

**Empresa:** Coordinador Eléctrico Nacional

**País:** Chile

**Proyecto:** Central Hidroeléctrica Cipreses

**Descripción:** Informe de Pruebas de Potencia Máxima

**Código de Proyecto:** EE-2021-115

**Código de Informe:** EE-EN-2021-1987

**Revisión:** D



**26 de mayo de 2022**



Este documento EE-EN-2021-1987-RD fue preparado para Coordinador Eléctrico Nacional por Estudios Eléctricos. Para consultas técnicas respecto del contenido del presente comunicarse con:

**Ing. Andrés Capalbo**

Coordinador Dpto. Ensayos e Ingeniería  
[andres.capalbo@estudios-electricos.com](mailto:andres.capalbo@estudios-electricos.com)

**Ing. Pablo Rifrani**

Gerente Dpto. Ensayos e Ingeniería  
[pablo.rifrani@estudios-electricos.com](mailto:pablo.rifrani@estudios-electricos.com)

[www.estudios-electricos.com](http://www.estudios-electricos.com)

Este documento contiene 100 páginas y ha sido guardado por última vez el 26/05/2022 por Federico García, sus versiones y firmantes digitales se indican a continuación:

Rev.	Fecha	Comentarios	Realizó	Revisó	Aprobó
A	19/11/2021	Para presentar.	FP/FD	AC	PR
B	21/01/2022	Se corrige valores potencia por cota.	FG	AC	PR
C	04/03/2022	Se incluyen las modificaciones solicitadas en el documento PPM-035-2021-CC-DCO-0.	FG	AC	PR
D	26/05/2022	Se discriminan las pérdidas y consumos internos.	FG	AC	PR

Todas las firmas digitales pueden ser validadas y autenticadas a través de la web de Estudios Eléctricos;  
<http://www.estudios-electricos.com/certificados>.



## Índice

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	RESUMEN EJECUTIVO.....	6
3	OBJETIVO GENERAL Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA.....	9
3.1	Objetivo.....	9
3.2	Condiciones Particulares.....	9
3.3	Experto Técnico.....	9
3.4	Representante empresa generadora.....	10
3.5	Representante del Coordinador Eléctrico Nacional.....	10
3.6	Observador de otro Coordinado.....	10
4	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA.....	11
4.1	Descripción general de la planta.....	11
4.2	Descripción de las unidades de generación.....	13
4.3	Condiciones de referencia y curvas de corrección.....	15
4.3.1	Curvas de corrección.....	16
4.3.2	Metodología de corrección.....	17
4.4	Instrumentación y mediciones.....	17
4.4.1	Metodología.....	19
4.4.2	Instrumentación principal.....	20
4.4.3	Mediciones complementarias.....	21
4.5	Estimación de pérdidas y consumos propios de las unidades.....	22
4.5.1	Consumos propios de servicios auxiliares.....	23
4.5.2	Consumos externos.....	24
4.5.3	Pérdidas en los transformadores principales.....	26
5	REALIZACIÓN DE LA PRUEBA.....	30
5.1	Chequeos preliminares.....	30
5.2	Desarrollo de las pruebas.....	30
5.2.1	Verificaciones previas.....	30
5.3	Condiciones previas al inicio de los ensayos.....	31
5.4	Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba.....	33
5.5	Período de prueba.....	35



6	CALCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS .....	37
6.1	Reducción de datos y estabilidad .....	37
6.2	Determinación de la potencia de pérdidas totales .....	37
6.2.1	Determinación de la potencia de las pérdidas, consumos propios y externos .....	40
6.3	Correcciones aplicables a la potencia bruta.....	44
6.4	Cálculo de la potencia neta corregida.....	47
6.5	Cálculo del promedio final .....	49
6.6	Tabla Resumen general .....	50
6.7	Incertidumbre .....	56
6.8	Corrección por cota condición de planta completa .....	59
6.8.1	Potencia bruta .....	60
6.8.2	Potencia de Pérdidas en la central .....	60
6.8.3	Potencia Neta .....	64
6.8.4	Resultados .....	64
7	CONCLUSIONES .....	65
8	NORMATIVA .....	67
9	ANEXOS .....	68
9.1	Registro histórico de cota .....	68
9.2	Característica Potencia Máxima vs Cota La Invernada .....	71
9.3	Características Turbina y Generador.....	72
9.4	Puntos de medición.....	74
9.4.1	Potencia bruta .....	74
9.4.2	Potencia neta .....	78
9.5	Certificados de calibración de instrumentos de medición.....	80
9.5.1	Potencia bruta/FP.....	80
9.5.2	Potencia neta .....	84
9.6	Acta de ensayos.....	88



## 1 INTRODUCCIÓN

---

El presente documento describe las tareas, ensayos y cálculos realizados para obtener el valor de **Potencia Máxima de la Unidad 1, la Unidad 2, la Unidad 3 y de la central completa para la Central Hidroeléctrica Cipreses** en los términos establecidos en el “*ANEXO TÉCNICO: Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras*”.

Para la ejecución de las pruebas se siguió el protocolo:

*EE-EN-2021-1797-RB\_Procedimiento\_Potencia\_Maxima\_CH\_Cipreses*

La Central Hidroeléctrica Cipreses, perteneciente a Enel Generación S.A., está ubicada en la comuna de San Clemente en la Región de Maule y consta de tres generadores sincrónicos idénticos impulsados por tres turbinas Pelton de eje horizontal. Particularmente las turbinas son marca J.H Voith que impulsan generadores sincrónicos marca Westinghouse.



## 2 RESUMEN EJECUTIVO

En la etapa de diseño del protocolo de pruebas se exploraron distintas alternativas tendientes a efectuar las mediciones necesarias para determinar la potencia bruta máxima de acuerdo con las especificaciones establecidas por el Anexo Técnico “Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras”.

Finalmente, se diseñó una alternativa que permitió realizar la determinación buscada en las mejores condiciones técnicas posibles. Para esto, se han utilizado los equipos medidores de planta para las mediciones de potencia bruta y potencia neta.

Las pruebas de la Unidad 1, la Unidad 2 y la Unidad 3 se ejecutaron los días 25, 26 y 27 de octubre de 2021 respectivamente, en tanto, la prueba de la central completa se realizó el 28 de octubre de 2021. Todas las pruebas fueron realizadas en presencia de José Contreras Palma y Alfonso Núñez Schorr por parte del Coordinado (Enel Generación S.A.), Roberto Moller y Eduardo González por parte del Coordinador, y César Colignon y Federico Deledda como Experto Técnico (Estudios Eléctricos).

Durante el período de cada una de las pruebas se verificó que las unidades logren controlar en forma estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. En total se registraron 5 horas en condiciones de potencia máxima, luego de finalizado el período de estabilización. Durante el desarrollo de las pruebas se operó la respectiva unidad en carga base con regulación de frecuencia operativa y se mantuvo el factor de potencia en 0.95 utilizando el modo de control de reactivo del AVR.

*Nota: Para las pruebas de la Unidad 2 no fue posible operar con un factor de potencia de 0.95 ya que la unidad posee limitaciones en la corriente de terminales. Por esta razón, se operó en un factor de potencia cercano a 0.98. Para las pruebas de la Unidad 3 tampoco fue posible operar con un factor de potencia de 0.95 ya que la unidad posee limitaciones en su capacidad de absorber o inyectar reactivos. Por esta razón, se operó en un factor de potencia cercano a 0.99.*

Para la determinación del valor de Potencia Máxima se procesaron los datos registrados en terreno, verificación de estabilidad, promediado y finalmente las correcciones por factor de potencia tal como indica el Anexo Técnico.



Adicionalmente, se han realizado los cálculos de incertidumbre total del resultado, tanto para el valor de potencia bruta corregida como para el valor de potencia neta corregida, siguiendo los lineamientos establecidos en la norma aplicable ASME PTC19.1.

Finalmente, se determinaron los siguientes valores de **Potencia Máxima Bruta** de la Central Hidroeléctrica Cipreses con el siguiente desglose de valores:

Resumen de resultados Cipreses - Unidad 1		
<b>Potencia Máxima</b>	Bruta Medida [MW]	33,6474
	<b>Bruta Corregida [MW]</b>	<b>33,6411</b>
	Neta Medida [MW]	32,7855
	<b>Neta Corregida [MW]</b>	<b>33,1947</b>
<b>Servicios Auxiliares</b>	Potencia [MW]	0,0917

Tabla 2.1 – Resumen resultados – Unidad 1

Resumen de resultados Cipreses - Unidad 2		
<b>Potencia Máxima</b>	Bruta Medida [MW]	33,4979
	<b>Bruta Corregida [MW]</b>	<b>33,4736</b>
	Neta Medida [MW]	33,1455
	<b>Neta Corregida [MW]</b>	<b>33,0272</b>
<b>Servicios Auxiliares</b>	Potencia [MW]	0,0917

Tabla 2.2 – Resumen resultados – Unidad 2

Resumen de resultados Cipreses - Unidad 3		
<b>Potencia Máxima</b>	Bruta Medida [MW]	30,8966
	<b>Bruta Corregida [MW]</b>	<b>30,8660</b>
	Neta Medida [MW]	30,6537
	<b>Neta Corregida [MW]</b>	<b>30,4196</b>
<b>Servicios Auxiliares</b>	Potencia [MW]	0,0917

Tabla 2.3 – Resumen resultados – Unidad 3



Resumen de resultados CH Cipreses - Central Completa		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	86,7479
	<b>Bruta Corregida [MW]</b>	<b>86,7289</b>
	Neta Medida [MW]	85,4949
	<b>Neta Corregida [MW]</b>	<b>85,6746</b>
Servicios Auxiliares	Potencia [MW]	0,275

Tabla 2.4 – Resumen resultados – Central Completa

Resumen de resultados CH Cipreses - Central Completa Corrección por Cota		
Potencia Máxima	<b>Bruta Corregida [MW]</b>	<b>98,530</b>
	<b>Neta Corregida [MW]</b>	<b>97,082</b>
Servicios Auxiliares	Potencia [MW]	0,275

Tabla 2.5 – Resumen resultados – Central Completa (Corrección por cota)





## 3 OBJETIVO GENERAL Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA

---

### 3.1 Objetivo

El Anexo Técnico indica que se debe determinar por ensayo el valor de Potencia Máxima que será aquel valor de potencia activa bruta que sea sostenible durante al menos 5 horas, dentro del período de medición de la prueba y en conformidad con el protocolo de prueba.

### 3.2 Condiciones Particulares

Debido al contexto sanitario de pandemia COVID-19, según lo acordado con el Coordinador, el experto técnico no se presentó en las instalaciones del coordinado, sino que guio y supervisó su desarrollo de forma remota.

Desde planta las pruebas fueron dirigidas, con la supervisión del experto técnico, por el inspector sustituto designado por el Coordinado. Para las pruebas de la Central Hidroeléctrica Cipreses los inspectores sustitutos fueron **José Contreras Palma**, quien se desempeña como responsable de operaciones de la Central y **Alfonso Núñez Schorr** quien se desempeña como especialista en mantenimiento.

En este contexto, se utilizó en todo momento un canal de comunicación bidireccional de audio y video entre el experto técnico y el inspector sustituto.

### 3.3 Experto Técnico

La empresa Estudios Eléctricos fue seleccionada para llevar adelante los ensayos y tareas relacionadas con la determinación de la Potencia Máxima de la Unidad 1, la Unidad 2 y la Unidad 3 de la Central Hidroeléctrica Cipreses y de la central completa. Los Expertos Técnicos designados fueron el Ing. **César Colignon** y el Ing. **Federico Deledda**. Ellos fueron los responsables de desarrollar el protocolo de pruebas, supervisar la ejecución de todas las actividades descriptas en el mismo y redactar el presente informe.



### 3.4 Representante empresa generadora

Por parte de Enel Generación S.A., el Coordinado, estuvo presente durante las pruebas el Sr. **José Contreras Palma** como inspector sustituto y responsable de operaciones de la Central, en coordinación con el personal de Soporte Técnico de Enel Generación, quienes fueron responsables de la coordinación de la prueba de forma remota y de la entrega y presentación de toda la información y registros durante la prueba tal cuál lo establecido en el protocolo.

### 3.5 Representante del Coordinador Eléctrico Nacional

Durante el desarrollo de los ensayos no fue posible contar con la presencia de representantes del Coordinador Eléctrico Nacional de forma permanente.

### 3.6 Observador de otro Coordinado

No hubo representación de otro Coordinado en terreno durante el desarrollo de las pruebas.



## 4 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA

---

### 4.1 Descripción general de la planta

La Central Hidroeléctrica Cipreses pertenece a Enel Generación S.A., está ubicada en la comuna de San Clemente, Región del Maule está conformada por tres generadores sincrónicos idénticos impulsados por tres turbinas Pelton de eje horizontal. Particularmente las turbinas son marca J.H. Voith que impulsan generadores sincrónicos marca Westinghouse de 31 MVA de potencia aparente.

La Central Cipreses es una central de acumulación que utiliza el embalse natural constituido por la Laguna de la Invernada, ubicada a 100 Km al oriente de la ciudad de Talca, en la Séptima Región.

Se presenta a continuación, el plano de disposición general de la planta y la conexión de las unidades a la Subestación Cipreses 154kV.

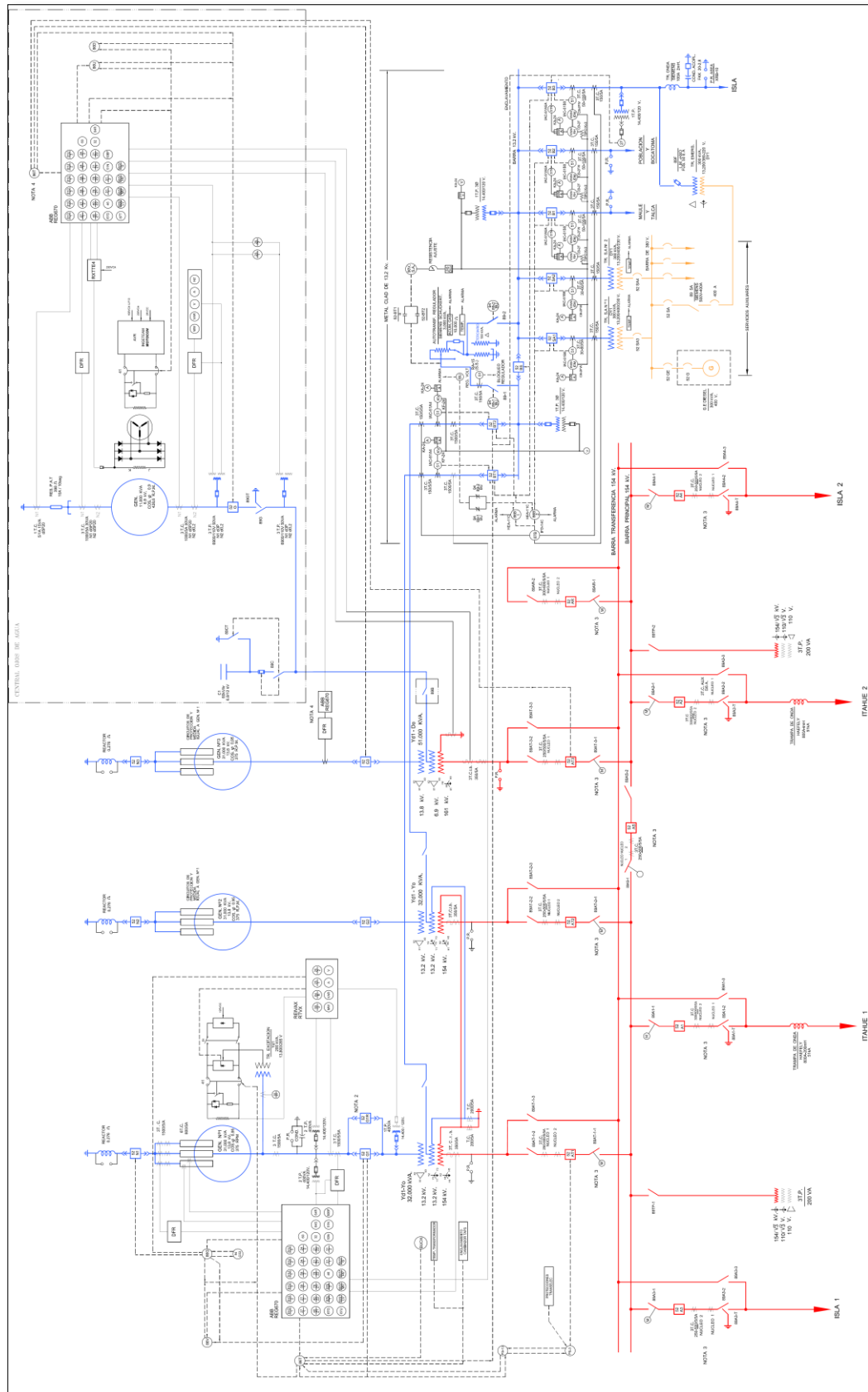


Figura 4.1 – Plano de disposición general de planta



## 4.2 Descripción de las unidades de generación

Cada unidad está compuesta por una turbina marca J.H. Voith, vinculada a un generador marca Westinghouse. Considerando a las tres unidades, la Central es capaz de entregar una potencia bruta aproximada de 106 MW<sup>1</sup>. Se presenta a continuación el diagrama unilineal de las unidades.

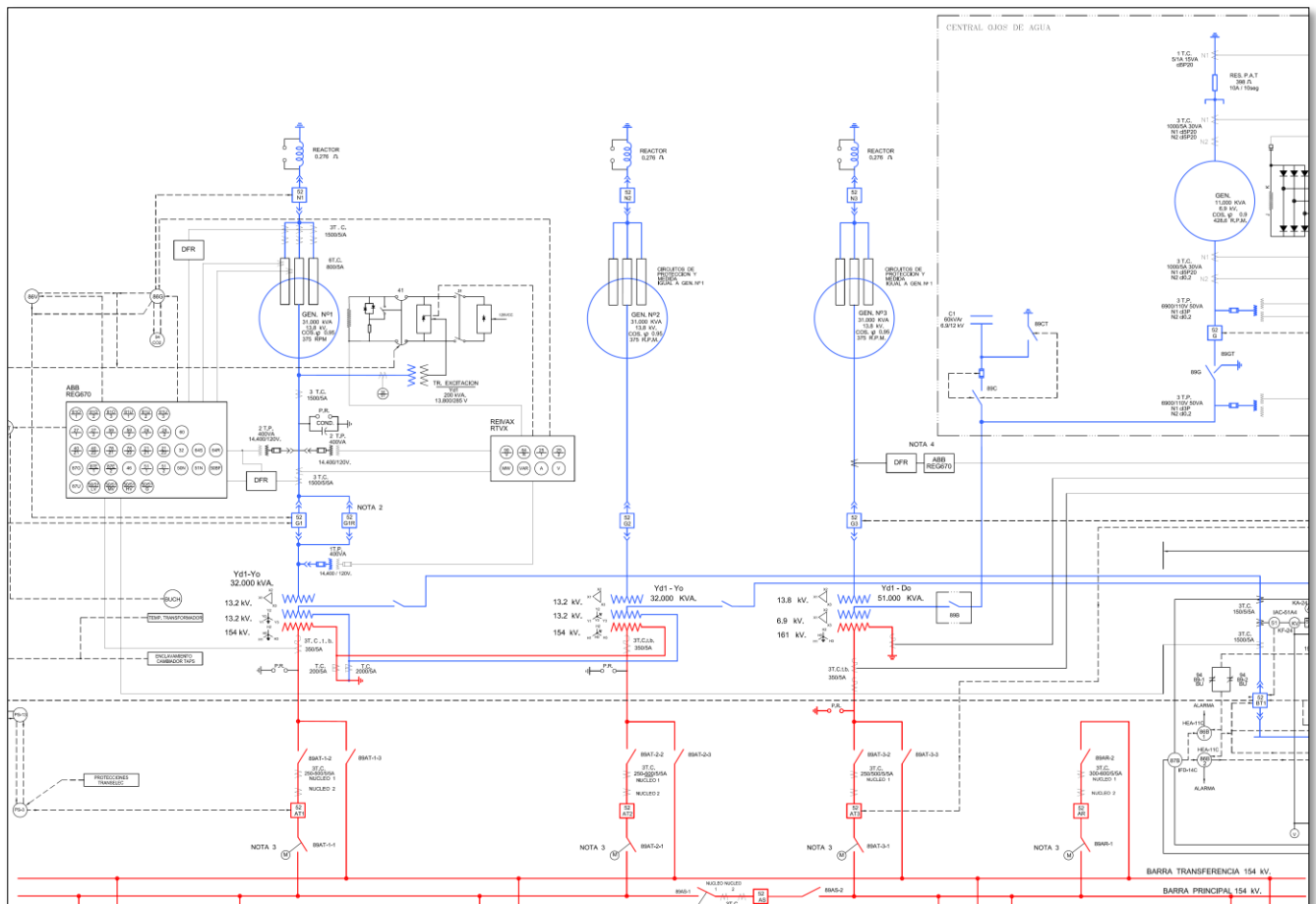


Figura 4.2 – Diagrama unilineal de la CH Cipreses

<sup>1</sup> Fuente: <https://infotecnica.coordinador.cl/>



Los datos característicos de placa del generador y de la turbina se presentan a continuación. En el anexo 9.3 se puede encontrar la hoja de datos completa del generador.

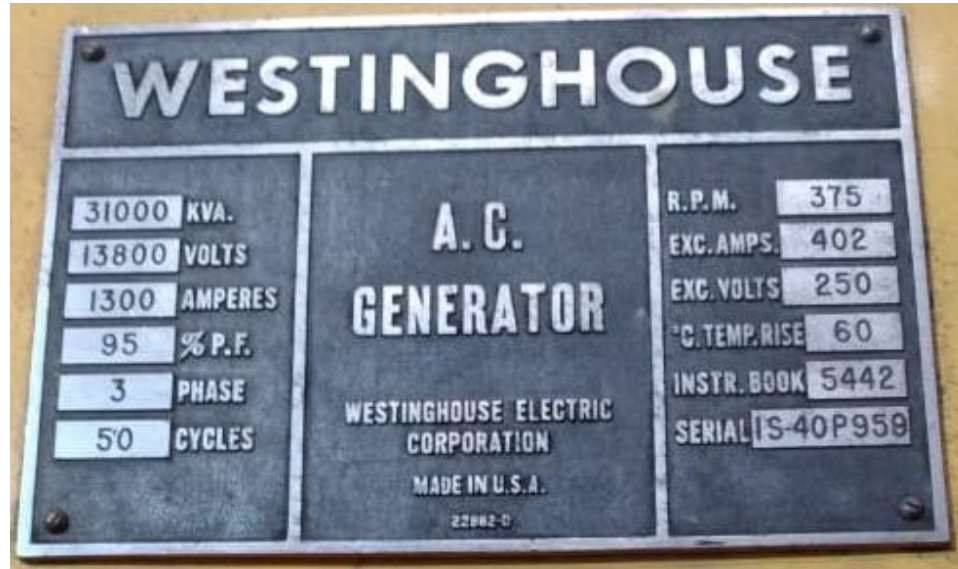


Figura 4.3 – Datos de placa del generador



Figura 4.4 – Placas turbina



### 4.3 Condiciones de referencia y curvas de corrección

A partir de la información suministrada por el fabricante y datos característicos de la Central se consideran los siguientes valores de potencia máxima esperables para las unidades de la Central Cipreses:

<b>Unidad</b>	<b>Potencia Máxima [MW]</b>
<b>CH Cipreses Unidad 1</b>	<b>35.65</b>
<b>CH Cipreses Unidad 2</b>	<b>35.65</b>
<b>CH Cipreses Unidad 3</b>	<b>35.65</b>

*Tabla 4.1 – Valores base de potencia para unidad*

De acuerdo con los parámetros declarados, la potencia máxima bruta esperable de la Central Cipreses es de 106 MW.

En la Tabla 4.2 se indican las condiciones de referencia de la central. Cabe mencionar que solo se presentan los parámetros de corrección que se deben considerar en base a lo estipulado en el Anexo Técnico.

<b>Parámetro de corrección</b>	<b>Valor nominal</b>
Factor de potencia	0.95 (lagging)

*Tabla 4.2 – Condiciones nominales de referencia*



### 4.3.1 Curvas de corrección

#### Corrección por Factor de potencia

De acuerdo con la información provista por el fabricante no disponen de curvas de corrección de la potencia por factor de potencia, por lo que se utiliza el antecedente de una máquina similar. Se utilizó la siguiente curva disponible públicamente<sup>2</sup>.

Los rendimientos del generador, según los datos del fabricante, son los siguientes:

Porcentaje de carga (%)	110	100	90	80	70	60	50
Rendimiento (%) para $\cos \phi = 0,85$	98,51	98,51	98,48	98,43	98,35	98,22	98,02
Rendimiento (%) para $\cos \phi = 1,00$	98,82	98,81	98,78	98,73	98,67	98,56	98,38

Tabla 2.- Rendimientos del generador según  $\cos \phi$ .

Que gráficamente se representan a continuación.

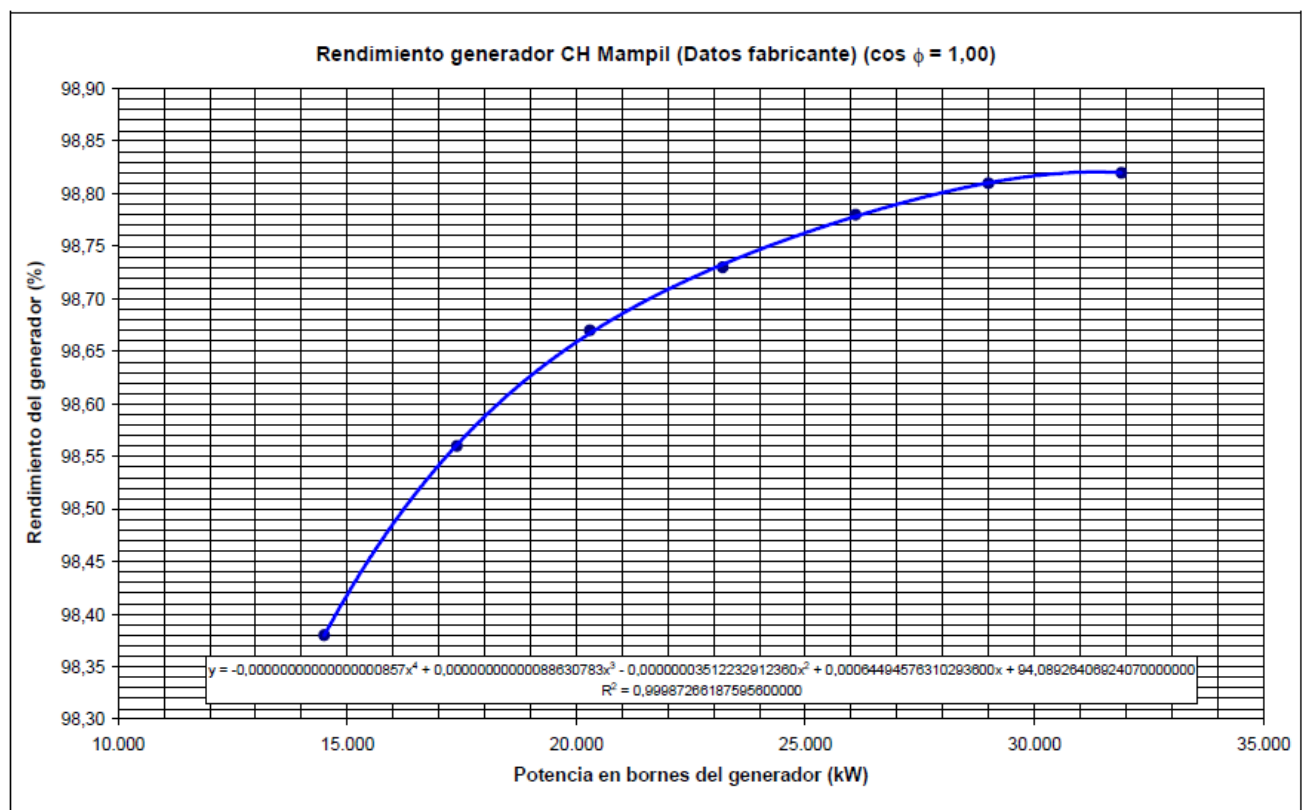


Figura 4.5 – Curva de corrección por factor de potencia

<sup>2</sup> Central Mampil: <https://infotecnica.coordinador.cl/instalaciones/unidades-generadoras>





#### 4.3.2 Metodología de corrección

Para las correcciones del valor de potencia bruta se utiliza, cuando corresponde, las condiciones de referencia junto con los datos mostrados anteriormente.

