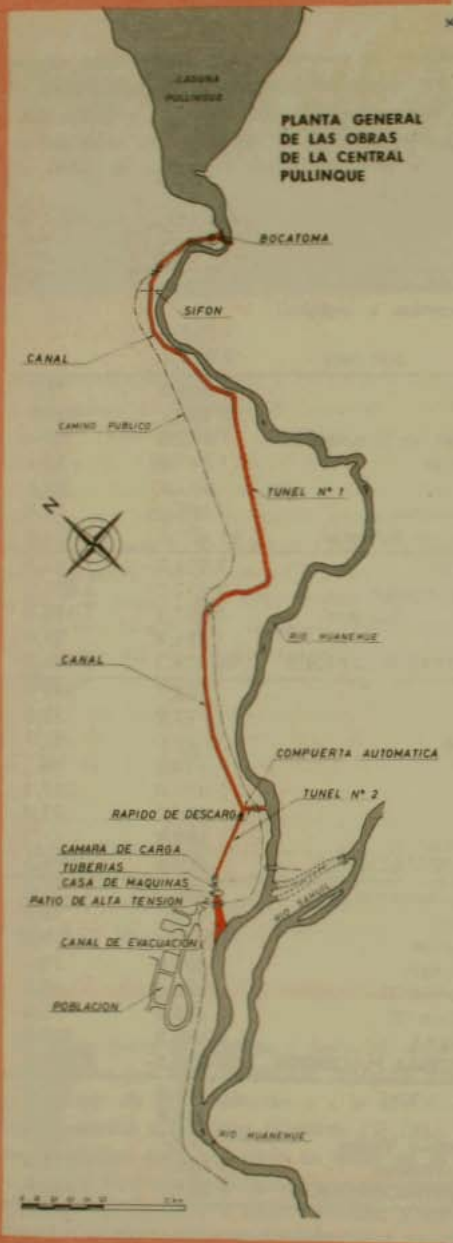
Costo de las obras

En atención a que durante el período de proyecto y de construcción de las obras comprendidas en el Sistema Pullinque, tanto el poder adquisitivo de la moneda nacional como la relación entre el escudo (el peso) y el dólar han sufrido variaciones, el costo final de estas obras se ha referido a su valor actualizado al 31 de diciembre de 1961 y se han mantenido separadas las cifras en moneda nacional y en moneda extranjera.

		INVERSIONES En el país (miles de E°)	INVERSIONES En el exterior (miles US$)
CENTRAL PULLINQUE	Terrenos y servidumbres	119,7	—
	Faenas provisionales e instalaciones	1 913,7	—
	Subtotal	2 033,4	—
Obras Hidráulicas	Obras de toma	904,0	77,7
	Aducción	6 832,1	190,7
	Obras especiales de la aducción	1 232,0	65,4
	Cámara de carga	1 213,0	73,4
	Tuberías	681,6	30,5
	Canal de evacuación	607,6	16,9
	Subtotal	11 470,3	454,6
Casa de Máquinas y Patio Alta	Edificio y anexos	2 994,5	83,5
	Maquinarias y equipo	2 212,7	1 807,0
	Subtotal	5 207,2	1 890,5
Caminos y Población		1 828,4	51,0
	TOTAL CENTRAL PULLINQUE	20 539,3	2 396,1
SUBESTACIONES	Temuco	522,7	359,7
	Lautaro (2)	97,9	31,0
	Nueva Imperial (2)	86,0	26,1
	Pitrufquén (2)	114,2	36,2
	Loncoche	454,8	219,4
	Los Lagos	305,2	92,8
	Picarte (Valdivia) (1)	109,2	81,3
	TOTAL SUBESTACIONES	1 690,0	846,5
LINEAS DE TRANSMISION	Temuco-Nueva Imperial (2)	240,0	11,0
	Loncoche-Temuco	942,2	38,3
	Pullinque-Loncoche	548,4	27,4
	Pullinque-Los Lagos	605,0	28,5
	Los Lagos-Valdivia (1)	274,0	9,8
	Loncoche-Valdivia (2)	483,6	25,0
	TOTAL LINEAS	3 093,2	140,0
	TOTAL SISTEMA PULLINQUE	**25 322,5**	**3 382,6**
SISTEMA DE INTERCONEXION	S/E Temuco	251,4	159,6
	S/E Los Lagos	48,7	30,8
	Línea Los Lagos-La Unión	474,7	22,0
	Línea Charrúa-Temuco	3 430,9	217,6
	TOTAL SIST. INTERCONEXION	4 205,7	430,0

NOTAS: (1) En construcción.— (2) Se construirá con posterioridad a la puesta en marcha de la Central.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION CHILENA



CENTRAL PULLINQUE

Generalidades

El río Huanehue nace en el lago Calafquén y desemboca en el lago Panguipulli. A 2 kilómetros de su nacimiento, este río se ensancha para dar origen a la laguna Pullinque.

La Central está ubicada en la ribera norte del río Huanehue, a 12 kilómetros del pueblo de Panguipulli y aproximadamente a 62 kilómetros de Lanco, que es su entrada natural por el camino longitudinal.

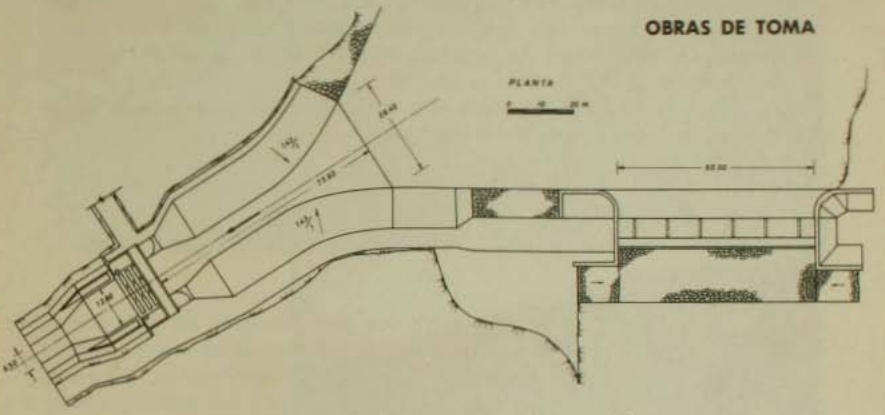
Las obras de toma se encuentran en el desagüe de la laguna Pullinque. A partir de este punto el agua es conducida hasta la casa de máquinas por una aducción de menor pendiente que la del río, de tal modo que en su extremo final, a 4 580 metros de la bocatoma, existe ya una caída aprovechable de 48 metros. Este desnivel permite obtener una potencia total de 48 600 kW al funcionar las 3 unidades turbina-generador con un gasto total de 120 $m.^3$/seg., que es la capacidad máxima de la aducción.

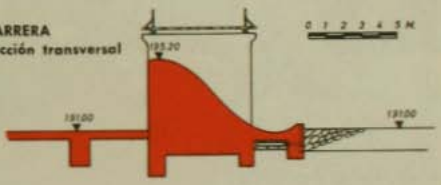
El río Huanehue tiene un caudal medio anual de 74 $m.^3$/seg. Los mayores gastos se producen con las lluvias de junio y julio, alcanzándose con frecuencia cifras cercanas a los 150 $m.^3$/seg. El gasto disminuye en los meses de otoño hasta valores del orden de los 30 $m.^3$/seg. La generación media anual de la Central Pullinque es de 250 millones de kWh, de los cuales 150 millones se producen en invierno.

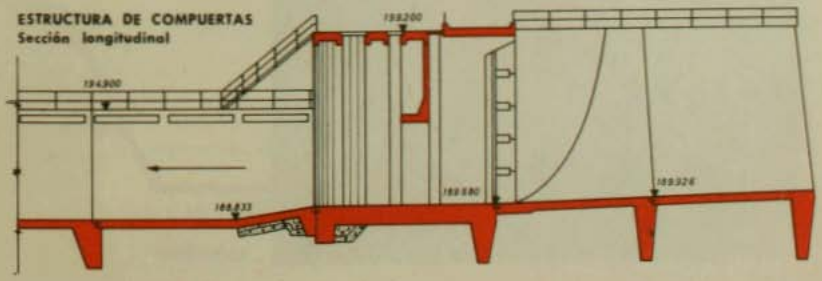
Descripción de las obras civiles

Obras de toma: Se han ubicado en el desagüe de la laguna Pullinque con el objeto de aprovechar la laguna para acumular en ella los caudales afluentes y entregarlos durante el día a la central conforme a las exigencias del servicio eléctrico.