#### 4.4 Instrumentación y mediciones

Según lo establecido en el Artículo 37 del Anexo Técnico, las mediciones de potencia y factor de potencia deberán realizarse con instrumentos clase 0.2.

En la Figura 4.6 se presenta un diagrama unilineal de planta donde se distinguen los elementos disponibles en este caso.

Considerando este diagrama junto con el levantamiento de información realizado, los requerimientos del Anexo Técnico se describe la metodología propuesta.



# CENTRAL CIPRESES

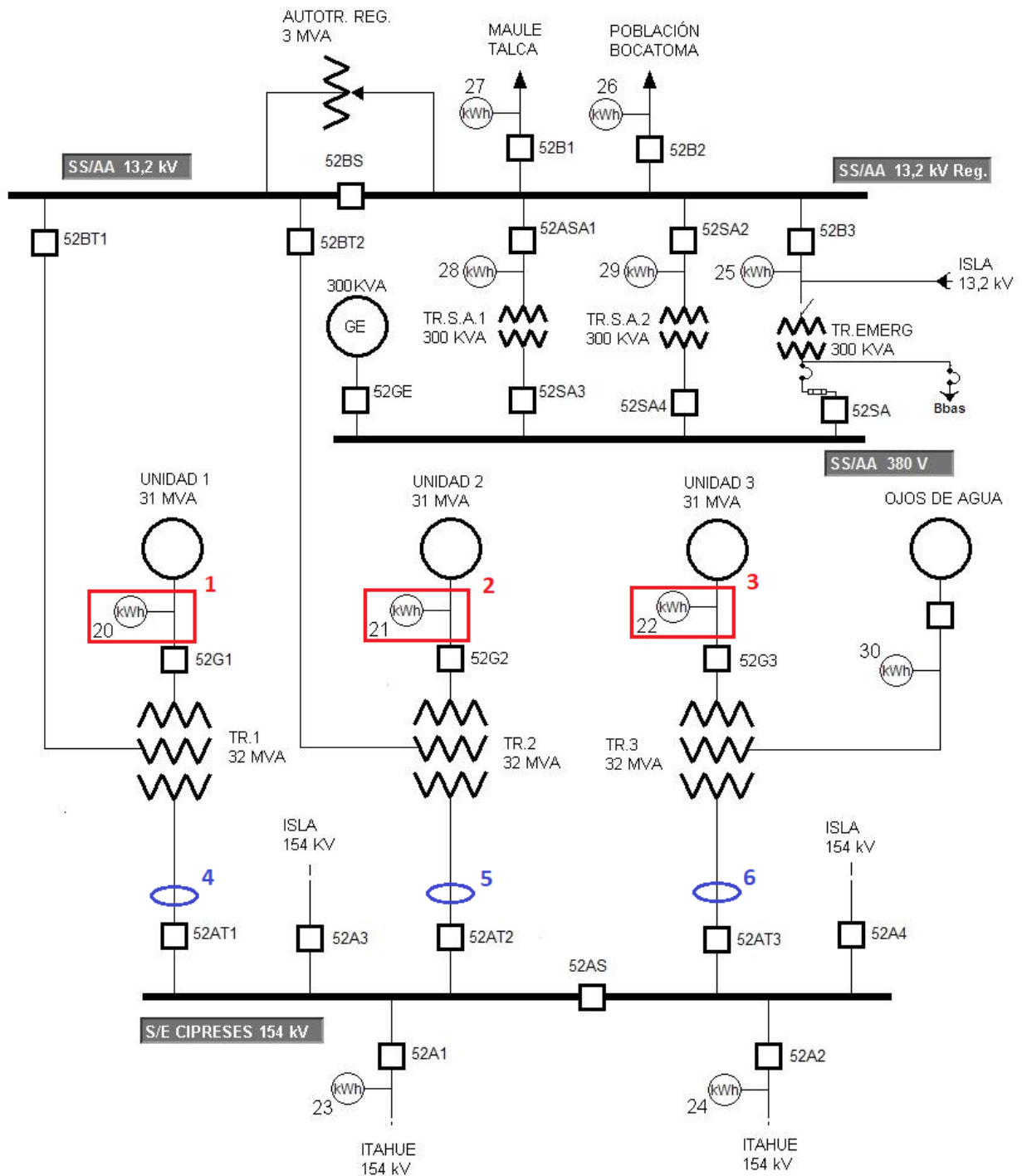


Figura 4.6 - Unilineal de planta esquemático



#### 4.4.1 Metodología

Se realizó la medición de potencia bruta y factor de potencia en bornes del generador tal como se solicita en el Anexo Técnico. La potencia de las pérdidas en los distintos transformadores y de los consumos propios se calculan indirectamente a partir de la medición de la potencia neta.

Para las mediciones de potencia neta el Coordinado ha informado que utilizará los transformadores PT y CT ubicados del lado de alta tensión del transformador principal de cada unidad (puntos "4", "5" y "6" en la Figura 4.6).

Para las mediciones de potencia bruta el Coordinado ha informado que utilizará los transformadores PT y CT que cada generador tiene de fabrica (puntos "1", "2" y "3" en la Figura 4.6).

Para la medición de potencia neta y potencia bruta se ha utilizado medidores ION 7650, que el Coordinado tiene en sus instalaciones. Los mismos son clase 0.2 y cumplen con las exigencias de precisión requeridas. Los certificados de calibración fueron entregados antes de las pruebas

En la sección de anexo 9.4 se detallan los puntos desde donde se realizan las mediciones de cada variable, en tanto en la sección de anexo 9.5 se muestran los antecedentes técnicos y certificados de calibración asociados a los equipos de medición.



#### 4.4.2 Instrumentación principal

Se instrumentó tal como se resume en la Tabla 4.3. La misma indica la instrumentación principal utilizada, magnitud medida, tipo y clase, y ubicación.

#	Magnitud	Instrumento	Tipo, clase y muestreo	Propietario y certificado	Ubicación	Tipo de registro
1	<b>Potencia activa bruta Unidad 1</b>	ION 7650 Serie: PJ-1203A192-03	A, 0.2, 1 min (o superior)	Enel Generación Anexo 9.5.1	Conectado PTs y CTs en punto 1 del unilineal la Figura 4.6. Borneras y puntos de conexión en Anexo 9.4.1	Digital
2	<b>Factor de potencia Unidad 1</b>	ION 7650 Serie: PJ-1203A192-03	A, 0.2, 1 min (o superior)	Enel Generación Anexo 9.5.1	Conectado PTs y CTs en punto 1 del unilineal la Figura 4.6. Borneras y puntos de conexión en Anexo 9.4.1	Digital
3	<b>Potencia activa neta Unidad 1</b>	ION 7650 Serie: A confirmar	A, 0.2, 1 min (o superior)	Enel Generación Anexo 9.5.2	Conectado PTs y CTs en punto 4 del unilineal la Figura 4.6. Borneras y puntos de conexión en Anexo 9.4.2	Digital
4	<b>Potencia activa bruta Unidad 2</b>	ION 7650 Serie: PJ-1203A288-03	A, 0.2, 1 min (o superior)	Enel Generación Anexo 9.5.1	Conectado PTs y CTs en punto 2 del unilineal la Figura 4.6. Borneras y puntos de conexión en Anexo 9.4.1	Digital
5	<b>Factor de potencia Unidad 2</b>	ION 7650 Serie: PJ-1203A288-03	A, 0.2, 1 min (o superior)	Enel Generación Anexo 9.5.1	Conectado PTs y CTs en punto 2 del unilineal la Figura 4.6. Borneras y puntos de conexión en Anexo 9.4.1	Digital
6	<b>Potencia activa neta Unidad 2</b>	ION 7650 Serie: PJ-1312B132-04	A, 0.2, 1 min (o superior)	Enel Generación Anexo 9.5.2	Conectado PTs y CTs en punto 5 del unilineal la Figura 4.6. Borneras y puntos de conexión Anexo 9.4.2	Digital
7	<b>Potencia activa bruta Unidad 3</b>	ION 7650 Serie: PJ-1203A190-03	A, 0.2, 1 min (o superior)	Enel Generación Anexo 9.5.1	Conectado PTs y CTs en punto 3 del unilineal la Figura 4.6. Borneras y puntos de conexión en Anexo 9.4.1	Digital
8	<b>Factor de potencia Unidad 3</b>	ION 7650 Serie: PJ-1203A190-03	A, 0.2, 1 min (o superior)	Enel Generación Anexo 9.5.1	Conectado PTs y CTs en punto 3 del unilineal la Figura 4.6. Borneras y puntos de conexión en Anexo 9.4.1.	Digital
9	<b>Potencia activa neta Unidad 3</b>	ION 7650 Serie: PJ-1312B128-04	A, 0.2, 1 min (o superior)	Enel Generación Anexo 9.5.2	Conectado PTs y CTs en punto 6 del unilineal la Figura 4.6. Borneras y puntos de conexión en Anexo 9.4.2	Digital

Tabla 4.3 – Instrumentación principal

Las características principales de estos equipos y sus certificados de calibración vigentes a la fecha de los ensayos pueden consultarse en el anexo 9.5.



Los equipos medidores de potencia bruta y neta fueron instalados, configurados y operados por el Coordinado. Se solicitó la entrega de los registros digitales de las pruebas durante y luego de la ejecución de las mismas.

#### 4.4.3 Mediciones complementarias

Se muestra en la Tabla 4.4 el listado de señales disponibles en el SCADA de la central con los TAGS correspondientes:

<b>Variable Complementaria</b>	<b>TAGS</b>
Potencia activa [MW]	CIP_TH1_RTVX____P_
Potencia reactiva [MVAR]	CIP_TH1_RTVX____Q_
Factor de potencia [%]	CIP_TH1_RTVX____FP_
Tensión de campo [V]	CIP_TH1_CAM_RTVX__V_
Corriente de campo [A]	CIP_TH1_CAM_RTVX__I_
Nivel de laguna la internada [msnm]	CIP_00__AG_EMB____NI
Medición de velocidad unidad [rpm]	CIP_TH1_R_RTVX____VL
Nivel desagüe [msnm]	ODA_TH1_NI_DES2__NI
Presión aguas arriba de válvulas mariposa [bar]	CIP_TH1_AG_AAVMAR_PR
Presión aguas arriba de válvula esférica lado A [mca]	CIP_TH1_AGAIVESFA_PR
Medición 1 de temperatura enrollador generador [°C]	CIP_TH1_E_T01____T_
Medición 3 de temperatura enrollador generador [°C]	CIP_TH1_E_T03____T_
Medición 6 de temperatura enrollador generador [°C]	CIP_TH1_E_T06____T_
Medición de temperatura de aceite de lubricación lado A [°C]	CIP_TH1_Q_LUBA____T_
Medición de temperatura de aceite de lubricación lado B [°C]	CIP_TH1_Q_LUBB____T_

Tabla 4.4 – Variables SCADA Central Cipreses

Finalizadas las pruebas el Coordinado realizó la entrega del registro digital de datos correspondiente.



#### 4.5 Estimación de pérdidas y consumos propios de las unidades

Se pretende estimar de forma teórica los consumos propios y externos que posee cada unidad y las pérdidas ocasionadas en los distintos transformadores de potencia de manera de poder contar con una valorización que permita asegurar que las mediciones indirectas realizadas sean consistentes con estos valores. A continuación, en la Tabla 4.5 se muestra los resultados obtenidos mientras que en los capítulos sucesivos se hará el desglose de cada uno de los consumos.

<b>Consumos</b>	<b>Potencia estimada</b>	
<b>Consumos de SSAA</b>	91.65 kW	
<b>Consumos de Externos Alimentador B1</b>	0 kW	
<b>Consumos de Externos Alimentador B2</b>	200 kW	
<b>Consumos de Externos Alimentador B3</b>	200 kW	
<b>Pérdidas en transformador principal – Unidad U1 (32 MVA)</b>	<b>Vacío</b>	<b>Carga</b>
	42.4 kW	252.8 kW
<b>Pérdidas en transformador principal – Unidad U2 (32 MVA)</b>	<b>Vacío</b>	<b>Carga</b>
	41.4 kW	256.2 kW
<b>Pérdidas en transformador principal – Unidad U3 (51 MVA)</b>	<b>Vacío</b>	<b>Carga</b>
	21.9 kW	321.4 kW

Tabla 4.5 - Valores teóricos obtenidos de pérdidas y consumos propios/externos



#### 4.5.1 Consumos propios de servicios auxiliares

A partir de los datos de equipos y consumo de potencia de aquellas cargas requeridas para el funcionamiento de la unidad, se estima el consumo de SSAA. En este caso, se tomaron los consumos propios de una unidad. Para las unidades restantes valen los mismos consumos.

<b>EQUIPO</b>	<b>POTENCIA [kW]</b>	<b>RÉGIMEN</b>
MOTOBOMBA GOTEO LADO A	0,2	TRANSITORIO INTERMITENTE C/12H APP
MOTOBOMBA GOTEO LADO B	0,2	TRANSITORIO INTERMITENTE C/12H APP
MOTOBOMBA HPU 1	15	PERMANENTE SOLO UNA
MOTOBOMBA HPU 2	15	PERMANENTE SOLO UNA
MOTOBOMBA LUBRICACION DESCANSO LADO A C.A	3	PERMANENTE
MOTOBOMBA LUBRICACION DESCANSO LADO B C.A	3	PERMANENTE
MOTOBOMBA ACCIONAMIENTO VALVULA ESFERICA C.A	15	SOLO DURANTE ARRANQUE
MOTOBOMBA REFRIGERACION	20	PERMANENTE
MOTOBOMBA CIRCULACION ACEITE TRANSFORMADOR	11	PERMANENTE
MOTOCOMPRESOR AIRE HPU	7,5	TRANSITORIO INTERMITENTE C/12H APP
FILTRO AUTOMATICO	1,75	TRANSITORIO INTERMITENTE C/15M APP
<b>TOTALES</b>	<b>91,65</b>	

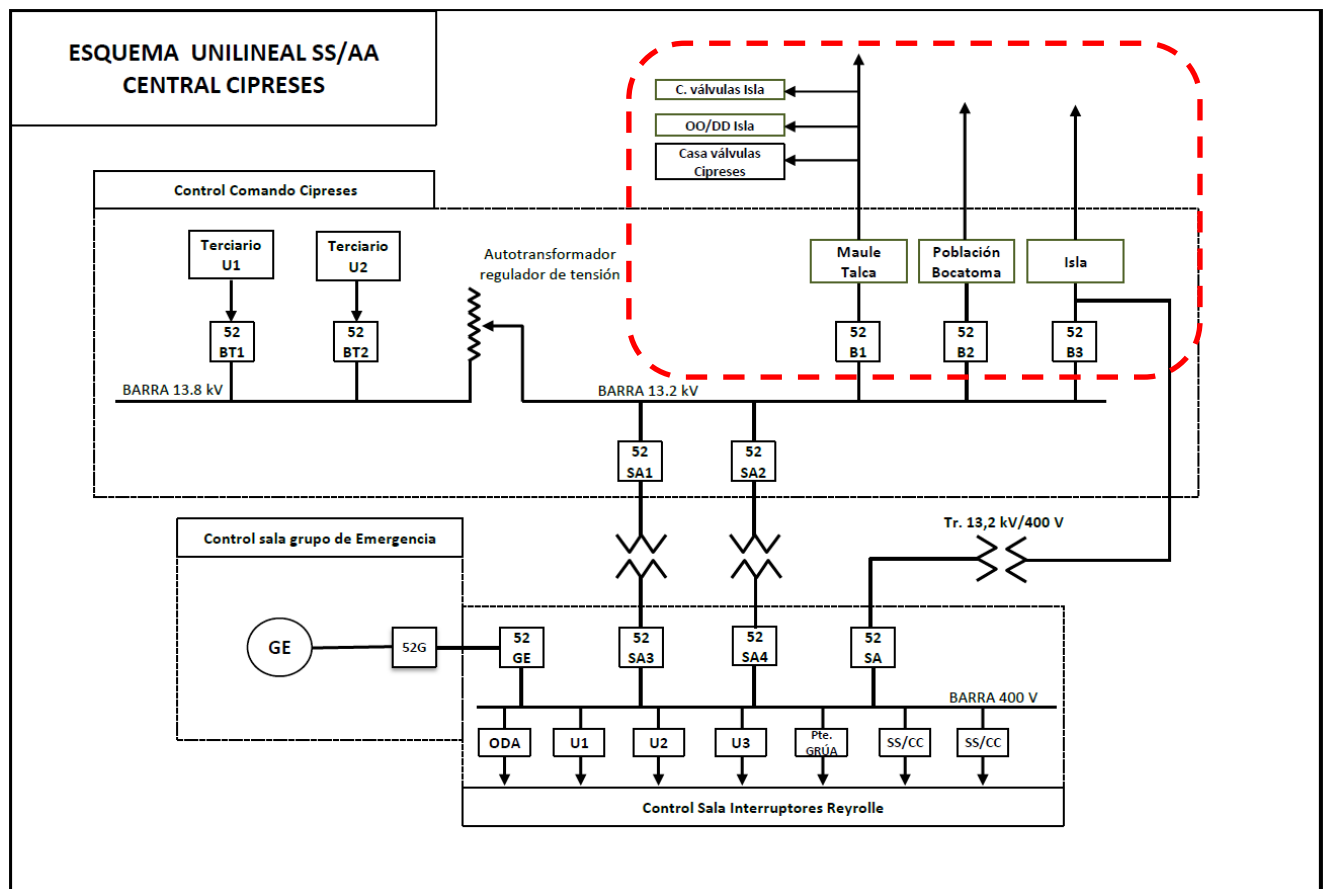
Tabla 4.6 – Valores teóricos de consumos de SSAA



#### 4.5.2 Consumos externos

Durante las pruebas la central operó suministrando alimentación a consumos externos, adicionales a los esenciales, que no pudieron ser interrumpidos debido a que no poseen una alimentación alternativa.

A partir de las lecturas de consumos de los alimentadores externos de la Central, que corresponden a los paños B1, B2 y B3 del esquema, se puede estimar el consumo externo de la misma.



La siguiente Tabla 4.7 muestra la demanda de estos alimentadores en un horario entre la 9 de la noche y 2 de la mañana, horario en que se efectuó la prueba de potencia máxima de la Central Cipreses.





ALIMENTADORES EXTERNOS							
FECHA	HORA	52B1 (Maule-Talca)		52B2 (Población-Bocatoma)		52B3( ISLA)	
		Lectura	kwh	Lectura	kwh	Lectura	kwh
19/3/2022	21:00	4778		4524		3951	
19/3/2022	22:00	4778	0	4524	0	3952	200
19/3/2022	23:00	4778	0	4524	0	3952	0
19/3/2022	00:00	4778	0	4525	200	3952	0
20/3/2022	01:00	4778	0	4525	0	3953	200
20/3/2022	02:00	4778	0	4525	0	3954	200

Tabla 4.7 – Detalle consumos cargas externas

De acuerdo con los datos registrados, durante las 5 horas, los alimentadores B2 y B3 registraron un consumo de potencia del orden de 200 kW, mientras que el alimentador B1 no alimenta consumos. Por lo tanto, se definen los siguientes valores de consumo por alimentador:

$$P_{Ext,B1} = 0 \text{ kW}$$

$$P_{Ext,B2} = 200 \text{ kW}$$

$$P_{Ext,B3} = 200 \text{ kW}$$



### 4.5.3 Pérdidas en los transformadores principales

Para estimar las pérdidas en los transformadores principales de cada unidad se utilizaron los datos de placa, hojas de datos de los transformadores e información técnica disponible públicamente<sup>3</sup>.

A continuación, se adjuntan las hojas de datos y la placa característica de los transformadores:

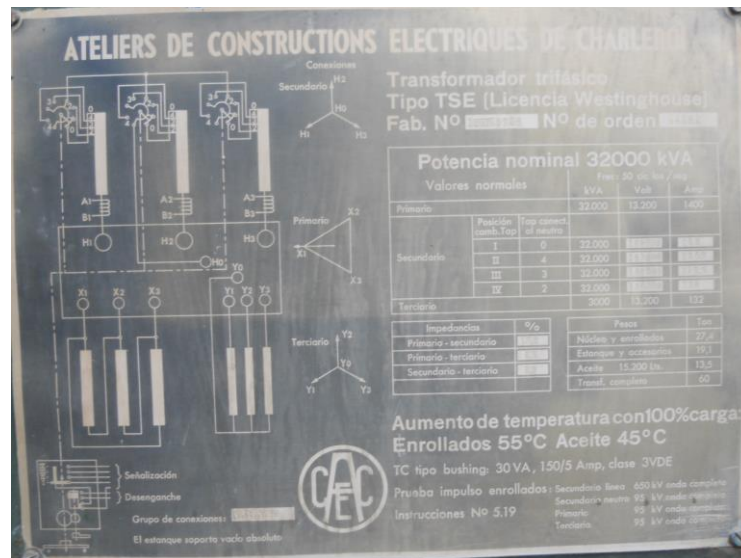


Figura 4.7 – Placa característica del transformador principal - U1 y U2

<sup>3</sup> Fuente: <https://infotecnica.coordinador.cl/>



6. Características generales

Transformadores trifásicos de 30 000 kVA, 50 c.p.s., sumergidos en aceite, circulación forzada de aceite refrigerado por agua, tipo "Shell" para instalación a la intemperie.

	Primario	Secundario	Terciario
Voltaje nominal	13 200 V	154 000 V	13 200 V
Conexion	delta	estrella- neutro solido a tierra	estrella- neutro solido a tierra
Capacidad nominal (ASA)	40 000 kVA	40 000 kVA	4 000 kVA
<u>Clase de aislacion de los enrollados (ASA):</u>			
terminales de línea	15 kV	138 kV	15 kV
terminal del neutro	---	15 kV	15 kV
<u>Clase de aislacion de los bushings (CEB):</u>			
Bushings de línea	20 kV	150 kV	20 kV
Bushing del neutro	---	20 kV	20 kV

Cambiador de taps sin tension ubicado en el secundario con los siguientes voltajes cuando se aplica 13 200 V en el primario :

Tap I 165 550 V - Tap II 161 700 V - Tap III 157 850 V - Tap IV 154 000 V

Resistencia ohmica por fase y pérdidas RI<sup>2</sup>:

Transformador 41 747

Primario : R a 21.8° = 0.0462 Ω      R a 75° = 0.0558 Ω  
RI<sup>2</sup> = 109.29 kW a 75°      ..../..

Secundario : Tap I R a 21.8° = 2.415 Ω      R a 75° = 2.918 Ω  
" II " = 2.3375 Ω      " = 2.875 Ω  
" III " = 2.27 Ω      " = 2.745 Ω  
" IV " = 2.2075 Ω      " = 2.668 Ω  
RI<sup>2</sup> = 115.26 kW a 75° para el tap IV

Terciario : R a 21.8° = 0.0923 Ω      R a 75° = 0.10155 Ω  
RI<sup>2</sup> = 5.228 kW a 75°

Transformador 41 748

Primario : R a 21.8° = 0.0463 Ω      R a 75° = 0.0559 Ω  
RI<sup>2</sup> = 109.7 kW a 75°

Secundario : Tap I R a 21.8° = 2.4125 Ω      R a 75° = 2.914 Ω  
" II " = 2.3375 Ω      " = 2.825 Ω  
" III " = 2.27 Ω      " = 2.745 Ω  
" IV " = 2.2075 Ω      " = 2.668 Ω  
RI<sup>2</sup> = 115.26 kW para el tap IV

Terciario R a 21.8° = 0.0923 Ω      R a 75° = 0.10155 Ω  
RI<sup>2</sup> = 5.228 kW a 75°

Pérdidas en el cobre a 75° para la corriente nominal en el primario y en el secundario, tap IV :

Transformador 41 747 = 252.8 kW  
" 41 748 = 255.2 kW

<u>Impedancias % :</u>	<u>Transf. 41 747</u>	<u>Transf. 41 748</u>
Secundario - Primario 32 MVA, tap I	12.3	12.3
" II	12.6	12.6
" III	12.9	12.9
" IV	13.2	13.2
Secundario- Terciario 3 MVA, tap I	3.63	3.63
" II	3.61	3.61
" III	3.59	3.58
" IV	3.55	3.54
Primario - terciario 3 MVA	3.44	3.42

<u>Pérdidas on vacio (ver curva a)</u>	<u>Transf. 41 747</u>	<u>Transf. 41 748</u>
para 100 % a 13 200 V de excitacion en el terciario	42.4 kW	41.4 kW
" 110 % a 14 500 V de excitacion en el terciario	62.0 kW	59.6 kW

Figura 4.8 - Hoja de datos del transformador principal - U1 y U2



TRAFO EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS S/A  
CNPJ.: 90.286.105/0001-41  
RS 020, km 6,5 - GRAVATAÍ - RS - BRASIL

# TRANSFORMADOR

AÑO 2008 NÚMERO DE SERIE XA1997A001 TIPO TEC 51M/169/15/8.66 NORMA ANSI C57.12.00/2000 IEC-60076/2000

POTENCIA NOMINAL (kVA)	ARROLLADO	ENFRIAMIENTO	ELEVACION DE TEMPERATURA (K)						POLARIDAD	NÚMERO DE FASES 3
			EN EL COBRE		HOT SPOT		EN EL ACEITE			
			GARANT.	MEDIDO	GARANT.	MEDIDO	GARANT.	MEDIDO	SUBTRACTIVA	FRECUENCIA 50 Hz
51000	AT	OFWF	65		80		60			
40000	MT	OFWF	65		80		60			
11000	BT	OFWF	65		80		60			

TENSIONES SOPORTABLES (ANSI)	AT	NAT	MT	BT
IMPULSO ATMOSFERICO(BIL)	kVcr 650	110	150	95
ONDA CORTADA(CW)	kVcr 715	121	165	105
TENSION APLICADA	kVrms 34	34	50	26
TENSION INDUCIDA (FASE/TIERRA)	kVrms 145	-	12,42	6,21

POTENCIA BASE (kVA)	TENSIONES BASE (kV)	IMPEDANCIAS a 85°C Y 50 Hz			
		Z% SEC. POSITIVA GARANT.	Z% SEC. POSITIVA MEDIDO	Z% SEC. CERO GARANT.	Z% SEC. CERO MEDIDO
40000	161.0/13.8	13.20		-	
11000	161.0/6.9	5.20		-	
11000	13.8/6.9	1.10		-	

CONMUTADOR SIN TENSION  
FABRICANTE: CAPT-ITALIA  
TIPO: MTV 170 kv/300 A

RELACION DE TENSIONES - kV  
 $161 \pm \frac{3}{2} \times 2.5\% - 13.8 - 6.9$

MANUAL DE INSTRUCCIONES  
XA 1997

PESOS kg	PARTE ACTIVA	TOTAL			
		TANQUE Y ACCES.	ACEITE	CON ACEITE	SIN ACEITE

TC	RELACION	TERMINALES	CLASE	APLICACION	NIVEL AISLACION	FACTOR TERMICO
TC1, TC2	200-5A	S1 - S4				
TC3, TC4	150-5A	S1 - S3				
TC5, TC6	100-5A	S1 - S2	5P20 30VA	PROTECCION	169/0.6kV	1.2
TC7	50-5A	S2 - S3				
TCIT1	195-1.5A	S1 - S2	CL3 15VA	IM.TERMICA	169/0.6kV	1.2
TCIT2	1674-1.5A	S1 - S2	CL3 15VA	IM.TERMICA	15/0.6kV	1.2
TCIT3	921-1.5A	S1 - S2	CL3 15VA	IM.TERMICA	15/0.6kV	1.2

MATERIAL DEL CONDUCTOR DE LOS DEVANADOS COBRE

ALTURA DE IZADO PARA DESENCUBAR LA PARTE ACTIVA, INCLUYENDO ESTROBOS

PESO DEL TRANSFORMADOR PARA TRANSPORTE

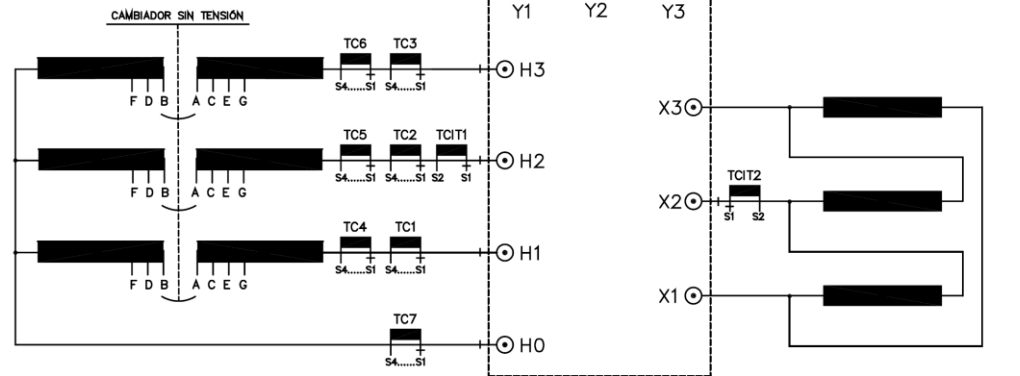
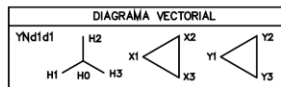
ALTITUD MÁXIMA DE OPERACIÓN 1000 m.s.n.m.

PRESION DE DISEÑO DEL ESTANQUE Y ACCESORIOS POSITIVA: 0,7Kg/cm2 SOBRE LA TAPA NEGATIVA: VACIO PLENO

ALTA TENSION		
FASES: H1 - H2 - H3 NEUTRO: HO	CAMBIADOR	TENSION (VOLTS)
		AMPÉRES 51 MVA
1	A - B	173075
2	B - C	169050
3	C - D	165025
4	D - E	161000
5	E - F	156975
6	F - G	152950

MEDIA TENSION		
FASES: X1 - X2 - X3	TENSION (VOLTS)	AMPÉRES
		40 MVA
	13800	1673,5

BAJA TENSION		
FASES: Y1 - Y2 - Y3	TENSION (VOLTS)	AMPÉRES
		11 MVA
	6900	920,4



26V5-3301/00-RD

Figura 4.9 - Placa característica del transformador principal - U3




 <b>TRAFO</b>	<b>MÉTODO DE ENSAYO Y CONVERSIÓN DE RESULTADOS DE 60 Hz A 50 Hz</b>	HOJA: 17																		
		DE: 16A																		
Nº SÉRIE: XA 1997 A001	TIPO: TUC 51M/169/15/8,66																			
CLIENTE: ENDESA	PEDIDO: XA 1997																			
<p><b>*1 – PRUEBA EN VACIO</b></p> <p>Se aplicó una tensión de 60 Hz con un nivel 20 % superior a cada tensión considerada a 50 Hz , para obtener la misma inducción en el núcleo.</p> <p>Las pérdidas calculadas a 50 Hz son las medidas a 60 Hz multiplicadas por el siguiente factor:</p> $[(50/60) + (50/60)^2] \times \frac{1}{2} = 0,76388$ <p>Ejemplo:</p> <p>Para 100% ( 13800 V ) , se aplican 16560 V.          Los watts medidos a 60 hz son ( 121,7 + 64,7 + 100,7 ) x 1000 = 28710 W          Conversión a 50 Hz: 28710 x 0,76388 = 21897 W</p> <p><b>2 – CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS TOTALES</b></p> <p>Las pérdidas adicionales a 50 Hz se calculan usando el siguiente factor:</p> $(50/60)^2 C = 0,69444$ <p>Ejemplo:</p> <p>161000 /13800 V</p> <table> <tr> <td>Pérdidas en carga medidas a 60 Hz</td> <td>32°C</td> <td>= 311256,035 W</td> </tr> <tr> <td>Pérdidas I<sup>2</sup>R calculadas a</td> <td>32°C</td> <td>= 226337,2 W</td> </tr> <tr> <td>Pérdidas I<sup>2</sup>R calculadas a</td> <td>85°C</td> <td>= 272371,89 W</td> </tr> <tr> <td>Pérdidas adicionales a 60Hz</td> <td>32°C</td> <td>= 84918,835 W</td> </tr> <tr> <td>Pérdidas adicionales a 50Hz</td> <td>32°C</td> <td>= 84918,835 x 0,69444 = 58971,036 W</td> </tr> <tr> <td>Pérdidas adicionales a 50Hz</td> <td>85°C</td> <td>= 58971,036 / 1,2034 = 49004,41 W</td> </tr> </table>			Pérdidas en carga medidas a 60 Hz	32°C	= 311256,035 W	Pérdidas I <sup>2</sup> R calculadas a	32°C	= 226337,2 W	Pérdidas I <sup>2</sup> R calculadas a	85°C	= 272371,89 W	Pérdidas adicionales a 60Hz	32°C	= 84918,835 W	Pérdidas adicionales a 50Hz	32°C	= 84918,835 x 0,69444 = 58971,036 W	Pérdidas adicionales a 50Hz	85°C	= 58971,036 / 1,2034 = 49004,41 W
Pérdidas en carga medidas a 60 Hz	32°C	= 311256,035 W																		
Pérdidas I <sup>2</sup> R calculadas a	32°C	= 226337,2 W																		
Pérdidas I <sup>2</sup> R calculadas a	85°C	= 272371,89 W																		
Pérdidas adicionales a 60Hz	32°C	= 84918,835 W																		
Pérdidas adicionales a 50Hz	32°C	= 84918,835 x 0,69444 = 58971,036 W																		
Pérdidas adicionales a 50Hz	85°C	= 58971,036 / 1,2034 = 49004,41 W																		

Figura 4.10 – Valores teóricos de pérdidas – U3



## 5 REALIZACIÓN DE LA PRUEBA

---

Como se indicó, debido al contexto sanitario de pandemia COVID-19, el experto técnico no se presentó en las instalaciones del coordinado y, por lo tanto, guio y supervisó su desarrollo de forma remota.

La comunicación se materializó vía reunión de **Microsoft Teams**: Llamada de voz, video e interfaz para compartir medios digitales.

### 5.1 Chequeos preliminares

En una reunión previa a la ejecución de las pruebas en las unidades se realizó una inspección virtual en dónde se verificó que todo quede adecuadamente dispuesto para el inicio de las pruebas.

Se verificó:

1. Lectura de los equipos de medición principales.
2. Sincronización horaria entre los distintos equipos de medición.
3. El sistema de adquisición de datos de planta estaba operativo.

### 5.2 Desarrollo de las pruebas

Lo indicado en el presente apartado aplica por igual a las pruebas realizadas en las tres unidades, así como también para la central completa.

#### 5.2.1 Verificaciones previas

1. Se verificó el cumplimiento de las condiciones de prueba establecidas:
  - a. Todas las protecciones estaban operativas y sin falla.
  - b. No existían alarmas relevantes.
  - c. La unidad estaba disponible para operar a máxima potencia.
  - d. El control primario de frecuencia (CPF) no pudo ser desactivado en ninguna de las unidades, por lo tanto, se mantuvo operativo durante la prueba. No obstante, en la condición de potencia máxima la potencia de salida no se ve afectada por las variaciones de frecuencia de la red debido a que se aumentó el estatismo de la unidad bajo prueba.
  - e. Se consignó un valor de potencia reactiva para tener un factor de potencia cercano a 0.95 durante toda la prueba.



- f. Durante los ensayos en la Unidad 3 y de la central completa, la unidad Ojos de Agua se encontró fuera de servicio.

### 5.3 Condiciones previas al inicio de los ensayos

Previo al inicio de las pruebas se verificaron las condiciones operativas de las unidades.

A continuación, se presentan las condiciones operativas en cada una de las pruebas:

#### Unidad 1:

*Los servicios auxiliares se alimentaron únicamente desde la Unidad 1 a través del transformador de SSAA N°01 (interruptores 52SA1 y 52SA3 cerrados). Los interruptores de alimentación externa 52B1 (Alimentación Maule/Talca) y 52B2 (Alimentación Población/Bocatoma) operaron en condición de cerrado, suministrando alimentación a cargas externas que no pudieron ser interrumpidas debido a que no poseen una alimentación alternativa.*

#### Unidad 2:

*Los servicios auxiliares se alimentaron únicamente desde la Unidad 2 a través del transformador de SSAA N°01 (interruptores 52SA1 y 52SA3 cerrados). Los interruptores de alimentación externa 52B1 (Alimentación Maule/Talca) y 52B2 (Alimentación Población/Bocatoma) operaron en condición de cerrado, suministrando alimentación a cargas externas que no pudieron ser interrumpidas debido a que no poseen una alimentación alternativa.*

#### Unidad 3:

*Los servicios auxiliares se alimentaron desde la SE Cipreses a través del transformador de SSAA N°01 (interruptores 52SA1 y 52SA3 cerrados). Por otra parte, los interruptores de alimentación 52B1 (Alimentación Maule/Talca) y 52B2 (Alimentación Población/Bocatoma) operaron en condición de cerrado, suministrando alimentación a cargas externas que no pudieron ser interrumpidas debido a que no poseen una alimentación alternativa.*



Central completa:

*Los servicios auxiliares se alimentaron desde la Unidad 1 a través del transformador de SSAA N°01 (interruptores 52SA1 y 52SA3 cerrados). Los interruptores de alimentación 52B1 (Alimentación Maule/Talca) y 52B2 (Alimentación Población/Bocatoma) operaron en condición de cerrado, suministrando alimentación a cargas externas que no pudieron ser interrumpidas debido a que no poseen una alimentación alternativa.*





## 5.4 Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba

Previo al inicio de las pruebas algunas unidades se encontraban detenidas. En esos casos, el operador dio orden de partida, sincronizó la misma e incrementó carga paulatinamente hasta alcanzar el valor correspondiente a potencia máxima.

En dicho punto se verificaron las condiciones de prueba establecidas en Tabla 4.1 del procedimiento, las cuales son: mantener operativo el control primario de frecuencia con estatismo ajustado en 10% y ajustar el factor de potencia al valor más cercano posible a 0.95 que permita la red.

Para la prueba de la Central completa, la Unidad 3 no pudo operar a plena carga producto de las limitaciones existentes en la cota de la laguna La Invernada, lo cual estableció al momento de las pruebas un límite máximo de potencia de 87 MW a despachar por la central y se ajustó la potencia de la unidad U3 para cumplir con esta exigencia.

Finalizados estos ajustes se dio inicio al período de estabilización de la unidad en cuestión. Durante el mismo se monitoreó la evolución de las principales variables hasta que se verificó la estabilidad, dando inicio formal al período de pruebas.

La Tabla 5.1 resume los períodos resultantes del desarrollo de la prueba para la Unidad 1.

Arranque de la unidad	25/oct/2021 20:12 Hs
Inicio del período de estabilización	20:57 Hs
Fin del período de estabilización	21:23 Hs
Inicio del período de prueba	21:24 Hs
Fin del período de prueba	02:24 Hs

*Tabla 5.1 – Etapas de la prueba para la Unidad 1*



La Tabla 5.2 resume los períodos resultantes del desarrollo de la prueba para la Unidad 2.

Arranque de la unidad	26/oct/2021 20:23 Hs
Inicio del período de estabilización	20:45 Hs
Fin del período de estabilización	20:59 Hs
Inicio del período de prueba	21:00 Hs
Fin del período de prueba	02:04 Hs

*Tabla 5.2 – Etapas de la prueba para la Unidad 2*

La Tabla 5.3 resume los períodos resultantes del desarrollo de la prueba para la Unidad 3.

Arranque de la unidad	27/oct/2021 -
Inicio del período de estabilización	20:33 Hs
Fin del período de estabilización	20:50 Hs
Inicio del período de prueba	20:50 Hs
Fin del período de prueba	01:50 Hs

*Tabla 5.3 – Etapas de la prueba para la Unidad 3*

La Tabla 5.4 resume los períodos resultantes del desarrollo de la prueba para la central completa.

Arranque de la unidad	28/oct/2021 21:15 Hs U2
Inicio del período de estabilización	21:25 Hs
Fin del período de estabilización	21:40 Hs
Inicio del período de prueba	21:45 Hs
Fin del período de prueba	02:45 Hs

*Tabla 5.4 – Etapas de la prueba para la Central completa*



## 5.5 Período de prueba

Finalmente, cada prueba se extendió por un período total de 5 horas divididas en 10 test run de 30 minutos. En cada uno de los mismos se verificó la estabilidad de la unidad según lo establecido en el artículo 36 del Anexo Técnico.

Parámetros	Desviación estándar durante el periodo
Potencia eléctrica de salida	1.5%
Factor de potencia	2%
Altura bruta del nivel de laguna	1%
Velocidad de rotación de la Turbina	0.5%

Tabla 5.5 – Máximas variaciones permisibles en las condiciones de operación

La Tabla 5.6 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas para la Unidad 1.

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		21:24	21:54	22:24	22:54	23:24	23:54	0:24	0:54	1:24	1:54	
Verificación de condiciones de estabilidad												
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	1,50%	0,41%	0,27%	0,32%	0,28%	0,62%	0,57%	0,74%	1,25%	0,41%	0,30%
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,43%	0,50%	0,35%	0,28%	0,63%	0,61%	0,72%	1,22%	0,41%	0,28%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,09%	0,13%	0,10%	0,10%	0,15%	0,13%	0,16%	0,10%	0,15%	0,13%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,07%	0,06%	0,05%	0,05%	0,05%	0,07%	0,08%	0,14%	0,06%	0,04%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 5.6 – Verificación de estabilidad para la Unidad 1

La Tabla 5.7 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas para la Unidad 2.

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	0:00	0:30	1:00	1:30	
Verificación de condiciones de estabilidad												
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	1,50%	0,45%	0,46%	0,23%	0,56%	0,42%	0,62%	0,71%	0,41%	0,30%	0,25%
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,45%	0,49%	0,24%	0,56%	0,39%	0,62%	0,72%	0,41%	0,30%	0,30%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
FP	Factor de potencia	2,00%	0,08%	0,05%	0,08%	0,04%	0,05%	0,07%	0,06%	0,04%	0,05%	0,07%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,04%	0,06%	0,06%	0,06%	0,06%	0,06%	0,09%	0,06%	0,06%	0,06%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 5.7 – Verificación de estabilidad para la Unidad 2



La Tabla 5.8 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas para la Unidad 3.

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run nº												
Hora			20:50	21:20	21:50	22:20	22:50	23:20	23:50	00:20	00:50	01:20
<b>Verificación de condiciones de estabilidad</b>												
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	1,50%	0,40%	0,28%	0,76%	0,42%	0,71%	0,08%	0,32%	0,73%	1,03%	0,06%
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,38%	0,41%	0,75%	0,43%	0,70%	0,08%	0,31%	0,73%	1,03%	0,05%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,03%	0,03%	0,01%	0,02%	0,03%	0,03%	0,01%	0,03%	0,01%	0,01%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,08%	0,05%	0,08%	0,05%	0,13%	0,04%	0,12%	0,08%	0,15%	0,04%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 5.8 – Verificación de estabilidad para la Unidad 3

La Tabla 5.9 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas para la Central completa.

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run nº												
Hora			21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	0:15	0:45	1:15	1:45	2:15
<b>Verificación de condiciones de estabilidad</b>												
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	2,00%	0,07%	0,06%	0,08%	0,08%	0,08%	0,08%	0,06%	0,02%	0,06%	0,06%
P <sub>BRUTA1</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	1,50%	0,14%	0,09%	0,10%	0,13%	0,10%	0,13%	0,13%	0,15%	0,08%	0,06%
P <sub>Neta1</sub>	Potencia Neta medido en Alta - Unidad 1	1,50%	0,16%	0,16%	0,10%	0,14%	0,09%	0,14%	0,11%	0,14%	0,09%	0,10%
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	2,00%	0,04%	0,04%	0,05%	0,06%	0,04%	0,05%	0,03%	0,02%	0,04%	0,03%
P <sub>BRUTA2</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	1,50%	0,14%	0,18%	0,17%	0,13%	0,10%	0,17%	0,09%	0,17%	0,13%	0,12%
P <sub>Neta2</sub>	Potencia Neta medido en Alta - Unidad 2	1,50%	0,12%	0,14%	0,16%	0,10%	0,17%	0,17%	0,12%	0,07%	0,11%	0,11%
FP3	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 3	2,00%	0,12%	0,16%	0,08%	0,08%	0,32%	0,24%	0,14%	0,09%	0,14%	0,21%
P <sub>BRUTA3</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	1,50%	1,10%	0,79%	0,71%	0,72%	0,85%	1,66%	0,66%	1,30%	0,94%	0,54%
P <sub>Neta3</sub>	Potencia Neta medido en Alta - Unidad 3	1,50%	1,07%	0,89%	0,73%	0,73%	0,55%	1,64%	0,62%	1,27%	0,80%	0,53%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,07%	0,09%	0,06%	0,06%	0,06%	0,07%	0,12%	0,08%	0,10%	0,07%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI

Tabla 5.9 – Verificación de estabilidad para la Central completa

Para las pruebas de cada una de las unidades por separado todos los test run registrados verificaron las condiciones de estabilidad y se han utilizado para el cálculo final de los resultados. En tanto que, para el ensayo de la Central completa, se descartó únicamente el test run N°6 que no se consideró para el cálculo final de los resultados, debido a la dispersión de valores encontrada tanto en la medición de potencia bruta como en la medición de potencia neta.

Finalizadas las pruebas se confeccionaron actas reflejando las principales condiciones de los ensayos. Dichas actas pueden consultarse en el Anexo 9.6.



## 6 CALCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS

### 6.1 Reducción de datos y estabilidad

Se procesaron los datos en búsqueda de valores atípicos, para cada período se evaluó la estabilidad de las principales variables tal como se indicó en 5.5, determinando los test run aptos para ser considerados en el cálculo final del valor de potencia bruta.

### 6.2 Determinación de la potencia de pérdidas totales

Para cada unidad se cuenta con la medición de potencia bruta y potencia neta, por lo tanto, se pueden calcularse las pérdidas totales como:

$$L_{Totales(Ui)} = P_{Bruta, No Corr(Ui)} - P_{Neta, No Corr(Ui)}$$

Donde:

- $P_{Neta, No Corr}$ : Potencia Neta No Corregida Unidad "i" (i=1, 2 y 3) (medición directa)
- $P_{Bruta, No Corr}$ : Potencia Bruta No Corregida Unidad "i" (i=1, 2 y 3) (medición directa)
- $L_{Totales}$ : Pérdidas y consumos internos/externos de la planta en todo concepto Unidad "i" (i=1, 2 y 3)

Durante las pruebas la central operó suministrando alimentación a consumos externos, adicionales a los consumos de SSAA, que no pudieron ser interrumpidos debido a que no poseen una alimentación alternativa. Considerando que el consumo de estas cargas es variable y no fue registrado, para ponderar el efecto de las mismas se estiman las pérdidas totales de la unidad bajo prueba ( $L_{Totales}$ ) como un promedio de las pérdidas totales registradas en cada unidad:

$$L_{Totales} = \frac{L_{Totales(U1)} + L_{Totales(U2)} + L_{Totales(U3)}}{3}$$



La Tabla 6.1 detalla los cálculos realizados para la Unidad 1.

Períodos			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°		ref	21:24	21:54	22:24	22:54	23:24	23:54	00:24	00:54	01:24	01:54
Hora												
<b>Variables Primarias</b>												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,959	0,959	0,958	0,958	0,958	0,959	0,959	0,959	0,960	0,961
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	33,82	33,53	33,57	33,40	33,31	33,54	33,52	33,41	34,25	34,12
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	32,93	32,67	32,69	32,53	32,44	32,68	32,67	32,56	33,40	33,27
<b>Determinación pérdidas totales</b>												
L <sub>TOTALES(U1)</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos - U1	[MW]	0,89	0,86	0,88	0,87	0,86	0,86	0,85	0,85	0,85	0,85
L <sub>TOTALES(U2)</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos - U2	[MW]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,38	0,35	0,34	0,36	0,36	0,34
L <sub>TOTALES(U3)</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos - U3	[MW]	0,74	0,73	0,73	0,72	0,74	0,73	0,73	0,71	0,71	0,70
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos - Promedio	[MW]	0,66	0,65	0,65	0,65	0,66	0,65	0,64	0,64	0,64	0,63

Tabla 6.1 – Cálculos de potencia de pérdidas para la Unidad 1

La Tabla 6.2 detalla los cálculos realizados para la Unidad 2.

Períodos			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°		ref	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30
Hora												
<b>Variables Primarias</b>												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,984	0,984	0,984	0,984	0,985	0,984	0,984	0,984	0,985	0,984
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	33,29	33,24	33,46	33,37	34,09	33,18	33,17	33,61	33,83	33,75
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	32,94	32,89	33,11	33,02	33,71	32,83	32,83	33,26	33,47	33,41
<b>Determinación pérdidas totales</b>												
L <sub>TOTALES(U2)</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos - U2	[MW]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,38	0,35	0,34	0,36	0,36	0,34
L <sub>TOTALES(U1)</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos - U1	[MW]	0,89	0,86	0,88	0,87	0,86	0,86	0,85	0,85	0,85	0,85
L <sub>TOTALES(U3)</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos - U3	[MW]	0,74	0,73	0,73	0,72	0,74	0,73	0,73	0,71	0,71	0,70
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos - Promedio	[MW]	0,66	0,65	0,65	0,65	0,66	0,65	0,64	0,64	0,64	0,63

Tabla 6.2 – Cálculos de potencia de pérdidas para la Unidad 2

La Tabla 6.3 detalla los cálculos realizados para la Unidad 3.

Períodos			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°		ref	20:50	21:20	21:50	22:20	22:50	23:20	23:50	00:20	00:50	01:20
Hora												
<b>Variables Primarias</b>												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	30,92	30,74	30,74	30,87	30,91	31,14	31,08	30,60	30,80	31,15
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	30,69	30,51	30,50	30,63	30,67	30,89	30,82	30,36	30,56	30,90
<b>Determinación pérdidas totales</b>												
L <sub>TOTALES(U3)</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos - U3	[MW]	0,74	0,73	0,73	0,72	0,74	0,73	0,73	0,71	0,71	0,70
L <sub>TOTALES(U1)</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos - U1	[MW]	0,89	0,86	0,88	0,87	0,86	0,86	0,85	0,85	0,85	0,85
L <sub>TOTALES(U2)</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos - U2	[MW]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,38	0,35	0,34	0,36	0,36	0,34
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos - Promedio	[MW]	0,66	0,65	0,65	0,65	0,66	0,65	0,64	0,64	0,64	0,63

Tabla 6.3 – Cálculos de potencia de pérdidas para la Unidad 3



La Tabla 6.4 detalla los cálculos realizados para la Central completa.

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	Hora		21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15	01:45	02:15
<b>Variables Primarias</b>												
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	0,956	0,956	0,955	0,956	0,956	0,956	0,956	0,956	0,955	0,956
P <sub>BRUTA1</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	32,65	32,63	32,63	32,66	32,64	32,63	32,65	32,67	32,65	32,65
P <sub>Neta1</sub>	Potencia Neta medido en Alta - Unidad 1	[MW]	31,82	31,80	31,81	31,82	31,81	31,83	31,84	31,86	31,86	31,85
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	0,983	0,983	0,982	0,983	0,983	0,983	0,983	0,983	0,983	0,983
P <sub>BRUTA2</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	32,13	32,17	32,15	32,19	32,17	32,15	32,17	32,17	32,16	32,18
P <sub>Neta2</sub>	Potencia Neta medido en Alta - Unidad 2	[MW]	31,80	31,84	31,85	31,86	31,84	31,82	31,85	31,85	31,84	31,84
FP3	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 3	-	0,952	0,953	0,956	0,957	0,953	0,953	0,951	0,952	0,951	0,953
P <sub>BRUTA3</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	[MW]	22,04	21,71	22,14	22,25	21,99	21,90	21,84	21,91	21,72	21,89
P <sub>Neta3</sub>	Potencia Neta medido en Alta - Unidad 3	[MW]	21,94	21,61	22,03	22,15	21,82	21,79	21,74	21,80	21,58	21,78
<b>Determinación pérdidas totales</b>												
P <sub>Bruta, No Corr</sub>	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	86,82	86,51	86,93	87,10	86,79	86,68	86,65	86,74	86,53	86,73
P <sub>Neta, No Corr</sub>	Potencia Neta medida - Total	[MW]	85,56	85,25	85,70	85,84	85,47	85,44	85,44	85,51	85,27	85,47
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos	[MW]	1,26	1,26	1,23	1,26	1,32	1,24	1,22	1,23	1,25	1,26

Tabla 6.4 – Cálculos de potencia de pérdidas para la Central completa



### 6.2.1 Determinación de la potencia de las pérdidas, consumos propios y externos

La potencia de pérdidas totales considera las pérdidas en carga en los transformadores principales de la central, las pérdidas resistivas asociadas al nivel de carga en la condición de ensayo y la potencia asociadas a los consumos externos y consumos auxiliares.

$$L_{Totales} = P_{Perd,central,med} + P_{SSAA} + P_{Ext}$$

Los valores de potencia asociadas a los consumos externos ( $P_{Ext}$ ) y consumos auxiliares ( $P_{SSAA}$ ) se consideran como constantes y no dependen del despacho de la central. En base a lo presentado en la Tabla 4.5, se debe considerar el consumo de potencia de servicios auxiliares estimado en 91.65 kW por unidad.

Para el caso de los consumos externos ( $P_{Ext}$ ), en todas las configuraciones bajo pruebas, los interruptores 52B1 (Alimentación Maule/Talca) y 52B2 (Alimentación Población/Bocatoma) operaron cerrados, suministrando alimentación a cargas externas. Por lo tanto, a partir de los datos estimado en la Tabla 4.5, el consumo externo de potencia se estima con la demanda de los alimentadores B1 y B2:

$$P_{Ext} = P_{Ext,B1} + P_{Ext,B2} = 200 \text{ kW}$$

La expresión para el cálculo de **Potencia de Pérdidas en la central** ( $P_{Perd,central,med}$ ) se presenta a continuación:

$$P_{Perd,central,med} = L_{Totales} - P_{SSAA} - P_{Ext}$$

Este valor de pérdidas considera las pérdidas en condición de vacío en el transformador principal y las pérdidas resistivas asociadas al nivel de carga en la condición de ensayo. Por lo tanto, el valor de **Potencia de Pérdidas en la central** debe ser desglosado en los siguientes elementos:

- Pérdidas en los transformadores principales Unidad "i" (i=1, 2 y 3) ( $P_{Perd,tr_{U_i}}$ )
- Pérdidas en red interna ( $P_{Perd,red}$ )

$$P_{Perd,central,med} = P_{Perd,tr_{U_i}} + P_{Perd,red}$$





### Pérdidas en el transformador principal

En la Tabla 4.5 se presentan los valores de pérdida en vacío y carga de cada transformador principal. Cabe mencionar que el valor de pérdidas en carga está referido a la condición de potencia nominal del equipo y deben ser determinadas en la condición de ensayo.