La laguna tiene una superficie de 6 Km.^{2} Se ha previsto que, durante la operación de la Central, su nivel de agua fluctúe 0,60 m., de modo que el volumen aprovechable será de 3,6 millones de m.^{3}, equivalentes a 406 000 kWh. Esta capacidad es ampliamente suficiente para servir durante el día las variaciones horarias del consumo.







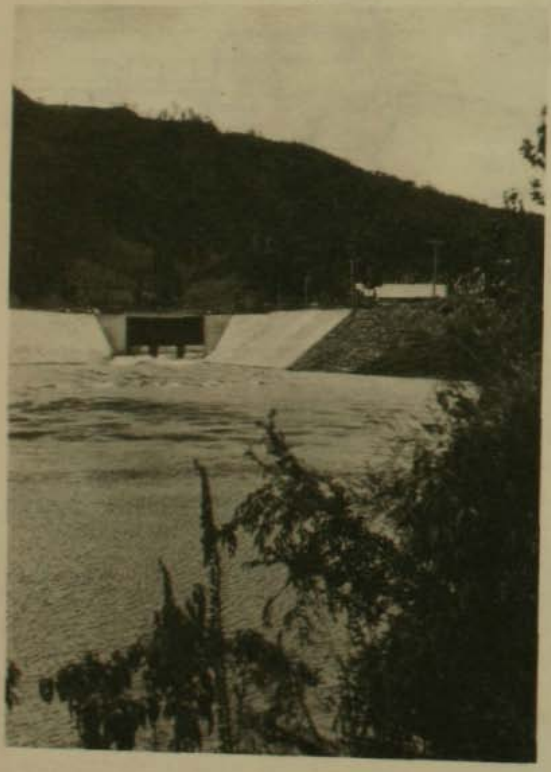
Las obras consisten fundamentalmente en una barrera a través del desagüe y en una estructura de compuertas que permite regular el gasto de admisión al canal.

a) Barrera: Es un muro-vertedero de hormigón de 60 metros de largo sobre el cual pueden evacuarse los caudales no utilizados por la Central, en especial durante las crecidas del río Huanehue, que pueden alcanzar un máximo estimado en 850 $m.^3$/seg.

De común acuerdo con el Ministerio de Obras Públicas, se ha aprovechado la barrera para construir un puente que permite el acceso a la ribera sur de la laguna. En esta forma se ha dado salida fácil a los productos agrícolas y madereros de una extensa región.

b) Estructura de compuertas: Es una estructura de hormigón armado, provista de tres compuertas. Son operadas por servomecanismos en forma local o telecomandadas desde la casa de máquinas. Para esta última forma de operación se usa el sistema carrier en línea de 13,2 kV.

Esta obra cuenta, además, con una reja metálica gruesa para impedir la entrada de cuerpos sólidos importantes al canal.



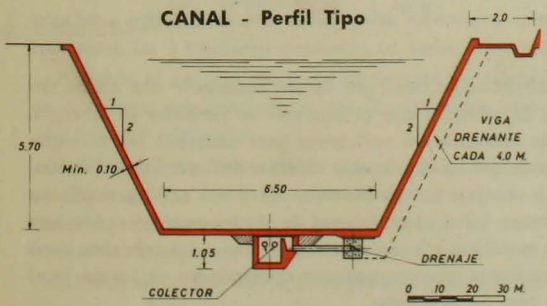
BOCATOMA

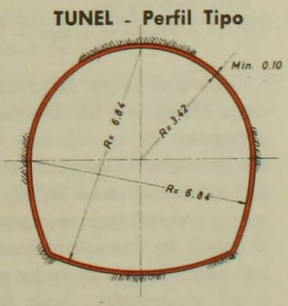
CANAL DE ADUCCION

Aducción: La aducción tiene por objeto conducir hasta la cámara de carga el agua captada en la laguna Pullinque. Se desarrolla por la ribera norte del río Huanehue, en una longitud total de 4 580 m., de los cuales 3 147 m. son en canal abierto; el resto está formado por dos túneles de 1 002 m. y 431 m., respectivamente.

El canal tiene una pendiente de 0,0004 y su sección tipo es trapecial, de taludes ½ y base 6,50 m. Cuenta con un completo sistema de drenaje.

Los dos túneles son de sección herradura normal de 6,84 m. de diámetro, y, al igual que el canal, están revestidos con hormigón. El primero funciona con escurrimiento libre y el segundo a presión.





BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION CHILENA

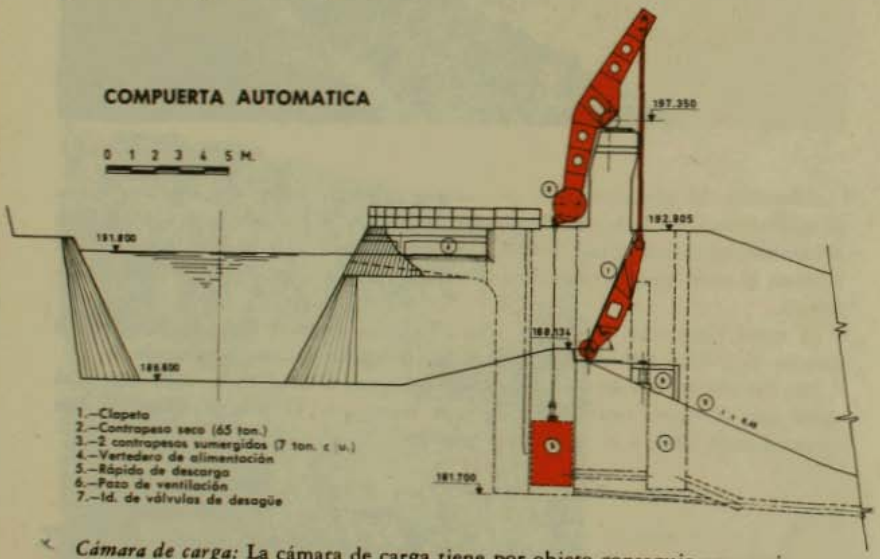
Obras de seguridad: En la aducción se han previsto dos obras de seguridad, que consisten en un sifón situado en el Km. 0,545 y en una compuerta automática ubicada en el Km. 4,180.

El sifón, con una capacidad máxima de 30 m.³/seg., disminuye el riesgo de un rebalse sobre las bermas del canal, cuando el nivel de agua sobrepasa su altura normal, ya sea porque un derrumbe obstruye parcialmente la aducción o porque en una operación defectuosa de las compuertas de bocatoma se hubiese captado un caudal mayor que 120 m.³/seg.

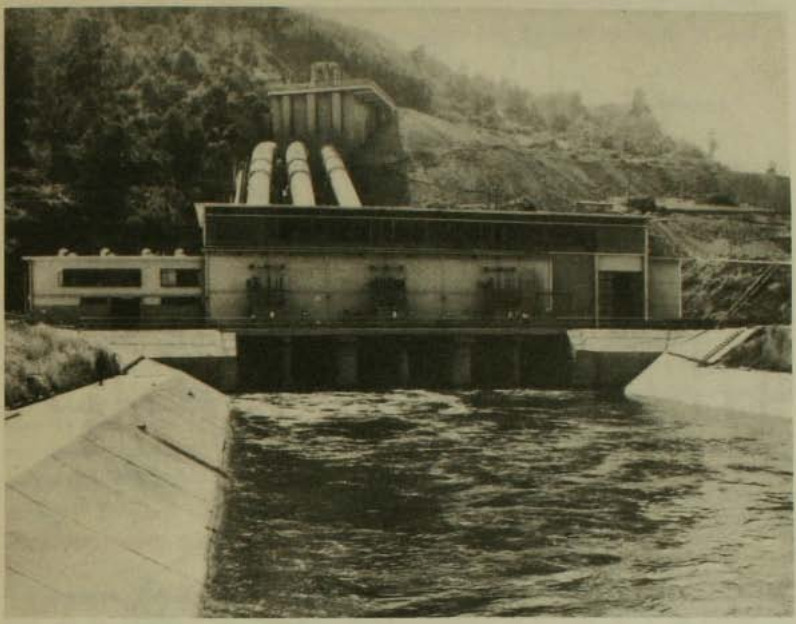
La compuerta automática, de 16 m. de ancho y de 3,65 m. de alto, es de tipo clapeta de hoja plana, y ha sido diseñada para mantener el nivel del canal a la altura correspondiente a la cota de escurrimiento normal, propio del gasto máximo de 120 m.³/seg.