Las pérdidas en carga para cada transformador ( $P_{Perd,carga,tr_{Ui}}$ ) se calculan según la siguiente expresión:

$$P_{Perd,carga,tr_{Ui}} = (P_{Perd,carga,nominal,tr_{Ui}}) \cdot \left( \frac{P_{Bruta,No\ Corr(Ui)}}{S_{nom,tr_{Ui}}} \right)^2$$

La expresión de pérdidas de cada transformador principal es la siguiente.

$$P_{Perd,tr_{Ui}} = P_{Perd,carga,tr_{Ui}} + P_{Perd,vacio,tr_{Ui}}$$

### Pérdidas en la red interna

En tanto, el valor de pérdidas en la red interna queda determinado por la siguiente ecuación:

$$P_{Perd,red} = P_{Perd,central,med} - P_{Perd,tr_{Ui}}$$

La Tabla 6.5 detalla los cálculos realizados para la Unidad 1

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	Hora		21:24	21:54	22:24	22:54	23:24	23:54	00:24	00:54	01:24	01:54
<b>Variables Primarias</b>												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,959	0,959	0,958	0,958	0,958	0,959	0,959	0,959	0,960	0,961
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	33,82	33,53	33,57	33,40	33,31	33,54	33,52	33,41	34,25	34,12
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	32,93	32,67	32,69	32,53	32,44	32,68	32,67	32,56	33,40	33,27
<b>Determinación pérdidas, consumos internos SSAA y consumos externos</b>												
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos	[MW]	0,66	0,65	0,65	0,65	0,66	0,65	0,64	0,64	0,64	0,63
P <sub>SSAA</sub>	Consumos internos (SSAA)	[MW]	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092
P <sub>TRAFQ(U1)</sub>	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295
P <sub>EXT</sub>	Consumos externos (Alimentador B1 y B2)	[MW]	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
P <sub>PERD,RED</sub>	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,074	0,059	0,068	0,060	0,072	0,060	0,053	0,052	0,054	0,044

Tabla 6.5 – Desglose de potencia de pérdidas y consumos para la Unidad 1



La Tabla 6.6 detalla los cálculos realizados para la Unidad 2

Períodos			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	ref											
Hora			21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30
<b>Variables Primarias</b>												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,984	0,984	0,984	0,984	0,985	0,984	0,984	0,984	0,985	0,984
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	33,29	33,24	33,46	33,37	34,09	33,18	33,17	33,61	33,83	33,75
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	32,94	32,89	33,11	33,02	33,71	32,83	32,83	33,26	33,47	33,41
<b>Determinación pérdidas, consumos internos SSAA y consumos externos</b>												
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos	[MW]	0,66	0,65	0,65	0,65	0,66	0,65	0,64	0,64	0,64	0,63
P <sub>SSAA</sub>	Consumos internos (SSAA)	[MW]	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092
P <sub>TRAF(U2)</sub>	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298
P <sub>EXT</sub>	Consumos externos (Alimentador B1 y B2)	[MW]	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
P <sub>PERD,RED</sub>	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,072	0,056	0,065	0,058	0,069	0,058	0,050	0,050	0,051	0,041

Tabla 6.6 – Desglose de potencia de pérdidas y consumos para la Unidad 2

La Tabla 6.7 detalla los cálculos realizados para la Unidad 3

Períodos			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	ref											
Hora			20:50	21:20	21:50	22:20	22:50	23:20	23:50	00:20	00:50	01:20
<b>Variables Primarias</b>												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	30,92	30,74	30,74	30,87	30,91	31,14	31,08	30,60	30,80	31,15
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	30,69	30,51	30,50	30,63	30,67	30,89	30,82	30,36	30,56	30,90
<b>Determinación pérdidas, consumos internos SSAA y consumos externos</b>												
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos	[MW]	0,66	0,65	0,65	0,65	0,66	0,65	0,64	0,64	0,64	0,63
P <sub>SSAA</sub>	Consumos internos (SSAA)	[MW]	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092
P <sub>TRAF(U3)</sub>	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,171	0,170	0,170	0,171	0,171	0,172	0,172	0,169	0,170	0,173
P <sub>EXT</sub>	Consumos externos (Alimentador B1 y B2)	[MW]	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
P <sub>PERD,RED</sub>	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,198	0,184	0,193	0,185	0,196	0,183	0,176	0,178	0,179	0,166

Tabla 6.7 – Desglose de potencia de pérdidas y consumos para la Unidad 3

La Tabla 6.8 detalla los cálculos realizados para la Central completa.


**Períodos**

Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15	01:45	02:15

**Variables Primarias**

FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	0,956	0,956	0,955	0,956	0,956	0,956	0,956	0,956	0,955	0,956
P <sub>BRUTA1</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	32,65	32,63	32,63	32,66	32,64	32,63	32,65	32,67	32,65	32,65
P <sub>Neta1</sub>	Potencia Neta medido en Alta - Unidad 1	[MW]	31,82	31,80	31,81	31,82	31,81	31,83	31,84	31,86	31,86	31,85
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	0,983	0,983	0,982	0,983	0,983	0,983	0,983	0,983	0,983	0,983
P <sub>BRUTA2</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	32,13	32,17	32,15	32,19	32,17	32,15	32,17	32,17	32,16	32,18
P <sub>Neta2</sub>	Potencia Neta medido en Alta - Unidad 2	[MW]	31,80	31,84	31,85	31,86	31,84	31,82	31,85	31,85	31,84	31,84
FP3	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 3	-	0,952	0,953	0,956	0,957	0,953	0,953	0,951	0,952	0,951	0,953
P <sub>BRUTA3</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	[MW]	22,04	21,71	22,14	22,25	21,99	21,90	21,84	21,91	21,72	21,89
P <sub>Neta3</sub>	Potencia Neta medido en Alta - Unidad 3	[MW]	21,94	21,61	22,03	22,15	21,82	21,79	21,74	21,80	21,58	21,78

**Determinación pérdidas, consumos internos SSAA y consumos externos**

L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos	[MW]	1,26	1,26	1,23	1,26	1,32	1,24	1,22	1,23	1,25	1,26
P <sub>SSAA</sub>	Consumos internos (SSAA)	[MW]	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275
P <sub>EXT</sub>	Consumos externos (Alimentador B1 y B2)	[MW]	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
P <sub>TRAF0(U1)</sub>	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295
P <sub>TRAF0(U2)</sub>	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298
P <sub>TRAF0(U3)</sub>	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,122	0,120	0,122	0,123	0,122	0,121	0,121	0,121	0,120	0,121
P <sub>PERD,RED</sub>	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,072	0,069	0,036	0,074	0,128	0,052	0,030	0,042	0,064	0,073

Tabla 6.8 – Desglose de potencia de pérdidas y consumos para Central Completa



### 6.3 Correcciones aplicables a la potencia bruta

Las correcciones mencionadas en este capítulo fueron aplicadas a cada uno de los períodos (test run) registrados y válidos de acuerdo con las condiciones de estabilidad (10 períodos) y el resultado final resultó del promedio de todos ellos.

Según lo establece el anexo técnico pueden aplicarse correcciones por:

1. Corrección por factor de potencia.

Los factores de corrección de cada una de las magnitudes antes mencionadas, y para cada período, se obtuvieron de las curvas indicadas en la sección 4.3.1.

La Potencia Bruta Corregida de la unidad se calculará según la siguiente ecuación:

$$P_{Bruta,Corr} = (P_{Bruta} - L_{FP})$$

Dónde:

- $P_{Bruta,Corr}$ : Potencia Bruta Corregida
- $P_{Bruta}$ : Potencia Bruta Medida
- $L_{FP}$ : Pérdidas relacionadas a no operar en el factor de potencia (FP) establecido por el Anexo Técnico. Se aplica sólo si durante los ensayos no se logró alcanzar  $FP = 0.95$ . Se calcula como la diferencia de potencia entre la correspondiente al FP del ensayo menos la potencia correspondiente al FP de referencia ambos valores obtenidos de las curvas de la sección 4.3.1.



La Tabla 6.9 detalla las correcciones realizadas para la Unidad 1.

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°												
Hora			21:24	21:54	22:24	22:54	23:24	23:54	00:24	00:54	01:24	01:54
<b>Variables Primarias</b>												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,959	0,959	0,958	0,958	0,958	0,959	0,959	0,959	0,960	0,961
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	33,82	33,53	33,57	33,40	33,31	33,54	33,52	33,41	34,25	34,12
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	32,93	32,67	32,69	32,53	32,44	32,68	32,67	32,56	33,40	33,27
<b>Correcciones a la Potencia bruta</b>												
L <sub>FP</sub>	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	6,34	6,26	5,99	5,79	5,44	6,42	6,13	6,65	7,33	7,60
P <sub>Bruta, Corr</sub>	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	33,82	33,53	33,57	33,40	33,30	33,54	33,51	33,40	34,25	34,11

Tabla 6.9 – Correcciones a la Potencia Bruta para la Unidad 1

La Tabla 6.10 detalla las correcciones realizadas para la Unidad 2.

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°												
Hora			21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30
<b>Variables Primarias</b>												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,984	0,984	0,984	0,984	0,985	0,984	0,984	0,984	0,985	0,984
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	33,29	33,24	33,46	33,37	34,09	33,18	33,17	33,61	33,83	33,75
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	32,94	32,89	33,11	33,02	33,71	32,83	32,83	33,26	33,47	33,41
<b>Correcciones a la Potencia bruta</b>												
L <sub>FP</sub>	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	24,34	23,82	24,41	24,34	25,00	23,57	23,43	24,45	24,75	24,59
P <sub>Bruta, Corr</sub>	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	33,26	33,21	33,44	33,34	34,06	33,15	33,15	33,59	33,80	33,73

Tabla 6.10 – Correcciones a la Potencia Bruta para la Unidad 2

La Tabla 6.11 detalla las correcciones realizadas para la Unidad 3.

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°												
Hora			20:50	21:20	21:50	22:20	22:50	23:20	23:50	00:20	00:50	01:20
<b>Variables Primarias</b>												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	30,92	30,74	30,74	30,87	30,91	31,14	31,08	30,60	30,80	31,15
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	30,69	30,51	30,50	30,63	30,67	30,89	30,82	30,36	30,56	30,90
<b>Correcciones a la Potencia bruta</b>												
L <sub>FP</sub>	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	30,58	30,39	30,60	30,64	30,69	30,67	30,85	30,28	30,63	30,88
P <sub>Bruta, Corr</sub>	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	30,89	30,71	30,71	30,84	30,88	31,11	31,05	30,57	30,77	31,12

Tabla 6.11 – Correcciones a la Potencia Bruta para la Unidad 3



La Tabla 6.12 detalla las correcciones realizadas para la Central completa.

Períodos			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run nº	ref		21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15	01:45	02:15
Hora												
<b>Variables Primarias</b>												
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	0,956	0,956	0,955	0,956	0,956	0,956	0,956	0,956	0,955	0,956
P <sub>BRUTA1</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	32,65	32,63	32,63	32,66	32,64	32,63	32,65	32,67	32,65	32,65
P <sub>Neta1</sub>	Potencia Neta medido en Alta - Unidad 1	[MW]	31,82	31,80	31,81	31,82	31,81	31,83	31,84	31,86	31,86	31,85
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	0,983	0,983	0,982	0,983	0,983	0,983	0,983	0,983	0,983	0,983
P <sub>BRUTA2</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	32,13	32,17	32,15	32,19	32,17	32,15	32,17	32,17	32,16	32,18
P <sub>Neta2</sub>	Potencia Neta medido en Alta - Unidad 2	[MW]	31,80	31,84	31,85	31,86	31,84	31,82	31,85	31,85	31,84	31,84
FP3	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 3	-	0,952	0,953	0,956	0,957	0,953	0,953	0,951	0,952	0,951	0,953
P <sub>BRUTA3</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	[MW]	22,04	21,71	22,14	22,25	21,99	21,90	21,84	21,91	21,72	21,89
P <sub>Neta3</sub>	Potencia Neta medido en Alta - Unidad 3	[MW]	21,94	21,61	22,03	22,15	21,82	21,79	21,74	21,80	21,58	21,78
<b>Correcciones a la Potencia bruta</b>												
L <sub>FP, U1</sub>	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 1	[kW]	3,81	3,91	3,62	3,88	3,78	3,95	3,82	3,82	3,70	3,81
L <sub>FP, U2</sub>	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 2	[kW]	21,34	21,52	21,32	21,55	21,43	21,40	21,44	21,42	21,41	21,46
L <sub>FP, U3</sub>	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 3	[kW]	1,07	1,33	3,16	3,39	1,35	1,39	0,68	0,85	0,27	1,37
P <sub>Bruta, Corr, U1</sub>	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	32,65	32,63	32,63	32,65	32,63	32,63	32,64	32,67	32,64	32,65
P <sub>Bruta, Corr, U2</sub>		[MW]	32,11	32,15	32,13	32,17	32,14	32,13	32,14	32,15	32,14	32,16
P <sub>Bruta, Corr, U3</sub>		[MW]	22,04	21,71	22,13	22,25	21,99	21,89	21,84	21,90	21,72	21,89

Tabla 6.12 – Correcciones a la Potencia Bruta para la Central completa



## 6.4 Cálculo de la potencia neta corregida

El cálculo mencionado en este capítulo se aplicó a cada uno de los períodos (test run) registrados (10 períodos) y el resultado final será el promedio de todos ellos.

La Potencia Neta Corregida de la Unidad Generadora se calcula usando la siguiente ecuación:

$$P_{Neta,Corr} = P_{Bruta,Corr} - L_{Totales} + P_{Ext}$$

$$L_{Totales} = P_{Bruta,No Corr} - P_{Neta,No Corr}$$

Dónde:

- $P_{Neta,Corr}$ : Potencia Neta Corregida
- $P_{Neta,No Corr}$ : Potencia Neta No Corregida (medición directa)
- $P_{Bruta,Corr}$ : Potencia Bruta Corregida
- $P_{Bruta,No Corr}$ : Potencia Bruta No Corregida (medición directa)
- $L_{Totales}$ : Pérdidas y consumos internos/externos de la planta en todo concepto
- $P_{Ext}$ : Consumos externos (cargas no esenciales)

La Tabla 6.13 detalla los cálculos realizados para la Unidad 1.

Períodos											
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		21:24	21:54	22:24	22:54	23:24	23:54	00:24	00:54	01:24	01:54
Determinación pérdidas, consumos internos SSAA y consumos externos											
$L_{TOTALES}$	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos	[MW]	0,66	0,65	0,65	0,65	0,66	0,65	0,64	0,64	0,63
$P_{EXT}$	Consumos externos (Alimentador B1 y B2)	[MW]	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Cálculo promedio final											
$P_{Bruta, Corr}$	Valores utilizados para	[MW]	33,82	33,53	33,57	33,40	33,30	33,54	33,51	33,40	34,25
$P_{Neta, Corr}$	cálculo de promedio final	[MW]	33,35	33,08	33,11	32,95	32,84	33,09	33,07	32,96	33,81
											34,11
											33,68

Tabla 6.13 – Cálculos de Potencia Neta corregida para la Unidad 1



La Tabla 6.14 detalla los cálculos realizados para la Unidad 2.

<b>Períodos</b>											
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30
<b>Determinación pérdidas, consumos internos SSAA y consumos externos</b>											
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos	[MW]	0,66	0,65	0,65	0,65	0,66	0,65	0,64	0,64	0,63
P <sub>EXT</sub>	Consumos externos (Alimentador B1 y B2)	[MW]	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
<b>Cálculo promedio final</b>											
P <sub>Bruta, Corr</sub>	Valores utilizados para	[MW]	33,26	33,21	33,44	33,34	34,06	33,15	33,15	33,59	33,80
P <sub>Neta, Corr</sub>	cálculo de promedio final	[MW]	32,80	32,77	32,98	32,90	33,60	32,71	32,71	33,15	33,36

Tabla 6.14 – Cálculos de Potencia Neta corregida para la Unidad 2

La Tabla 6.15 detalla los cálculos realizados para la Unidad 3.

<b>Períodos</b>											
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		20:50	21:20	21:50	22:20	22:50	23:20	23:50	00:20	00:50	01:20
<b>Determinación pérdidas, consumos internos SSAA y consumos externos</b>											
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos	[MW]	0,66	0,65	0,65	0,65	0,66	0,65	0,64	0,64	0,63
P <sub>EXT</sub>	Consumos externos (Alimentador B1 y B2)	[MW]	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
<b>Cálculo promedio final</b>											
P <sub>Bruta, Corr</sub>	Valores utilizados para	[MW]	30,89	30,71	30,71	30,84	30,88	31,11	31,05	30,57	30,77
P <sub>Neta, Corr</sub>	cálculo de promedio final	[MW]	30,43	30,27	30,26	30,40	30,42	30,66	30,61	30,13	30,33

Tabla 6.15 – Cálculos de Potencia Neta corregida para la Unidad 3

La Tabla 6.16 detalla los cálculos realizados para la Central completa.

<b>Períodos</b>											
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15	01:45	02:15
<b>Determinación pérdidas, consumos internos SSAA y consumos externos</b>											
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos	[MW]	1,26	1,26	1,23	1,26	1,32	1,24	1,22	1,23	1,25
P <sub>EXT</sub>	Consumos externos (Alimentador B1 y B2)	[MW]	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
<b>Cálculo promedio final</b>											
P <sub>Bruta, Corr</sub>	Valores utilizados para	[MW]	86,80	86,48	86,90	87,07	86,76	-	86,63	86,72	86,50
P <sub>Neta, Corr</sub>	cálculo de promedio final	[MW]	85,74	85,43	85,87	86,01	85,65	-	85,61	85,69	85,45

Tabla 6.16 – Cálculos de Potencia Neta corregida para la Central completa





## 6.5 Cálculo del promedio final

Finalmente, se realiza el promedio final de aquellos períodos que verificaron las condiciones de estabilidad para obtener los siguientes valores finales de **Potencia Máxima Bruta**:

- Unidad 1: **33,64 MW**
- Unidad 2: **33,47 MW**
- Unidad 3: **30,87 MW**
- Central completa: **86,73 MW**

En tanto, los valores finales de **Potencia Máxima Neta** son:

- Unidad 1: **33,19 MW**
- Unidad 2: **33,03 MW**
- Unidad 3: **30,42 MW**
- Central completa: **85,67 MW**

La Tabla 6.17 detalla los valores utilizados para el cálculo del promedio de la Unidad 1.

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		21:24	21:54	22:24	22:54	23:24	23:54	00:24	00:54	01:24	01:54	
Cálculo promedio final												
P <sub>Bruta, corr</sub>	Valores utilizados para	[MW]	33,82	33,53	33,57	33,40	33,30	33,54	33,51	33,40	34,25	34,11
P <sub>Neta, corr</sub>	cálculo de promedio final	[MW]	33,35	33,08	33,11	32,95	32,84	33,09	33,07	32,96	33,81	33,68

P <sub>MAX, Bruta</sub>	<b>Potencia Máxima Bruta</b>	[MW]	<b>33,64</b>
P <sub>MAX, Neta</sub>	<b>Potencia Máxima Neta</b>	[MW]	<b>33,19</b>

Tabla 6.17 – Promedio Final para la Unidad 1



La Tabla 6.18 detalla los valores utilizados para el cálculo del promedio de la Unidad 2.

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30	
Cálculo promedio final												
<b>P<sub>Bruta, Corr</sub></b>	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	33,26	33,21	33,44	33,34	34,06	33,15	33,15	33,59	33,80	33,73
<b>P<sub>Neta, Corr</sub></b>		[MW]	32,80	32,77	32,98	32,90	33,60	32,71	32,71	33,15	33,36	33,30

<b>P<sub>MAX, Bruta</sub></b>	<b>Potencia Máxima Bruta</b>	[MW]	<b>33,47</b>
<b>P<sub>MAX, Neta</sub></b>	<b>Potencia Máxima Neta</b>	[MW]	<b>33,03</b>

Tabla 6.18 – Promedio Final para la Unidad 2

La Tabla 6.19 detalla los valores utilizados para el cálculo del promedio de la Unidad 3.

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		20:50	21:20	21:50	22:20	22:50	23:20	23:50	00:20	00:50	01:20	
Cálculo promedio final												
<b>P<sub>Bruta, Corr</sub></b>	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	30,89	30,71	30,71	30,84	30,88	31,11	31,05	30,57	30,77	31,12
<b>P<sub>Neta, Corr</sub></b>		[MW]	30,43	30,27	30,26	30,40	30,42	30,66	30,61	30,13	30,33	30,69

<b>P<sub>MAX, Bruta</sub></b>	<b>Potencia Máxima Bruta</b>	[MW]	<b>30,87</b>
<b>P<sub>MAX, Neta</sub></b>	<b>Potencia Máxima Neta</b>	[MW]	<b>30,42</b>

Tabla 6.19 – Promedio Final para la Unidad 3

La Tabla 6.20 detalla los valores utilizados para el cálculo del promedio de la Central completa.

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15	01:45	02:15	
Cálculo promedio final												
<b>P<sub>Bruta, Corr</sub></b>	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	86,80	86,48	86,90	87,07	86,76	-	86,63	86,72	86,50	86,70
<b>P<sub>Neta, Corr</sub></b>		[MW]	85,74	85,43	85,87	86,01	85,65	-	85,61	85,69	85,45	85,64

<b>P<sub>MAX, Bruta</sub></b>	<b>Potencia Máxima Bruta</b>	[MW]	<b>86,73</b>
<b>P<sub>MAX, Neta</sub></b>	<b>Potencia Máxima Neta</b>	[MW]	<b>85,67</b>

Tabla 6.20 – Promedio Final para la Central completa

## 6.6 Tabla Resumen general

Todos los cálculos presentados anteriormente se resumen a continuación.



Períodos	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	21:24	21:54	22:24	22:54	23:24	23:54	00:24	00:54	01:24	01:54	
Hora											
<b>Variables Primarias</b>											
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,959	0,959	0,958	0,958	0,959	0,959	0,959	0,960	0,961
P <sub>Bruta</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina [MW]	33,82	33,53	33,57	33,40	33,31	33,54	33,52	33,41	34,25	34,12
P <sub>Neto</sub>	Potencia Neto medido en Alta [MW]	32,93	32,67	32,69	32,53	32,44	32,68	32,67	32,56	33,40	33,27
<b>Variables Secundarias</b>											
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna [msnm]	1293,783	1293,790	1293,800	1293,817	1293,828	1293,833	1293,830	1293,850	1293,850	1293,867
Frec	Velocidad de Rotación - Para estabilidad [Hz]	50,03	50,07	50,06	50,10	50,09	50,07	50,08	50,09	49,95	49,97
<b>Verificación de condiciones de estabilidad</b>											
P <sub>Neto</sub>	Potencia Neto medido en Alta	1,50%	0,41%	0,27%	0,32%	0,28%	0,57%	0,74%	1,25%	0,41%	0,30%
P <sub>Bruta</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,43%	0,50%	0,35%	0,28%	0,63%	0,61%	1,22%	0,41%	0,28%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,09%	0,13%	0,10%	0,10%	0,13%	0,16%	0,10%	0,15%	0,13%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,07%	0,06%	0,05%	0,05%	0,07%	0,08%	0,14%	0,06%	0,04%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Determinación pérdidas totales</b>											
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos - Promedio [MW]	0,66	0,65	0,65	0,65	0,66	0,65	0,64	0,64	0,64	0,63
<b>Determinación pérdidas, consumos internos SSAA y consumos externos</b>											
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos [MW]	0,66	0,65	0,65	0,65	0,66	0,65	0,64	0,64	0,64	0,63
P <sub>SSAA</sub>	Consumos internos (SSAA) [MW]	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092
P <sub>TRAFICO(U1)</sub>	Pérdidas en el transformador principal [MW]	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295
P <sub>EXT</sub>	Consumos externos (Alimentador B1 y B2) [MW]	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
P <sub>PERD,RED</sub>	Pérdidas en la red interna [MW]	0,074	0,059	0,068	0,060	0,072	0,060	0,053	0,052	0,054	0,044
<b>Correcciones a la Potencia bruta</b>											
L <sub>FP</sub>	Diferencia en pérdidas por FP [kW]	6,34	6,26	5,99	5,79	5,44	6,42	6,13	6,65	7,33	7,60
P <sub>Bruta, Corr</sub>	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico [MW]	33,82	33,53	33,57	33,40	33,30	33,54	33,51	33,40	34,25	34,11
<b>Cálculo promedio final</b>											
P <sub>Bruta, corr</sub>	Valores utilizados para cálculo de promedio final [MW]	33,82	33,53	33,57	33,40	33,30	33,54	33,51	33,40	34,25	34,11
P <sub>Neto, corr</sub>	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico [MW]	33,35	33,08	33,11	32,95	32,84	33,09	33,07	32,96	33,81	33,68
P <sub>MAX, Bruta</sub>	Potencia Máxima Bruta [MW]										33,64
P <sub>MAX, Neto</sub>	Potencia Máxima Neto [MW]										33,19

Tabla 6.21 – Resumen general para la Unidad 1



Períodos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30
ref										
<b>Variables Primarias</b>										
FP	0,984	0,984	0,984	0,984	0,985	0,984	0,984	0,984	0,985	0,984
P <sub>Bruta</sub>	33,29	33,24	33,46	33,37	34,09	33,18	33,17	33,61	33,83	33,75
P <sub>Neto</sub>	32,94	32,89	33,11	33,02	33,71	32,83	32,83	33,26	33,47	33,41
<b>Variables Secundarias</b>										
Nivel	1294,140	1294,150	1294,160	1294,168	1294,178	1294,190	1294,200	1294,207	1294,217	1294,226
Frec	50,07	50,07	50,04	50,06	49,94	50,08	50,07	50,00	49,97	49,99
<b>Verificación de condiciones de estabilidad</b>										
P <sub>Neto</sub>	1,50%	0,45%	0,23%	0,56%	0,42%	0,62%	0,71%	0,41%	0,30%	0,25%
P <sub>Bruta</sub>	1,50%	0,45%	0,24%	0,56%	0,39%	0,62%	0,72%	0,41%	0,30%	0,30%
Nivel	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
FP	2,00%	0,08%	0,08%	0,04%	0,05%	0,07%	0,06%	0,04%	0,05%	0,07%
Frec	0,50%	0,04%	0,06%	0,06%	0,06%	0,06%	0,09%	0,06%	0,06%	0,06%
Estabilidad	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
¿Se cumplen los criterios para todas las variables?										
<b>Determinación pérdidas totales</b>										
L <sub>TOTALES</sub>	[MW]	0,66	0,65	0,65	0,65	0,66	0,65	0,64	0,64	0,63
$L_{Totales} = \frac{L_{Toriles(U1)} + L_{Toriles(U2)} + L_{Toriles(U3)}}{3}$										
<b>Determinación pérdidas, consumos internos SSA y consumos externos</b>										
L <sub>TOTALES</sub>	[MW]	0,66	0,65	0,65	0,65	0,66	0,65	0,64	0,64	0,63
P <sub>SSAA</sub>	[MW]	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092
P <sub>TRAFO(U2)</sub>	[MW]	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298
P <sub>EXT</sub>	[MW]	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
P <sub>PERD,RED</sub>	[MW]	0,072	0,056	0,065	0,058	0,069	0,058	0,050	0,051	0,041
<b>Correcciones a la Potencia bruta</b>										
L <sub>FP</sub>	[kW]	24,34	23,82	24,41	24,34	25,00	23,57	23,43	24,75	24,59
Diferencia de kW en la curva de FP (FP <sub>ens</sub> vs 0,95)										
P <sub>Bruta, Corr</sub>	[MW]	33,26	33,21	33,44	33,34	34,06	33,15	33,15	33,80	33,73
$P_{Bruta, corr} = (P_{Bruta} - L_{FP})$										
<b>Cálculo promedio final</b>										
P <sub>Bruta, corr</sub>	[MW]	33,26	33,21	33,44	33,34	34,06	33,15	33,15	33,80	33,73
P <sub>Neto, corr</sub>	[MW]	32,80	32,77	32,98	32,90	33,60	32,71	32,71	33,36	33,30
Selección de los test-run promediables										
P <sub>MAX, Bruta</sub>	[MW]	33,47								
P <sub>MAX, Neto</sub>	[MW]	33,03								

Tabla 6.22 – Resumen general para la Unidad 2



Períodos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	ref									
Hora	20:50	21:20	21:50	22:20	22:50	23:20	23:50	00:20	00:50	01:20
<b>Variables Primarias</b>										
FP	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998
Factor de potencia en bornes de máquina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>Bruta</sub>	[MW] 30,92	[MW] 30,74	[MW] 30,74	[MW] 30,87	[MW] 30,91	[MW] 31,14	[MW] 31,08	[MW] 30,60	[MW] 30,80	[MW] 31,15
P <sub>Neto</sub>	[MW] 30,69	[MW] 30,51	[MW] 30,50	[MW] 30,63	[MW] 30,67	[MW] 30,89	[MW] 30,82	[MW] 30,36	[MW] 30,56	[MW] 30,90
Mediciones										
<b>Variables Secundarias</b>										
Nivel	[msnm] 1294,577	[msnm] 1294,588	[msnm] 1294,602	[msnm] 1294,614	[msnm] 1294,627	[msnm] 1294,640	[msnm] 1294,653	[msnm] 1294,666	[msnm] 1294,677	[msnm] 1294,690
Frec	[Hz] 50,02	[Hz] 50,07	[Hz] 50,07	[Hz] 50,05	[Hz] 50,02	[Hz] 49,96	[Hz] 50,01	[Hz] 50,09	[Hz] 50,04	[Hz] 49,92
Mediciones										
<b>Verificación de condiciones de estabilidad</b>										
P <sub>Neto</sub>	1,50%	0,40%	0,28%	0,76%	0,42%	0,08%	0,32%	0,73%	1,03%	0,06%
Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,38%	0,41%	0,75%	0,43%	0,08%	0,31%	0,73%	1,03%	0,05%
Nivel	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,03%	0,01%	0,02%	0,03%	0,03%	0,01%	0,03%	0,01%	0,01%
Frec	0,50%	0,08%	0,05%	0,08%	0,05%	0,04%	0,12%	0,08%	0,15%	0,04%
Estabilidad	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Determinación pérdidas totales</b>										
L <sub>TOTALES</sub>	[MW] 0,66	[MW] 0,65	[MW] 0,65	[MW] 0,65	[MW] 0,66	[MW] 0,65	[MW] 0,64	[MW] 0,64	[MW] 0,64	[MW] 0,63
Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos - Promedio										
<b>Determinación pérdidas, consumos internos SSAA y consumos externos</b>										
L <sub>TOTALES</sub>	[MW] 0,66	[MW] 0,65	[MW] 0,65	[MW] 0,65	[MW] 0,66	[MW] 0,65	[MW] 0,64	[MW] 0,64	[MW] 0,64	[MW] 0,63
Pérdidas, consumos internos (SSAA) y consumos externos										
P <sub>SSAA</sub>	[MW] 0,092	[MW] 0,092	[MW] 0,092	[MW] 0,092	[MW] 0,092	[MW] 0,092	[MW] 0,092	[MW] 0,092	[MW] 0,092	[MW] 0,092
P <sub>TRAFQ(U3)</sub>	[MW] 0,171	[MW] 0,170	[MW] 0,170	[MW] 0,171	[MW] 0,171	[MW] 0,172	[MW] 0,172	[MW] 0,169	[MW] 0,170	[MW] 0,173
P <sub>EXT</sub>	[MW] 0,200	[MW] 0,200	[MW] 0,200	[MW] 0,200	[MW] 0,200	[MW] 0,200	[MW] 0,200	[MW] 0,200	[MW] 0,200	[MW] 0,200
P <sub>PERD,RED</sub>	[MW] 0,198	[MW] 0,184	[MW] 0,193	[MW] 0,185	[MW] 0,196	[MW] 0,183	[MW] 0,176	[MW] 0,178	[MW] 0,179	[MW] 0,166
Mediciones										
<b>Correcciones a la Potencia bruta</b>										
L <sub>FP</sub>	[kW] 30,58	[kW] 30,39	[kW] 30,60	[kW] 30,64	[kW] 30,69	[kW] 30,67	[kW] 30,85	[kW] 30,28	[kW] 30,63	[kW] 30,88
Diferencia en pérdidas por FP										
P <sub>Bruta, Corr</sub>	[MW] 30,89	[MW] 30,71	[MW] 30,71	[MW] 30,84	[MW] 30,88	[MW] 31,11	[MW] 31,05	[MW] 30,57	[MW] 30,77	[MW] 31,12
Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico										
<b>Cálculo promedio final</b>										
P <sub>Bruta, corr</sub>	[MW] 30,89	[MW] 30,71	[MW] 30,71	[MW] 30,84	[MW] 30,88	[MW] 31,11	[MW] 31,05	[MW] 30,57	[MW] 30,77	[MW] 31,12
Valores utilizados para cálculo de promedio final										
P <sub>Neto, corr</sub>	[MW] 30,43	[MW] 30,27	[MW] 30,26	[MW] 30,40	[MW] 30,42	[MW] 30,66	[MW] 30,61	[MW] 30,13	[MW] 30,33	[MW] 30,69
Selección de los test-run promediables										
P <sub>MAX, Bruta</sub>	[MW] 30,87									
Potencia Máxima Bruta										
P <sub>MAX, Neto</sub>	[MW] 30,42									
Potencia Máxima Neto										

Tabla 6.23 – Resumen general para la Unidad 3



Períodos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Test Run n°	ref	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15	01:45	
hora		21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15	01:45	
<b>VARIABLES PRIMARIAS</b>											
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	0,956	0,956	0,955	0,956	0,956	0,956	0,956	0,956	0,955	0,956
P <sub>BRUTA1</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW] 32,65	[MW] 32,63	[MW] 32,63	[MW] 32,66	[MW] 32,64	[MW] 32,63	[MW] 32,65	[MW] 32,67	[MW] 32,65	[MW] 32,65
P <sub>NETA1</sub>	Potencia Neta medida en Alta - Unidad 1	[MW] 31,82	[MW] 31,80	[MW] 31,81	[MW] 31,82	[MW] 31,81	[MW] 31,83	[MW] 31,84	[MW] 31,86	[MW] 31,86	[MW] 31,85
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	0,983	0,983	0,982	0,983	0,983	0,983	0,983	0,983	0,983	0,983
P <sub>BRUTA2</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW] 32,13	[MW] 32,17	[MW] 32,15	[MW] 32,19	[MW] 32,17	[MW] 32,15	[MW] 32,17	[MW] 32,17	[MW] 32,16	[MW] 32,18
P <sub>NETA2</sub>	Potencia Neta medida en Alta - Unidad 2	[MW] 31,80	[MW] 31,84	[MW] 31,85	[MW] 31,86	[MW] 31,84	[MW] 31,82	[MW] 31,85	[MW] 31,85	[MW] 31,84	[MW] 31,84
FP3	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 3	0,952	0,953	0,956	0,957	0,953	0,953	0,951	0,952	0,951	0,953
P <sub>BRUTA3</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	[MW] 22,04	[MW] 21,71	[MW] 22,14	[MW] 22,25	[MW] 21,99	[MW] 21,90	[MW] 21,84	[MW] 21,91	[MW] 21,72	[MW] 21,89
P <sub>NETA3</sub>	Potencia Neta medida en Alta - Unidad 3	[MW] 21,94	[MW] 21,61	[MW] 22,03	[MW] 22,15	[MW] 21,82	[MW] 21,79	[MW] 21,74	[MW] 21,80	[MW] 21,58	[MW] 21,78
<b>VARIABLES SECUNDARIAS</b>											
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	[msnm] 1295,040	[msnm] 1295,040	[msnm] 1295,045	[msnm] 1295,050	[msnm] 1295,050	[msnm] 1295,053	[msnm] 1295,050	[msnm] 1295,050	[msnm] 1295,050	[msnm] 1295,050
Frec	Velocidad de Rotación - Para estabilidad	[Hz] 50,08	[Hz] 50,00	[Hz] 50,06	[Hz] 49,99	[Hz] 49,97	[Hz] 50,02	[Hz] 50,03	[Hz] 50,04	[Hz] 50,03	[Hz] 50,07
<b>VERIFICACIÓN DE CONDICIONES DE ESTABILIDAD</b>											
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	2,00%	0,07%	0,06%	0,08%	0,08%	0,08%	0,08%	0,06%	0,02%	0,06%
P <sub>BRUTA1</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	1,50%	0,14%	0,09%	0,10%	0,13%	0,13%	0,13%	0,13%	0,15%	0,08%
P <sub>NETA1</sub>	Potencia Neta medida en Alta - Unidad 1	1,50%	0,16%	0,16%	0,10%	0,14%	0,09%	0,14%	0,11%	0,14%	0,10%
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	2,00%	0,04%	0,04%	0,05%	0,06%	0,04%	0,05%	0,03%	0,02%	0,04%
P <sub>BRUTA2</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	1,50%	0,14%	0,18%	0,17%	0,13%	0,10%	0,17%	0,09%	0,17%	0,13%
P <sub>NETA2</sub>	Potencia Neta medida en Alta - Unidad 2	1,50%	0,12%	0,14%	0,16%	0,10%	0,10%	0,17%	0,12%	0,07%	0,11%
FP3	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 3	2,00%	0,12%	0,16%	0,08%	0,08%	0,32%	0,24%	0,14%	0,09%	0,14%
P <sub>BRUTA3</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	1,50%	1,10%	0,79%	0,71%	0,72%	0,85%	1,66%	1,30%	0,94%	0,54%
P <sub>NETA3</sub>	Potencia Neta medida en Alta - Unidad 3	1,50%	1,07%	0,89%	0,73%	0,73%	0,55%	1,64%	1,27%	0,80%	0,53%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,07%	0,09%	0,06%	0,06%	0,07%	0,12%	0,08%	0,10%	0,07%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI

Cálculos de Desvío Estándar y comparación con el límite establecido por norma

Tabla 6.24 – Resumen general para la Central completa (1 de 2)



Determinación pérdidas totales												
$P_{Bruta, No Corr}$	[MW]	86,82	86,51	86,93	87,10	86,79	86,68	86,65	86,74	86,53	86,73	$P_{Bruta, No Corr} = P_{Bruta, No Corr, U1} + P_{Bruta, No Corr, U2} + P_{Bruta, No Corr, U3}$
$P_{Neta, No Corr}$	[MW]	85,56	85,25	85,70	85,84	85,47	85,44	85,44	85,51	85,27	85,47	$P_{Neta, No Corr} = P_{Neta, No Corr, U1} + P_{Neta, No Corr, U2} + P_{Neta, No Corr, U3}$
$L_{TOTALES}$	[MW]	1,26	1,26	1,23	1,26	1,32	1,24	1,22	1,23	1,25	1,26	$L_{Totales} = P_{Bruta, No Corr} - P_{Neta, No Corr}$
Determinación pérdidas, consumos internos SSAA y consumos externos												
$L_{TOTALES}$	[MW]	1,26	1,26	1,23	1,26	1,32	1,24	1,22	1,23	1,25	1,26	
$P_{SSAA}$	[MW]	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	
$P_{EXT}$	[MW]	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	
$P_{TRAF0(U1)}$	[MW]	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	
$P_{TRAF0(U2)}$	[MW]	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	
$P_{TRAF0(U3)}$	[MW]	0,122	0,120	0,122	0,123	0,122	0,121	0,121	0,121	0,120	0,121	
$P_{PERD,RED}$	[MW]	0,072	0,069	0,036	0,074	0,128	0,052	0,030	0,042	0,064	0,073	$P_{PERD,RED} = L_{TOTALES} - (P_{SSAA} + P_{EXT} + P_{TRAF0(U1)} + P_{TRAF0(U2)} + P_{TRAF0(U3)})$
Correcciones a la Potencia bruta												
$L_{FP, U1}$	[kW]	3,81	3,91	3,62	3,88	3,78	3,95	3,82	3,82	3,70	3,81	
$L_{FP, U2}$	[kW]	21,34	21,52	21,32	21,55	21,43	21,40	21,44	21,42	21,41	21,46	
$L_{FP, U3}$	[kW]	1,07	1,33	3,16	3,39	1,35	1,39	0,68	0,85	0,27	1,37	
$P_{Bruta, Corr, U1}$	[MW]	32,65	32,63	32,63	32,65	32,63	32,63	32,64	32,67	32,64	32,65	
$P_{Bruta, Corr, U2}$	[MW]	32,11	32,15	32,13	32,17	32,14	32,13	32,14	32,15	32,14	32,16	
$P_{Bruta, Corr, U3}$	[MW]	22,04	21,71	22,13	22,25	21,99	21,89	21,84	21,90	21,72	21,89	
Cálculo promedio final												
$P_{Bruta, Corr}$	[MW]	86,80	86,48	86,90	87,07	86,76	-	86,63	86,72	86,50	86,70	$P_{Bruta, Corr} = P_{Bruta, Corr, U1} + P_{Bruta, Corr, U2} + P_{Bruta, Corr, U3}$
$P_{Neta, Corr}$	[MW]	85,74	85,43	85,87	86,01	85,65	-	85,61	85,69	85,45	85,64	$P_{Neta, Corr} = P_{Bruta, Corr} - L_{TOTALES} + P_{EXT}$
$P_{MAX, Bruta}$	[MW]	<b>86,73</b>										
$P_{MAX, Neta}$	[MW]	<b>85,67</b>										

Tabla 6.25 – Resumen general para la Central completa (2 de 2)



## 6.7 Incertidumbre

En la presente sección se presenta los resultados del cálculo de **Incertidumbre Total del Resultado ( $U_R$ )**, siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASME PTC 19.1 “Test Uncertainty”.

En la Tabla 6.26 y en la Tabla 6.27 se presenta el cálculo de incertidumbre para la **Potencia Bruta Corregida** y la **Potencia Neta** Corregida respectivamente para la Unidad 1, en ambos casos se ha considerado una certeza del 95%.

### Cálculo de incertidumbre - Potencia Bruta

Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad ( $\theta$ )	Incertidumbre sistémica (Bx* $\theta$ )	Incertidumbre aleatoria (Sx* $\theta$ *ts,v)
P <sub>BRUTA</sub>	[kW]	33647,45	182,760	23	2,069	247,26	38,11	0,984	503,44	77,59
FP	[-]	0,959	0,001	28	2,048	0,007	0,0002	-710,79	-10,26	-0,33
<b><math>U_R</math></b>									<b>509,49</b>	<b>[kW]</b>

Tabla 6.26 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Bruta corregida de la Unidad 1

### Cálculo de incertidumbre - Potencia Neta

Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad ( $\theta$ )	Incertidumbre sistémica (Bx* $\theta$ )	Incertidumbre aleatoria (Sx* $\theta$ *ts,v)
P <sub>BRUTA</sub>	[kW]	33647,45	182,76	23	2,069	247,26	38,11	-0,016	-8,14	-1,25
FP	[-]	0,959	0,001	28	2,048	0,007	0,0002	-710,791	-10,26	-0,33
P <sub>Neta</sub>	[kW]	32785,50	169,33	28	2,048	113,57	32,000	1,000	232,60	65,54
<b><math>U_R</math></b>									<b>242,01</b>	<b>[kW]</b>

Tabla 6.27 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la Unidad 1

En la Tabla 6.28 y en la Tabla 6.29 se presenta el cálculo de incertidumbre para la **Potencia Bruta Corregida** y la **Potencia Neta** Corregida respectivamente para la Unidad 2, en ambos casos se ha considerado una certeza del 95%.




**Cálculo de Incertidumbre - Potencia Bruta**

Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad ( $\theta$ )	Incertidumbre sistémica (Bx* $\theta$ )	Incertidumbre aleatoria (Sx* $\theta$ *ts,v)
P <sub>BRUTA</sub>	[kW]	33497,88	149,775	18	2,1010	246,158	35,30	1,000	517,29	74,19
FP	[-]	0,984	0,001	28	2,0480	0,007	0,0001	-7,05	-0,10	0,00
<b>U<sub>R</sub></b>									<b>522,58</b>	<b>[kW]</b>

Tabla 6.28 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Bruta corregida de la Unidad 2

**Cálculo de Incertidumbre - Potencia Neta**

Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad ( $\theta$ )	Incertidumbre sistémica (Bx* $\theta$ )	Incertidumbre aleatoria (Sx* $\theta$ *ts,v)
P <sub>BRUTA</sub>	[kW]	33497,88	149,78	18	2,101	246,16	35,30	0,000	0,11	0,02
FP	[-]	0,984	0,001	28	2,048	0,007	0,0001	-7,055	-0,10	0,00
P <sub>Neta</sub>	[kW]	33145,48	146,52	19	2,093	114,82	33,615	1,000	240,32	70,36
<b>U<sub>R</sub></b>									<b>250,40</b>	<b>[kW]</b>

Tabla 6.29 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la Unidad 2

En la Tabla 6.30 y en la Tabla 6.31 se presenta el cálculo de incertidumbre para la **Potencia Bruta Corregida** y la **Potencia Neta Corregida** respectivamente para la Unidad 3, en ambos casos se ha considerado una certeza del 95%.

**Cálculo de Incertidumbre - Potencia Bruta**

Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad ( $\theta$ )	Incertidumbre sistémica (Bx* $\theta$ )	Incertidumbre aleatoria (Sx* $\theta$ *ts,v)
P <sub>BRUTA</sub>	[kW]	30896,58	150,712	23	2,0690	227,043	31,43	1,032	484,94	67,12
FP	[-]	0,998	0,000	24	2,0640	0,007	0,0000	-633,54	-9,59	-0,06
<b>U<sub>R</sub></b>									<b>489,66</b>	<b>[kW]</b>

Tabla 6.30 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Bruta corregida de la Unidad 3

**Cálculo de Incertidumbre - Potencia Neta**

Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad ( $\theta$ )	Incertidumbre sistémica (Bx* $\theta$ )	Incertidumbre aleatoria (Sx* $\theta$ *ts,v)
P <sub>BRUTA</sub>	[kW]	30896,58	150,71	23	2,069	227,04	31,43	0,032	15,19	2,10
FP	[-]	0,998	0,000	24	2,064	0,007	0,0000	-633,540	-9,59	-0,06
P <sub>Neta</sub>	[kW]	30653,69	146,62	22	2,074	106,19	31,259	1,000	220,23	64,83
<b>U<sub>R</sub></b>									<b>230,29</b>	<b>[kW]</b>

Tabla 6.31 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la Unidad 3



En la Tabla 6.32 y en la Tabla 6.33 se presenta el cálculo de incertidumbre para la **Potencia Bruta Corregida** y la **Potencia Neta Corregida** respectivamente para la Central completa, en ambos casos se ha considerado una certeza del 95%.

**Cálculo de incertidumbre - Potencia Bruta**

Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad ( $\theta$ )	Incertidumbre sistémica (Bx* $\theta$ )	Incertidumbre aleatoria (Sx* $\theta$ *ts,v)
P <sub>BRUTA-U1</sub>	[kW]	32647,39	34,975	22	2,080	239,908	7,457	0,996	497,01	15,45
FP <sub>U1</sub>	[-]	0,956	0,0006	25	2,064	0,007	0,0001	-676,72	-9,81	-0,17
P <sub>BRUTA-U2</sub>	[kW]	32165,54	44,056	23	2,074	236,367	9,186	0,936	458,87	17,83
FP <sub>U2</sub>	[-]	0,983	0,0004	25	2,064	0,007	0,0001	-665,12	-9,91	-0,10
P <sub>BRUTA-U3</sub>	[kW]	21942,72	185,563	25	2,064	161,245	37,1125	1,004	334,12	76,90
FP <sub>U3</sub>	[-]	0,953	0,0014	22	2,080	0,007	0,0003	-507,23	-7,39	-0,32
<b>U<sub>R</sub></b>									<b>758,90</b>	<b>[kW]</b>

Tabla 6.32 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Bruta corregida de la Central completa

**Cálculo de incertidumbre - Potencia Neta**

Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad ( $\theta$ )	Incertidumbre sistémica (Bx* $\theta$ )	Incertidumbre aleatoria (Sx* $\theta$ *ts,v)
P <sub>BRUTA-U1</sub>	[kW]	32647,39	34,975	22	2,080	239,908	7,457	-0,004	-2,00	-0,06
FP <sub>U1</sub>	[-]	0,956	0,0006	25	2,064	0,007	0,0001	-676,72	-9,81	-0,17
P <sub>neto-U1</sub>	[kW]	31831,74	38,821	26	2,060	110,268	7,613	1,00	227,15	15,68
P <sub>BRUTA-U2</sub>	[kW]	32165,54	44,056	23	2,074	236,367	9,186	-0,064	-31,36	-1,22
FP <sub>U2</sub>	[-]	0,983	0,0004	25	2,064	0,007	0,0001	-665,12	-9,91	-0,10
P <sub>neto-U2</sub>	[kW]	31841,11	38,88	21	2,086	110,301	8,485	1,00	230,09	17,70
P <sub>BRUTA-U3</sub>	[kW]	21942,72	185,563	25	2,064	161,245	37,113	0,004	1,31	0,30
FP <sub>U3</sub>	[-]	0,953	0,0014	22	2,080	0,007	0,0003	-507,23	-7,39	-0,32
P <sub>neto-U3</sub>	[kW]	21828,43	174,66	22	2,080	75,616	37,237	1,00	157,28	77,45
<b>U<sub>R</sub></b>									<b>370,24</b>	<b>[kW]</b>

Tabla 6.33 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la Central completa



## 6.8 Corrección por cota condición de planta completa

Durante el desarrollo de las pruebas la central completa, la Unidad 3 no pudo operar a plena carga producto de las limitaciones existentes en la cota de la laguna La Invernada, lo cual estableció al momento de las pruebas un límite máximo de potencia de 87 MW a despachar por la central y se ajustó la potencia de la unidad U3 para cumplir con esta exigencia.

El valor promedio de cota medida ( $Cota_{Med}$ ) durante la prueba fue de:

$$Cota_{Med} = 1295.05 \text{ m. s. n. m}$$

Por lo tanto, la potencia bruta máxima del Central Hidroeléctrica Cipreses podría ser corregida en base a los valores históricos de las cotas y la curva de generación máxima de Central Cipreses en función de la cota de la Laguna, los cuales han sido estimados en la sección 9.1 y 9.2.

Según se muestra, se ha determinado que el valor de cota de sitio ( $Cota_{sitio}$ ) es de 1315.9 m.s.n.m. Utilizando la función polinómica de generación máxima presentada en el capítulo 9.2 se estiman los valores de potencia máxima que desarrollaría la central para los valores de cota medida y cota de sitio. Los valores determinados son los siguientes:

$$P(Cota_{Med}) = 87.4 \text{ MW}$$

$$P(Cota_{sitio}) = 99.2 \text{ MW}$$



### 6.8.1 Potencia bruta

La corrección por cota se realiza considerando la diferencia de potencia activa entre la condición de cota de sitio y la condición de cota media. Esta diferencia o salto de potencia se suma al valor final de **Potencia Máxima Bruta Corregida** ( $P_{MAX,Bruta,Corr}$ ), detallado en la Tabla 2.4.

Por lo anterior, la **Potencia Máxima Bruta Corregida por cota** ( $P_{MAX,Bruta,Corr,Cota}$ ) es estimada de la siguiente manera:

$$P_{MAX,Bruta,Corr,Cota} = P_{MAX,Bruta,Corr} + (P(Cota_{sitio}) - P(Cota_{Med}))$$

$$P_{MAX,Bruta,Corr,Cota} = 86.7289 \text{ MW} + (99.2 \text{ MW} - 87.4 \text{ MW})$$

$$P_{MAX,Bruta,Cota} = 98.53 \text{ MW}$$

### 6.8.2 Potencia de Pérdidas en la central

A Partir de los resultados finales de potencia máxima, el cálculo de la Potencia de Pérdidas en la central totales se realiza considerando la diferencia entre **Potencia Máxima Bruta Medida** y **Potencia Máxima Neta Medida**, detallados en la Tabla 2.4.

$$L_{Totales,Central} = P_{MAX,Bruta,Med} - P_{MAX,Neta,Med}$$

$$L_{Totales,Central} = 86.7479 \text{ MW} - 85.4949 \text{ MW} = 1.253 \text{ MW}$$

Este valor de pérdidas totales considera las pérdidas en carga en los transformadores principales de la central, las pérdidas resistivas asociadas al nivel de carga en la condición de ensayo y la potencia asociadas a los consumos externos y consumos auxiliares.

$$L_{Totales,Central} = P_{Perd,Central} + P_{SSAA} + P_{Ext} = 1.253 \text{ MW} \quad (1)$$

Los valores de potencia asociadas a los consumos externos ( $P_{Ext}$ ) y consumos auxiliares ( $P_{SSAA}$ ) se consideran como constantes y no dependen del despacho de la central. En base a lo presentado en la Tabla 4.5, se debe considerar el consumo de potencia de servicios auxiliares estimado en 91.65 kW por unidad.

$$P_{SSAA} = 3 \times 91.65 \text{ kW} = 274.95 \text{ kW}$$



Para el caso de los consumos externos ( $P_{Ext}$ ), en todas las configuraciones bajo pruebas, los interruptores 52B1 (Alimentación Maule/Talca) y 52B2 (Alimentación Población/Bocatoma) operaron cerrados, suministrando alimentación a cargas externas. Por lo tanto, a partir de los datos estimado en la Tabla 4.5, el consumo externo de potencia se estima con la demanda de los alimentadores B1 y B2:

$$P_{Ext} = P_{Ext,B1} + P_{Ext,B2} = 200 \text{ kW}$$

El cálculo de **Potencia de Pérdidas en la central** ( $P_{Perd,Central}$ ) se presenta a continuación

$$P_{Perd,Central} = L_{Totales,Central} - P_{SSAA} - P_{Ext}$$

$$P_{Perd,Central} = 1.253 \text{ MW} - 274.95 \text{ kW} - 200 \text{ kW} = 778.05 \text{ kW}$$

Este valor de pérdidas considera las pérdidas en condición de vacío en el transformador principal y las pérdidas resistivas asociadas al nivel de carga en la condición de ensayo. A continuación, se procede a desglosar el valor de pérdidas entre los valores correspondiente a carga y vacío:

$$P_{Perd,Central,carga} = P_{Perd,Central} - P_{Perd,Central,vacío}$$

$$P_{Perd,Central,vacío} = \sum_{i=1}^3 P_{Perd,vacío,tr_{Ui}}$$

Dónde:

- $P_{Perd,Central,carga}$ : Pérdidas en carga en la central
- $P_{Perd,Central,vacío}$ : Pérdidas en vacío en la central.
- $P_{Perd,vacío,tr_{Ui}}$ : Pérdidas en vacío transformador principales Unidad "i" (i=1, 2 y 3)

A partir de los valores de pérdida en vacío de presentados en la Tabla 4.5, se determina el valor de **Potencia de Pérdidas en carga en la central** ( $P_{Perd,Central,carga}$ ).

$$P_{Perd,Central,vacío} = \sum_{i=1}^3 P_{Perd,vacío,tr_{Ui}} = 42.4 \text{ kW} + 41.4 \text{ kW} + 21.9 \text{ kW} = 105.7 \text{ kW}$$



$$P_{Perd,Central,carga} = 778.05 \text{ kW} - 105.7 \text{ kW} = 672.35 \text{ kW}$$

Este valor de pérdidas debe ser corregido para el despacho en escenario de **Potencia Máxima Bruta Corregida por cota**. La siguiente expresión muestra la **Potencia de Pérdidas en carga en la central corregida** ( $P_{Perd,Central,carga,Corr}$ ).

$$P_{Perd,Central,carga,Corr} = P_{Perd,Central,carga} \times \left( \frac{P_{MAX,Bruta,Corr,Cota}}{P_{MAX,Bruta,Corr}} \right)^2$$

$$P_{Perd,Central,carga,Corr} = 672.35 \text{ kW} \times \left( \frac{98.53 \text{ MW}}{86.73 \text{ MW}} \right)^2 = 867.8 \text{ kW}$$

#### Potencia de Pérdidas en la central corregida

A partir del valor anterior, se puede estimar el valor de **Potencia de Pérdidas en la central corregida** ( $P_{Perd,Central,Corr}$ ) usando la siguiente ecuación:

$$P_{Perd,Central,Corr} = P_{Perd,Central,vacío} + P_{Perd,Central,carga,Corr}$$

$$P_{Perd,Central,Corr} = 105.7 \text{ kW} + 867.8 \text{ kW} = 973.5 \text{ kW}$$

A su vez, el valor de **Potencia de Pérdidas en la central corregida** puede ser desglosado en los siguientes elementos:

- Pérdidas en los transformadores principales Unidad "i" (i=1, 2 y 3) ( $P_{Perd,tr_{Ui}}$ )
- Pérdidas en red interna ( $P_{Perd,red}$ )

$$P_{Perd,Central,Corr} = \sum_{i=1}^3 P_{Perd,tr_{Ui}} + P_{Perd,red}$$



### Pérdidas en el transformador principal

En la Tabla 4.5 se presentan los valores de pérdida en vacío y carga de cada transformador principal. Cabe mencionar que el valor de pérdidas en carga está referido a la condición de potencia nominal del equipo y deben ser determinadas en la condición de ensayo.