Su mayor capacidad de evacuación es de 200 m.³/seg., que corresponde a un rechazo total de carga de las tres unidades.

La compuerta entrega los excesos de agua al río Huanehue mediante un rápido de descarga de fuerte pendiente.



Cámara de carga: La cámara de carga tiene por objeto conseguir una mejor entrada del agua a las tuberías de presión, con el mínimo de pérdidas de energía, y disponer de un volumen de acumulación suficiente para absorber las variaciones normales de carga. Se encuentra en el extremo inferior del canal de aducción, a la salida del túnel N.° 2, y consiste en un estanque de 8 000 m.³ excavado en roca y revestido con mampostería. En el muro frontal de la cámara de carga se han instalado las tres compuertas metálicas planas, que dan acceso a las tuberías; estas compuertas son accionadas mediante servomecanismos comandados en forma local o por telecomando, desde la casa de máquinas.



CAMARA DE CARGA, TUBERIAS Y CASA DE MAQUINAS

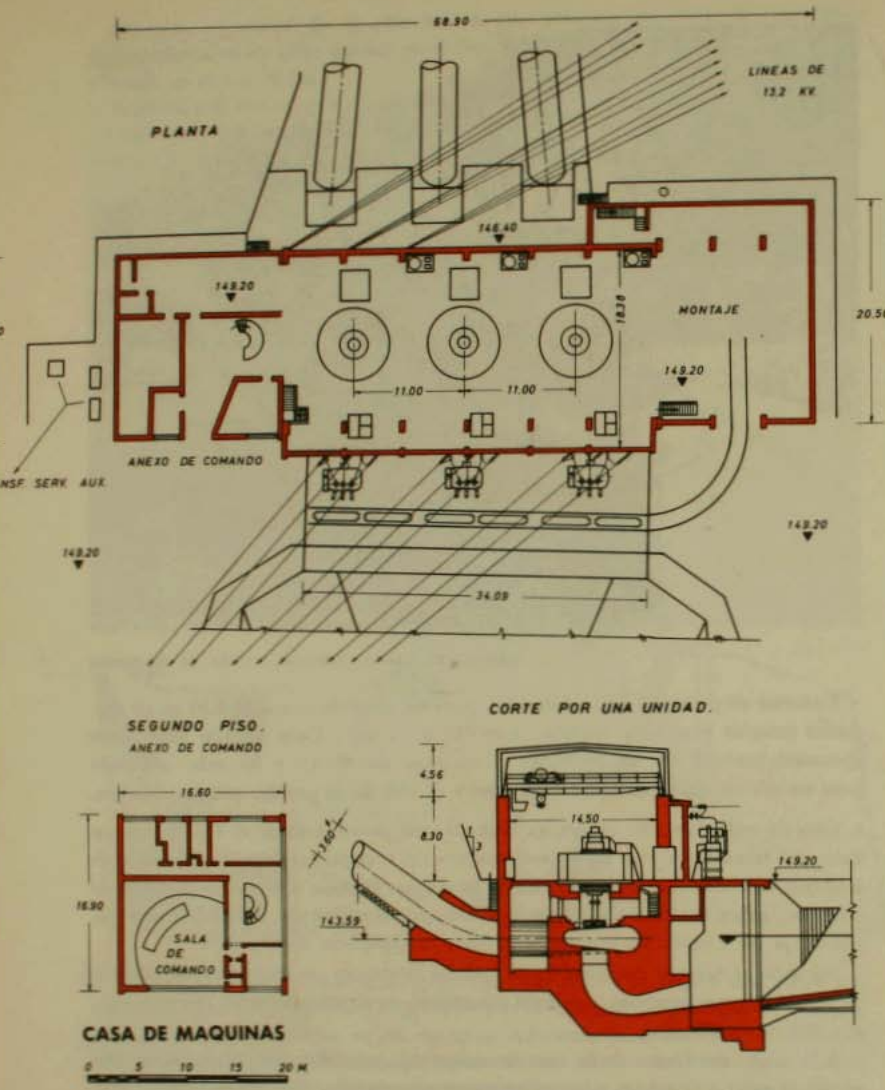
- *Tuberías de presión:* Están formadas por tres tubos de acero, de 3,60 m. de diámetro interior y espesor variable entre 11 y 15 mm. Cada uno de ellos tiene aproximadamente 80 m. de largo y un peso de 80 t., y ha sido calculado para resistir un golpe de ariete equivalente al 30% de la presión estática máxima.

- *Casa de máquinas:* Se encuentra ubicada casi paralelamente al río Huanehue, cerca del talud del cerro. La superestructura del cuerpo principal y del taller de montaje está constituida por pilares de hormigón armado y muros de bloques de concreto, sobre los cuales descansa la estructura metálica del techo. Este cuerpo, que aloja las 3 unidades generadoras, tiene la superficie de 985 m.^{2}.

Adosado al costado poniente de la casa de máquinas se encuentra un edificio de dos pisos, que contiene la sala de comandos, servicios auxiliares, oficinas, etc., con 548 m.^{2} edificados.

A lo largo del frente de la casa de máquinas, por sobre los difusores, se desarrolla la galería de cables, e inmediatamente aguas abajo, ya sobre el canal de evacuación, se ha construido el puente de transformadores, que también se usa para operar las compuertas de los difusores.

Estas compuertas, que son accionadas manualmente, mediante tecle y carro extractor, permiten aislar cada uno de los difusores.



Canal de evacuación: Reintegra las aguas al río Huanehue, después de un recorrido de 150 metros, aproximadamente. Su sección es trapecial, con taludes revestidos de hormigón. El radier, en cambio, está protegido con piedras de tamaño tal, que no son arrastradas por el agua.

Instalaciones para el personal: La población para el personal de explotación, y que fue usada en el período de construcción, está ubicada cerca de la casa de máquinas. Consta de las siguientes dependencias:

—21 casas para empleados y operadores.

—27 casas para obreros.

—Casa de huéspedes, con capacidad para 19 alojados.

—Escuela, con capacidad para 160 alumnos, y alojamiento anexo, para el personal docente.

—Hospital de primeros auxilios, con 20 camas.

—Pulpería, etc.

La población, cuyas construcciones son de madera, fue diseñada dentro de un amplio espacio con jardines públicos e individuales.

El camino público de Panguipulli a Coñaripe cruza las obras de la Central mediante cuatro puentes de hormigón, ubicados sobre el canal de evacuación, sobre el rápido de descarga, y dos sobre el canal de aducción, además del puente de madera que cruza la barrera de toma. Estos puentes han sido construidos y parcialmente financiados por la ENDESA, y el resto de su financiamiento estuvo a cargo del Ministerio de Obras Públicas y de particulares.

Instalaciones mecánicas

Turbinas: Son del tipo Francis, de eje vertical, y la potencia nominal de cada una es de 22 400 c. v., para una altura neta de 47,50 metros y un caudal de 40 $m.^3$/seg. La potencia máxima es de 23 200 c. v. La velocidad de rotación es de 250 rev./min., y la de embalamiento, de 450 rev./min.

El diseño de estas turbinas permite el desmontaje del rodete por abajo, desmontando previamente el revestimiento del difusor compuesto por dos anillos tronco-cónicos partidos.

Cualquiera de las unidades, e incluso dos simultáneamente, pueden funcionar como condensadores síncronos, mediante instalaciones y equipo de aire comprimido.

Reguladores de velocidad: Son del tipo tacométrico. El tiempo de cierre del actuador (2,9 segundos) permite que la presión en la tubería no exceda del 30% de la altura estática máxima.

Los equipos de bombeo de aceite para la regulación están interconectados con el objeto de que el sistema de una máquina pueda alimentar simultáneamente a otra en caso de falla de su sistema.

Puente grúa: Tiene un carro con dos ganchos de 70 y 10 t., respectivamente. Posee, además, en una de sus vigas, un tecle monorriel de 2 t. La velocidad de traslación del puente es de 25 m./min., y la del carro, de 20 m./min.

Taller: Se ha ubicado en uno de los extremos de la casa de máquinas y está destinado a la mantención y reparación del equipo de la Central. Entre otros elementos, incluye las siguientes máquinas-herramientas: 2 tornos, 1 fresadora, 1 cepillo y 1 taladro.

Instalaciones eléctricas

El esquema eléctrico de la Central es del tipo "Esquema Unitario", o sea, cada generador está conectado sólidamente a su transformador de subida y la puesta en paralelo de las máquinas debe hacerse en el lado de Alta Tensión, 66 kV.

Generadores: Capacidad nominal, 18 MVA, más 15% de sobrecarga permanente; voltaje de servicio, 13,8 kV ± 5%; factor de potencia, 0,9; velocidad nominal, 250 r. p. m.; razón de cortocircuito, 1,18; momento de inercia, 569 t. · $m.^2$; peso, 143,7 t.; refrigeración por circulación de aire en circuito cerrado, enfriado por agua.

En el extremo superior del eje del generador van acoplados directamente la excitatriz principal, de 114 kW y 250 Volts; la excitatriz piloto, de 4 kW y 250 Volts, y el generador de imán permanente, que mueve el motor del péndulo del regulador de velocidad.

El neutro del generador está aislado de tierra.

El voltaje de los generadores es controlado individualmente por un regulador de voltaje de acción ultrarrápida.

CASA DE MAQUINAS

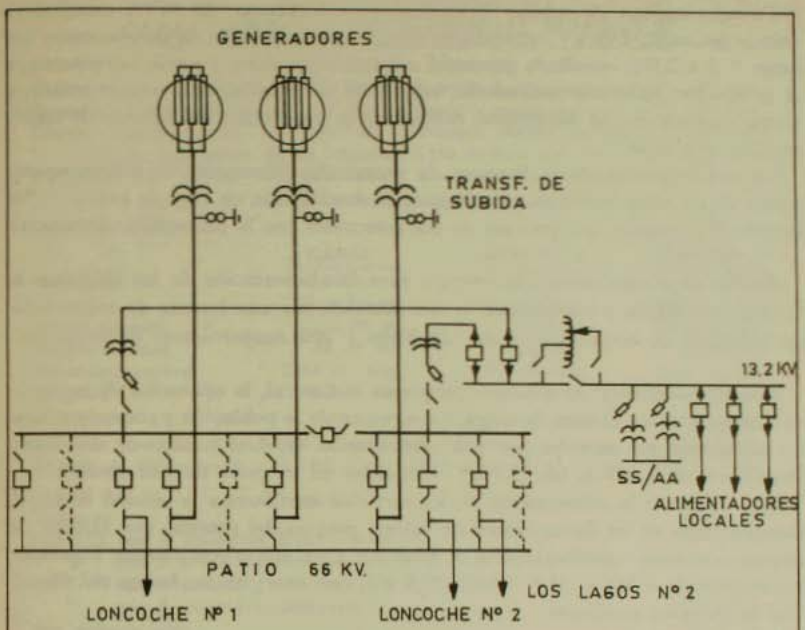


DIAGRAMA DE CONEXIONES ELECTRICAS

La conexión entre cada generador y su correspondiente transformador de subida se hace por medio de cables monofásicos, de 1 500 MCM, clase 15 kV, aislación goma butilo.

PROTECCIONES DE LOS GENERADORES

Protección diferencial del generador.
Protección diferencial del grupo generador-transformador.
Protección de sobrevoltaje.
Protección de sobrecorriente.
Protección contra incendios (sistema extinguidor CO_2).
Protección de sobretemperatura de los enrollados (termostatos).
Protección de sobrecalentamiento de los descansos.
Protección contra falla de lubricación.
Protección contra falla de circulación de agua de refrigeración.
Protección de puesta a tierra.

Transformadores de subida: Trifásicos; tipo acorazado; 20 MVA nominales; voltaje primario, 13,8 kV; secundario, 66 kV, con cambiador de derivaciones, sin carga ± 2 x 2,5%; enrollado primario, conectado en delta y unido directamente al generador; enrollado secundario, conectado en estrella, con neutro sólido a tierra, y protegido por pararrayos; refrigeración por circulación forzada de aceite enfriado por agua.

Los tres transformadores disponen de protección diferencial, de sobretemperatura y de un relay Buchholz que asegura la desconexión en caso de existir fallas internas incipientes, que podrían no ser detectadas por la protección diferencial.

Batería de acumuladores: La energía para la alimentación de los circuitos de control, protección y emergencia es suministrada por una batería de acumuladores alcalinos, de níquelcadmio de 125 Volts y 200 Amperes-hora de capacidad.

Servicios auxiliares: El consumo propio de la Central, la operación de mecanismos de bocatoma y cámara de carga, los servicios de la población y consumos rurales adyacentes, son servidos por una alimentación especial tomada de dos transformadores de 2 MVA, 66/13,8 kV, instalados en el patio de alta tensión.

Para mantener la alimentación de los servicios auxiliares a la tensión nominal, independiente de las fluctuaciones de voltaje propias del sistema, por razones de transmisión, estos transformadores se conectan a un autotransformador regulador automático, de 4 MVA, 13,8 ± 10%/13,8 kV, que energiza las barras del Metalclad de servicios auxiliares.

Patio de Alta Tensión: Está ubicado contiguo a la casa de máquinas y orientado perpendicularmente a su eje principal. En él está instalado el equipo de maniobras de 66 kV.

La disposición del patio corresponde al sistema de Barra Principal y Barra de Transferencia, lo que permite la fácil inspección y reemplazo de cualquier interruptor —y los correspondientes transformadores de corriente— por otros de reserva. El equipo principal consiste en ocho interruptores en aceite, clase 69 kV —operados desde la sala de comando—, y el correspondiente número de desconectadores.

Sala de comando: En la sala de comando de la casa de máquinas están instalados los elementos de control, instrumentos de medida y relays de protección que permiten el control y la operación de la casa de máquinas y del patio de alta. Todos estos elementos están ubicados en tableros y pupitres metálicos, construidos y alambrados en el país.

Al proyectar la sala de comando y la sala de cables, situada inmediatamente debajo de la primera, se consideró especialmente la accesibilidad a todos los elementos para su fácil revisión y prueba, consultándose los espacios y niveles de iluminación adecuados. Asimismo, se dotó a la sala de comando de un equipo de aire acondicionado.

CARACTERISTICAS DE LA CENTRAL PULLINQUE

ANTECEDENTES GENERALES

Superficie lago Calafquén: 105 Km.^{2}
Superficie laguna Pullinque: 6 Km.^{2}
Caudal medio anual: 70 m.^{3}/seg.
Volumen de regulación de la laguna Pullinque: $3{,}6 \cdot 10^6$ m.^{3} (406 000 kWh)

Energía media verano: $105 \cdot 10^6$ kWh
Energía media invierno: $147 \cdot 10^6$ kWh
Energía media anual: $252 \cdot 10^6$ kWh
Cota de fluct. normal: 194,50-195,10 m.
Crece máx. de diseño: 850 m.^{3}/seg.

ADUCCION

Longitud total . . . . . 4 580 m.