Las pérdidas en carga para cada transformador ( $P_{Perd,carga,tr_{Ui}}$ ) se calculan según la siguiente expresión:

$$P_{Perd,carga,tr_{Ui}} = (P_{Perd,carga,nominal,tr_{Ui}}) \cdot \left( \frac{P_{MAX,Bruta,Cota(Ui)}}{S_{nom,tr_{Ui}}} \right)^2$$

La expresión de pérdidas de cada transformador principal es la siguiente.

$$P_{Perd,tr_{Ui}} = P_{Perd,carga,tr_{Ui}} + P_{Perd,vacio,tr_{Ui}}$$

A continuación, se presentan los cálculos de pérdidas de cada transformador principal:

$$P_{Perd,tr_{U1}} = 295.2 \text{ kW}$$

$$P_{Perd,tr_{U2}} = 297.6 \text{ kW}$$

$$P_{Perd,tr_{U3}} = 155.2 \text{ kW}$$

### Pérdidas en la red interna

En tanto, el valor de pérdidas en la red interna queda determinado por la siguiente ecuación:

$$P_{Perd,red} = P_{Perd,Central,Corr} - \sum_{i=1}^3 P_{Perd,tr_{Ui}}$$

$$P_{Perd,red} = 973.5 \text{ kW} - 295.2 \text{ kW} - 297.6 \text{ kW} - 155.2 \text{ kW} = 225.5 \text{ kW}$$



### Potencia de Pérdidas Totales en la central corregida

El valor **Pérdidas Totales en la central corregida** ( $L_{Totales,Central,Corr}$ ) queda determinado por la siguiente expresión.

$$L_{Totales,Central,Corr} = P_{Perd,Central,Corr} + P_{SSAA} + P_{Ext}$$

$$L_{Totales,Central,Corr} = 973.5 \text{ kW} + 274.95 \text{ kW} + 200 \text{ kW} = 1448.5 \text{ kW}$$

### 6.8.3 Potencia Neta

Para obtener el valor de **Potencia Máxima Neta Corregida por cota** ( $P_{MAX,Neta,Corr,Cota}$ ) se utilizará el valor de **Potencia Máxima Bruta Corregida por cota** y el valor de **Potencia de Pérdidas en la central corregida**, según la siguiente expresión

$$P_{MAX,Neta,Corr,Cota} = P_{MAX,Bruta,Corr,Cota} - L_{Totales,Central,Corr}$$

$$P_{MAX,Neta,Corr,Cota} = 98.53 \text{ MW} - 1.4485 \text{ MW} = 97.082 \text{ MW}$$

### 6.8.4 Resultados

En base a los cálculos presentados en las secciones precedentes, se muestra a continuación la tabla resumen de resultados.

Resumen de resultados CH Cipreses - Central Completa Corrección por Cota		
Potencia Máxima	Bruta Corregida [MW]	98,530
	Neta Corregida [MW]	97,082
Servicios Auxiliares	Potencia [MW]	0,275

Tabla 6.34 – Resumen resultados – Central Completa (Corrección por cota)





## 7 CONCLUSIONES

Se realizaron con éxito las pruebas de Potencia Máxima de la Unidad 1, la Unidad 2, la Unidad 3 y de la Central completa para la Central Hidroeléctrica Cipreses.

Cada unidad fue capaz de sostener en forma estable la potencia en sus bornes de salida por un período de tiempo superior a las 5 horas.

Se determinaron los siguientes valores de **Potencia Máxima Bruta** de la Central Hidroeléctrica Cipreses, los cuales valen siempre que se respeten las condiciones operativas máximas de corriente de armadura y potencia reactiva evidenciados en las actas de pruebas.

Resumen de resultados Cipreses - Unidad 1		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	33,6474
	<b>Bruta Corregida [MW]</b>	<b>33,6411</b>
	Neta Medida [MW]	32,7855
	<b>Neta Corregida [MW]</b>	<b>33,1947</b>
Servicios Auxiliares	Potencia [MW]	0,0917

Tabla 7.1 – Resumen resultados – Unidad 1

Resumen de resultados Cipreses - Unidad 2		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	33,4979
	<b>Bruta Corregida [MW]</b>	<b>33,4736</b>
	Neta Medida [MW]	33,1455
	<b>Neta Corregida [MW]</b>	<b>33,0272</b>
Servicios Auxiliares	Potencia [MW]	0,0917

Tabla 7.2 – Resumen resultados – Unidad 2

Resumen de resultados Cipreses - Unidad 3		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	30,8966
	<b>Bruta Corregida [MW]</b>	<b>30,8660</b>
	Neta Medida [MW]	30,6537
	<b>Neta Corregida [MW]</b>	<b>30,4196</b>
Servicios Auxiliares	Potencia [MW]	0,0917

Tabla 7.3 – Resumen resultados – Unidad 3



Resumen de resultados CH Cipreses - Central Completa		
<b>Potencia Máxima</b>	Bruta Medida [MW]	86,7479
	<b>Bruta Corregida [MW]</b>	<b>86,7289</b>
	Neta Medida [MW]	85,4949
	<b>Neta Corregida [MW]</b>	<b>85,6746</b>
<b>Servicios Auxiliares</b>	Potencia [MW]	0,275

Tabla 7.4 – Resumen resultados – Central Completa

Resumen de resultados CH Cipreses - Central Completa Corrección por Cota		
<b>Potencia Máxima</b>	<b>Bruta Corregida [MW]</b>	<b>98,530</b>
	<b>Neta Corregida [MW]</b>	<b>97,082</b>
<b>Servicios Auxiliares</b>	Potencia [MW]	0,275

Tabla 7.5 – Resumen resultados – Central Completa (Corrección por cota)



## 8 NORMATIVA

---

- Anexo Técnico: “Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras”.
- Norma Internacional IEC 60041
- Norma ASME PTC 19.1 “Test Uncertainty”



## 9 ANEXOS

### 9.1 Registro histórico de cota

En la presente sección se muestra la estimación de la cota de sitio para el Central Hidroeléctrica Cipreses en base a los valores históricos de las cotas. Se busca determinar las condiciones de sitio que representan el escenario diario más favorable para la producción de potencia activa de la planta en el período de un año.

En la siguiente figura se presenta el registro histórico de cotas en el periodo 2010-2021:

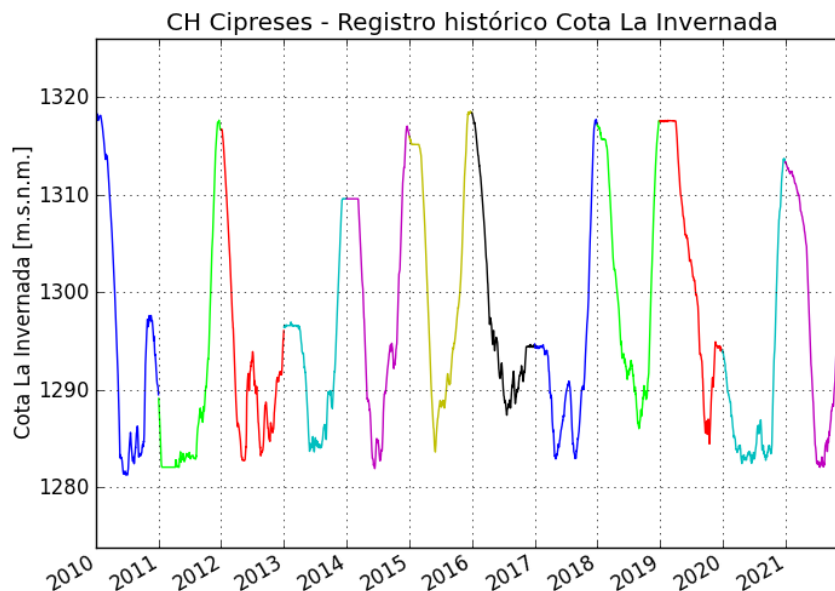


Figura 9.1 – Registro histórico de cotas (2010-2021)

Para la determinación del valor de cota máxima en cada periodo anual se consideraron los valores de cota registrados entre los meses de octubre a diciembre, considerando este periodo como de avenida. A partir de lo anterior, en la siguiente figura se presentan los valores de cota máximos obtenidos para cada año.

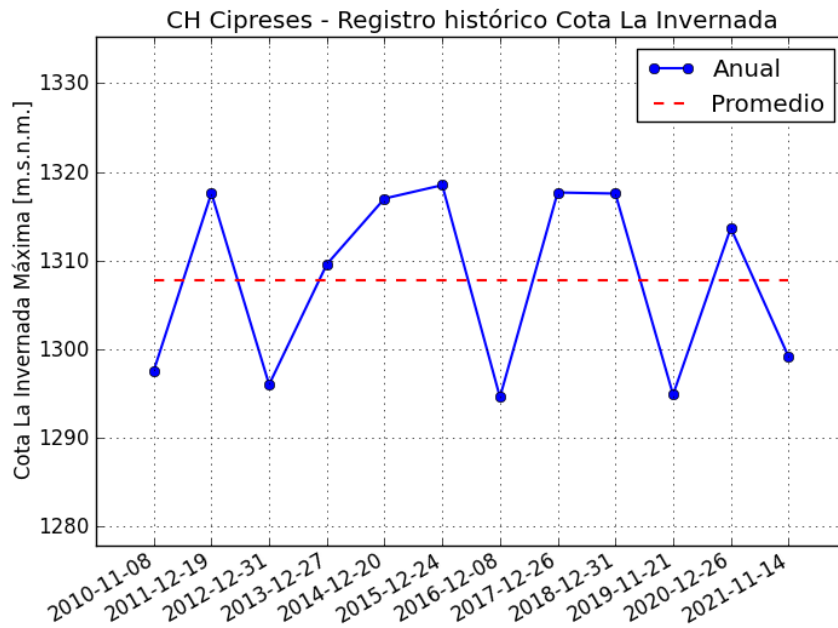


Figura 9.2 – Cota máxima por año (2010 - 2021)

Como puede observarse 7 de 12 valores de cota máxima son mayores que el valor promedio de cota 1307.8 m.s.n.m., considerando el periodo completo 2010-2021. Por lo tanto, para la estimación de la cota de sitio solo se consideraron estos 7 valores máximos.

En la siguiente figura se presentan los 7 valores de cota máxima y el valor determinado de cota de sitio.

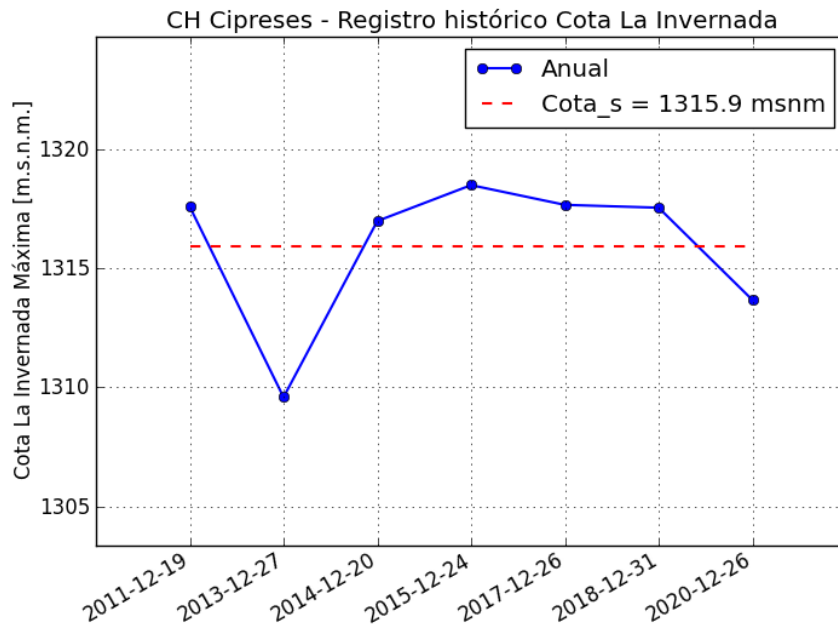


Figura 9.3 – Cota máximas y Cota de sitio (promedio)

La cota de sitio es determinada como el promedio de los 7 valores de cota máxima histórica de los últimos 10 años, resultando en un valor de 1315.9 m.s.n.m.



## 9.2 Característica Potencia Máxima vs Cota La Invernada

En la siguiente figura se presenta curva de generación máxima de Central Cipreses en función de la cota de la Laguna Invernada informada por el Coordinado.

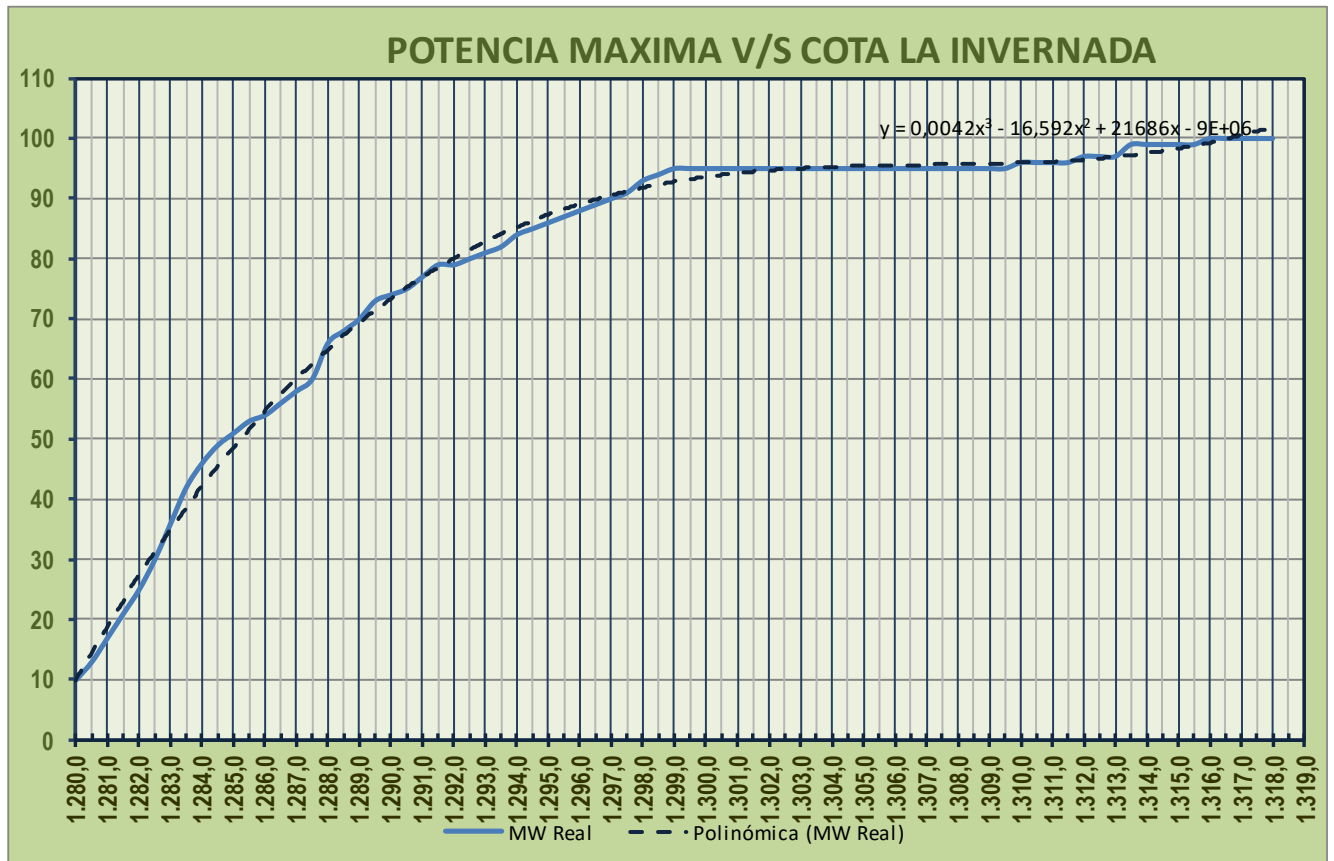


Figura 9.4 – Potencia Máxima vs Cota La Invernada - CH Cipreses

Como puede observarse la generación real en función de la cota de la laguna puede ser estimada a partir de la siguiente función polinómica:

$$P_{(x)} = 0.0042x^3 - 16.592x^2 + 21686x - 9E6$$



## 9.3 Características Turbina y Generador

### 1. Características de la Máquina Motriz

a) Tipo de máquina	:	Turbina hidráulica Pelton de eje horizontal.
Cantidad	:	Tres (3)
b) Principales características técnicas		
-Marca	:	J.M. Voith.
-Fabricante	:	J.M. Voith.
-País de origen	:	No encontrado.
-Año de fabricación	:	1955
-Potencia nominal	:	31 MVA H = 349,5 m; Q = 12 m <sup>3</sup> /s
-Potencia máxima técnica	:	35,9 MW (Generador)
-Potencia mínima técnica	:	0 MW
-Velocidad nominal en [rpm]	:	375 rpm
-Velocidad de embalamiento	:	No encontrado.
-Sobrevelocidad máx. admisible	:	No encontrado.
-Curvas características del fabricante	:	No encontrado.
-Límite operacional de tensión en % de la tensión nominal [Vmin, Vmax]	:	Vmín : 90% Vmáx : 105%
-Partida negra	:	Si. Operación manual.
-Características de las unidades de apoyo a las unidades de generación mayores	:	Grupo adicional de emergencia que la posibilita para recuperar servicio, partida en negro, pudiendo adicionalmente recuperar la operación de los dos (2) grupos de la Central Hidroeléctrica Isla.
-Tiempo de partida desde el instante de solicitud de sincronización hasta sincronización	:	Para partida negra, entre 5 y 10 min.
c) Constante de inercia mecánica (H) del conjunto maquina motriz-generador	:	1,95 seg.
Tiempo de lanzamiento (Ta) [s]	:	3,95 seg.
Factor GD <sup>2</sup> [Ton-m <sup>2</sup> ]	:	350 [Ton-m <sup>2</sup> ]
d) Constante de tiempo de arranque de la columna de agua (Tw)	:	0,7 seg.

Figura 9.5 – Datos característicos Turbina





## 2. Características del generador

### a Características principales

-Fabricante	: Westinghouse
-Potencia máxima permanente	: 35650 kVA
-Capacidad	: 31000 kVA
-Factor de potencia	: 0,95
-Voltaje	: 13,8 kV
-Corriente	: 1500 Amp.
Factor GD <sup>2</sup> [Ton-m <sup>2</sup> ]	: 350 [Ton-m <sup>2</sup> ]
-Frecuencia	: 50 Hz

Figura 9.6 – Datos característicos Generador

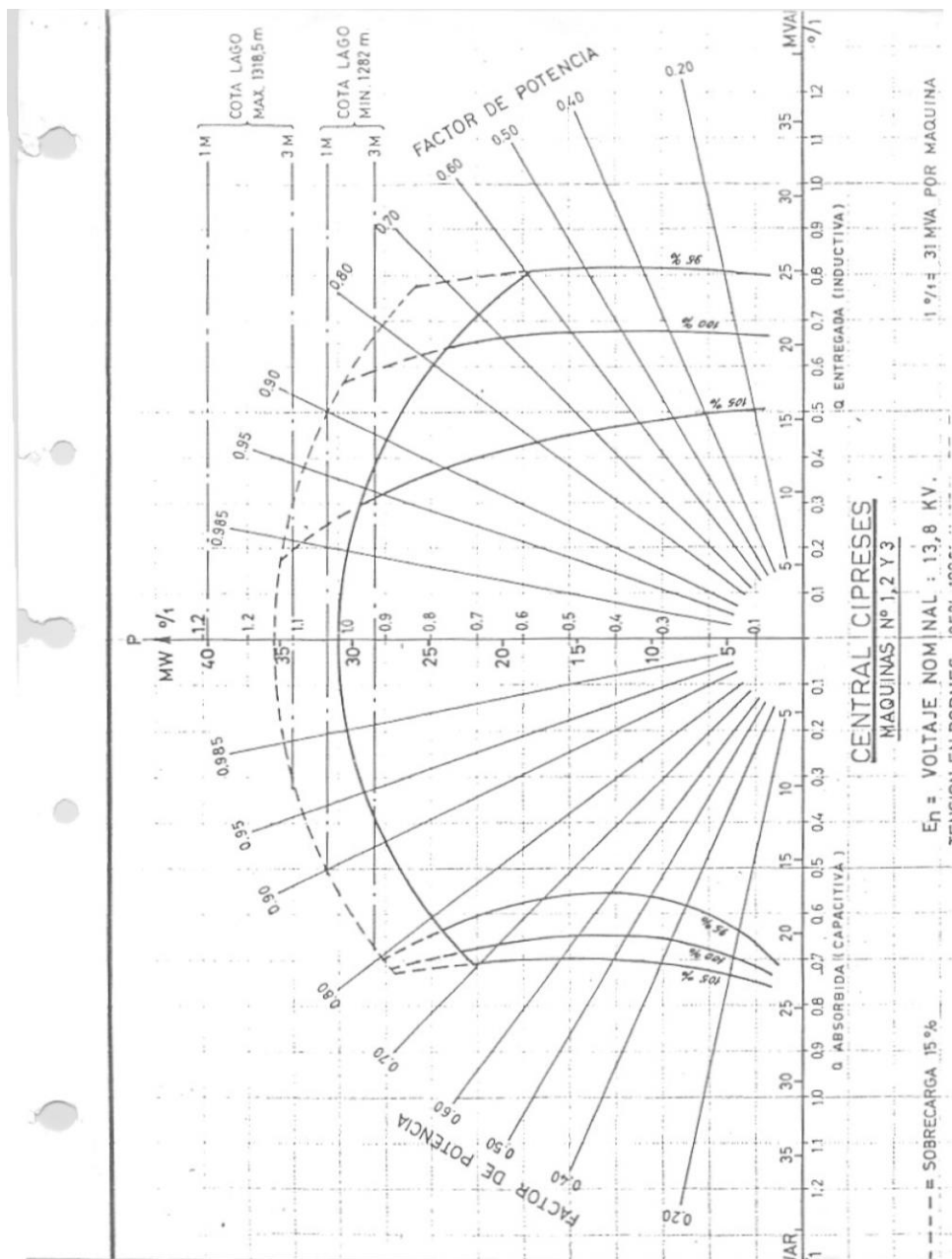


Figura 9.7 – Curva de Capacidad



## 9.4 Puntos de medición

### 9.4.1 Potencia bruta

Para la medición de potencia bruta se utilizó el medidor ION 7650, que el Coordinado tiene en sus instalaciones. En el siguiente unilineal general se pueden identificar los puntos de medición de la potencia bruta, los cuales son análogos para todas las unidades. La relación de transformación del TTCC es 1500/5 A y la relación del TTPP es de 14400/120 V.

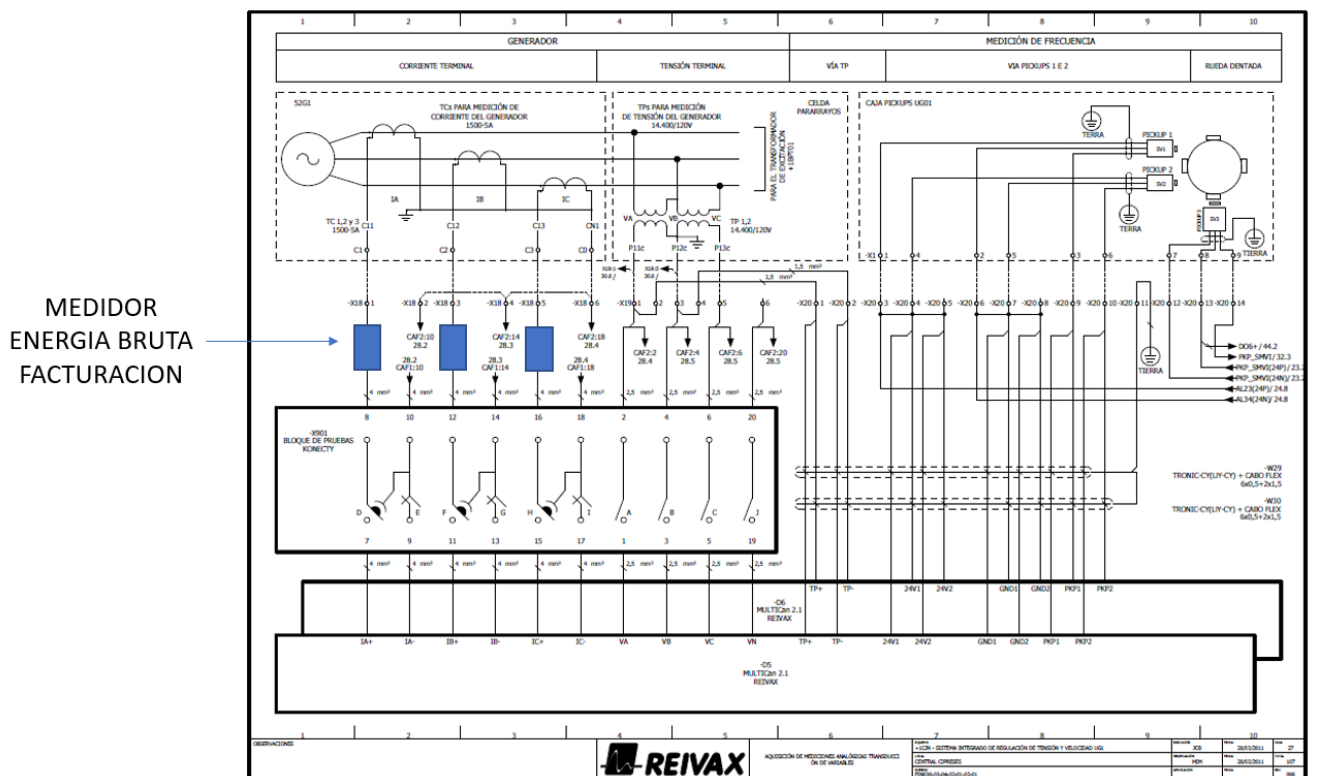


Figura 9.8 – Puntos de medición de corriente para medidor de Potencia Bruta y Factor de Potencia

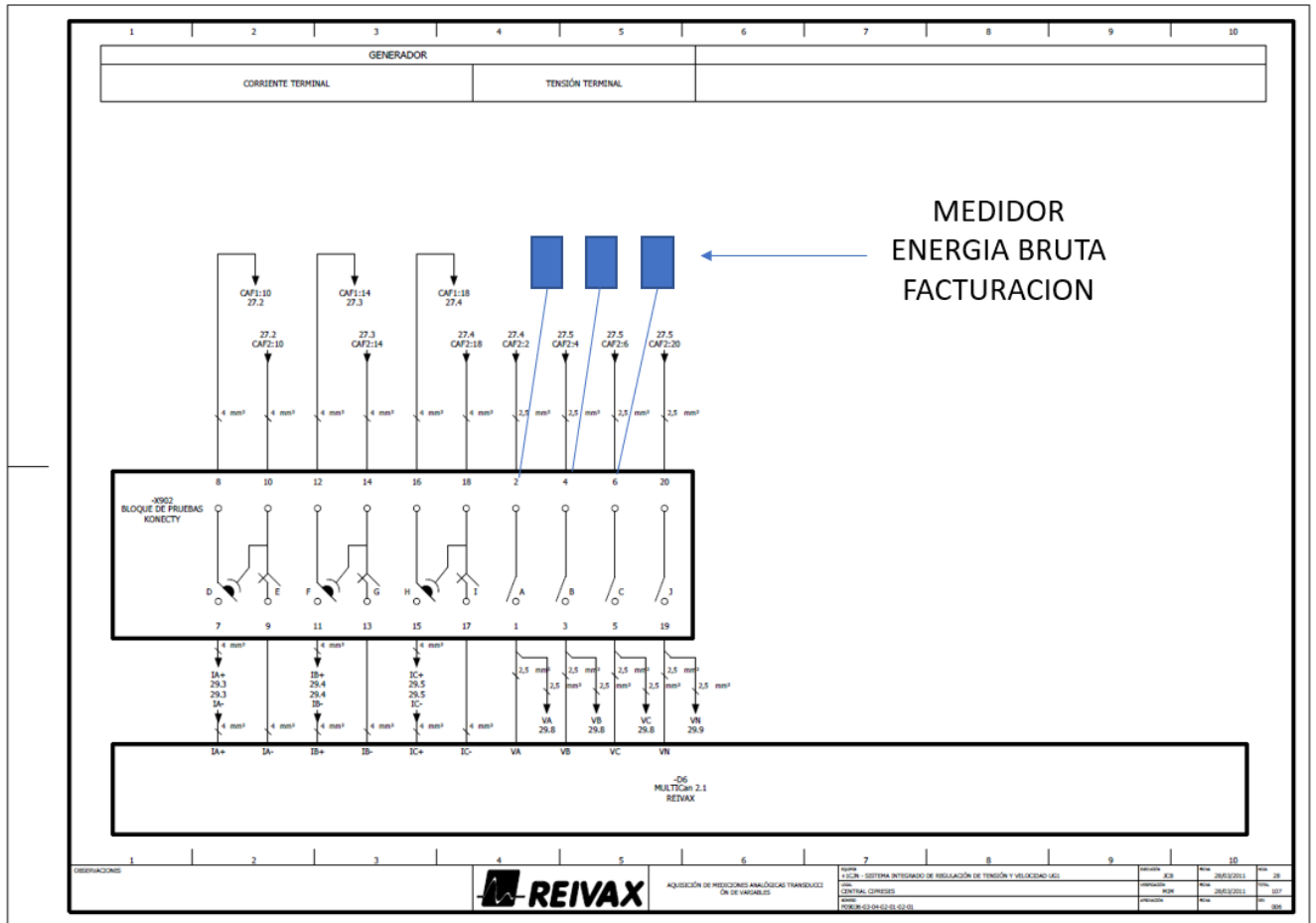


Figura 9.9 – Puntos de medición de tensión para medidor de Potencia bruta y factor de potencia

En las siguientes imágenes se presenta la ubicación del medidor de potencia bruta (facturación), fotos de placa de los medidores y borneras de conexión de corriente y tensión:

MEDIDOR ENERGIA BRUTA FACTURACION

MULTIMEDIDOR



Figura 9.10 – Ubicación medidor de Potencia Bruta



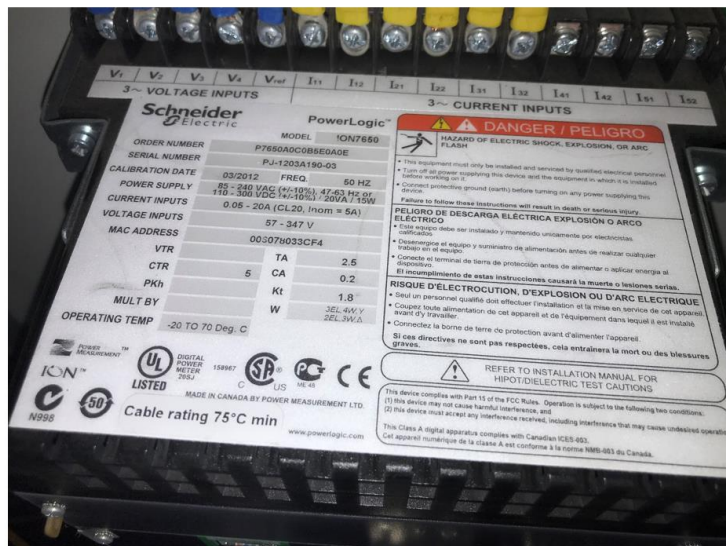
MEDIDOR ENERGIA BRUTA UNIDAD 1



MEDIDOR ENERGIA BRUTA UNIDAD 2



MEDIDOR ENERGIA BRUTA UNIDAD 3





PUNTOS DE CONEXIÓN MEDIDORES ENERGÍA BRUTA

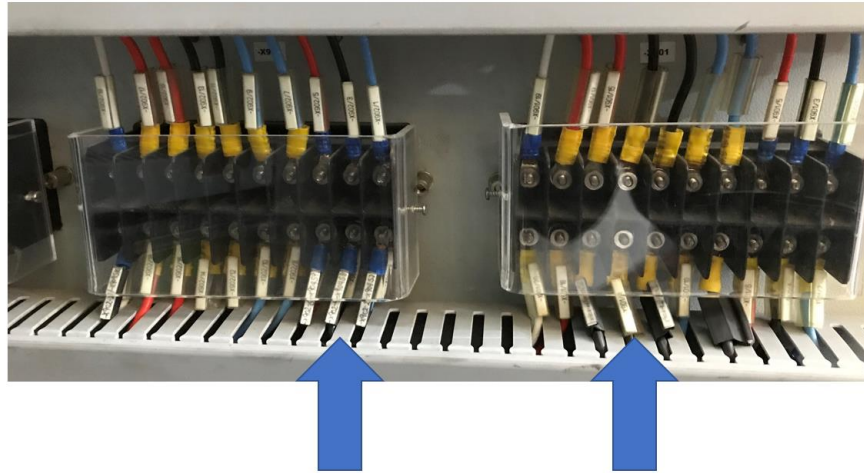


Figura 9.11 – Borneras de conexión

BLOCK X901 MEDIDAS DE CORRIENTE



BLOCK X902 MEDIDAS DE TENSION

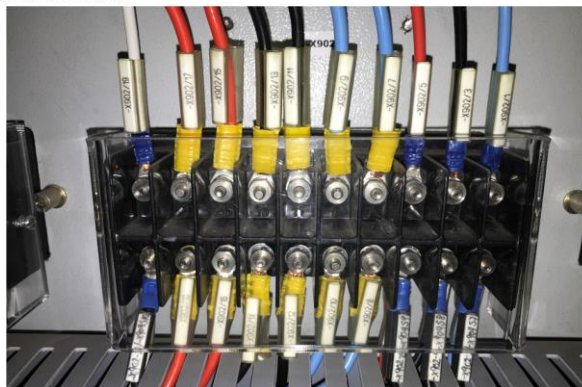


Figura 9.12 – Borneras de conexión corriente y tensión



### 9.4.2 Potencia neta

Para la medición de potencia neta se utilizó el medidor ION 7650, que el Coordinado tiene en sus instalaciones. El equipo se conecta a los núcleos de los transformadores de corriente y tensión ubicados del lado de alta tensión del transformador principal de cada unidad.

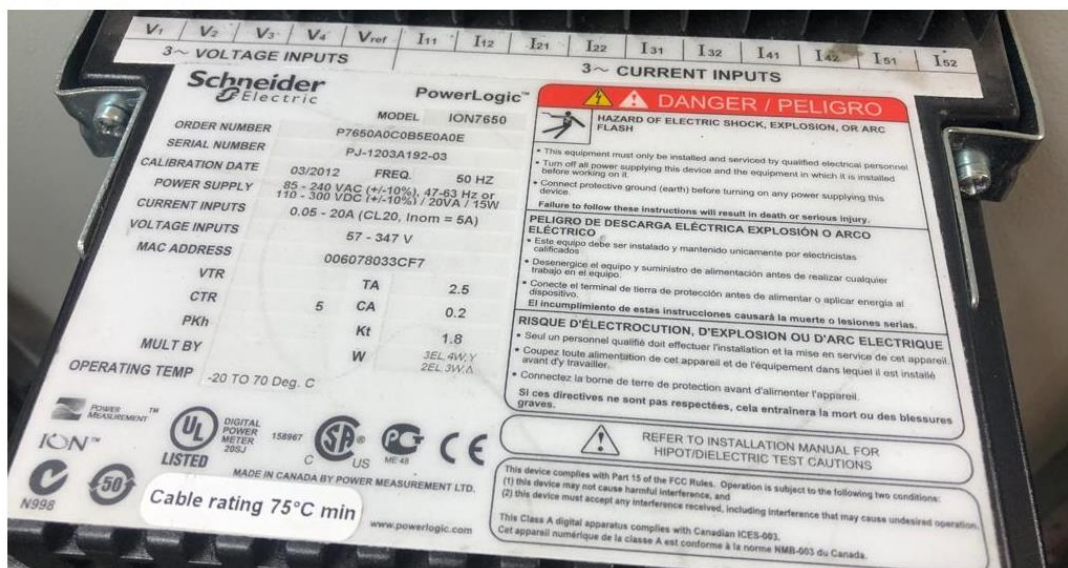
En las siguientes imágenes se presenta la ubicación del medidor de potencia neta y fotos de placa de los medidores:

MEDIDOR ENERGIA NETA



Figura 9.13 – Medidor de Potencia Neta

MEDIDOR ENERGIA NETA UNIDAD 1





MEDIDOR ENERGIA NETA UNIDAD 2



MEDIDOR ENERGIA NETA UNIDAD 3





## 9.5 Certificados de calibración de instrumentos de medición

En este apartado se describen las características principales de los instrumentos a utilizar y se presentan sus certificados actualizados de calibración.

### 9.5.1 Potencia bruta/FP

Se ha utilizado el medidor que el Coordinado tiene dentro de sus instalaciones. Este medidor es clase 0.2 y cumple con los requerimientos establecidos en el anexo técnico.

El Coordinado ha realizado pruebas de certificación de este equipo previo al desarrollo de las pruebas. El registro de datos se ha realizado con una tasa de muestreo de 1 muestra por segundo y se ha entregado en formato csv.

A continuación, se incluye el certificado de calibración.





FT-LAB-7.8c



CERTIFICADO DE EXACTITUD  
LABORATORIO DE TECNORED S.A.  
MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

FOLIO: 38447

ANTECEDENTES DEL CLIENTE			
Nº / Fecha de Solicitud	: OC 4500343161		
Fecha Calibración	: 19.10.2021		
Medidor	: ION 7650		
Cliente	: Enel Chile S.A.		
Instalación	: Unidad 1		
Subestación	: Central Cipreses		

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR			
Marca	: Schneider Electric		
Modelo	: P7650A0C0B5E0A0E		
Nº de Serie	: PJ-1203A192-03		
Estado	: En Servicio		
Año Fabricación	: 2012		
Clase Exactitud (%)	: 0,2		
Constante Med.	: 1		

PATRON DE CALIBRACIÓN			
Marca	: MTE		
Modelo	: PTS 3.3C		
Nº Serie	: 50458		
Clase de Exactitud	: 0,05		
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnored		

CONDICIONES DE MEDIDA			
Lugar de Calibración	: Central Cipreses		
Tipo de Medida	: WESTRELLA/ACTIVO		
Tensión Aplicada	: 63,5 (V)		
Corriente Nominal	: 5 (A)		
Nº de Elementos	: 3		
Método Calibración	: Comparación Directa		
Frecuencia (Hz)	: 50 (HZ)		
Temperatura (C°)	: 18,5		
Humedad (%)	: 56,7		
Calibrador	: O. Vergara - LLlanos		

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Limite Norma (%)	Componente Activa	
						Directa	Reversa
1	123	100	1	-0,082	± 0,2	-0,084	± 0,2
2	123	100	0,5	-0,086	± 0,3	-0,091	± 0,3
3	123	10	1	-0,075	± 0,2	-0,074	± 0,2
4	123	10	0,5	-0,079	± 0,3	-0,081	± 0,3
5	1	100	1	-0,141	± 0,3	-0,133	± 0,3
6	2	100	1	-0,080	± 0,3	-0,073	± 0,3
7	3	100	1	-0,038	± 0,3	-0,026	± 0,3
8	1	100	0,5	-0,160	± 0,4	-0,157	± 0,4
9	2	100	0,5	-0,108	± 0,4	-0,108	± 0,4
10	3	100	0,5	-0,025	± 0,4	-0,018	± 0,4

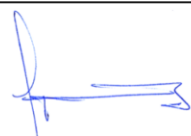
RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Limite Norma (%)	Componente Reactiva	
						Directa	Reversa
1	123	100	1	-0,089	± 2,0	-0,091	± 2,0
2	123	100	0,5	-0,104	± 2,0	-0,107	± 2,0
3	123	10	1	-0,083	± 2,0	-0,086	± 2,0
4	123	10	0,5	-0,090	± 2,0	-0,091	± 2,0
5	1	100	1	-0,122	± 3,0	-0,117	± 3,0
6	2	100	1	-0,104	± 3,0	-0,101	± 3,0
7	3	100	1	-0,059	± 3,0	-0,058	± 3,0
8	1	100	0,5	-0,130	± 3,0	-0,120	± 3,0
9	2	100	0,5	-0,114	± 3,0	-0,108	± 3,0
10	3	100	0,5	-0,077	± 3,0	-0,081	± 3,0

**OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES**

Los errores encontrados cumplen con la Normativa Vigente IEC 62053-22 (ITEM 8.1). Tecnored S.A., declina toda responsabilidad por el uso indebido que se hicieran de este certificado. Este documento no puede ser reproducido en forma parcial.


---

Jaime Eduardo García Collao  
Jefe Área Laboratorio y Medidas

**TECNORED S.A.**  
Cerro El Plomo 3819 Barrio Industrial Curauma, Valparaíso  
Fono: 56-32-2452580 fax: 56-32-2452571  
www.tecnored.cl ventas@tecnored.cl

Figura 9.14 – Certificado de calibración de medidor de Potencia Bruta para la Unidad 1



FT-LAB-7.8c

**TECNORED.**

**CERTIFICADO DE EXACTITUD**  
**LABORATORIO DE TECNORED S.A.**  
**MEDIDORES DE ENERGÍA ELECTRICA**

FOLIO: 38448

ANTECEDENTES DEL CLIENTE			
N° / Fecha de Solicitud	: OC 4500343161		
Fecha Calibración	: 20.10.2021		
Medidor	: ION 7650		
Cliente	: Enel Chile S.A.		
Instalación	: Unidad 2		
Subestación	: Central Cipreses		

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR			
Marca	: Schneider Electric		
Modelo	: P7650A0C0B5E0A0E		
N° de Serie	: PJ-1203A288-03		
Estado	: En Servicio		
Año Fabricación	: 2012		
Clase Exactitud (%)	: 0,2		
Constante Med.	: 1		

PATRON DE CALIBRACIÓN			
Marca	: MTE		
Modelo	: PTS 3.3C		
N° Serie	: 50458		
Clase de Exactitud	: 0,05		
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnored		

CONDICIONES DE MEDIDA			
Lugar de Calibración	: Central Cipreses		
Tipo de Medida	: WESTRELLA/ACTIVO		
Tensión Aplicada	: 63,5	(V)	
Corriente Nominal	: 5	(A)	
N° de Elementos	: 3		
Método Calibración	: Comparación Directa		
Frecuencia (Hz)	: 50	(HZ)	
Temperatura (C°)	: 18.5		
Humedad (%)	: 49.6		
Calibrador	: O. Vergara - I.Llanos		

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,038	± 0,2	-0,037	± 0,2
2	123	100	0,5	-0,021	± 0,3	-0,018	± 0,3
3	123	10	1	-0,037	± 0,2	-0,029	± 0,2
4	123	10	0,5	-0,016	± 0,3	-0,016	± 0,3
5	1	100	1	-0,086	± 0,3	-0,089	± 0,3
6	2	100	1	-0,021	± 0,3	-0,022	± 0,3
7	3	100	1	0,003	± 0,3	-0,005	± 0,3
8	1	100	0,5	-0,098	± 0,4	-0,084	± 0,4
9	2	100	0,5	-0,016	± 0,4	-0,018	± 0,4
10	3	100	0,5	0,056	± 0,4	0,059	± 0,4


RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,047	± 2,0	-0,045	± 2,0
2	123	100	0,5	-0,027	± 2,0	-0,032	± 2,0
3	123	10	1	-0,042	± 2,0	-0,045	± 2,0
4	123	10	0,5	-0,017	± 2,0	-0,023	± 2,0
5	1	100	1	-0,071	± 3,0	-0,072	± 3,0
6	2	100	1	-0,053	± 3,0	-0,056	± 3,0
7	3	100	1	-0,008	± 3,0	-0,011	± 3,0
8	1	100	0,5	-0,061	± 3,0	-0,065	± 3,0
9	2	100	0,5	-0,013	± 3,0	-0,015	± 3,0
10	3	100	0,5	-0,006	± 3,0	-0,012	± 3,0

**OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES**

Los errores encontrados cumplen con la Normativa Vigente IEC 62053-22 (ITEM 8.1). Tecnored S.A., declina toda responsabilidad por el uso indebido que se hicieran de este certificado. Este documento no puede ser reproducido en forma parcial.

  
 Jaime Eduardo García Collao  
 Jefe Área Laboratorio y Medidas

**TECNORED S.A.**  
 Cerro El Plomo 3819 Barrio Industrial Curauma, Valparaíso  
 Fono: 56-32-2452580 fax: 56-32-2452571  
 www.tecnored.cl ventas@tecnored.cl

Figura 9.15 – Certificado de calibración de medidor de Potencia Bruta para la Unidad 2



FT-LAB-7.8c

**TECNORED.**

CERTIFICADO DE EXACTITUD  
LABORATORIO DE TECNORED S.A.  
MEDIDORES DE ENERGÍA ELECTRICA

FOLIO: 38449

ANTECEDENTES DEL CLIENTE			
N° / Fecha de Solicitud	: OC 4500343161		
Fecha Calibración	: 21.10.2021		
Medidor	: ION 7650		
Cliente	: Enel Chile S.A.		
Instalación	: Unidad 3		
Subestación	: Central Cipreses		

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR			
Marca	: Schneider Electric		
Modelo	: P7650A0C0B5E0A0E		
N° de Serie	: PJ-1203A190-03		
Estado	: En Servicio		
Año Fabricación	: 2012		
Clase Exactitud (%)	: 0,2		
Constante Med.	: 1		

PATRON DE CALIBRACIÓN			
Marca	: MTE		
Modelo	: PTS 3.3C		
N° Serie	: 50458		
Clase de Exactitud	: 0,05		
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnored		

CONDICIONES DE MEDIDA			
Lugar de Calibración	: Central Cipreses		
Tipo de Medida	: W,ESTRELLA/ACTIVO		
Tensión Aplicada	: 63,5 (V)		
Corriente Nominal	: 5 (A)		
N° de Elementos	: 3		
Método Calibración	: Comparación Directa		
Frecuencia (Hz)	: 50 (HZ)		
Temperatura (C°)	: 18,5		
Humedad (%)	: 56,6		
Calibrador	: O. Vergara - I.Llanos		

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,052	± 0,2	-0,051	± 0,2
2	123	100	0,5	-0,067	± 0,3	-0,064	± 0,3
3	123	10	1	-0,070	± 0,2	-0,073	± 0,2
4	123	10	0,5	-0,088	± 0,3	-0,085	± 0,3
5	1	100	1	-0,091	± 0,3	-0,091	± 0,3
6	2	100	1	-0,041	± 0,3	-0,043	± 0,3
7	3	100	1	-0,034	± 0,3	-0,012	± 0,3
8	1	100	0,5	-0,116	± 0,4	-0,114	± 0,4
9	2	100	0,5	-0,059	± 0,4	-0,052	± 0,4
10	3	100	0,5	-0,021	± 0,4	-0,034	± 0,4


RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,039	± 2,0	-0,048	± 2,0
2	123	100	0,5	-0,052	± 2,0	-0,063	± 2,0
3	123	10	1	-0,067	± 2,0	-0,083	± 2,0
4	123	10	0,5	-0,076	± 2,0	-0,095	± 2,0
5	1	100	1	-0,078	± 3,0	-0,082	± 3,0
6	2	100	1	-0,010	± 3,0	-0,067	± 3,0
7	3	100	1	-0,032	± 3,0	-0,039	± 3,0
8	1	100	0,5	-0,080	± 3,0	-0,087	± 3,0
9	2	100	0,5	-0,002	± 3,0	-0,027	± 3,0
10	3	100	0,5	-0,083	± 3,0	-0,083	± 3,0

**OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES**

Los errores encontrados cumplen con la Normativa Vigente IEC 62053-22 (ITEM 8.1). Tecnored S.A., declina toda responsabilidad por el uso indebido que se hicieran de este certificado. Este documento no puede ser reproducido en forma parcial.

  
 Jaime Eduardo García Collao  
 Jefe Área Laboratorio y Medidas

**TECNORED S.A.**  
 Cerro El Plomo 3819 Barrio Industrial Curauma, Valparaíso  
 Fono: 56-32-2452580 fax: 56-32-2452571  
 www.tecnored.cl ventas@tecnored.cl

Figura 9.16 – Certificado de calibración de medidor de Potencia Bruta para la Unidad 3



### 9.5.2 Potencia neta

Se ha utilizado el medidor que el Coordinado tiene dentro de sus instalaciones. Este medidor es clase 0.2 y cumple con los requerimientos establecidos en el anexo técnico.

El Coordinado ha realizado pruebas de certificación de este equipo previo al desarrollo de las pruebas. El registro de datos se ha realizado con una tasa de muestreo de 1 muestra por segundo y se ha entregado en formato csv.

A continuación, se incluye el certificado de calibración.



FT-LAB-7.8c

**TECNORED**

CERTIFICADO DE EXACTITUD  
LABORATORIO DE TECNORED S.A.  
MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

FOLIO: 38447

ANTECEDENTES DEL CLIENTE			
Nº / Fecha de Solicitud	: OC 4500343161		
Fecha Calibración	: 19.10.2021		
Medidor	: ION 7650		
Cliente	: Enel Chile S.A.		
Instalación	: Unidad 1		
Subestación	: Central Cipreses		

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR			
Marca	: Schneider Electric		
Modelo	: P7650A0C0B5E0A0E		
Nº de Serie	: PJ-1203A192-03		
Estado	: En Servicio		
Año Fabricación	: 2012		
Clase Exactitud (%)	: 0,2		
Constante Med.	: 1		

PATRON DE CALIBRACIÓN			
Marca	: MTE		
Modelo	: PTS 3.3C		
Nº Serie	: 50458		
Clase de Exactitud	: 0,05		
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnored		

CONDICIONES DE MEDIDA			
Lugar de Calibración	: Central Cipreses		
Tipo de Medida	: W. ESTRELLA/ACTIVO		
Tensión Aplicada	: 63,5 (V)		
Corriente Nominal	: 5 (A)		
Nº de Elementos	: 3		
Método Calibración	: Comparación Directa		
Frecuencia (Hz)	: 50 (HZ)		
Temperatura (C°)	: 18,5		
Humedad (%)	: 56,7		
Calibrador	: O. Vergara - LLlanos		

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,082	± 0,2	-0,084	± 0,2
2	123	100	0,5	-0,086	± 0,3	-0,091	± 0,3
3	123	10	1	-0,075	± 0,2	-0,074	± 0,2
4	123	10	0,5	-0,079	± 0,3	-0,081	± 0,3
5	1	100	1	-0,141	± 0,3	-0,133	± 0,3
6	2	100	1	-0,080	± 0,3	-0,073	± 0,3
7	3	100	1	-0,038	± 0,3	-0,026	± 0,3
8	1	100	0,5	-0,160	± 0,4	-0,157	± 0,4
9	2	100	0,5	-0,108	± 0,4	-0,108	± 0,4
10	3	100	0,5	-0,025	± 0,4	-0,018	± 0,4

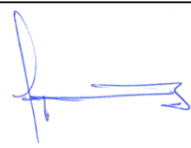
RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,089	± 2,0	-0,091	± 2,0
2	123	100	0,5	-0,104	± 2,0	-0,107	± 2,0
3	123	10	1	-0,083	± 2,0	-0,086	± 2,0
4	123	10	0,5	-0,090	± 2,0	-0,091	± 2,0
5	1	100	1	-0,122	± 3,0	-0,117	± 3,0
6	2	100	1	-0,104	± 3,0	-0,101	± 3,0
7	3	100	1	-0,059	± 3,0	-0,058	± 3,0
8	1	100	0,5	-0,130	± 3,0	-0,120	± 3,0
9	2	100	0,5	-0,114	± 3,0	-0,108	± 3,0
10	3	100	0,5	-0,077	± 3,0	-0,081	± 3,0

**OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES**

Los errores encontrados cumplen con la Normativa Vigente IEC 62053-22 (ITEM 8.1). Tecnored S.A., declina toda responsabilidad por el uso indebido que se hicieran de este certificado. Este documento no puede ser reproducido en forma parcial.