	CANAL	TUNEL N.° 1	TUNEL N.° 2
Pendiente	0,0004	0,0009	——
Caudal	120 m.^{3}/seg.	120 m.^{3}/seg.	120 m.^{3}/seg.
Altura normal	5,20 m.	5,84 m	En presión
Sección normal	47,30 m.^{2}	35,40 m.^{2}	38,82 m.^{2}
Velocidad normal	2,54 m./seg.	3,39 m./seg.	3,10 m./seg.
Longitud	3 147 m.	1 002 m.	431 m.

OBRAS DE SEGURIDAD

Sifón de desagüe (Km. 0,500). Capacidad máxima . . . . . 30 m.^{3}/seg.
Rápido de descarga (Km. 4,180). Capacidad máxima . . . . . 200 m.^{3}/seg.

CAMARA DE CARGA

Volumen . . . . . 8 000 m.^{3}
NIVELES con 3 unidades funcionando . . . . . 191,58 m.
" con 2 unidades funcionando . . . . . 191,69 m.
" con 1 unidad funcionando . . . . . 191,77 m.
" con 3 unidades detenidas . . . . . 191,80 m.
Por rechazo total . . . . . 195,20 m.

TUBERIAS DE PRESION: tres tuberías metálicas (CAP)

Diámetro interior . . . . . 3,60 m.
Espesor . . . . . variable 11 a 15 mm.
Longitud media . . . . . 82,90 m.

CASA DE MAQUINAS

Potencia instalada . . . . . 48 600 kW

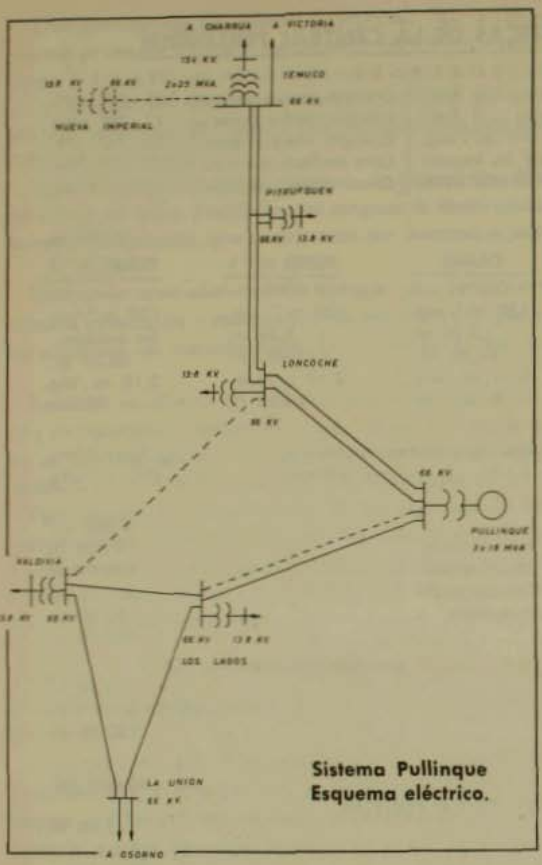
3 TURBINAS (KMW) FRANCIS DE EJE VERTICAL
Altura neta . . . . . 47,50 m.
Potencia . . . . . 22 400 c. v. c/u.
Gasto a plena carga (por unidad) . . . . . 40 m.^{3}/seg.

3 GENERADORES (ELIN) SINCRONICOS TRIFASICOS DE EJE VERTICAL
Potencia . . . . . 18/20,7 MVA c/u.
Factor de potencia . . . . . 0,9 inductivo
Tensión . . . . . 13,8 kV
Frecuencia . . . . . 50 ciclos

3 TRANSFORMADORES (ANSALDO) TRIFASICOS
Potencia . . . . . 20 MVA. c/u.
Tensión . . . . . 13,8/69 kV
Puente grúa (Ridinger) . . . . . 70 ton.

CANAL DE EVACUACION

NIVELES con 3 unidades funcionando, mínimo . . . . . 143,76 m.
" con 2 unidades funcionando, mínimo . . . . . 143,45 m.
" con 1 unidad funcionando, mínimo . . . . . 143,09 m.
" con 3 unidades detenidas, mínimo . . . . . 142,50 m.
Cota crece máxima, 850 m.^{3}/seg. . . . . 146,50 m.



Sistema Pullinque
Esquema eléctrico.

LINEAS DE TRANSMISION

La energía generada en la Central Pullinque se entregará a la red de interconexión que se extiende desde Puerto Montt hasta La Serena. Durante los primeros años de servicio, esta energía se distribuirá en las provincias de Cautín y Valdivia —por medio de subestaciones construidas en los centros más importantes de dichas provincias—, y el excedente se enviará al norte, para complementar el suministro de energía en la Zona Central.

En el Sistema Pullinque, para la distribución de energía en la zona y para su interconexión con la red, se han consultado las siguientes líneas de transmisión:

Líneas de 66 kV

	CIRCUITOS	LONGITUD	CONDUCTOR	ESTRUCTURA PORTANTE	ESTRUCTURA ANCLAJE
Pullinque - Loncoche	2	45 Km.	2/0 AWG	Concreto	Acero galv.
Pullinque - Los Lagos	1	70 Km.	2/0 AWG	Concreto	Acero galv.
" - " (2.° circ.)*	1	70 Km.	2/0 AWG	Concreto	Acero galv.
Loncoche - Temuco	2	84,6 Km.	1/0 AWG	Concreto	Acero galv.
Los Lagos - Valdivia	1	42,5 Km.	2/0 AWG	Concreto	Acero galv.
Los Lagos - La Unión	1	56 Km.	1/0 AWG	Concreto	Acero galv.
Loncoche - Valdivia*	1	60 Km.	2/0 AWG	Concreto	Acero galv.
Temuco - Nva. Imperial*	1	35 Km.	2/0 AWG	Concreto	Acero galv.

* Líneas que se construirán con posterioridad a la puesta en marcha de la Central.

Línea de 154 kV Temuco-Charrúa

Longitud total	197 Km.
Número de circuitos	1
Voltaje nominal	154 kV entre fases
Potencia natural de transmisión	59 MW
Conductor: cobre duro; sección	250 MCM

Estructuras: Todas las estructuras de esta línea son de acero galvanizado y se han proyectado para un voltaje de servicio de 220 kV, previendo que, en el futuro, en la red de interconexión, se utilizará ese voltaje.

Las estructuras de anclaje son de fabricación extranjera y las estructuras portantes, de fabricación nacional.

Peso de acero galvanizado: 4,76 ton/Km.

SUBESTACIONES DEL SISTEMA PULLINQUE

Subestación Temuco

Está ubicada al norte de la ciudad, junto al camino longitudinal. La S/E Temuco cumple con las siguientes funciones:

a) Recibir la energía procedente del Sistema Pullinque-Pilmaiquén.

b) Entregar parte de esta energía a la Cía. General de Electricidad Industrial, para su distribución en la zona.

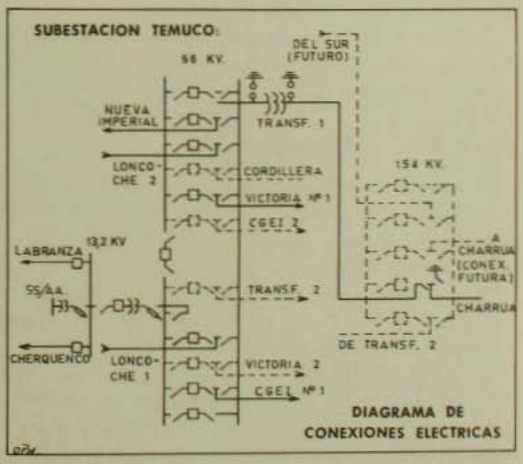
c) Interconectar en 66 kV el Sistema Pullinque-Pilmaiquén con el Sistema Abanico, por medio de la línea Temuco-Victoria.

d) Elevar el voltaje de 66 kV a 154 kV e interconectar en 154 kV el Sistema Pullinque-Pilmaiquén con el Sistema Abanico, por medio de la línea Temuco-Charrúa.

La subestación consta de 3 patios de alta tensión.

1. En el patio de 154 kV hay instalado un transformador de poder de 25 MVA, que entrega energía en 154 kV a la línea Temuco-Charrúa, a través de un desconectador. La apertura del circuito de 154 kV se logra con un desconectador de puesta a tierra automático, que opera las protecciones de Charrúa.

2. Patio de 66 kV de doce paños. El equipo



BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION CHILENA

principal consiste en 8 interruptores automáticos —con sus correspondientes desconectadores— conectados según esquema de Barra Principal y de Transferencia.

3. Patio de 13,2 kV con un transformador de 2 MVA, 66/13,2 kV, para la alimentación de las líneas de distribución en 13,2 kV y del transformador de servicios auxiliares de la subestación.

Subestación Loncoche

Su construcción se debe, fundamentalmente, a la necesidad de seccionalizar la línea de 66 kV entre Central Pullinque y Temuco. Además, desde esta S/E se provee de energía a Loncoche, Lanco, Villarrica y zonas rurales adyacentes a dichas ciudades.

La subestación tiene dos patios de alta tensión:

1. Patio de 66 kV de nueve paños, con ocho interruptores automáticos y sus correspondientes desconectadores, conectados según el esquema de Barra Principal y de Transferencia.

2. Patio de 13,2 kV de cuatro paños, con un transformador de 4 MVA, 66/13,2 kV, para la alimentación de las líneas de distribución de 13,2 kV y un autotransformador de 2 MVA, 13,2/23 kV, que sirve los consumos de Villarrica y Pucón, por medio de la línea de distribución de 23 kV Loncoche-Villarrica.

Subestación Los Lagos

Esta subestación cumple el objetivo de interconectar los sistemas Pullinque y Pilmaiquén, por medio de la línea de 66 kV Los Lagos-Valdivia y Los Lagos-La Unión.

La subestación tiene dos patios de alta tensión:

1. Patio de 66 kV de siete paños, en el que están montados cuatro interruptores automáticos, con sus correspondientes desconectadores, conectados según el esquema de Barra Principal y de Transferencia.

2. Patio de 13,2 kV de dos paños, con un transformador de 2 MVA, 66/13,2 kV, que alimenta las líneas de distribución y el transformador de servicios auxiliares de la subestación.

Subestación Picarte

Esta subestación tiene por objeto cerrar el anillo de 66 kV La Unión-Valdivia-Los Lagos-La Unión, y dar así el máximo de seguridad al suministro de energía a Valdivia y zonas rurales adyacentes y habilitar un nuevo camino para interconectar los sistemas Pullinque y Pilmaiquén.

La subestación tiene dos patios de alta tensión:

1. Patio de 66 kV de dos paños, con tres interruptores automáticos, con sus correspondientes desconectadores.

2. Patio de 13,2 kV de tres paños, con un transformador de 4 MVA, 66/13,2 kV. Desde el patio de 13,2 kV salen una línea de distribución a Corral y tres líneas entregadas a la Sociedad Austral de Electricidad, S. A. (SAESA), la que se encarga de la distribución en Valdivia y alrededores.

Otras subestaciones

Además de las ya mencionadas, el Sistema Pullinque incluye las siguientes SS/EE: Nueva Imperial, alimentada por la línea de 66 kV Temuco-Nueva Imperial y las SS/EE Lautaro y Pitrufquén, conectadas en derivación en las líneas de 66 kV del sistema. Servirán los consumos de las siguientes zonas:

S/E Nueva Imperial: Nueva Imperial, Carahue y Puerto Saavedra.

S/E Pitrufquén: Pitrufquén, Gorbea, Lastarria, Quitratué, Freire, Quepe y Cunco.

S/E Lautaro: Lautaro y Perquenco.

FAENAS DE CONSTRUCCION

Central Pullinque

Generalidades: La construcción de las obras de la Central, de las líneas de transmisión y de las subestaciones, como también el montaje del equipo generador, han sido efectuados en su totalidad por personal del Departamento de Construcciones de la ENDESA.

En el montaje del equipo generador se contó con la supervisión de personal especializado, enviado por los fabricantes de estos equipos, con objeto de responder a las garantías de los respectivos contratos de suministro.

Obras preliminares e instalación de faenas: Para la construcción de la Central Pullinque fue necesario ejecutar numerosos trabajos preliminares e instalaciones provisionales; las más importantes se detallan a continuación:

FAENA DE EXCAVACIONES

a) Construcción del camino de Panguipulli a la Central (12 kilómetros), de la Central a bocatoma (5 Km.), y caminos interiores de acceso a las distintas obras, en especial a la cámara de carga.

b) Construcción de una línea de transmisión de aproximadamente 70 Km. de longitud, desde la S/E Máfil. Esta línea cuenta con un tramo de unos 30 Km. (Máfil-Malihue), en que se transmite en 44 kV; desde la S/E Malihue, construida para este objeto, hasta Pullinque (40 Km.), se transmite en 13,2 kV.

Aprovechando la pasada de esta línea por el pueblo de Panguipulli, se le dotó de suministro eléctrico, siendo necesario para ello construir una subestación y la respectiva red de distribución y de alumbrado público.

c) Construcción de ramales internos y subestaciones en la faena.

d) Construcción de campamentos para 900 obreros, hospital de primeros auxilios (20 camas) y galpones para todas las instalaciones anexas de las faenas.

Obras definitivas

1) Excavaciones: Para efectuar las excavaciones de las diferentes obras de la Central se dispuso de un variado equipo mecánico, del cual se pueden destacar: tractores, palas con equipo retroexcavador y dragline, motogrúa, cintas transportadoras, camiones tolvas, etc.

El equipo anterior fue usado según las características de las diferentes excavaciones y las necesidades de la faena como conjunto.

En varias obras, las excavaciones se realizaron en parte a mano, debido a las características propias de la faena.

En algunos puntos fue necesario proceder al agotamiento de las filtraciones, para lo cual se contó con el equipo adecuado de bombas, cuyo funcionamiento normal se garantizó mediante un grupo diesel de emergencia de 75 kW.

2) Hormigonado: Para el revestimiento del canal y de los túneles se dispuso de moldes metálicos, especialmente diseñados para este objeto.

En el canal, antes de colocar el revestimiento de hormigón, se construyó un completo sistema de drenajes, el que, en algunas zonas de abundantes filtraciones, constituye verdaderos muros drenantes de material clasificado.

La elaboración del hormigón se efectuó en una torre dosificadora ubicada frente a la boca de salida del túnel N.° 1, en el centro de gravedad de los consumos.

Los agregados pétreos, ripio y gravilla, se extrajeron desde terrenos ubicados en la ribera del río Huanehue, a 4 Km. de la planta elaboradora, siendo clasificados mediante una seleccionadora con lavado. El suministro de arena se obtuvo desde pozos ubicados al lado del camino público y a unos 300 metros de la planta.

Para el transporte del hormigón recién elaborado se usaron camiones-betoneras, camiones tolvas y camiones planos con capachos. Estas dos últimas formas de transporte se emplearon sólo en casos especiales y en distancias cortas.

La colocación del concreto se realizó mediante vaciado gravitacional, cintas transportadoras y colocadoras neumáticas, según el tipo de faena.

Todos los hormigones, una vez vaciados, fueron vibrados mediante vibradores de inmersión de 9 000 r. p. m., accionados, en general, por motores eléctricos.

La calidad y colocación de los concretos fueron permanentemente controla-

das por personal especializado del Laboratorio de Hormigones destacado en la faena.

Líneas de transmisión y subestaciones

Para la construcción de las líneas y subestaciones del Sistema Pullinque se concentró, en los terrenos de la S/E Temuco, el total del movimiento de materiales de bodega, junto con la parte técnica y administrativa de todos los frentes de trabajo.

En un momento determinado, a fines de 1960, se estaba trabajando en ocho frentes, que correspondían a las líneas de transmisión, las subestaciones, las poblaciones de las subestaciones y las casas de comando de tres subestaciones.

El roce de la faja necesaria para la línea fue una faena larga, que consumió casi el 40% de los hombres-día empleados en la construcción de las diferentes líneas del sistema.

La hoyadura para postes de concreto armado se hizo a mano y la erección de los mismos con obreros especializados y camiones acondicionados para este objeto.

El rendimiento medio de tendido de líneas fue de un kilómetro por día, con cuadrillas de 25 operarios. En la última línea construida se llegó a un avance de 15 Km. en 10 días.

Los mayores problemas de construcción los presentó la línea Pullinque-Loncoche, doble circuito de 66 kV, debido a los malos caminos de acceso, que obligaron a suspender su construcción durante la temporada de invierno, por la imposibilidad de llegar hasta las estructuras.

Las faenas de estas líneas se iniciaron en 1957, con el sector Huellelhue-Pupunahue, de la línea Pullinque-Valdivia, continuándose con las líneas de Pullinque-Temuco y Pullinque-Los Lagos. Se dio término al sistema con la línea Los Lagos-La Unión, que fue iniciada a fines de 1960 y terminada en abril de 1961.

La fábrica de postes de Temuco, de propiedad de la ENDESA, suministró la totalidad de los dos mil postes de hormigón armado de estas líneas.

Operación Riñihue

Como se ha dicho en la página 12, el aporte de la faena de la Central Pullinque a la llamada Operación Riñihue fue de gran importancia. Desde luego, ambos centros de operaciones se encontraban escasamente a 30 Km. de distancia.

De las faenas de la Central se distrajeron, por este motivo, alrededor de 500 obreros y 40 empleados, y prácticamente la totalidad del equipo de movimiento de tierras y de transporte. Se comprende, de esta manera, que el trabajo de construcción debió paralizarse durante todo el tiempo que duró la operación de desagüe del lago.

Esta paralización de actividades significó un atraso ineludible de dos meses y medio (del 25 de mayo al 10 de agosto de 1960), que se justificó ampliamente desde el punto de vista del interés nacional, si se considera el éxito alcanzado en la solución del problema provocado por el sismo, cuyo desenlace pudo haber sido catastrófico para la zona.

COMUNICACIONES SISTEMA PULLINQUE

La Central y las SS/EE del Sistema Pullinque están dotadas de redes de comunicaciones que son parte integrante del Plan de Comunicaciones de la Empresa.

Las instalaciones utilizan los siguientes tipos de equipos:

a) Equipos de onda portadora o "carriers": Son equipos que emplean frecuencias entre 50 y 400 kc/s., y utilizan, como vía para la propagación de las señales las líneas de alta tensión del sistema eléctrico. A través de estos equipos, es posible efectuar conversaciones telefónicas y enviar señales telegráficas. Estas últimas tienen diferentes finalidades: enviar mensajes en teleescritura, informaciones para la medida y señalización a distancia e informaciones para la operación a distancia de interruptores en caso de fallas de las líneas.

Para un mejor aprovechamiento de los circuitos de onda portadora, las instalaciones se han complementado con plantas telefónicas automáticas de interconexión de carriers.

b) *Equipos de radio de muy alta frecuencia:* Son equipos que utilizan frecuencias del orden de 160 Mc/s. Existen 3 tipos de instalaciones: fijas (en la Central y las SS/EE), móviles (en vehículos de servicio de la Empresa) y portátiles (transmisores-receptores de fácil conducción personal).

Todas estas instalaciones se utilizan en el sistema de radiopatrullaje, como ayuda al mantenimiento de las líneas de alta tensión.

c) *Plantas y redes telefónicas para poblaciones.*

d) *Equipos de radio de onda corta:* Finalmente, la Central Pullinque y las SS/EE Valdivia y Temuco cuentan con estaciones de radio de onda corta que representan un sistema de emergencia para casos de falla de los sistemas principales.

* * *

BIBLIOTECA NACIONAL
2 ABR. 1962
Secc. Control y Cat.

PROVEEDORES

Para la ejecución de las obras del Sistema Pullinque, la ENDESA ha recurrido a una gran cantidad de proveedores, los cuales resultan difíciles de citar a lo largo del texto descriptivo que antecede. Por este motivo, se incluye a continuación una lista de los principales proveedores extranjeros y nacionales.

PROVEEDORES EXTRANJEROS

	Fabricante	País
OBRAS DE SEGURIDAD		
Compuerto automática	RHEINSTAHL UNION	Alemania
CAMARA DE CARGA		
Servomotores	ATELIERS DE CONST. VEVEY	Suiza
CASA DE MAQUINAS		
Equipo mecánico		
Turbinas y reguladores	KARLSTADS MEKANISKA W.	Suecia
Puente Grúa	M. A. RIDINGER	Alemania
Equipo eléctrico		
Generadores	ELIN A. G.	Austria
Reguladores de voltaje para Generadores	BROWN BOVERI	Suiza
Cables de poder de 15 kV.	ENFIELD CABLES LTD.	Inglaterra
Interruptores de 13,8 kV. en celdas blindadas para Serv. Aux.	VOIGT & HAEFFNER	Alemania
Transformadores de subida (13,8/69 kV)	ANSALDO SN. GIORGO	Italia
Pararrayos para transformadores de 69 kV	I. GENERAL ELECTRIC	EE. UU.
Reguladores de voltaje para barra de 13,8 kV Serv. Aux.	A. E. G.	Alemania
Transformadores de medida, 15 kV	USINES BALTEAU S. A.	Bélgica
Reactores para Serv. Aux. de 400 V.	ELIN A. G.	Austria
Instrumentos, relays y materiales para tableros de control y comando.	ENGLISH ELECTRIC I. GENERAL ELECTRIC BROWN BOVERI SIEMENS	Inglaterra EE. UU. Suiza Alemania
Batería de acumuladores	SWENSKA	Suecia
Cargadores de baterías	E. SCHRACK	Austria
Terminales para cables de control	PHOENIX	Alemania
Material de instalación	I. GENERAL ELECTRIC	EE. UU.
PATIO DE ALTA TENSION		
Equipo eléctrico		
Interruptores de pequeño volumen de aceite de 69 kV	ATELIERS DELLE	Francia
Desconectadores de 69 kV	I. GENERAL ELECTRIC	EE. UU.
Transformadores de corriente y potencial de 69 kV	MESSWANDLER-BAU	Alemania
Equipo carrier para protecciones y comunicaciones	SIEMENS	Alemania
Desconectadores fusibles de 69 kV	S. & C. ELECTRIC CO.	EE. UU.
Transformadores de bajada (69/13,8 kV)	A. LEPPER	Alemania
Aisladores	N. G. K.	Japón

	Fabricante	País
EQUIPO SUBESTACIONES:		
Equipo eléctrico		
Transformador 154/69 kV	ATELIERS CHARMILLES	Bélgica
Transformadores 69/13,8 kV	A. LEPPER	Alemania
Transformadores de corriente y potencial de 69 kV	MESSWANDLER-BAU	Alemania
Desconectadores de 69 kV	I. GENERAL ELECTRIC	EE. UU.
Desconectadores fusibles de 69 kV	S. & C. ELECTRIC CO.	EE. UU.
Desconectadores fusibles de 15 kV	I. GENERAL ELECTRIC	EE. UU.
Interruptores de 69 kV y 13,8 kV	ATELIERS DELLE	Francia
Pararrayos de 69 kV	I. GENERAL ELECTRIC	EE. UU.
Equipo carrier para protecciones y comunicaciones	SIEMENS	Alemania
Relays, instrumentos, baterías, cargadores, material de alumbrado e instalación, etc.	ENGLISH ELECTRIC	Inglaterra
	I. GENERAL ELECTRIC	EE. UU.
	BROWN BOVERI	Suiza
	SIEMENS	Alemania
Aisladores de desconectadores de 69 kV y 15 kV	N. G. K.	Japón
Interruptores 69 kV	OERLIKON	Suiza
LINEAS DE TRANSMISION		
Sistema		
Aisladores de disco	N. G. K.	Japón
	L'ELECTRO-VERRE	Francia
Grapas de suspensión de anclaje, alargadores, eslabones con cabeza, acoplamiento en ojo	VOLPATO	Italia
Conectadores sin costura para cable de cobre, máquinas y dados	ANACONDA WIRE & CABLE CO.	EE. UU.
Conductores Copperweld 3/8" EHS	COPPERWELD STEEL CO.	EE. UU.
LINEA CHARRUA-TEMUCO (154 kV)		
Aisladores de disco	OHIO-BRASS	EE. UU.
	N. G. K.	Japón
Conductor A.C.S.R., tipo Eagle	ALCAN-ALUMINIUM CO.	Canadá
Conector sin costura para cable 250.000 CM.	ANACONDA WIRE & CABLE CO.	EE. UU.
Fittings para líneas	S. ELETTRO MARSETTIERE	Italia
TELECOMUNICACIONES		
Equipo eléctrico		
Equipo de onda portadora FM, filtros de acoplamiento, trampas de resonancia, grupos motor-generador de 1,6 kVA	SIEMENS	Alemania
Condensadores de acoplamiento	DIELEKTRA A. G.	Alemania
Equipo Handie-Talkie	MOTOROLA OVERSEAS CO.	EE. UU.
Bloques de conexiones, placas portafusibles	I. GENERAL ELECTRIC	EE. UU.
Carrier de comunicaciones y comando entre Bocatoma y C. Pullinque.	SIEMENS	Alemania
Plantas telefónicas automáticas, baterías y accesorios telefónicos	C. GENERALE DE CONS. TELEPHONIQUE	Francia
Teléfonos sin baterías	SIEMENS	Alemania

EQUIPO DE CONSTRUCCION Descripción	Fabricante	País
Cargadores Payloader	INTERNATIONAL HARVESTER EXPORT CO.	EE. UU.
Tractores sobre neumáticos	JOHN DEERE CO.	EE. UU.
Mixer	WORTHINGTON CORP.	EE. UU.
Compresores de aire	INGERSOLL-RAND	EE. UU.
Bombas para grouting	GARDNER DENVER WESTERN HEMISPHERE CO.	EE. UU.
Compresoras portátiles	ATLAS COPCO AB	Suecia
Motocrane de 25 T.	MARION POWER SHOVEL CO.	EE. UU.
Soldadoras eléct. rotativas	THE LINCOLN ELECTRIC CO. GENERAL ELECTRIC CO. INC.	EE. UU. EE. UU.
Motores eléctricos	GENERAL ELECTRIC CO. INC. WESTINGHOUSE ELECTRIC CO. CENTURY ELECTRIC CO.	EE. UU. EE. UU. EE. UU.
Tractor Fordson Major	FORD MOTORS CO. LIMITED	Inglaterra
Vibradoras de alta frecuencia	GEBRÜDER WACKER	Alemania
Apisonadores eléctricos	GEBRÜDER WACKER	Alemania
Cintas transportadoras	NORMÜ SPEZIALMASCHINEN-BAU	Alemania
Motores eléctricos	ASEA	Suecia
Planta de concreto	BUTTLER BIN CO.	EE. UU.
3 Furgones Chevr. y 1 camioneta pick-up	G. MOTORS CORP. CHEVR. DIV.	EE. UU.
1 Ambulancia, 2 camiones y 1 microbús	FORD MOTORS CO.	EE. UU.
Tractor Ford 8 NAN	FORD MOTORS CO.	EE. UU.
Camiones Euclid de volteo	G. MOTORS OVERSEAS EUCLID PROD.	EE. UU.
Camiones tolva Payhauler	INTERNATIONAL HARVERSTER EXP.	EE. UU.
Camiones F.W.D. 1957	THE FOUR WHEEL DRIVE AUTO CO.	EE. UU.
Tractores oruga	ALLIS CHALMERS MFG. CO CATERPILLAR TRACTOR CO.	EE. UU. EE. UU.
Palas Eimco	THE EIMCO CORPORATION	EE. UU.
Perforadoras I.R. dif. tipos	INGERSOLL-RAND	EE. UU.
Perforadoras R. H. 656	ATLAS COPCO AB	Suecia
Motoniveladora mod. 118	THE GALLION IRON WORKS MFG. CO.	EE. UU.
Chancadoras Austin	BALDWIN LIMA HAMILTON Cº	EE. UU.
Pala mecánica Lorain	THE THEW SHOVEL CO.	EE. UU.
Pala mecánica P. & H.	HARNISCHFEGER CORP.	EE. UU.
Dispositivo retroexcavador	HARNISCHFEGER EXP. CO.	EE. UU.
Equipo de ventilación	ROOTS, CONNERSVILLE B. CO.	EE. UU.
Equipo de draga	THE THEW SHOVEL CO.	EE. UU.
Varios materiales de construcción y mantención	UNITED STATES STEEL CO. BETHLEHEM STEEL CO. AMERICAN SMELTING R. CO. THE TEXAS CO. MANASCO INC.	EE. UU. EE. UU. EE. UU. EE. UU. EE. UU.

PROVEEDORES NACIONALES

Sólo se incluyen los proveedores de materiales y equipos más importantes. No se incluyen los proveedores de elementos o materiales empleados en las construcciones corrientes; sobre esto último cabe decir que el total del cemento, madera y acero para las obras de hormigón ha sido de procedencia nacional. También son de procedencia nacional los vidrios, puertas, ventanas, cerrajería, artefactos sanitarios, etc., usados en los edificios.

	Fabricante
BOCATOMA	
Compuertas de emergencia y de toma (marcos y hojas)	SOCOMETAL
Estructura completa para mecanismo de compuerta	S. A. FUNDICION LIBERTAD
Huinche 20 t para compuertas	MAESTRANZA DEL PACIFICO
COMPUERTA AUTOMATICA	
Contrapeso seco y sumergido	ASTILLEROS LAS HABAS
CAMARA DE CARGA	
Grúa portal para extracción compuertas admisión	SOCOMETAL
Compuertas de admisión (hojas y rejas de entrada)	ASTILLEROS LAS HABAS
Compuertas de emergencia y equipo extracción compuertas	S. A. FUNDICION LIBERTAD
Estructura soporte servomotor 30 t	TAMET
TUBERIAS DE PRESION	CAP
CASA DE MAQUINAS	
Vía traslado transformadores	TAMET
Techo metálico	WARD Y LATHAM
CANAL DE EVACUACION	
Marcos y hojas de compuertas de emergencia y marcos de compuertas de servicio	ASTILLEROS LAS HABAS
Compuertas de servicio (hojas)	SOCOMETAL
PATIO DE ALTA	
Estructuras	ACIN
SUBESTACIONES	
Tablero y pupitre de control	GILDEMEISTER CAJAS BASH FAMASOL JAMES CARR
Transformadores de distribución de instrumentos y servicios auxiliares	S. E. C. WENWEILER & REITZ ELECTROCOMERCIAL
Tubo de cobre, bronce, planchas y barras de cobre	MADECO
Cables de cobre desnudo, cables de control y de poder, alambres forrados en general	MADECO
Tubos y planchas de asbesto-cemento	COBRE CERRILLOS PIZARREÑO
Desconectadores de 69 kV	FUNDICION LIBERTAD S. E. G.
Desconectadores de 15 kV	SOCOMETAL KELLEMBERGER MARIO GALLARDO
LINEAS DE TRANSMISION	
Sistema 66 kV	
Conductores de cobre	MADECO
Charrúa-Temuco (154 kV)	
Torre de suspensión alta tipo A, torre de suspensión baja tipo B	SOCOMETAL
Cable de cobre duro 250 MCM	MADECO
Grillete con pasador, grampa para conexiones a tierra, prensa paralela	
Prensa para contacto eléctrico	KING & WALKER
Peineta protectora contra pájaros	FABROC
Chicote para puesta a tierra	ENRIQUE TELLO
Colocadora concreto a presión	MARISIO HNOS.
Capachos de almacenamiento y transporte	MAESTRANZA DE CENTRAL ISLA
Carros para moldes	GARAJE Y MAESTRANZA ENDESA WARD Y LATHAM

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

Empresa Editora Zig-Zag, S. A.