  
 Jaime Eduardo García Collao  
 Jefe Área Laboratorio y Medidas

**TECNORED S.A.**  
Cerro El Plomo 3819 Barrio Industrial Curauma, Valparaíso  
Fono: 56-32-2452580 fax: 56-32-2452571  
www.tecnored.cl ventas@tecnored.cl

Figura 9.17 – Certificado de calibración de medidor de Potencia Neta para la Unidad 1



FT-LAB-7.8c



**CERTIFICADO DE EXACTITUD**  
**LABORATORIO DE TECNORED S.A.**  
**MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

FOLIO: 38448

ANTECEDENTES DEL CLIENTE			
N° / Fecha de Solicitud	: OC 4500343161		
Fecha Calibración	: 20.10.2021		
Medidor	: ION 7650		
Cliente	: Enel Chile S.A.		
Instalación	: Unidad 2		
Subestación	: Central Cipreses		

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR			
Marca	: Schneider Electric		
Modelo	: P7650A0C0B5E0A0E		
N° de Serie	: PJ-1203A288-03		
Estado	: En Servicio		
Año Fabricación	: 2012		
Clase Exactitud (%)	: 0,2		
Constante Med.	: 1		

PATRON DE CALIBRACIÓN			
Marca	: MTE		
Modelo	: PTS 3.3C		
N° Serie	: 50458		
Clase de Exactitud	: 0,05		
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnored		

CONDICIONES DE MEDIDA			
Lugar de Calibración	: Central Cipreses		
Tipo de Medida	: WESTRELLA/ACTIVO		
Tensión Aplicada	: 63,5	(V)	
Corriente Nominal	: 5	(A)	
N° de Elementos	: 3		
Método Calibración	: Comparación Directa		
Frecuencia (Hz)	: 50	(HZ)	
Temperatura (C°)	: 18,5		
Humedad (%)	: 49,6		
Calibrador	: O. Vergara - I.Llanos		

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,038	± 0,2	-0,037	± 0,2
2	123	100	0,5	-0,021	± 0,3	-0,018	± 0,3
3	123	10	1	-0,037	± 0,2	-0,029	± 0,2
4	123	10	0,5	-0,016	± 0,3	-0,016	± 0,3
5	1	100	1	-0,086	± 0,3	-0,089	± 0,3
6	2	100	1	-0,021	± 0,3	-0,022	± 0,3
7	3	100	1	0,003	± 0,3	-0,005	± 0,3
8	1	100	0,5	-0,098	± 0,4	-0,084	± 0,4
9	2	100	0,5	-0,016	± 0,4	-0,018	± 0,4
10	3	100	0,5	0,056	± 0,4	0,059	± 0,4


RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,047	± 2,0	-0,045	± 2,0
2	123	100	0,5	-0,027	± 2,0	-0,032	± 2,0
3	123	10	1	-0,042	± 2,0	-0,045	± 2,0
4	123	10	0,5	-0,017	± 2,0	-0,023	± 2,0
5	1	100	1	-0,071	± 3,0	-0,072	± 3,0
6	2	100	1	-0,053	± 3,0	-0,056	± 3,0
7	3	100	1	-0,008	± 3,0	-0,011	± 3,0
8	1	100	0,5	-0,061	± 3,0	-0,065	± 3,0
9	2	100	0,5	-0,013	± 3,0	-0,015	± 3,0
10	3	100	0,5	-0,006	± 3,0	-0,012	± 3,0

**OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES**

Los errores encontrados cumplen con la Normativa Vigente IEC 62053-22 (ITEM 8.1). Tecnored S.A., declina toda responsabilidad por el uso indebido que se hicieran de este certificado. Este documento no puede ser reproducido en forma parcial.

  
 Jaime Eduardo García Collao  
 Jefe Área Laboratorio y Medidas

**TECNORED S.A.**  
 Cerro El Plomo 3819 Barrio Industrial Curauma, Valparaíso  
 Fono: 56-32-2452580 fax: 56-32-2452571  
 www.tecnored.cl ventas@tecnored.cl

Figura 9.18 – Certificado de calibración de medidor de Potencia Neta para la Unidad 2



FT-LAB-7.8c

**TECNORED.**

CERTIFICADO DE EXACTITUD  
LABORATORIO DE TECNORED S.A.  
MEDIDORES DE ENERGÍA ELECTRICA

FOLIO: 38449

ANTECEDENTES DEL CLIENTE			
N° / Fecha de Solicitud	: OC 4500343161		
Fecha Calibración	: 21.10.2021		
Medidor	: ION 7650		
Cliente	: Enel Chile S.A.		
Instalación	: Unidad 3		
Subestación	: Central Cipreses		

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR			
Marca	: Schneider Electric		
Modelo	: P7650A0C0B5E0A0E		
N° de Serie	: PJ-1203A190-03		
Estado	: En Servicio		
Año Fabricación	: 2012		
Clase Exactitud (%)	: 0,2		
Constante Med.	: 1		

PATRON DE CALIBRACIÓN			
Marca	: MTE		
Modelo	: PTS 3.3C		
N° Serie	: 50458		
Clase de Exactitud	: 0,05		
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnored		

CONDICIONES DE MEDIDA			
Lugar de Calibración	: Central Cipreses		
Tipo de Medida	: W,ESTRELLA/ACTIVO		
Tensión Aplicada	: 63,5 (V)		
Corriente Nominal	: 5 (A)		
N° de Elementos	: 3		
Método Calibración	: Comparación Directa		
Frecuencia (Hz)	: 50 (HZ)		
Temperatura (C°)	: 18,5		
Humedad (%)	: 56,6		
Calibrador	: O. Vergara - I.Llanos		

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,052	± 0,2	-0,051	± 0,2
2	123	100	0,5	-0,067	± 0,3	-0,064	± 0,3
3	123	10	1	-0,070	± 0,2	-0,073	± 0,2
4	123	10	0,5	-0,088	± 0,3	-0,085	± 0,3
5	1	100	1	-0,091	± 0,3	-0,091	± 0,3
6	2	100	1	-0,041	± 0,3	-0,043	± 0,3
7	3	100	1	-0,034	± 0,3	-0,012	± 0,3
8	1	100	0,5	-0,116	± 0,4	-0,114	± 0,4
9	2	100	0,5	-0,059	± 0,4	-0,052	± 0,4
10	3	100	0,5	-0,021	± 0,4	-0,034	± 0,4


RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,039	± 2,0	-0,048	± 2,0
2	123	100	0,5	-0,052	± 2,0	-0,063	± 2,0
3	123	10	1	-0,067	± 2,0	-0,083	± 2,0
4	123	10	0,5	-0,076	± 2,0	-0,095	± 2,0
5	1	100	1	-0,078	± 3,0	-0,082	± 3,0
6	2	100	1	-0,010	± 3,0	-0,067	± 3,0
7	3	100	1	-0,032	± 3,0	-0,039	± 3,0
8	1	100	0,5	-0,080	± 3,0	-0,087	± 3,0
9	2	100	0,5	-0,002	± 3,0	-0,027	± 3,0
10	3	100	0,5	-0,083	± 3,0	-0,083	± 3,0

**OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES**

Los errores encontrados cumplen con la Normativa Vigente IEC 62053-22 (ITEM 8.1). Tecnored S.A., declina toda responsabilidad por el uso indebido que se hicieran de este certificado. Este documento no puede ser reproducido en forma parcial.

  
 Jaime Eduardo García Collao  
 Jefe Área Laboratorio y Medidas

**TECNORED S.A.**  
Cerro El Plomo 3819 Barrio Industrial Curauma, Valparaíso  
Fono: 56-32-2452580 fax: 56-32-2452571  
www.tecnored.cl ventas@tecnored.cl

Figura 9.19 – Certificado de calibración de medidor de Potencia Neta para la Unidad 3



## 9.6 Acta de ensayos

Se incluye a continuación las actas confeccionadas al finalizar los ensayos en planta.

<p><b>ESTUDIOS ELECTRICOS</b> </p> <p>ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA</p>			
<b>ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA</b>			
Fecha	25/10/2021	Empresa	ENEL Generación S.A.
ID Proyecto	EE-2021-115	Ubicación	San Clemente, Región del Maule, Chile
Denominación de la unidad	Unidad 1		
<b>Responsables durante la prueba</b>			
<b>Empresa</b>	<b>Nombre</b>	<b>Firmas</b>	
ENEL Generación S.A. (Coordinado)	José Contreras Palma – Plant Unit Cipreses		
	Alfonso Núñez Schorr – Especialista Sr Mantenimiento		
Coordinador Eléctrico Nacional	Roberto Moller – Ingeniero del Departamento de Control de la Operación		
	Eduardo González – Ingeniero del Departamento de Control de la Operación		
Estudios Eléctricos	César Colignon – Experto Técnico		
	Federico Deledda – Experto Técnico	 <i>Federico Deledda</i>	
<a href="http://www.estudios-electricos.com">www.estudios-electricos.com</a>			

Figura 9.20 – Acta de tareas para la Unidad 1 (1 de 3)





**ESTUDIOS ELECTRICOS**   
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

**Datos de la unidad**

Potencia aparente nominal [MVA]	35.65	Corriente de estator nominal [A]	1300
Tensión de estator nominal [kV]	13.8	Factor de potencia nominal	0.95
Potencia activa máxima [MW]	35.65 <i>Declarado CEN</i>	Corriente de excitación nominal [A]	402
Mínimo Técnico [MW]	-	Tensión de excitación nominal [V]	250

**Datos de la prueba**

Estado previo de las unidades	<i>Detenida</i>	Arranque de la unidad (fecha-hora)	25/10/2021 20:12 Hs
Inicio del período de estabilización	20:57 Hs	Fin del período de estabilización	21:23 Hs
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	21:24 Hs	Fin del período de prueba Potencia Máxima	02:24 Hs (26/10/2021)
Protocolo aplicable	EE-EN-2021-1797 Rev B	Desvíos del protocolo	No

**Instrumental**

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
<b>Potencia neta</b>	ION 7650 – N° Serie: PJ-1402A960-04. Equipo de medida de planta conectado a TTCC y TTPP clase 0.2.
<b>Potencia bruta y factor de potencia</b>	ION 7650 – N° Serie: PJ-1203A192-03. Equipo de medida de planta clase 0.2.
<b>Potencia SSAA</b>	No se mide.

[www.estudios-electricos.com](http://www.estudios-electricos.com)

Figura 9.21 – Acta de tareas para la Unidad 1 (2 de 3)



**ESTUDIOS ELECTRICOS**   
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

**Valores preliminares**

En la siguiente tabla se presentan los valores promedio sin corrección de la potencia bruta de la unidad bajo pruebas obtenidos durante el desarrollo de las pruebas de potencia máxima:

Período	1	2	3	4	5
Potencia Bruta [MW]	33.68	33.49	33.42	33.46	34.18

**Observaciones**

*Desvíos del protocolo: No se registraron desvíos.*

*Desarrollo de la prueba: La unidad logra controlar de manera estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. En total se registraron 5 horas en condiciones de potencia máxima luego de finalizado el periodo de estabilización.*

*Durante el desarrollo de las pruebas la unidad se operó en carga base a máxima potencia, la regulación de frecuencia estuvo operativa con un estatismo configurado de 10% y se consignó el valor de potencia reactiva en 10 MVAR, lo que permitió tener un factor de potencia cercano a 0.95 durante toda la prueba.*

*Esta unidad opera alimentado consumos adicionales a los esenciales para su operación que no cuentan con alternativa de suministro, estos consumos no se interrumpen y son parte de la operación normal de la unidad. Se solicita al Coordinado antecedentes que permitan dimensionar estos consumos.*

*Estabilidad durante las pruebas: Se observó operación estable de la unidad. El análisis preciso de la estabilidad en todas las variables establecidas será realizado en el informe final.*

*Comentarios: Se verificó sincronización horaria. Los medidores de potencia neta y bruta se encuentran sincronizados. Se verificó correcta tasa de muestreo de 1 minuto de ambos medidores. ENEL Generación entregó la totalidad de los registros digitales de esta prueba. La entrega se compone de dos archivos de distintas fuentes: registros de variables eléctricas (Potencia neta y Potencia bruta) y sistema SCADA de planta.*

*Los servicios auxiliares quedan alimentados únicamente desde la Unidad 1 a través del transformador de SSAA N°01 (interruptores 52SA1 y 52SA3 cerrados), estando los interruptores de alimentación externa 52B1 (Alimentación Maule/Talca), 52B2 (Alimentación Población/Bocatoma) y 52G2 (CH Ojo de Agua) en condición de cerrado, suministrando alimentación a cargas externas que no pueden ser interrumpidas debido a que no poseen una alimentación alternativa. Estas cargas forman parte de la operación normal de la central.*

*Conclusiones: Se verificó con éxito que la unidad puede operar a máxima potencia por un período superior a las 5 horas requeridas en el Anexo Técnico. Se obtuvieron los datos necesarios para realizar el cálculo formal del valor de Potencia Máxima.*

[www.estudios-electricos.com](http://www.estudios-electricos.com)

Figura 9.22 – Acta de tareas para la Unidad 1 (3 de 3)



**ESTUDIOS ELECTRICOS**   
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

**ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA**

Fecha	26/10/2021	Empresa	ENEL Generación S.A.
ID Proyecto	EE-2021-115	Ubicación	San Clemente, Región del Maule, Chile
Denominación de la unidad	Unidad 2		

**Responsables durante la prueba**

Empresa	Nombre	Firmas
ENEL Generación S.A. (Coordinado)	José Contreras Palma – Plant Unit Cipreses	
	Alfonso Núñez Schorr – Especialista Sr Mantenimiento	
Coordinador Eléctrico Nacional	Roberto Moller – Ingeniero del Departamento de Control de la Operación	
	Eduardo González – Ingeniero del Departamento de Control de la Operación	
Estudios Eléctricos	César Colignon – Experto Técnico	
	Federico Deledda – Experto Técnico	

[www.estudios-electricos.com](http://www.estudios-electricos.com)

Figura 9.23 – Acta de tareas para la Unidad 2 (1 de 3)



**ESTUDIOS ELECTRICOS**   
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

**Datos de la unidad**

Potencia aparente nominal [MVA]	35.65	Corriente de estator nominal [A]	1300
Tensión de estator nominal [kV]	13.8	Factor de potencia nominal	0.95
Potencia activa máxima [MW]	35.65 <i>Declarado CEN</i>	Corriente de excitación nominal [A]	402
Mínimo Técnico [MW]	15	Tensión de excitación nominal [V]	250

**Datos de la prueba**

Estado previo de las unidades	<i>Detenida</i>	Arranque de la unidad (fecha-hora)	26/10/2021 20:23 Hs
Inicio del período de estabilización	20:45 Hs	Fin del período de estabilización	20:59 Hs
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	21:00 Hs	Fin del período de prueba Potencia Máxima	02:04 Hs (27/10/2021)
Protocolo aplicable	EE-EN-2021-1797 Rev B	Desvíos del protocolo	No

**Instrumental**

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
<b>Potencia neta</b>	ION 7650 – N° Serie: PJ-1312B132-04. Equipo de medida de planta conectado a TTCC y TTPP clase 0.2.
<b>Potencia bruta y factor de potencia</b>	ION 7650 – N° Serie: PJ-1203A288-03. Equipo de medida de planta clase 0.2.
<b>Potencia SSAA</b>	No se mide.

[www.estudios-electricos.com](http://www.estudios-electricos.com)

Figura 9.24 – Acta de tareas para la Unidad 2 (2 de 3)



**ESTUDIOS ELECTRICOS**   
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

**Valores preliminares**

En la siguiente tabla se presentan los valores promedio sin corrección de la potencia bruta de la unidad bajo pruebas obtenidos durante el desarrollo de las pruebas de potencia máxima:

Período	1	2	3	4	5
Potencia Bruta [MW]	33.2	33.4	33.3	33.4	33.8

**Observaciones**

*Desvíos del protocolo:* No se registraron desvíos.

*Desarrollo de la prueba:* La unidad logra controlar de manera estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. En total se registraron 5 horas en condiciones de potencia máxima luego de finalizado el periodo de estabilización.

Durante el desarrollo de las pruebas la unidad se operó en carga base a máxima potencia, la regulación de frecuencia estuvo operativa con un estatismo configurado de 10% y se consignó el valor de potencia reactiva en 6 MVAR, lo que permitió tener un factor de potencia cercano a 0.98 durante toda la prueba. No se pudo lograr operar con un factor de potencia de 0.95 ya que la corriente máxima de la unidad se encontraba limitada a un valor de 1400 A.

Esta unidad opera alimentado consumos adicionales a los esenciales para su operación que no cuentan con alternativa de suministro, estos consumos no se interrumpen y son parte de la operación normal de la unidad. Se solicita al Coordinado antecedentes que permitan dimensionar estos consumos.

*Estabilidad durante las pruebas:* Se observó operación estable de la unidad. El análisis preciso de la estabilidad en todas las variables establecidas será realizado en el informe final.

*Comentarios:* Se verificó sincronización horaria. Los medidores de potencia neta y bruta se encuentran sincronizados. Se verificó correcta tasa de muestreo de 1 minuto de ambos medidores. ENEL Generación entregó la totalidad de los registros digitales de esta prueba. La entrega se compone de dos archivos de distintas fuentes: registros de variables eléctricas (Potencia neta y Potencia bruta) y sistema SCADA de planta.

Los servicios auxiliares quedan alimentados únicamente desde la Unidad 2 a través del transformador de SSAA N°01 (interruptores 52SA1 y 52SA3 cerrados). Por otra parte, los interruptores 52B1 (Alimentación Maule/Talca) y 52B2 (Alimentación Población/Bocatoma) se encuentran cerrados, suministrando alimentación a cargas externas que no pueden ser interrumpidas debido a que no poseen una alimentación alternativa. Estas cargas forman parte de la operación normal de la central.

*Conclusiones:* Se verificó con éxito que la unidad puede operar a máxima potencia por un período superior a las 5 horas requeridas en el Anexo Técnico. Se obtuvieron los datos necesarios para realizar el cálculo formal del valor de Potencia Máxima.

[www.estudios-electricos.com](http://www.estudios-electricos.com)

Figura 9.25 – Acta de tareas para la Unidad 2 (3 de 3)



**ESTUDIOS ELECTRICOS**   
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

**ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA**

Fecha	27/10/2021	Empresa	ENEL Generación S.A.
ID Proyecto	EE-2021-115	Ubicación	San Clemente, Región del Maule, Chile
Denominación de la unidad	Unidad 3		

**Responsables durante la prueba**

Empresa	Nombre	Firmas
ENEL Generación S.A. (Coordinado)	José Contreras Palma – Plant Unit Cipreses	
	Alfonso Núñez Schorr – Especialista Sr Mantenimiento	
Coordinador Eléctrico Nacional	Roberto Moller – Ingeniero del Departamento de Control de la Operación	
	Eduardo González – Ingeniero del Departamento de Control de la Operación	
Estudios Eléctricos	César Colignon – Experto Técnico	
	Federico Deledda – Experto Técnico	

[www.estudios-electricos.com](http://www.estudios-electricos.com)

Figura 9.26 – Acta de tareas para la Unidad 3 (1 de 3)



**ESTUDIOS ELECTRICOS**   
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

**Datos de la unidad**

Potencia aparente nominal [MVA]	35.65	Corriente de estator nominal [A]	1300
Tensión de estator nominal [kV]	13.8	Factor de potencia nominal	0.95
Potencia activa máxima [MW]	35.65 <i>Declarado CEN</i>	Corriente de excitación nominal [A]	402
Mínimo Técnico [MW]	-	Tensión de excitación nominal [V]	250

**Datos de la prueba**

Estado previo de las unidades	<i>En servicio</i>	Arranque de la unidad (fecha-hora)	-
Inicio del período de estabilización	20:33 Hs	Fin del período de estabilización	20:50 Hs
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	20:50 Hs	Fin del período de prueba Potencia Máxima	01:50 Hs (28/10/2021)
Protocolo aplicable	EE-EN-2021-1797 Rev B	Desvíos del protocolo	No

**Instrumental**

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
<b>Potencia neta</b>	ION 7650 – N° Serie: PJ-1312B128-04. Equipo de medida de planta conectado a TTCC y TTPP clase 0.2.
<b>Potencia bruta y factor de potencia</b>	ION 7650 – N° Serie: PJ-1203A190-03. Equipo de medida de planta clase 0.2.
<b>Potencia SSAA</b>	No se mide.

[www.estudios-electricos.com](http://www.estudios-electricos.com)

Figura 9.27 – Acta de tareas para la Unidad 3 (2 de 3)



**ESTUDIOS ELECTRICOS**   
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

**Valores preliminares**

En la siguiente tabla se presentan los valores promedio sin corrección de la potencia bruta de la unidad bajo pruebas obtenidos durante el desarrollo de las pruebas de potencia máxima:

Período	1	2	3	4	5
Potencia Bruta [MW]	30.8	30.7	31.0	30.8	31.0

**Observaciones**

*Desvíos del protocolo:* No se registraron desvíos.

*Desarrollo de la prueba:* La unidad logra controlar de manera estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. En total se registraron 5 horas en condiciones de potencia máxima luego de finalizado el periodo de estabilización.

Durante el desarrollo de las pruebas la unidad se operó en carga base a máxima potencia, la regulación de frecuencia estuvo operativa con un estatismo configurado de 10% y se consignó el valor de potencia reactiva en 2 MVAR, lo que permitió tener un factor de potencia cercano a 0.99 durante toda la prueba. No se pudo lograr operar con un factor de potencia de 0.95 ya que la unidad posee limitaciones en su operación normal. Esta limitación se da para un nivel de despacho del 100%, aproximadamente 31MW de potencia máxima, donde su capacidad de absorber o inyectar reactivos queda limitada en la banda de  $\pm 2$ MVAR.

Esta unidad opera alimentado consumos adicionales a los esenciales para su operación que no cuentan con alternativa de suministro, estos consumos no se interrumpen y son parte de la operación normal de la unidad. Se solicita al Coordinado antecedentes que permitan dimensionar estos consumos.

*Estabilidad durante las pruebas:* Se observó operación estable de la unidad. El análisis preciso de la estabilidad en todas las variables establecidas será realizado en el informe final.

*Comentarios:* Se verificó sincronización horaria. Los medidores de potencia neta y bruta se encuentran sincronizados. Se verificó correcta tasa de muestreo de 1 minuto de ambos medidores. ENEL Generación entregó la totalidad de los registros digitales de esta prueba. La entrega se compone de dos archivos de distintas fuentes: registros de variables eléctricas (Potencia neta y Potencia bruta) y sistema SCADA de planta.

Los servicios auxiliares quedan alimentados desde la SE Cipreses a través del transformador de SSAA N°01 (interruptores 52SA1 y 52SA3 cerrados). Por otra parte, los interruptores 52B1 (Alimentación Maule/Talca) y 52B2 (Alimentación Población/Bocatoma) se encuentran cerrados, suministrando alimentación a cargas externas que no pueden ser interrumpidas debido a que no poseen una alimentación alternativa. Estas cargas forman parte de la operación normal de la central.

*Conclusiones:* Se verificó con éxito que la unidad puede operar a máxima potencia por un período superior a las 5 horas requeridas en el Anexo Técnico. Se obtuvieron los datos necesarios para realizar el cálculo formal del valor de Potencia Máxima.

[www.estudios-electricos.com](http://www.estudios-electricos.com)

Figura 9.28 – Acta de tareas para la Unidad 3 (3 de 3)





**ESTUDIOS ELECTRICOS**   
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

**ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA**

Fecha	28/10/2021	Empresa	ENEL Generación S.A.
ID Proyecto	EE-2021-115	Ubicación	San Clemente, Región del Maule, Chile
Denominación de la unidad	Unidad 1, Unidad 2 y Unidad 3 (Central completa)		

**Responsables durante la prueba**

Empresa	Nombre	Firmas
ENEL Generación S.A. (Coordinado)	José Contreras Palma – Plant Unit Cipreses	
	Alfonso Núñez Schorr – Especialista Sr Mantenimiento	
Coordinador Eléctrico Nacional	Roberto Moller – Ingeniero del Departamento de Control de la Operación	
	Eduardo González – Ingeniero del Departamento de Control de la Operación	
Estudios Eléctricos	Francisco Suárez – Experto Técnico	
	Federico Deledda – Experto Técnico	

[www.estudios-electricos.com](http://www.estudios-electricos.com)

Figura 9.29 – Acta de tareas para la Central completa (1 de 3)



**ESTUDIOS ELECTRICOS**   
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

**Datos de la unidad**

Potencia aparente nominal [MVA]	106	Corriente de estator nominal [A]	1300
Tensión de estator nominal [kV]	13.8	Factor de potencia nominal	0.95
Potencia activa máxima [MW]	106 <i>Declarado CEN</i>	Corriente de excitación nominal [A]	402
Mínimo Técnico [MW]	-	Tensión de excitación nominal [V]	250

**Datos de la prueba**

Estado previo de las unidades	<i>U1 y U3 en servicio U2 detenida</i>	Arranque de la unidad (fecha-hora)	21:15 Hs U2
Inicio del período de estabilización	21:25 Hs	Fin del período de estabilización	21:40 Hs
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	21:45 Hs	Fin del período de prueba Potencia Máxima	02:45 Hs (29/10/2021)
Protocolo aplicable	<i>EE-EN-2021-1797 Rev B</i>	Desvíos del protocolo	Si

**Instrumental**

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
<b>Potencia neta</b>	<i>ION 7650 - N° Serie: PJ-1402A960-04 - Unidad 1 ION 7650 - N° Serie: PJ-1312B132-04 - Unidad 2 ION 7650 - N° Serie: PJ-1312B128-04 - Unidad 3</i>
<b>Potencia bruta y factor de potencia</b>	<i>ION 7650 - N° Serie: PJ-1203A192-03 - Unidad 1 ION 7650 - N° Serie: PJ-1203A288-03 - Unidad 2 ION 7650 - N° Serie: PJ-1203A190-03 - Unidad 3</i>
<b>Potencia SSAA</b>	<i>No se mide.</i>

[www.estudios-electricos.com](http://www.estudios-electricos.com)

Figura 9.30 – Acta de tareas para la Central completa (2 de 3)



**ESTUDIOS ELECTRICOS**   
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

**Valores preliminares**

En la siguiente tabla se presentan los valores promedio sin corrección de la potencia bruta de la central bajo pruebas obtenidos durante el desarrollo de las pruebas de potencia máxima:

Período	1	2	3	4	5
Potencia Bruta [MW]	86.4	87.0	86.7	86.7	86.6

**Observaciones**

Desvíos del protocolo: Se registran desvío en cuento a la potencia máxima alcanzada por la central dada la limitación operativa proporcionada por el nivel de la laguna La Invernada.

Desarrollo de la prueba: La unidad logra controlar de manera estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. En total se registraron 5 horas en condiciones de potencia máxima luego de finalizado el periodo de estabilización.

Durante el desarrollo de las pruebas la central operó a una potencia consignada de 87 MW dada la condición de nivel de la laguna La Invernada. La regulación de frecuencia estuvo operativa con un estatismo configurado de 10%. Para la Unidad 1 se consignan 33.8MW y 10MVAR para tener un factor de potencia de 0.95. Para la unidad 2 se consignan 33.5MW y 6MVAR lo que permitió tener un factor de potencia cercano a 0.98. Para la Unidad 3 se consigna su carga de forma que la potencia total de la central quede limitada a 87MW ya que según la curva de potencia máxima vs cota La Invernada, que fue remitida por ENEL, la cota actual de la laguna es 1295,03msnm. El valor de factor de potencia de la Unidad 3 es de 0.95.

La central opera alimentando consumos adicionales a los esenciales para su operación que no cuentan con alternativa de suministro, estos consumos no se interrumpen y son parte de la operación normal de la central. Se solicita al Coordinado antecedentes que permitan dimensionar estos consumos.

Estabilidad durante las pruebas: Se observó operación estable de la unidad. El análisis preciso de la estabilidad en todas las variables establecidas será realizado en el informe final.

Comentarios: Se verificó sincronización horaria. Los medidores de potencia neta y bruta se encuentran sincronizados. Se verificó correcta tasa de muestreo de 1 minuto de todos los medidores.

ENEL Generación entregó la totalidad de los registros digitales de esta prueba. La entrega se compone de dos archivos de distintas fuentes por cada unidad: registros de variables eléctricas (Potencia neta y Potencia bruta) y sistema SCADA de planta.

Los servicios auxiliares quedan alimentados desde la Unidad 1 a través del transformador de SSAA N°01 (interruptores 52SA1 y 52SA3 cerrados). Por otra parte, los interruptores 52B1 (Alimentación Maule/Talca) y 52B2 (Alimentación Población/Bocatoma) se encuentran cerrados, suministrando alimentación a cargas externas que no pueden ser interrumpidas debido a que no poseen una alimentación alternativa.

Conclusiones: Se verificó con éxito que las tres unidades pueden operar a la máxima potencia consignada por un período superior a las 5 horas requeridas en el Anexo Técnico. Se obtuvieron los datos necesarios para realizar el cálculo formal del valor de Potencia Máxima.

[www.estudios-electricos.com](http://www.estudios-electricos.com)

Figura 9.31 – Acta de tareas para la Central completa (3 de 3)



Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco