ESTUDIOS ELECTRICOS

Empresa: Coordinador Eléctrico Nacional

País: Chile

Proyecto: Central Hidroeléctrica Sauzal

Descripción: Informe de Pruebas de Potencia Máxima

Código de Proyecto: EE-2021-115

Código de Informe: EE-EN-2021-2270

Revisión: A

30 de diciembre de 2021

Este documento EE-EN-2021-2270-RA 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

Ing. Pablo Rifrani
Gerente Dpto. Ensayos e Ingeniería
pablo.rifrani@estudios-electricos.com

www.estudios-electricos.com

Este documento contiene 77 páginas y ha sido guardado por última vez el 30/12/2021 por Federico García, sus versiones y firmantes digitales se indican a continuación:

Rev.	Fecha	Comentarios	Realizó	Revisó	Aprobó
A	30/12/2021	Para presentar.	FP/FG	AC	PR

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

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

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 16

4.3.1 Curvas de corrección 17

4.3.2 Metodología de corrección 18

4.4 Instrumentación y mediciones 18

4.4.1 Metodología 19

4.4.2 Instrumentación principal 20

4.4.3 Mediciones complementarias 21

5 REALIZACIÓN DE LA PRUEBA 22

5.1 Chequeos preliminares 22

5.2 Desarrollo de las pruebas 22

5.2.1 Verificaciones previas 22

5.3 Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba 23

5.4 Período de prueba 25

6 CALCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS 27

6.1 Reducción de datos y estabilidad 27

6.2 Determinación de la potencia neta (medida) 27

6.2.1 Determinación de la potencia de los servicios auxiliares (Prorrata) 29

6.3 Correcciones aplicables a la potencia bruta 30

No se autorizan copias del presente documento sin
autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

6.4 Cálculo de la potencia neta corregida 33
6.5 Cálculo del promedio final 35
6.6 Tabla Resumen general 36
6.7 Incertidumbre 41
7 CONCLUSIONES 44
8 NORMATIVA 46
9 ANEXOS 47
9.1 Características Turbina y Generador 47
9.2 Puntos de medición 49
9.2.1 Potencia bruta 49
9.2.2 Servicios Auxiliares 52
9.3 Certificados de calibración de instrumentos de medición 54
9.3.1 Potencia bruta/FP 54
9.3.2 Servicios Auxiliares 58
9.4 Acta de ensayos 61

No se autorizan copias del presente documento sin
autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

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 Sauzal** 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-2021-2015-RB_Procedimiento_Potencia_Maxima_CH_Sauzal

La Central Hidroeléctrica Sauzal pertenece a Enel Generación S.A., está ubicada en la comuna Machalí, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, está conformada por tres generadores sincrónicos idénticos impulsados por turbinas Francis de eje vertical. Particularmente las turbinas son marca IP Morris que impulsan generadores sincrónicos marca Westinghouse.

No se autorizan copias del presente documento sin
autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

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 de los servicios auxiliares.

Debido a que la central no dispone de TT/PP de medida en lado de alta 110 kV de los transformadores de las unidades, no es posible tomar la medida de potencia neta en este punto, por lo tanto, la potencia neta se calcula indirectamente a partir de la medición de la potencia de los servicios auxiliares. La potencia neta calculada se corresponde con el lado de baja tensión del transformador de la unidad.

Las pruebas de la Unidad 1, la Unidad 2 y la Unidad 3 se ejecutaron los días 6, 7 y 9 de diciembre de 2021 respectivamente, en tanto, la prueba de la central completa se realizó el 10 de diciembre de 2021. Todas las pruebas fueron realizadas en presencia de Héctor Garcés Rodríguez y Jaime Danús Asencio por parte del Coordinado (Enel Generación S.A.), Nicolás Silva Muñoz y Eduardo González por parte del Coordinador, y Federico Deledda y Federico García 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.

Nota: Para las pruebas de la Unidad 1, la Unidad 2, la Unidad 3 y de la central completa no fue posible operar con un factor de potencia de 0.95 debido a las condiciones del Sistema no permitieron aumentar la inyección de reactivos para lograr dicho valor. Por esta razón, se operó en un factor de potencia cercano a 0.99 en todas las pruebas.

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

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 Sauzal con el siguiente desglose de valores:

Resumen de resultados Sauzal U1		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	27,9996
	Bruta Corregida [MW]	**27,9736**
	Neta Calculada [MW]	27,8716
	Neta Corregida [MW]	**27,8456**
Servicios Auxiliares	Potencia [MW]	0,1280

Resumen de resultados Sauzal U2		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	28,0805
	Bruta Corregida [MW]	**28,0534**
	Neta Calculada [MW]	27,9522
	Neta Corregida [MW]	**27,9251**
Servicios Auxiliares	Potencia [MW]	0,1283

Resumen de resultados Sauzal U3		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	27,1062
	Bruta Corregida [MW]	**27,0808**
	Neta Calculada [MW]	27,1062
	Neta Corregida [MW]	**27,0808**
Servicios Auxiliares[1]	Potencia [MW]	-

[1] La unidad 3 no alimenta sus consumos auxiliares propios. Las unidades de la central alimentan sus consumos propios desde la barra de 13.2 kV de la Unidad 1 o desde la barra de 13.2 kV de la Unidad 2.

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

Resumen de resultados CH Sauzal Completa		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	80,5545
	Bruta Corregida [MW]	**80,4837**
	Neta Calculada [MW]	80,3162
	Neta Corregida [MW]	**80,2469**
Servicios Auxiliares	Potencia [MW]	0,2367

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

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 Sauzal los inspectores sustitutos fueron **Héctor Garcés Rodríguez** y **Jaime Danús Asencio**, personal de Enel Generación S.A.

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, Unidad 2, Unidad 3 y central completa de la Central Hidroeléctrica Sauzal. Los Expertos Técnicos designados fueron el Ing. Federico Deledda y el Ing. Federico García. 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.

No se autorizan copias del presente documento sin
autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

3.4 Representante empresa generadora

Por parte de Enel Generación S.A., el Coordinado, estuvieron presentes durante las pruebas los Sres. Héctor Garcés Rodríguez y Jaime Danús Asencio como inspectores sustitutos. Fueron responsables de coordinar al personal bajo su mando en la operación de la central generadora, y de corroborar que exista personal calificado en la central de forma de poder efectuar íntegramente la prueba tal lo establecido en el protocolo.

3.5 Representante del Coordinador Eléctrico Nacional

Los Sres. Nicolas Silva Muñoz y Eduardo González se hicieron presentes durante el desarrollo de las pruebas vía conexión remota.

3.6 Observador de otro Coordinado

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

No se autorizan copias del presente documento sin
autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

4 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA

4.1 Descripción general de la planta

La Central Hidroeléctrica Sauzal pertenece a Enel Generación S.A., está ubicada en la comuna Machalí, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, está conformada por tres generadores sincrónicos idénticos impulsados por turbinas Francis de eje vertical. Particularmente las turbinas son marca IP Morris que impulsan generadores sincrónicos marca Westinghouse de 32 MVA de potencia aparente.

Se presenta a continuación, el plano de disposición general de la planta y la conexión de las unidades a la Subestación Sauzal 110 kV.

No se autorizan copias del presente documento sin
autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

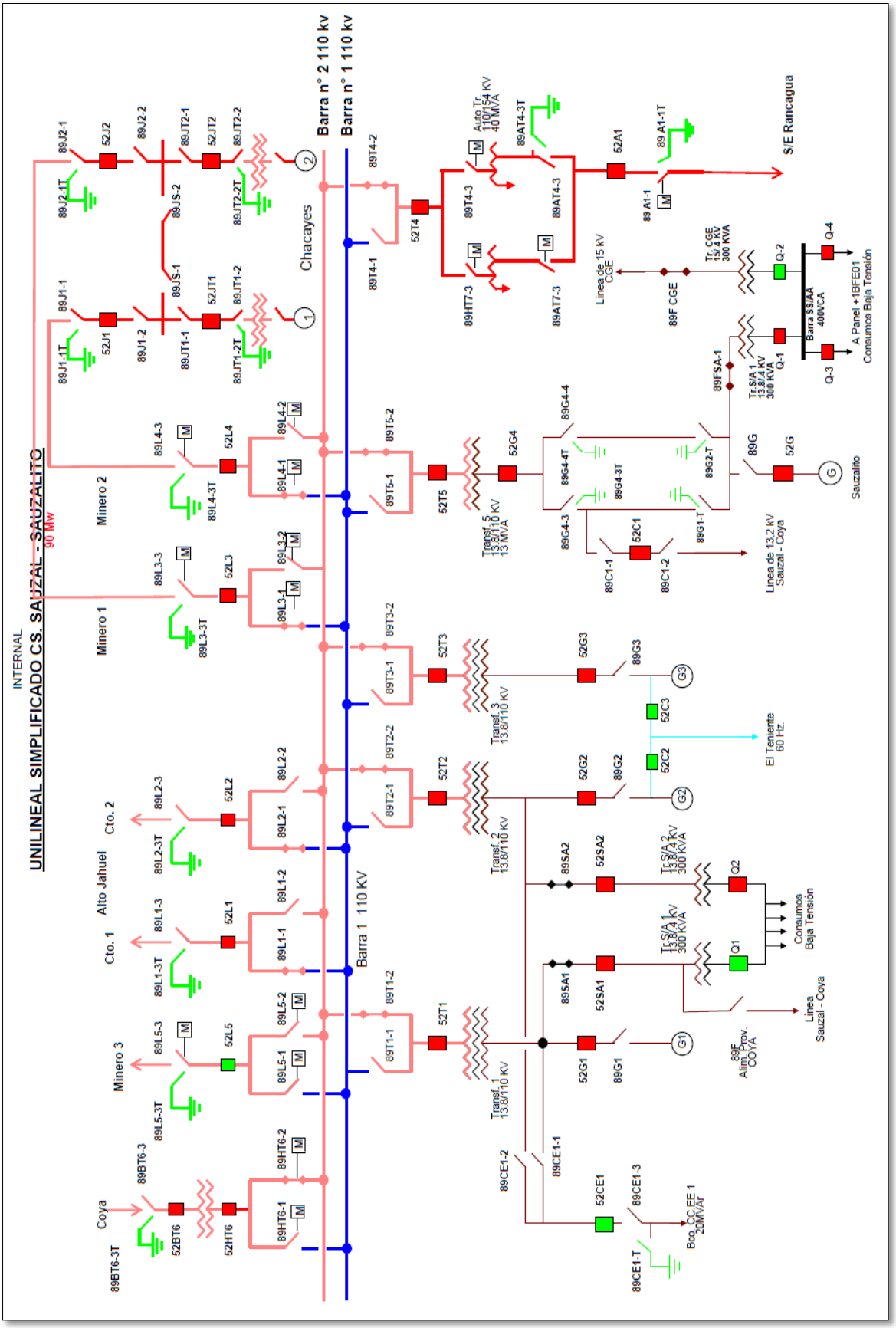


Figura 4.1 – Plano de disposición general de planta

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

4.2 Descripción de las unidades de generación

Las tres unidades son de similares características, cada unidad está compuesta por una turbina Francis eje vertical IP Morris, vinculada a un generador Westinghouse. Totalizando una potencia bruta instalada de 76.8 MW[2] para la Central Sauzal. Se presenta a continuación el diagrama unilineal de la central.

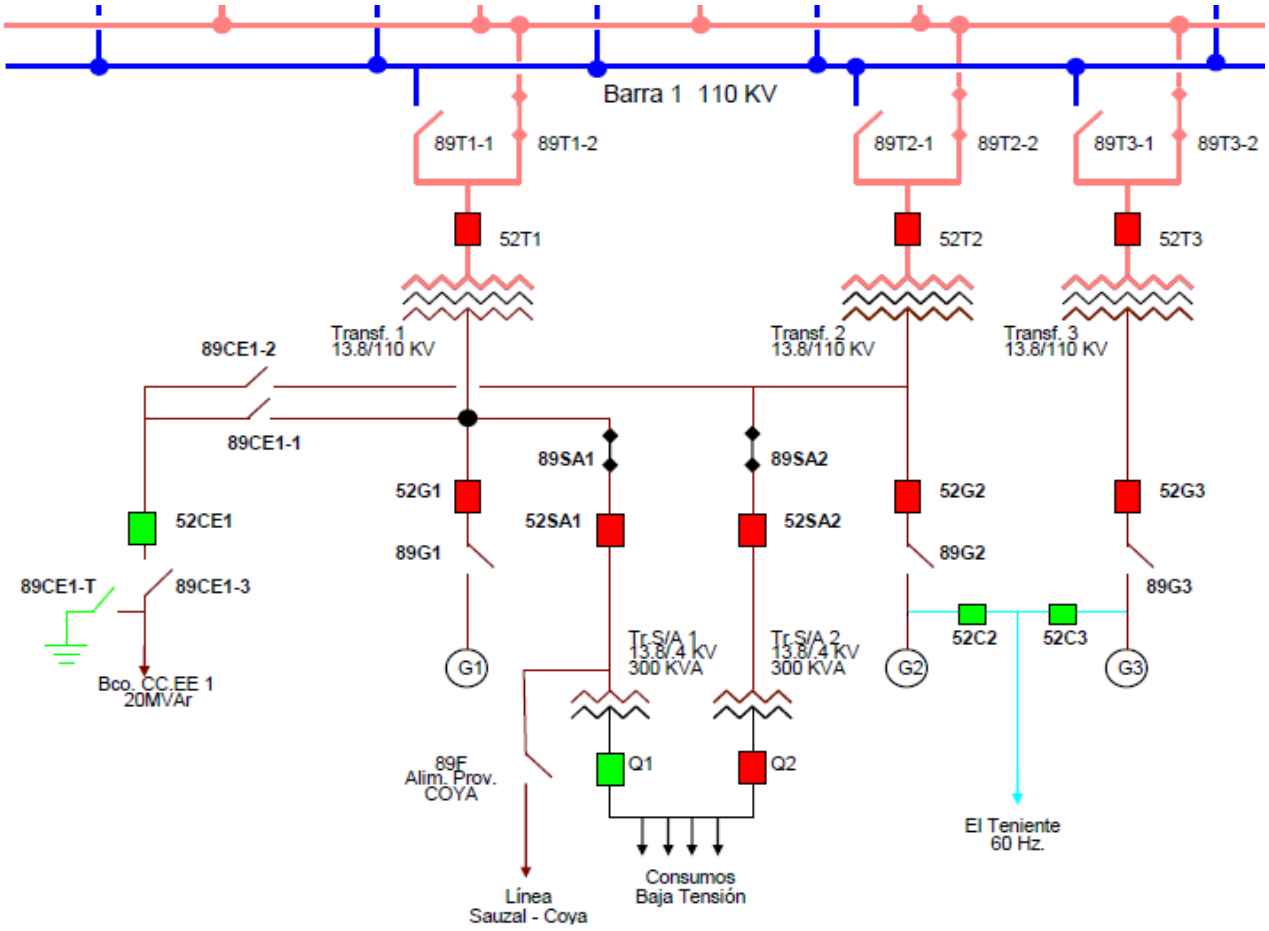


Figura 4.2 – Diagrama unilineal de la central Sauzal

Las unidades de la central alimentan sus consumos propios desde la barra de 13.2 kV de la Unidad 1 o desde la barra de 13.2 kV de la Unidad 2, desde la cual se alimentan a los consumos internos y externos.

[2] Fuente: https://infotecnica.coordinador.cl/

No se autorizan copias del presente documento sin
autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

En la siguiente figura se presenta un diagrama unilineal de la distribución de los SSAA de planta, donde los alimentadores 52SA1 y 52SA2 vinculan los consumos propios de la central.

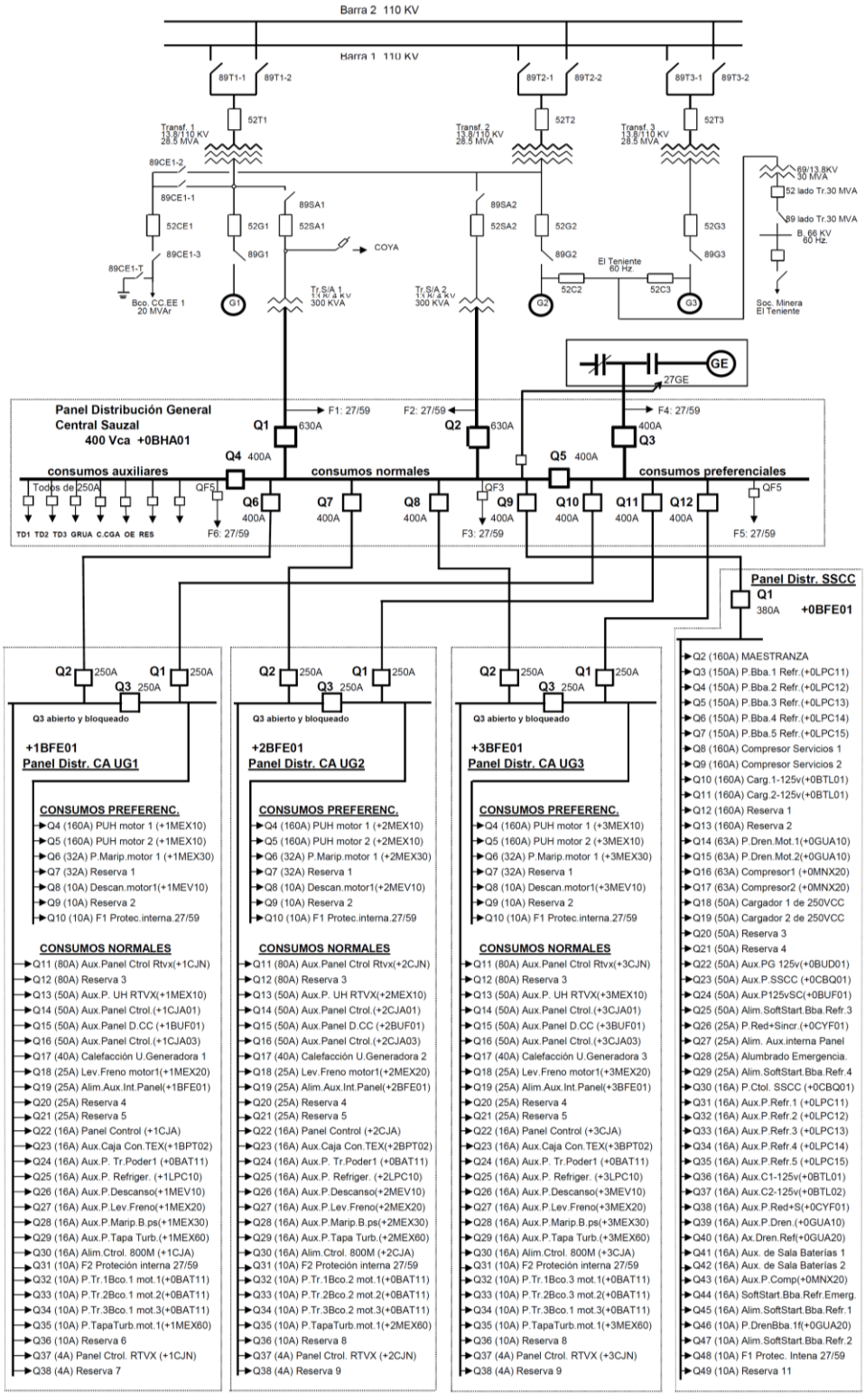


Figura 4.3 - Diagrama Unilineal Servicios Auxiliares

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

Los datos característicos de placa del generador y turbina se presentan a continuación. En el Anexo 9.1 se pueden encontrar los datos de placa de todas las unidades.

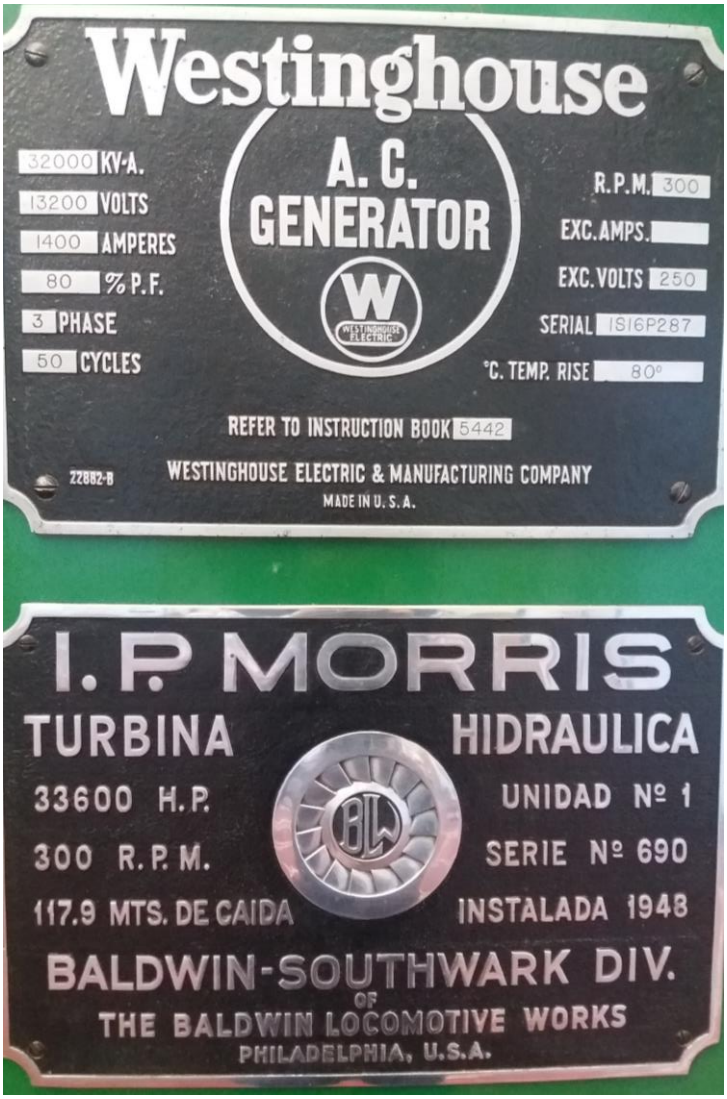


Figura 4.4 – Datos de placa de generador y turbina – Unidad 1

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

4.3 Condiciones de referencia y curvas de corrección

A partir de los resultados 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 Sauzal.

Unidad	***Potencia Máxima [MW]***
Sauzal – U1	***25.6***
Sauzal – U2	***25.6***
Sauzal – U3	***25.6***

Tabla 4.1 – Valores base de potencia para cada unidad

De acuerdo con los parámetros declarados, la potencia máxima bruta esperable de la Central Sauzal es de 76.8 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.

Parámetro de corrección	***Valor nominal***
Factor de potencia	0.95 (lagging)

Tabla 4.2 – Condiciones nominales de referencia

P: EE-2021-115/I: EE-EN-2021-2270/R: A
No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.
www.estudios-electricos.com

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[3].

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 φ = 0,85	98,51	98,51	98,48	98,43	98,35	98,22	98,02
Rendimiento (%) para cos φ = 1,00	98,82	98,81	98,78	98,73	98,67	98,56	98,38

Tabla 2.- Rendimientos del generador según cos ϕ.

Que gráficamente se representan a continuación.

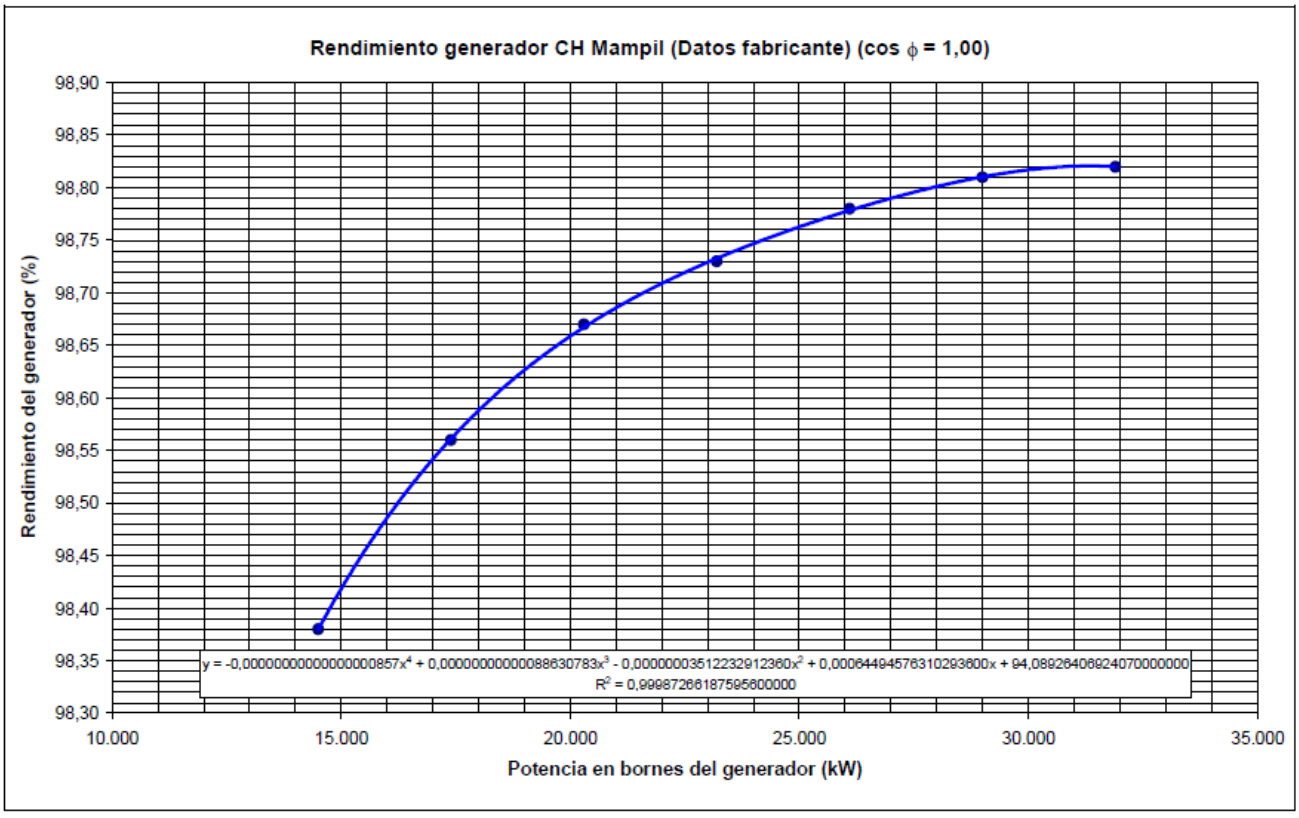


Figura 4.5 – Curva de corrección por factor de potencia

[3] Central Manpil: https://infotecnica.coordinador.cl/instalaciones/unidades-generadoras

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

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.

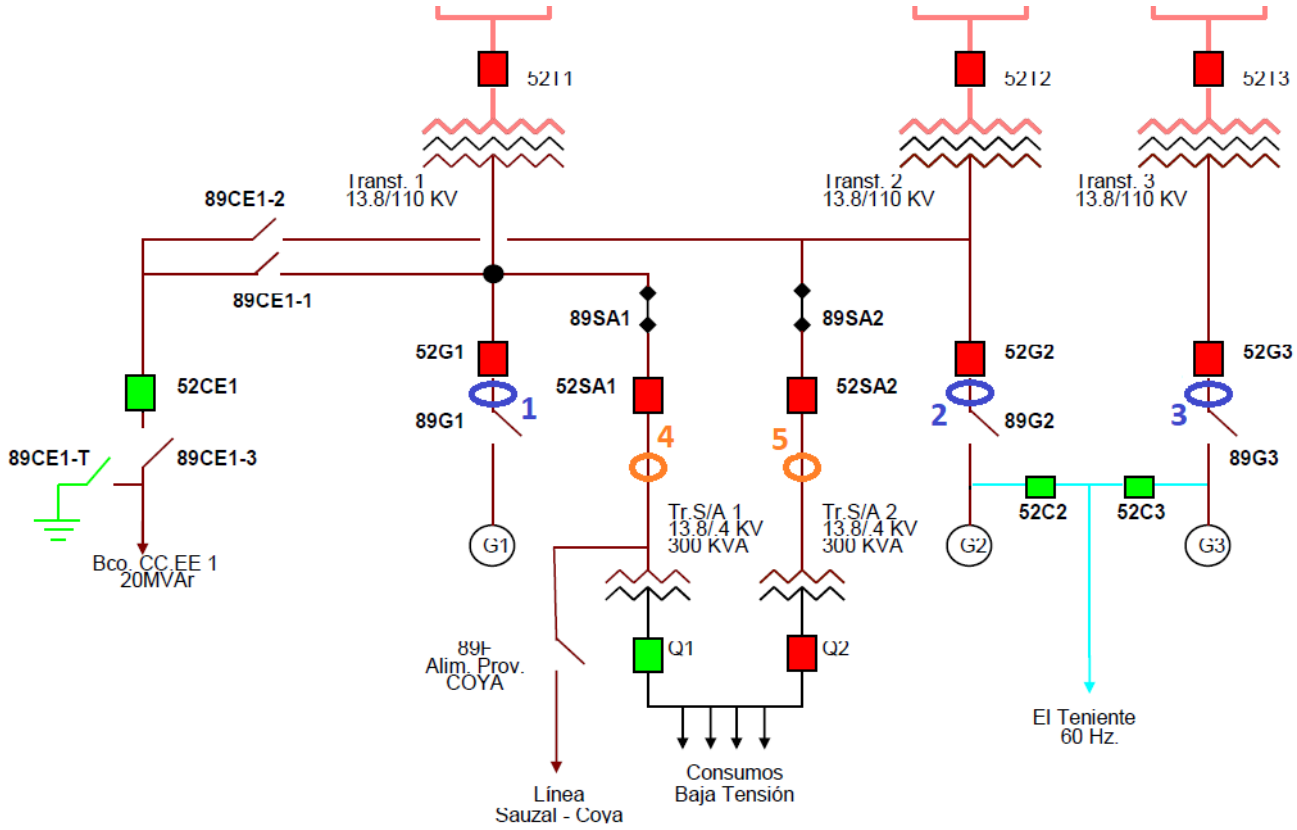


Figura 4.6 – Unilineal de planta esquemático

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 los servicios auxiliares se midió desde los propios medidores de SSAA.

La central no dispone de TT/PP de medida en lado de alta 110 kV de los transformadores de las unidades, por lo que no es posible tomar la medida de potencia neta en este punto, por lo tanto, la potencia neta se calculó indirectamente a partir de la medición de la potencia de los servicios auxiliares.

Para las mediciones de potencia bruta se utilizaron 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 voltaje se utilizaron transformadores de tensión cuyas relaciones de transformación son 14.4/0.12 kV. Para la medición de corriente se utilizaron transformadores de corriente cuyas relaciones de transformación son 2000/5 A.

Para las mediciones de potencia de los servicios auxiliares se utilizaron los transformadores PT y CT, de relación 14.4/0.12 kV y 2000/5 A, respectivamente. Se utilizaron transformadores de corriente ubicados del lado de alta tensión del transformador de SSAA (puntos “4” y “5” en la Figura 4.6).

Para la medición de potencia bruta de cada unidad se utilizaron medidores ION 7650 que el Coordinado posee instalados en sus instalaciones. Los mismos son clase 0.2 y cumplen con las exigencias de precisión requeridas.

Para la medición de potencia de los servicios auxiliares se utilizaron medidores ION 7300 que el Coordinado posee instalados en sus instalaciones. Los mismos son clase 0.5 y cumplen con las exigencias de precisión requeridas.

En la sección de anexo 9.2 se detallan los puntos desde donde se realizan las mediciones de cada variable, en tanto en la sección de anexo 9.3 se muestran los antecedentes técnicos y certificados de calibración asociados a los equipos de medición

No se autorizan copias del presente documento sin
autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

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	**Potencia activa bruta Unidad 1**	ION 7650 Serie: MJ-1303A090-03	A, 0.2, 1 min	Enel Generación **Figura 9.13**	Conectado PTs y CTs en punto 1 del unilineal de la **Figura 4.6**	Digital
2	**Factor de potencia Unidad 1**	ION 7650 Serie: MJ-1303A090-03	A, 0.2, 1 min	Enel Generación **Figura 9.13**	Conectado PTs y CTs en punto 1 del unilineal de la **Figura 4.6**	Digital
3	**Potencia SSAA Unidad 1**	ION 7300 Serie: PAS-0502A007-11	A, 0.5, 1 seg	Enel Generación, **Figura 9.16**	Conectado PTs y CTs en punto 4 del unilineal de la **Figura 4.6**	Digital
4	**Potencia activa bruta Unidad 2**	ION 7650 Serie: PJ-1203A197-03	A, 0.2, 1 min	Enel Generación **Figura 9.14**	Conectado PTs y CTs en punto 2 del unilineal de la **Figura 4.6**	Digital
5	**Factor de potencia Unidad 2**	ION 7650 Serie: PJ-1203A197-03	A, 0.2, 1 min	Enel Generación **Figura 9.14**	Conectado PTs y CTs en punto 2 del unilineal de la **Figura 4.6**	Digital
6	**Potencia SSAA Unidad 2**	ION 7300 Serie: PAS-0502A008-11	A, 0.5, 1 seg	Enel Generación, **Figura 9.17**	Conectado PTs y CTs en punto 5 del unilineal de la **Figura 4.6**	Digital
7	**Potencia activa bruta Unidad 3**	ION 7650 Serie: PJ-1211A131-03	A, 0.2, 1 min	Enel Generación **Figura 9.15**	Conectado PTs y CTs en punto 3 del unilineal de la **Figura 4.6**	Digital
8	**Factor de potencia Unidad 3**	ION 7650 Serie: PJ-1211A131-03	A, 0.2, 1 min	Enel Generación **Figura 9.15**	Conectado PTs y CTs en punto 3 del unilineal de la **Figura 4.6**	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 9.3.

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

Los equipos medidores de potencia bruta y consumo de servicios auxiliares 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 da 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:

Variable Complementaria	***TAGS***
Potencia activa total del generador [MW]	SAU_TH1_PAGENTOT__P_
Potencia reactiva [Mvar]	SAU_TH1_PRRTVX____Q_
Frecuencia [Hz]	SAU_TH1_IFRTVX____F_
Tensión del generador [kV]	SAU_TH1_IVRTVX____V_
Corriente terminal [A]	SAU_TH1_ICTERTVX__I_
Velocidad Unidad [rpm]	SAU_TH1_RRPMRTVX__VL
Nivel agua cámara de carga [msnm]	SAU_TH1_AG_CCAR___NI
Nivel agua descarga [msnm]	SAU_00__AG_DSCRG__NI
Presión agua sello eje [bar]	SAU_TH1_AGASELL___PR
Temperatura 1 enrollados generador [°C]	SAU_TH1_E01_TRFO__T_
Temperatura metal descanso guía superior [°C]	SAU_TH1_M_DGSUP___T_
Temperatura metal descanso guía inferior [°C]	SAU_TH1_M_DGINF___T_
Temperatura metal descanso guía turbina [°C]	SAU_TH1_M_DGTUR___T_

Tabla 4.4 – Variables SCADA Central Sauzal

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

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

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. Las unidades estaban disponibles 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. La regulación de frecuencia estuvo operativa con un estatismo configurado de 10% para la unidad bajo prueba. En las pruebas de la Unidad 2, Unidad 3 y Central completa se modificó el valor de la banda muerta de 0.05% a 0.2%.
    e. Se consignó un valor de potencia reactiva para tener un factor de potencia cercano a 0.95 durante toda la prueba. No fue posible operar con un factor de

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

potencia cercano a 0.95 debido a que las condiciones del Sistema no permitieron aumentar la inyección de reactivos para lograr dicho valor. Por esta razón, se operó en un factor de potencia cercano a 0.99.

f. La barra de SSAA estuvo aislada de conexiones externas a la central.

g. Durante la prueba individual de una unidad las restantes estuvieron despachadas para evitar vertimiento y garantizar rendimiento óptimo.

5.3 Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba

Previo al inicio de las pruebas, el operador dio orden de partida, sincronizó la unidad 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.

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	-
Inicio del período de estabilización	20:20 Hs (06/12/2021)
Fin del período de estabilización	21:00 Hs
Inicio del período de prueba	21:00 Hs
Fin del período de prueba	02:00 Hs (07/12/2021)

Tabla 5.1 – Etapas de la prueba para la Unidad 1

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

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

Arranque de la unidad	-
Inicio del período de estabilización	20:15 Hs (07/12/2021)
Fin del período de estabilización	20:35 Hs
Inicio del período de prueba	20:40 Hs
Fin del período de prueba	01:40 Hs (08/12/2021)

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	-
Inicio del período de estabilización	20:15 Hs (09/12/2021)
Fin del período de estabilización	20:35 Hs
Inicio del período de prueba	20:35 Hs
Fin del período de prueba	01:35 Hs (10/12/2021)

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	-
Inicio del período de estabilización	20:45 Hs (10/12/2021)
Fin del período de estabilización	21:10 Hs
Inicio del período de prueba	21:10 Hs
Fin del período de prueba	02:10 Hs (11/12/2021)

Tabla 5.4 – Etapas de la prueba para la Central completa

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

5.4 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			*21:00*	*21:30*	*22:00*	*22:30*	*23:00*	*23:30*	*0:00*	*0:30*	*1:00*	*1:30*
Verificación de condiciones de estabilidad												
$P_{NETA\ U1}$	Potencia Neta de la unidad 1	1,50%	0,06%	0,11%	0,15%	0,16%	0,16%	0,13%	0,15%	0,12%	0,13%	#¡REF!
$P_{BRUTA\ U1}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 1	1,50%	0,06%	0,11%	0,15%	0,15%	0,16%	0,13%	0,15%	0,12%	0,13%	0,11%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,01%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,05%	0,02%	0,03%	0,04%	0,03%	0,02%	0,03%	0,02%	0,03%	0,02%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,06%	0,05%	0,13%	0,05%	0,11%	0,04%	0,07%	0,02%	0,03%	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			*20:40*	*21:10*	*21:40*	*22:10*	*22:40*	*23:10*	*23:40*	*0:10*	*0:40*	*1:10*
Verificación de condiciones de estabilidad												
$P_{NETA\ U2}$	Potencia Neta de la unidad 2	1,50%	0,18%	0,12%	0,10%	0,12%	0,09%	0,14%	0,13%	0,17%	0,09%	0,07%
$P_{BRUTA\ U2}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 2	1,50%	0,18%	0,12%	0,10%	0,12%	0,09%	0,14%	0,13%	0,17%	0,09%	0,07%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,02%	0,02%	0,01%	0,01%	0,02%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,12%	0,08%	0,05%	0,05%	0,04%	0,05%	0,13%	0,11%	0,05%	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

P: EE-2021-115/I: EE-EN-2021-2270/R: A
No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.
www.estudios-electricos.com

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

Períodos												
Test Run n°		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora			*20:35*	*21:05*	*21:35*	*22:05*	*22:35*	*23:05*	*23:35*	*0:05*	*0:35*	*1:05*
Verificación de condiciones de estabilidad												
$P_{BRUTA\ U3}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 3	1,50%	0,11%	0,12%	0,16%	0,21%	0,14%	0,13%	0,24%	0,13%	0,14%	0,16%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,02%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,03%	0,02%	0,02%	0,03%	0,03%	0,02%	0,02%	0,01%	0,02%	0,02%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,09%	0,06%	0,08%	0,07%	0,08%	0,05%	0,08%	0,11%	0,08%	0,07%
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												
Test Run n°		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora			*21:10*	*21:40*	*22:10*	*22:40*	*23:10*	*23:40*	*0:10*	*0:40*	*1:10*	*1:40*
Verificación de condiciones de estabilidad												
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	2,00%	0,02%	0,03%	0,09%	0,05%	0,05%	0,05%	0,03%	0,03%	0,05%	0,02%
P_{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	1,50%	0,11%	0,17%	0,10%	0,09%	0,13%	0,17%	0,26%	0,21%	0,50%	0,48%
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	2,00%	0,01%	0,02%	0,02%	0,01%	0,01%	0,03%	0,02%	0,02%	0,03%	0,01%
P_{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	1,50%	0,15%	0,10%	0,11%	0,07%	0,12%	0,15%	0,16%	0,12%	0,15%	0,10%
FP3	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 3	2,00%	0,03%	0,02%	0,03%	0,02%	0,02%	0,04%	0,02%	0,02%	0,04%	0,02%
P_{BRUTA3}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	1,50%	0,13%	0,09%	0,09%	0,09%	0,10%	0,09%	0,13%	0,10%	0,11%	0,11%
P_{NETA}	Potencia Neta	1,50%	0,13%	0,07%	0,05%	0,07%	0,07%	0,09%	0,16%	0,10%	0,21%	0,21%
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%	0,07%	0,06%	0,06%	0,07%	0,10%	0,10%	0,09%	0,09%	0,07%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 5.9 – Verificación de estabilidad para la Central completa

Para todas las pruebas todos los test run registrados verificaron las condiciones de estabilidad y se han utilizado para el cálculo final de los resultados.

Finalizadas las pruebas se confeccionaron actas reflejando las principales condiciones de los ensayos. Dichas actas pueden consultarse en el Anexo 9.4.

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

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 5.4, determinando los test run aptos para ser considerados en el cálculo final del valor de potencia bruta.

6.2 Determinación de la potencia neta (medida)

La potencia neta se calcula indirectamente a partir de las mediciones de potencia bruta de las unidades bajo prueba y de la potencia de los servicios auxiliares. La potencia neta calculada se corresponde con el lado de baja tensión del transformador de la unidad.

$$P_{Neta,No\ Corr(Ui)} = P_{Bruta,No\ Corr(Ui)} - P_{SSAA(Ui)}$$

Dónde:

- $P_{Neta,No\ Corr(Ui)}$: Potencia Neta No Corregida Unidad “i” (i=1, 2 y 3)
- $P_{Bruta,\ No\ Corr(Ui)}$: Potencia Bruta No Corregida (medición directa) Unidad “i” (i=1, 2 y 3)
- $P_{SSAA(Ui)}$: Consumos SSAA de la unidad bajo pruebas (Prorrata) – (Capítulo 6.2.1)

Para el caso de la central completa se calcula como:

$$P_{Neta,No\ Corr} = P_{Bruta,No\ Corr} - P_{SSAA,Med}$$

Dónde:

- $P_{Neta,No\ Corr}$: Potencia Neta No Corregida de la Central
- $P_{Bruta,\ No\ Corr}$: Potencia Bruta No Corregida (medición directa) de la Central
- $P_{SSAA,Med}$: Consumos SSAA internos de la planta (medición directa)

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

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

Períodos												
Test Run n°			ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora				*21:00*	*21:30*	*22:00*	*22:30*	*23:00*	*23:30*	*0:00*	*0:30*	*1:00*	*1:30*
Variables Primarias													
FP	Factor de potencia en bornes de máquina		-	0,992	0,993	0,993	0,994	0,994	0,995	0,995	0,994	0,994	0,994
$P_{BRUTA\ U1}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 1		[MW]	27,91	27,96	28,00	28,00	28,00	28,04	28,00	28,01	28,03	28,05
$P_{BRUTA\ U2}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 2		[MW]	11,91	11,91	11,91	11,91	11,91	11,91	11,90	11,91	11,90	11,91
$P_{BRUTA\ U3}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 3		[MW]	12,47	12,64	12,06	11,59	12,19	11,56	11,97	11,58	11,68	11,24
P_{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares		[MW]	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,24	0,24
$P_{SSAA\ U1}$	Potencia consumida por los servicios auxiliares de la unidad 1		[MW]	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13
$P_{NETA\ U1}$	Potencia Neta de la unidad 1		[MW]	27,79	27,83	27,87	27,87	27,87	27,91	27,88	27,88	27,90	27,92
Determinación pérdidas totales													
$L_{TOTALES}$	Consumos internos (SSAA)		[MW]	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13

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													
Test Run n°			ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora				*20:40*	*21:10*	*21:40*	*22:10*	*22:40*	*23:10*	*23:40*	*0:10*	*0:40*	*1:10*
Variables Primarias													
FP	Factor de potencia en bornes de máquina		-	0,995	0,995	0,995	0,996	0,995	0,996	0,996	0,996	0,996	0,996
$P_{BRUTA\ U1}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 1		[MW]	12,16	11,42	11,27	11,37	11,37	12,57	12,39	11,98	11,76	11,80
$P_{BRUTA\ U2}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 2		[MW]	27,99	28,08	28,12	28,13	28,12	28,07	28,09	27,98	28,12	28,12
$P_{BRUTA\ U3}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 3		[MW]	12,22	11,41	11,26	11,36	11,32	12,53	12,31	12,04	11,70	11,77
P_{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares		[MW]	0,22	0,24	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
$P_{SSAA\ U2}$	Potencia consumida por los servicios auxiliares de la unidad 2		[MW]	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
$P_{NETA\ U2}$	Potencia Neta de la unidad 2		[MW]	27,87	27,95	27,99	28,00	27,98	27,94	27,96	27,85	27,99	27,99
Determinación pérdidas totales													
$L_{TOTALES}$	Consumos internos (SSAA)		[MW]	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13

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													
Test Run n°			ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora				*20:35*	*21:05*	*21:35*	*22:05*	*22:35*	*23:05*	*23:35*	*0:05*	*0:35*	*1:05*
Variables Primarias													
FP	Factor de potencia en bornes de máquina		-	0,994	0,993	0,993	0,993	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994
$P_{BRUTA\ U1}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 1		[MW]	12,54	12,26	15,73	16,32	16,04	16,20	13,53	13,22	12,79	12,76
$P_{BRUTA\ U2}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 2		[MW]	11,89	11,89	16,07	16,77	15,87	15,86	14,55	13,88	13,88	13,87
$P_{BRUTA\ U3}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 3		[MW]	27,04	27,06	26,96	27,04	27,07	27,08	27,19	27,21	27,21	27,20
P_{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares		[MW]	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
$P_{SSAA\ U3}$	Potencia consumida por los servicios auxiliares de la unidad 3		[MW]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$P_{NETA\ U3}$	Potencia Neta de la unidad 3		[MW]	27,04	27,06	26,96	27,04	27,07	27,08	27,19	27,21	27,21	27,20
Determinación pérdidas totales													
$L_{TOTALES}$	Consumos internos (SSAA)		[MW]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

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

Test Run n°		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora			*21:10*	*21:40*	*22:10*	*22:40*	*23:10*	*23:40*	*0:10*	*0:40*	*1:10*	*1:40*
Variables Primarias												
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	0,990	0,991	0,990	0,990	0,990	0,990	0,991	0,991	0,989	0,988
P_{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	27,63	27,56	27,47	27,41	27,32	27,27	27,10	26,90	26,53	26,20
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,993	0,993	0,993	0,993	0,992
P_{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	27,70	27,66	27,61	27,58	27,54	27,20	27,17	27,12	27,09	27,05
FP3	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 3	-	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,989	0,989	0,990	0,990	0,989
P_{BRUTA3}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	[MW]	26,16	26,13	26,11	26,09	26,06	26,02	26,00	25,97	25,95	25,92
P_{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,24	0,24	0,24	0,23
P_{NETA}	Potencia Neta de la Central completa	[MW]	81,27	81,10	80,95	80,85	80,70	80,27	80,02	79,74	79,33	78,93
Determinación pérdidas totales												
$P_{Bruta, No Corr}$	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	81,50	81,35	81,19	81,08	80,92	80,50	80,28	79,99	79,57	79,18
$P_{Neta, No Corr}$	Potencia Neta - Total	[MW]	81,27	81,11	80,95	80,84	80,68	80,27	80,04	79,75	79,33	78,94
$L_{TOTALES}$	Consumos internos (SSAA)	[MW]	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,24	0,24	0,24	0,23

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

6.2.1 Determinación de la potencia de los servicios auxiliares (Prorrata)

Debido a que durante la prueba individual de una unidad las restantes estuvieron despachadas para evitar vertimiento y garantizar rendimiento óptimo. Siendo que hubo más de una unidad en servicio y la medición de los consumos SSAA involucra al total de ellos ($P_{SSAA,Med}$), se calculan los consumos de SSAA de la unidad bajo prueba ($P_{SSAA(Ui)}$) como prorrata según su potencia:

$$P_{SSAA(Ui)} = P_{SSAA,Med} * \frac{P_{Bruta,No\ Corr(Ui)}}{P_{Bruta,No\ Corr(U1)} + P_{Bruta,No\ Corr(U2)} + P_{Bruta,No\ Corr(U3)}}$$

Dónde:

- $P_{Bruta,Corr(Ui)}$: Potencia Bruta Corregida Unidad "i" (i=1, 2 y 3)
- $P_{Bruta, No Corr(Ui)}$: Potencia Bruta No Corregida (medición directa) Unidad "i" (i=1, 2 y 3)
- $P_{SSAA,Med}$: Consumos SSAA internos de la planta (medición directa)
- $P_{SSAA(Ui)}$: Consumos SSAA de la unidad bajo pruebas (Prorrata)

P: EE-2021-115/I: EE-EN-2021-2270/R: A
No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.
www.estudios-electricos.com

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:

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

Dónde:

- $P_{Bruta,Corr(Ui)}$: Potencia Bruta Corregida Unidad “i” (i=1, 2 y 3)
- $P_{Bruta(Ui)}$: Potencia Bruta Medida Unidad “i” (i=1, 2 y 3)
- 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 del capítulo 4.3. Para cada unidad (U1, U2 y U3) el factor de potencia que se utilizará como referencia es el indicado por el medidor #2, 5 y 8, respectivamente (Tabla 4.3).

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

La Tabla 6.5 detalla las correcciones realizadas para la Unidad 1.

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*
Variables Primarias												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,992	0,993	0,993	0,994	0,994	0,995	0,995	0,994	0,994	0,994
$P_{BRUTA\ U1}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 1	[MW]	27,91	27,96	28,00	28,00	28,00	28,04	28,00	28,01	28,03	28,05
$P_{BRUTA\ U2}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 2	[MW]	11,91	11,91	11,91	11,91	11,91	11,91	11,90	11,91	11,90	11,91
$P_{BRUTA\ U3}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 3	[MW]	12,47	12,64	12,06	11,59	12,19	11,56	11,97	11,58	11,68	11,24
P_{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,24	0,24
$P_{SSAA\ U1}$	Potencia consumida por los servicios auxiliares de la unidad 1	[MW]	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13
$P_{NETA\ U1}$	Potencia Neta de la unidad 1	[MW]	27,79	27,83	27,87	27,87	27,87	27,91	27,88	27,88	27,90	27,92
Correcciones a la Potencia bruta												
L_{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	24,94	25,62	25,72	25,92	26,39	26,77	26,73	26,09	26,19	26,24
$P_{Bruta,\ Corr}$	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	**27,89**	**27,93**	**27,97**	**27,98**	**27,98**	**28,01**	**27,98**	**27,98**	**28,01**	**28,02**

Tabla 6.5 – Correcciones a la Potencia Bruta para la Unidad 1

La Tabla 6.6 detalla las correcciones realizadas para la Unidad 2.

Períodos												
Test Run n°		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora			*20:40*	*21:10*	*21:40*	*22:10*	*22:40*	*23:10*	*23:40*	*0:10*	*0:40*	*1:10*
Variables Primarias												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,995	0,995	0,995	0,996	0,995	0,996	0,996	0,996	0,996	0,996
$P_{BRUTA\ U1}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 1	[MW]	12,16	11,42	11,27	11,37	11,37	12,57	12,39	11,98	11,76	11,80
$P_{BRUTA\ U2}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 2	[MW]	27,99	28,08	28,12	28,13	28,12	28,07	28,09	27,98	28,12	28,12
$P_{BRUTA\ U3}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 3	[MW]	12,22	11,41	11,26	11,36	11,32	12,53	12,31	12,04	11,70	11,77
P_{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,22	0,24	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
$P_{SSAA\ U2}$	Potencia consumida por los servicios auxiliares de la unidad 2	[MW]	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
$P_{NETA\ U2}$	Potencia Neta de la unidad 2	[MW]	27,87	27,95	27,99	28,00	27,98	27,94	27,96	27,85	27,99	27,99
Correcciones a la Potencia bruta												
L_{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	26,98	26,98	27,04	27,13	26,97	27,18	27,26	27,23	27,11	27,15
$P_{Bruta,\ Corr}$	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	**27,96**	**28,05**	**28,09**	**28,10**	**28,09**	**28,04**	**28,06**	**27,95**	**28,09**	**28,09**

Tabla 6.6 – Correcciones a la Potencia Bruta para la Unidad 2

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

La Tabla 6.7 detalla las correcciones realizadas para la Unidad 3.

Períodos												
Test Run n°		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora			*20:35*	*21:05*	*21:35*	*22:05*	*22:35*	*23:05*	*23:35*	*0:05*	*0:35*	*1:05*
Variables Primarias												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,994	0,993	0,993	0,993	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994
$P_{BRUTA\ U1}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 1	[MW]	12,54	12,26	15,73	16,32	16,04	16,20	13,53	13,22	12,79	12,76
$P_{BRUTA\ U2}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 2	[MW]	11,89	11,89	16,07	16,77	15,87	15,86	14,55	13,88	13,88	13,87
$P_{BRUTA\ U3}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 3	[MW]	27,04	27,06	26,96	27,04	27,07	27,08	27,19	27,21	27,21	27,20
P_{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
$P_{SSAA\ U3}$	Potencia consumida por los servicios auxiliares de la unidad 3	[MW]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$P_{NETA\ U3}$	Potencia Neta de la unidad 3	[MW]	27,04	27,06	26,96	27,04	27,07	27,08	27,19	27,21	27,21	27,20
Correcciones a la Potencia bruta												
L_{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	25,32	25,18	24,92	25,17	25,50	25,61	25,58	25,54	25,63	25,56
$P_{Bruta,\ Corr}$	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	27,01	27,04	26,94	27,01	27,05	27,06	27,16	27,18	27,19	27,17

Tabla 6.7 – Correcciones a la Potencia Bruta para la Unidad 3

La Tabla 6.8 detalla las correcciones realizadas para la Central completa.

Períodos												
Test Run n°		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora			*21:10*	*21:40*	*22:10*	*22:40*	*23:10*	*23:40*	*0:10*	*0:40*	*1:10*	*1:40*
Variables Primarias												
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	0,990	0,991	0,990	0,990	0,990	0,990	0,991	0,991	0,989	0,988
P_{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	27,63	27,56	27,47	27,41	27,32	27,27	27,10	26,90	26,53	26,20
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,993	0,993	0,993	0,993	0,992
P_{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	27,70	27,66	27,61	27,58	27,54	27,20	27,17	27,12	27,09	27,05
FP3	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 3	-	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,989	0,989	0,990	0,990	0,989
P_{BRUTA3}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	[MW]	26,16	26,13	26,11	26,09	26,06	26,02	26,00	25,97	25,95	25,92
P_{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,24	0,24	0,24	0,23
P_{NETA}	Potencia Neta de la Central completa	[MW]	81,27	81,10	80,95	80,85	80,70	80,27	80,02	79,74	79,33	78,93
Correcciones a la Potencia bruta												
$L_{FP,\ U1}$	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 1	[kW]	23,63	23,91	23,43	23,29	22,97	23,08	23,57	23,44	22,36	21,54
$L_{FP,\ U2}$	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 2	[kW]	25,86	25,92	25,90	25,90	25,78	24,94	24,82	24,88	24,79	24,54
$L_{FP,\ U3}$	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 3	[kW]	22,34	22,49	22,52	22,45	22,45	22,27	22,17	22,39	22,24	21,94
$P_{Bruta,\ Corr,\ U1}$	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	27,61	27,54	27,45	27,39	27,30	27,24	27,08	26,87	26,51	26,18
$P_{Bruta,\ Corr,\ U2}$		[MW]	27,68	27,63	27,58	27,56	27,52	27,18	27,15	27,09	27,06	27,03
$P_{Bruta,\ Corr,\ U3}$		[MW]	26,14	26,11	26,09	26,07	26,03	26,00	25,98	25,95	25,92	25,90

Tabla 6.8 – Correcciones a la Potencia Bruta para la Central completa

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

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 "i" se calcula usando la siguiente ecuación:

$$P_{Neta,Corr(Ui)} = P_{Bruta,Corr(Ui)} - P_{SSAA(Ui)}$$

$$P_{Neta,No\ Corr(Ui)} = P_{Bruta,No\ Corr(Ui)} - P_{SSAA(Ui)}$$

Dónde:

- $P_{Neta,Corr(Ui)}$: Potencia Neta Corregida Unidad "i" (i=1, 2 y 3)
- $P_{Neta,No\ Corr(Ui)}$: Potencia Neta No Corregida Unidad "i" (i=1, 2 y 3)
- $P_{Bruta,Corr(Ui)}$: Potencia Bruta Corregida Unidad "i" (i=1, 2 y 3)
- $P_{Bruta,\ No\ Corr(Ui)}$: Potencia Bruta No Corregida (medición directa) Unidad "i" (i=1, 2 y 3)
- $P_{SSAA(Ui)}$: Consumos SSAA de la unidad bajo pruebas (Prorrata)

La Tabla 6.9 detalla los cálculos realizados para la Unidad 1.

Períodos												
Test Run n°		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora			*21:00*	*21:30*	*22:00*	*22:30*	*23:00*	*23:30*	*0:00*	*0:30*	*1:00*	*1:30*
Determinación pérdidas totales												
$L_{TOTALES}$	Consumos internos (SSAA)	[MW]	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13
Correcciones a la Potencia bruta												
L_{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	24,94	25,62	25,72	25,92	26,39	26,77	26,73	26,09	26,19	26,24

Tabla 6.9 – Cálculos de Potencia Neta corregida para la Unidad 1

P: EE-2021-115/I: EE-EN-2021-2270/R: A
No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.
www.estudios-electricos.com

La Tabla 6.10 detalla los cálculos realizados para la Unidad 2.

Períodos												
Test Run n°			ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora				*20:40*	*21:10*	*21:40*	*22:10*	*22:40*	*23:10*	*23:40*	*0:10*	*0:40*	*1:10*
Determinación pérdidas totales													
$L_{TOTALES}$	Consumos internos (SSAA)	[MW]		0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Correcciones a la Potencia bruta													
L_{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]		26,98	26,98	27,04	27,13	26,97	27,18	27,26	27,23	27,11	27,15

Tabla 6.10 – Cálculos de Potencia Neta corregida para la Unidad 2

La Tabla 6.11 detalla los cálculos realizados para la Unidad 3.

Períodos												
Test Run n°			ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora				*20:35*	*21:05*	*21:35*	*22:05*	*22:35*	*23:05*	*23:35*	*0:05*	*0:35*	*1:05*
Determinación pérdidas totales													
$L_{TOTALES}$	Consumos internos (SSAA)	[MW]		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Correcciones a la Potencia bruta													
L_{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]		25,32	25,18	24,92	25,17	25,50	25,61	25,58	25,54	25,63	25,56

Tabla 6.11 – Cálculos de Potencia Neta corregida para la Unidad 3

La Tabla 6.12 detalla los cálculos realizados para la Central completa.

Períodos												
Test Run n°			ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora				*21:10*	*21:40*	*22:10*	*22:40*	*23:10*	*23:40*	*0:10*	*0:40*	*1:10*	*1:40*
Determinación pérdidas totales													
$P_{Bruta,\ No\ Corr}$	Potencia Bruta medida - Total	[MW]		81,50	81,35	81,19	81,08	80,92	80,50	80,28	79,99	79,57	79,18
$P_{Neta,\ No\ Corr}$	Potencia Neta - Total	[MW]		81,27	81,11	80,95	80,84	80,68	80,27	80,04	79,75	79,33	78,94
$L_{TOTALES}$	Consumos internos (SSAA)	[MW]		0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,24	0,24	0,24	0,23
Correcciones a la Potencia bruta													
$L_{FP,\ U1}$	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 1	[kW]		23,63	23,91	23,43	23,29	22,97	23,08	23,57	23,44	22,36	21,54
$L_{FP,\ U2}$	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 2	[kW]		25,86	25,92	25,90	25,90	25,78	24,94	24,82	24,88	24,79	24,54
$L_{FP,\ U3}$	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 3	[kW]		22,34	22,49	22,52	22,45	22,45	22,27	22,17	22,39	22,24	21,94

Tabla 6.12 – Cálculos de Potencia Neta corregida para la Central completa

P: EE-2021-115/I: EE-EN-2021-2270/R: A
No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.
www.estudios-electricos.com

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: **27,97 MW**
- Unidad 2: **28,05 MW**
- Unidad 3: **27,08 MW**
- Central completa: **80,48 MW**

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

- Unidad 1: **27,85 MW**
- Unidad 2: **27,93 MW**
- Unidad 3: **27,08 MW**
- Central completa: **80,25 MW**

La Tabla 6.13 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			*21:00*	*21:30*	*22:00*	*22:30*	*23:00*	*23:30*	*0:00*	*0:30*	*1:00*	*1:30*
Cálculo promedio final												
$P_{Bruta, Corr}$	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	**27,89**	**27,93**	**27,97**	**27,98**	**27,98**	**28,01**	**27,98**	**27,98**	**28,01**	**28,02**
$P_{Neta, Corr}$		[MW]	**27,77**	**27,80**	**27,84**	**27,85**	**27,85**	**27,88**	**27,86**	**27,85**	**27,88**	**27,89**

$P_{MAX, Bruta}$	**Potencia Máxima Bruta**	**[MW]**	**27,97**
$P_{MAX, Neta}$	Potencia Máxima Neta	[MW]	27,85

Tabla 6.13 – Promedio Final para la Unidad 1

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

La Tabla 6.14 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			*20:40*	*21:10*	*21:40*	*22:10*	*22:40*	*23:10*	*23:40*	*0:10*	*0:40*	*1:10*
Cálculo promedio final												
$P_{Bruta, Corr}$	Valores utilizados para cálculo de promedio final	**[MW]**	**27,96**	**28,05**	**28,09**	**28,10**	**28,09**	**28,04**	**28,06**	**27,95**	**28,09**	**28,09**
$P_{Neta, Corr}$		**[MW]**	**27,84**	**27,92**	**27,96**	**27,97**	**27,96**	**27,92**	**27,93**	**27,82**	**27,96**	**27,96**

$P_{MAX, Bruta}$	**Potencia Máxima Bruta**	**[MW]**	**28,05**
$P_{MAX, Neta}$	Potencia Máxima Neta	[MW]	27,93

Tabla 6.14 – Promedio Final para la Unidad 2

La Tabla 6.15 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			*20:35*	*21:05*	*21:35*	*22:05*	*22:35*	*23:05*	*23:35*	*0:05*	*0:35*	*1:05*
Cálculo promedio final												
$P_{Bruta, Corr}$	Valores utilizados para cálculo de promedio final	**[MW]**	**27,01**	**27,04**	**26,94**	**27,01**	**27,05**	**27,06**	**27,16**	**27,18**	**27,19**	**27,17**
$P_{Neta, Corr}$		**[MW]**	**27,01**	**27,04**	**26,94**	**27,01**	**27,05**	**27,06**	**27,16**	**27,18**	**27,19**	**27,17**

$P_{MAX, Bruta}$	**Potencia Máxima Bruta**	**[MW]**	**27,08**
$P_{MAX, Neta}$	Potencia Máxima Neta	[MW]	27,08

Tabla 6.15 – Promedio Final para la Unidad 3

La Tabla 6.16 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			*21:10*	*21:40*	*22:10*	*22:40*	*23:10*	*23:40*	*0:10*	*0:40*	*1:10*	*1:40*
Cálculo promedio final												
$P_{Bruta, Corr}$	Valores utilizados para cálculo de promedio final	**[MW]**	**81,43**	**81,28**	**81,11**	**81,01**	**80,85**	**80,42**	**80,21**	**79,92**	**79,50**	**79,11**
$P_{Neta, Corr}$		**[MW]**	**81,20**	**81,04**	**80,87**	**80,77**	**80,61**	**80,19**	**79,97**	**79,68**	**79,26**	**78,88**

$P_{MAX, Bruta}$	**Potencia Máxima Bruta**	**[MW]**	**80,48**
$P_{MAX, Neta}$	Potencia Máxima Neta	[MW]	80,25

Tabla 6.16 – Promedio Final para la Central completa

6.6 Tabla Resumen general

Todos los cálculos presentados anteriormente se resumen a continuación.

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

Tabla 6.17 – Resumen general para la Unidad 1

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*	
Variables Primarias													
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,992	0,993	0,993	0,994	0,994	0,995	0,995	0,994	0,994	0,994	
$P_{BRUTA\ U1}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 1	[MW]	27,91	27,96	28,00	28,00	28,00	28,04	28,00	28,01	28,03	28,05	
$P_{BRUTA\ U2}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 2	[MW]	11,91	11,91	11,91	11,91	11,91	11,91	11,90	11,91	11,90	11,91	Mediciones
$P_{BRUTA\ U3}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 3	[MW]	12,47	12,64	12,06	11,59	12,19	11,56	11,97	11,58	11,68	11,24	
P_{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,24	0,24	
$P_{SSAA\ U1}$	Potencia consumida por los servicios auxiliares de la unidad 1	[MW]	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13	
$P_{NETA\ U1}$	Potencia Neta de la unidad 1	[MW]	27,79	27,83	27,87	27,87	27,87	27,91	27,88	27,88	27,90	27,92	$P_{Neta} = (P_{Bruta\ U1} - P_{SSAA\ U1})$
Variables Secundarias													
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	[msnm]	736,349	736,419	736,494	736,562	736,551	736,613	736,536	736,530	736,574	736,619	Mediciones
Frec	Velocidad de Rotación - Para estabilidad	[Hz]	49,95	49,93	49,99	50,02	49,98	50,03	50,00	50,03	50,02	50,07	
Verificación de condiciones de estabilidad													
$P_{NETA\ U1}$	Potencia Neta de la unidad 1	1,50%	0,06%	0,11%	0,15%	0,16%	0,16%	0,13%	0,15%	0,12%	0,13%	0,11%	
$P_{BRUTA\ U1}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 1	1,50%	0,06%	0,11%	0,15%	0,15%	0,16%	0,13%	0,15%	0,12%	0,13%	0,11%	
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,01%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	Cálculos de Desvío Estándar y comparación con el límite establecido por norma
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,05%	0,02%	0,03%	0,04%	0,03%	0,02%	0,03%	0,02%	0,03%	0,02%	
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,06%	0,05%	0,13%	0,05%	0,11%	0,04%	0,07%	0,02%	0,03%	0,04%	
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
Determinación pérdidas totales													
$L_{TOTALES}$	Consumos internos (SSAA)	[MW]	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13	$L_{TOTALES} = P_{SSAA\ U1}$
Correcciones a la Potencia bruta													
L_{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	24,94	25,62	25,72	25,92	26,39	26,77	26,73	26,09	26,19	26,24	Diferencia de kW en la curva de FP (FP_{ens} vs 0.95)
$P_{Bruta,\ Corr}$	**Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico**	**[MW]**	**27,89**	**27,93**	**27,97**	**27,98**	**27,98**	**28,01**	**27,98**	**27,98**	**28,01**	**28,02**	$P_{Bruta,Corr} = (P_{Bruta} - L_{FP})$
Cálculo promedio final													
$P_{Bruta,\ Corr}$	Valores utilizados para cálculo de promedio final	**[MW]**	**27,89**	**27,93**	**27,97**	**27,98**	**27,98**	**28,01**	**27,98**	**27,98**	**28,01**	**28,02**	Selección de los test-run promediables
$P_{Neta,\ Corr}$		**[MW]**	**27,77**	**27,80**	**27,84**	**27,85**	**27,85**	**27,88**	**27,86**	**27,85**	**27,88**	**27,89**	$P_{Neta,Corr} = P_{Bruta,Corr} - L_{Totales}$

$P_{MAX,\ Bruta}$	**Potencia Máxima Bruta**	**[MW]**	**27,97**
$P_{MAX,\ Neta}$	Potencia Máxima Neta	[MW]	27,85

P: EE-2021-115/I: EE-EN-2021-2270/R: A
No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.
www.estudios-electricos.com

P: EE-2021-115/I: EE-EN-2021-2270/R: A
No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

Tabla 6.18 – Resumen general para la Unidad 2

Períodos													
Test Run n°		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora			*20:40*	*21:10*	*21:40*	*22:10*	*22:40*	*23:10*	*23:40*	*0:10*	*0:40*	*1:10*	
Variables Primarias													
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,995	0,995	0,995	0,996	0,995	0,996	0,996	0,996	0,996	0,996	
$P_{BRUTA\ U1}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 1	[MW]	12,16	11,42	11,27	11,37	11,37	12,57	12,39	11,98	11,76	11,80	
$P_{BRUTA\ U2}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 2	[MW]	27,99	28,08	28,12	28,13	28,12	28,07	28,09	27,98	28,12	28,12	Mediciones
$P_{BRUTA\ U3}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 3	[MW]	12,22	11,41	11,26	11,36	11,32	12,53	12,31	12,04	11,70	11,77	
P_{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,22	0,24	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	
$P_{SSAA\ U2}$	Potencia consumida por los servicios auxiliares de la unidad 2	[MW]	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	
$P_{NETA\ U2}$	Potencia Neta de la unidad 2	[MW]	27,87	27,95	27,99	28,00	27,98	27,94	27,96	27,85	27,99	27,99	$P_{Neta} = (P_{Bruta\ U2} - P_{SSAA\ U2})$
Variables Secundarias													
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	[msnm]	736,366	736,578	736,674	736,687	736,680	736,557	736,603	736,615	736,670	736,676	Mediciones
Frec	Velocidad de Rotación - Para estabilidad	[Hz]	49,98	50,05	50,07	50,06	50,05	49,94	49,96	50,00	50,02	50,02	
Verificación de condiciones de estabilidad													
$P_{NETA\ U2}$	Potencia Neta de la unidad 2	1,50%	0,18%	0,12%	0,10%	0,12%	0,09%	0,14%	0,13%	0,17%	0,09%	0,07%	
$P_{BRUTA\ U2}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 2	1,50%	0,18%	0,12%	0,10%	0,12%	0,09%	0,14%	0,13%	0,17%	0,09%	0,07%	
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	Cálculos de Desvío Estándar y comparación con el límite establecido por norma
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,02%	0,02%	0,01%	0,01%	0,02%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,12%	0,08%	0,05%	0,05%	0,04%	0,05%	0,13%	0,11%	0,05%	0,06%	
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
Determinación pérdidas totales													
$L_{TOTALES}$	Consumos internos (SSAA)	[MW]	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	$L_{TOTALES} = P_{SSAA\ U2}$
Correcciones a la Potencia bruta													
L_{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	26,98	26,98	27,04	27,13	26,97	27,18	27,26	27,23	27,11	27,15	Diferencia de kW en la curva de FP (FP_{ens} vs 0.95)
$P_{Bruta,\ Corr}$	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	27,96	28,05	28,09	28,10	28,09	28,04	28,06	27,95	28,09	28,09	$P_{Bruta,Corr} = (P_{Bruta} - L_{FP})$
Cálculo promedio final													
$P_{Bruta,\ Corr}$	Valores utilizados para cálculo de promedio final	**[MW]**	**27,96**	**28,05**	**28,09**	**28,10**	**28,09**	**28,04**	**28,06**	**27,95**	**28,09**	**28,09**	Selección de los test-run promediables
$P_{Neta,\ Corr}$		**[MW]**	**27,84**	**27,92**	**27,96**	**27,97**	**27,96**	**27,92**	**27,93**	**27,82**	**27,96**	**27,96**	$P_{Neta,Corr} = P_{Bruta,Corr} - L_{Totales}$

$P_{MAX,\ Bruta}$	**Potencia Máxima Bruta**	**[MW]**	**28,05**
$P_{MAX,\ Neta}$	Potencia Máxima Neta	[MW]	27,93

www.estudios-electricos.com

P: EE-2021-115/I: EE-EN-2021-2270/R: A
No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

Tabla 6.19 – Resumen general para la Unidad 3

Períodos												
Test Run n°		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora			*20:35*	*21:05*	*21:35*	*22:05*	*22:35*	*23:05*	*23:35*	*0:05*	*0:35*	*1:05*	
Variables Primarias													
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,994	0,993	0,993	0,993	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	
$P_{BRUTA\ U1}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 1	[MW]	12,54	12,26	15,73	16,32	16,04	16,20	13,53	13,22	12,79	12,76	
$P_{BRUTA\ U2}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 2	[MW]	11,89	11,89	16,07	16,77	15,87	15,86	14,55	13,88	13,88	13,87	Mediciones
$P_{BRUTA\ U3}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 3	[MW]	27,04	27,06	26,96	27,04	27,07	27,08	27,19	27,21	27,21	27,20	
P_{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	
$P_{SSAA\ U3}$	Potencia consumida por los servicios auxiliares de la unidad 3	[MW]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	*La unidad 3 no alimenta sus consumos auxiliares
$P_{NETA\ U3}$	Potencia Neta de la unidad 3	[MW]	27,04	27,06	26,96	27,04	27,07	27,08	27,19	27,21	27,21	27,20	
Variables Secundarias													
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	[msnm]	736,230	736,353	736,099	735,951	736,105	736,109	736,359	736,465	736,504	736,509	Mediciones
Frec	Velocidad de Rotación - Para estabilidad	[Hz]	49,94	49,97	50,04	50,06	49,99	49,97	50,04	49,98	50,02	50,03	
Verificación de condiciones de estabilidad													
$P_{BRUTA\ U3}$	Potencia Bruta medida en bornes de máquina de la unidad 3	1,50%	0,11%	0,12%	0,16%	0,21%	0,14%	0,13%	0,24%	0,13%	0,14%	0,16%	
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,02%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	Cálculos de Desvío Estándar y comparación con el límite establecido por norma
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,03%	0,02%	0,02%	0,03%	0,03%	0,02%	0,02%	0,01%	0,02%	0,02%	
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,09%	0,06%	0,08%	0,07%	0,08%	0,05%	0,08%	0,11%	0,08%	0,07%	
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
Determinación pérdidas totales													
$L_{TOTALES}$	Consumos internos (SSAA)	[MW]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*La unidad 3 no alimenta sus consumos auxiliares
Correcciones a la Potencia bruta													
L_{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	25,32	25,18	24,92	25,17	25,50	25,61	25,58	25,54	25,63	25,56	Diferencia de kW en la curva de FP (FP_{ens} vs 0.95)
$P_{Bruta,\ Corr}$	**Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico**	**[MW]**	**27,01**	**27,04**	**26,94**	**27,01**	**27,05**	**27,06**	**27,16**	**27,18**	**27,19**	**27,17**	$P_{Bruta,Corr} = (P_{Bruta} - L_{FP})$
Cálculo promedio final													
$P_{Bruta,\ Corr}$	Valores utilizados para cálculo de promedio final	**[MW]**	**27,01**	**27,04**	**26,94**	**27,01**	**27,05**	**27,06**	**27,16**	**27,18**	**27,19**	**27,17**	Selección de los test-run promediables
$P_{Neta,\ Corr}$		**[MW]**	**27,01**	**27,04**	**26,94**	**27,01**	**27,05**	**27,06**	**27,16**	**27,18**	**27,19**	**27,17**	$P_{Neta,Corr} = P_{Bruta,Corr} - L_{Totales}$

$P_{MAX,\ Bruta}$	**Potencia Máxima Bruta**	**[MW]**	**27,08**
$P_{MAX,\ Neta}$	Potencia Máxima Neta	[MW]	27,08

www.estudios-electricos.com

P: EE-2021-115/I: EE-EN-2021-2270/R: A
No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

Tabla 6.20 – Resumen general para la Central completa

Períodos												
Test Run n°		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora			*21:10*	*21:40*	*22:10*	*22:40*	*23:10*	*23:40*	*0:10*	*0:40*	*1:10*	*1:40*	
Variables Primarias													
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	0,990	0,991	0,990	0,990	0,990	0,990	0,991	0,991	0,989	0,988	
P_{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	27,63	27,56	27,47	27,41	27,32	27,27	27,10	26,90	26,53	26,20	
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,993	0,993	0,993	0,993	0,992	
P_{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	27,70	27,66	27,61	27,58	27,54	27,20	27,17	27,12	27,09	27,05	Mediciones
FP3	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 3	-	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,989	0,989	0,990	0,990	0,989	
P_{BRUTA3}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	[MW]	26,16	26,13	26,11	26,09	26,06	26,02	26,00	25,97	25,95	25,92	
P_{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,24	0,24	0,24	0,23	
P_{NETA}	Potencia Neta de la Central completa	[MW]	81,27	81,10	80,95	80,85	80,70	80,27	80,02	79,74	79,33	78,93	$P_{Neta} = (P_{Bruta\ U1} + P_{Bruta\ U2} + P_{Bruta\ U3}) - P_{SSAA}$
Variables Secundarias													
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	[msnm]	734,138	734,035	733,954	733,861	733,770	733,712	733,614	733,513	733,411	733,299	
Frec	Velocidad de Rotación - Para estabilidad	[Hz]	50,01	50,01	50,06	50,02	50,05	50,02	50,02	49,97	50,01	50,04	Mediciones
Verificación de condiciones de estabilidad													
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	2,00%	0,02%	0,03%	0,09%	0,05%	0,05%	0,05%	0,03%	0,03%	0,05%	0,02%	
P_{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	1,50%	0,11%	0,17%	0,10%	0,09%	0,13%	0,17%	0,26%	0,21%	0,50%	0,48%	
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	2,00%	0,01%	0,02%	0,02%	0,01%	0,01%	0,03%	0,02%	0,02%	0,03%	0,01%	
P_{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	1,50%	0,15%	0,10%	0,11%	0,07%	0,12%	0,15%	0,16%	0,12%	0,15%	0,10%	
FP3	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 3	2,00%	0,03%	0,02%	0,03%	0,02%	0,02%	0,04%	0,02%	0,02%	0,04%	0,02%	Cálculos de Desvío Estándar y comparación con el límite establecido por norma
P_{BRUTA3}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	1,50%	0,13%	0,09%	0,09%	0,09%	0,10%	0,09%	0,13%	0,10%	0,11%	0,11%	
P_{NETA}	Potencia Neta	1,50%	0,13%	0,07%	0,05%	0,07%	0,07%	0,09%	0,16%	0,10%	0,21%	0,21%	
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%	0,07%	0,06%	0,06%	0,07%	0,10%	0,10%	0,09%	0,09%	0,07%	
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
Determinación pérdidas totales													
$P_{Bruta,\ No\ Corr}$	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	81,50	81,35	81,19	81,08	80,92	80,50	80,28	79,99	79,57	79,18	$P_{Bruta,\ No\ Corr} = P_{Bruta,\ No\ Corr,\ U1} + P_{Bruta,\ No\ Corr,\ U2} + P_{Bruta,\ No\ Corr,\ U3}$
$P_{Neta,\ No\ Corr}$	Potencia Neta - Total	[MW]	81,27	81,11	80,95	80,84	80,68	80,27	80,04	79,75	79,33	78,94	$P_{Neta,\ No\ Corr} = P_{Bruta,\ No\ Corr,\ U1} + P_{Bruta,\ No\ Corr,\ U2} + P_{Bruta,\ No\ Corr,\ U3} - L_{TOTALES}$
$L_{TOTALES}$	Consumos internos (SSAA)	[MW]	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,24	0,24	0,24	0,23	$L_{TOTALES} = P_{SSAA}$
Correcciones a la Potencia bruta													
$L_{FP,\ U1}$	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 1	[kW]	23,63	23,91	23,43	23,29	22,97	23,08	23,57	23,44	22,36	21,54	
$L_{FP,\ U2}$	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 2	[kW]	25,86	25,92	25,90	25,90	25,78	24,94	24,82	24,88	24,79	24,54	Diferencia de kW en la curva de FP (FP_{ens} vs 0.95)
$L_{FP,\ U3}$	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 3	[kW]	22,34	22,49	22,52	22,45	22,45	22,27	22,17	22,39	22,24	21,94	
$P_{Bruta,\ Corr,\ U1}$	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	27,61	27,54	27,45	27,39	27,30	27,24	27,08	26,87	26,51	26,18	$P_{Bruta,\ Corr,\ U1} = P_{bruta,\ No\ Corr,\ U1} - L_{FP,\ U1}$
$P_{Bruta,\ Corr,\ U2}$		[MW]	27,68	27,63	27,58	27,56	27,52	27,18	27,15	27,09	27,06	27,03	$P_{Bruta,\ Corr,\ U2} = P_{bruta,\ No\ Corr,\ U2} - L_{FP,\ U2}$
$P_{Bruta,\ Corr,\ U3}$		[MW]	26,14	26,11	26,09	26,07	26,03	26,00	25,98	25,95	25,92	25,90	$P_{Bruta,\ Corr,\ U3} = P_{bruta,\ No\ Corr,\ U3} - L_{FP,\ U3}$
Cálculo promedio final													
$P_{Bruta,\ Corr}$	Valores utilizados para cálculo de promedio final	**[MW]**	**81,43**	**81,28**	**81,11**	**81,01**	**80,85**	**80,42**	**80,21**	**79,92**	**79,50**	**79,11**	$P_{Bruta,\ Corr} = P_{Bruta,\ Corr,\ U1} + P_{Bruta,\ Corr,\ U2} + P_{Bruta,\ No\ Corr,\ U3}$
$P_{Neta,\ Corr}$		**[MW]**	**81,20**	**81,04**	**80,87**	**80,77**	**80,61**	**80,19**	**79,97**	**79,68**	**79,26**	**78,88**	$P_{Neta,\ Corr} = P_{Bruta,\ Corr} - L_{Totales}$

$P_{MAX,\ Bruta}$	**Potencia Máxima Bruta**	**[MW]**	**80,48**
$P_{MAX,\ Neta}$	Potencia Máxima Neta	[MW]	80,25

www.estudios-electricos.com

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 6.21 y en la Tabla 6.22 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 (θ)	Incertidumbre sistémica (Bx*θ*ts,v)	Incertidumbre aleatoria (Sx*θ*ts,v)
P_{BRUTA}	[kW]	27999,63	35,413	22	2,074	205,75	7,55	1,024	436,84	16,03
FP	[-]	0,994	0,000	24	2,064	0,007	0,0001	-593,95	-8,95	-0,07
								U_R	437,22	[kW]

Tabla 6.21 – 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 (θ)	Incertidumbre sistémica (Bx*θ*ts,v)	Incertidumbre aleatoria (Sx*θ*ts,v)
P_{BRUTA}	[kW]	27999,63	35,41	22	2,074	205,75	7,55	1,024	436,84	16,03
FP	[-]	0,994	0,000	24	2,064	0,007	0,0001	-593,951	-8,95	-0,07
P_{SSAA}	[kW]	237,913	2,730	946	1,960	2,060	0,0888	-1,000	-4,04	-0,17
								U_R	437,24	[kW]

Tabla 6.22 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la Unidad 1

En la Tabla 6.23 y en la Tabla 6.24 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%.

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

Cálculo de incertidumbre - Potencia Bruta

Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad (θ)	Incertidumbre sistémica (Bx*θ*ts,v)	Incertidumbre aleatoria (Sx*θ*ts,v)
P_{BRUTA}	[kW]	11810,20	14,298	27	2,052	86,79	2,75	1,122	199,85	6,34
FP	[-]	0,996	0,000	23	2,069	0,007	0,0000	-589,20	-8,92	-0,03
								U_R	200,15	[kW]

Tabla 6.23 – 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 (θ)	Incertidumbre sistémica (Bx*θ*ts,v)	Incertidumbre aleatoria (Sx*θ*ts,v)
P_{BRUTA}	[kW]	11810,20	14,30	27	2,052	86,79	2,75	1,122	199,85	6,34
FP	[-]	0,996	0,000	23	2,069	0,007	0,0000	-589,203	-8,92	-0,03
P_{SSAA}	[kW]	236,083	3,143	1041	1,960	2,045	0,0974	-1,000	-4,01	-0,19
								U_R	200,19	[kW]

Tabla 6.24 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la Unidad 2

En la Tabla 6.25 y en la Tabla 6.26 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 (θ)	Incertidumbre sistémica (Bx*θ*ts,v)	Incertidumbre aleatoria (Sx*θ*ts,v)
P_{BRUTA}	[kW]	14139,82	21,571	26	2,056	103,91	4,23	1,059	110,02	9,21
FP	[-]	0,994	0,000	26	2,056	0,007	0,0000	-578,15	-4,22	-0,05
								U_R	110,49	[kW]

Tabla 6.25 – 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 (θ)	Incertidumbre sistémica (Bx*θ*ts,v)	Incertidumbre aleatoria (Sx*θ*ts,v)
P_{BRUTA}	[kW]	14139,82	21,57	26	2,056	103,91	4,23	1,059	110,02	9,21
FP	[-]	0,994	0,000	26	2,056	0,007	0,0000	-578,153	-4,22	-0,05
								UR	110,49	[kW]

Tabla 6.26 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la Unidad 3

En la Tabla 6.27 y en la Tabla 6.28 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 (θ)	Incertidumbre sistémica (Bx*θ*ts,v)	Incertidumbre aleatoria (Sx*θ*ts,v)
$P_{BRUTA-U1}$	[kW]	27139,53	61,908	22	2,080	199,434	13,199	1,025	425,04	28,13
FP_{U1}	[-]	0,990	0,0004	25	2,064	0,007	0,0001	-578,73	-8,69	-0,10
$P_{BRUTA-U2}$	[kW]	27373,02	33,034	23	2,074	201,150	6,888	1,031	429,93	14,72
FP_{U2}	[-]	0,993	0,0002	25	2,064	0,007	0,0000	-582,90	-8,78	-0,04
$P_{BRUTA-U3}$	[kW]	26043,83	27,241	25	2,064	191,382	5,4481	1,042	411,44	11,71
FP_{U3}	[-]	0,990	0,0002	22	2,080	0,007	0,0001	-562,36	-8,51	-0,06
								U_R	732,22	[kW]

Tabla 6.27 – 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 (θ)	Incertidumbre sistémica (Bx*θ*ts,v)	Incertidumbre aleatoria (Sx*θ*ts,v)
$P_{BRUTA-U1}$	[kW]	27139,53	61,908	22	2,080	199,434	13,199	1,025	425,04	28,13
FP_{U1}	[-]	0,990	0,0004	25	2,064	0,007	0,0001	-578,73	-8,69	-0,10
$P_{BRUTA-U2}$	[kW]	27373,02	33,034	23	2,074	201,150	6,888	1,031	429,93	14,72
FP_{U2}	[-]	0,993	0,0002	25	2,064	0,007	0,0000	-582,90	-8,78	-0,04
$P_{BRUTA-U3}$	[kW]	26043,83	27,241	25	2,064	191,382	5,448	1,042	411,44	11,71
FP_{U3}	[-]	0,990	0,0002	22	2,080	0,007	0,0001	-562,36	-8,51	-0,06
P_{SSAA}	[kW]	0,237	0,0133	878	1,960	0,002	0,0004	-1,00	-0,004	-0,001
								U_R	732,22	[kW]

Tabla 6.28 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la Central completa

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

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 Sauzal.

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 Sauzal, 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 Sauzal U1		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	27,9996
	Bruta Corregida [MW]	**27,9736**
	Neta Calculada [MW]	27,8716
	Neta Corregida [MW]	**27,8456**
Servicios Auxiliares	Potencia [MW]	0,1280

Resumen de resultados Sauzal U2		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	28,0805
	Bruta Corregida [MW]	**28,0534**
	Neta Calculada [MW]	27,9522
	Neta Corregida [MW]	**27,9251**
Servicios Auxiliares	Potencia [MW]	0,1283

Resumen de resultados Sauzal U3		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	27,1062
	Bruta Corregida [MW]	**27,0808**
	Neta Calculada [MW]	27,1062
	Neta Corregida [MW]	**27,0808**
Servicios Auxiliares[4]	Potencia [MW]	-

[4] La unidad 3 no alimenta sus consumos auxiliares propios. Las unidades de la central alimentan sus consumos propios desde la barra de 13.2 kV de la Unidad 1 o desde la barra de 13.2 kV de la Unidad 2.

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

Resumen de resultados CH Sauzal Completa		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	80,5545
	Bruta Corregida [MW]	**80,4837**
	Neta Calculada [MW]	80,3162
	Neta Corregida [MW]	**80,2469**
Servicios Auxiliares	Potencia [MW]	0,2367

P: EE-2021-115/I: EE-EN-2021-2270/R: A
No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

8 NORMATIVA

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

No se autorizan copias del presente documento sin
autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

9 ANEXOS

9.1 Características Turbina y Generador

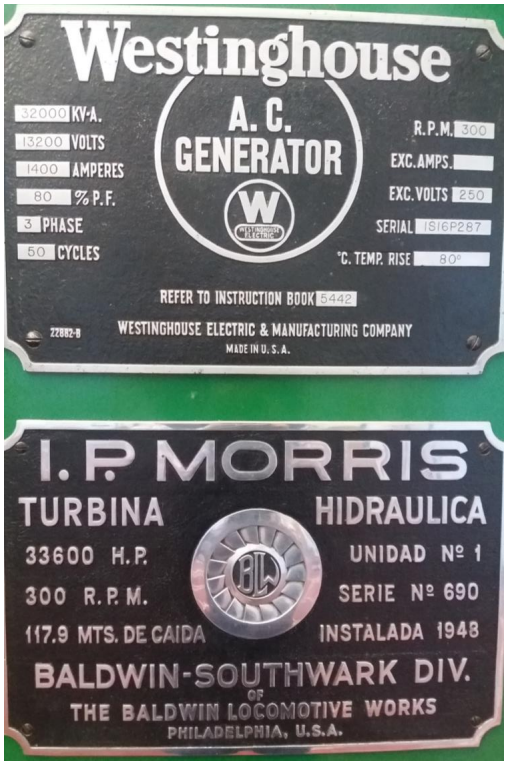


Figura 9.1 – Datos de placa de generador y turbina – Unidad 1

Figura 9.2 – Datos de placa de generador y turbina – Unidad 2 y 3

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

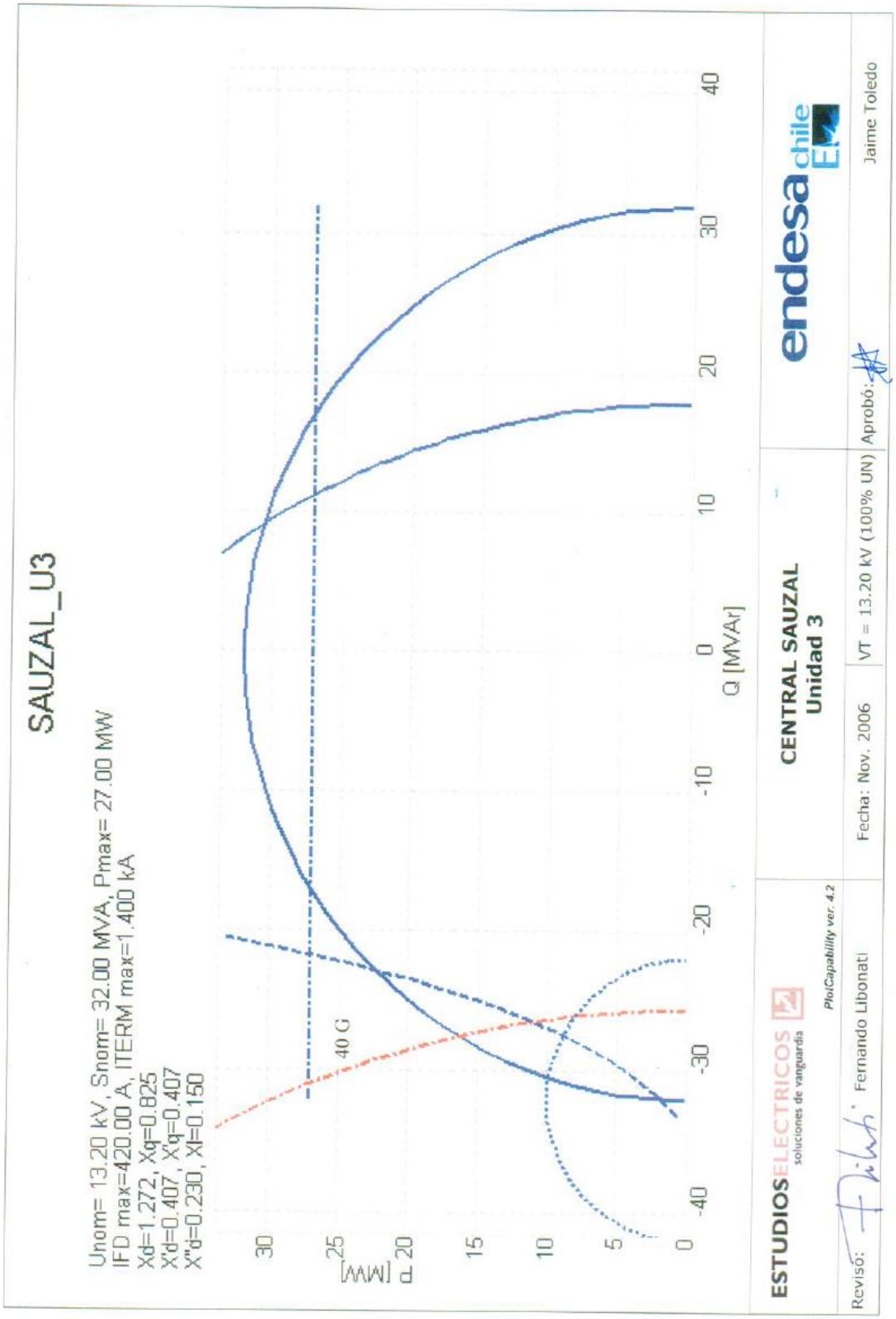


Figura 9.3 – Curva de Capacidad

P: EE-2021-115/I: EE-EN-2021-2270/R: A
No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

9.2 Puntos de medición

9.2.1 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 2000/5 A y la relación del TTPP es de 14400/120 V.

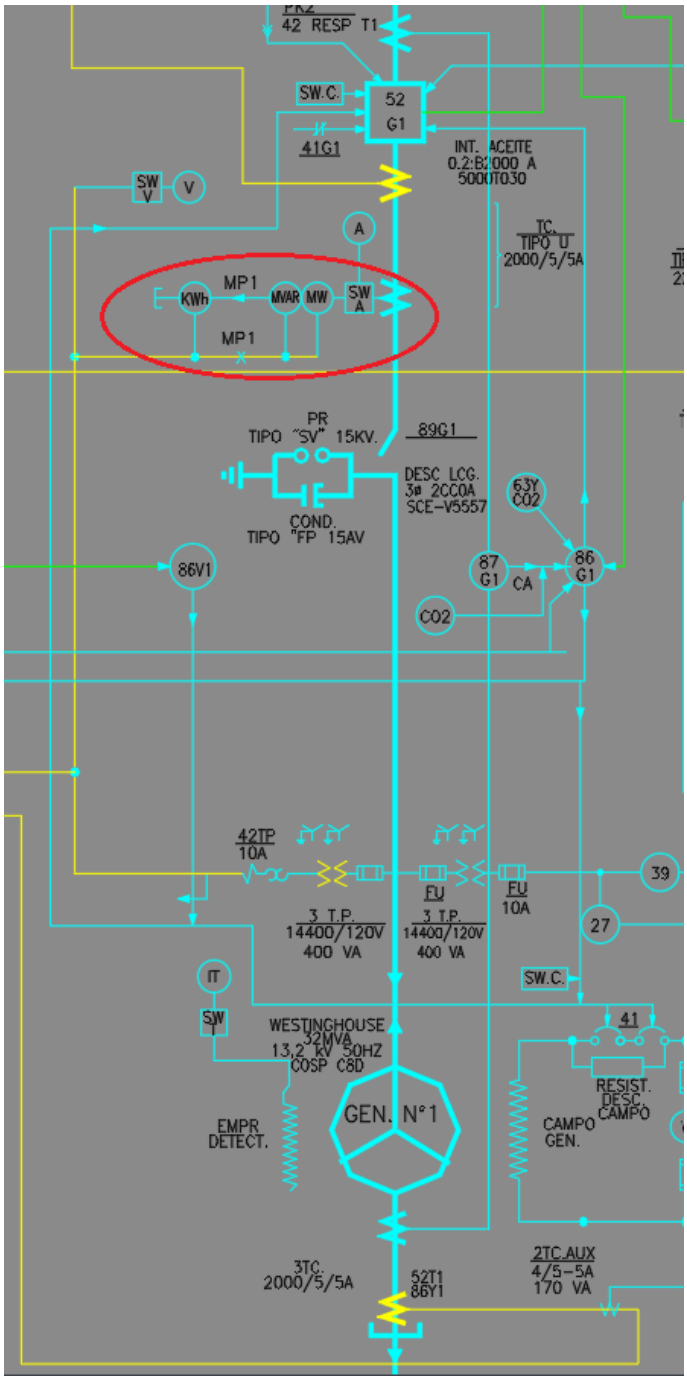


Figura 9.4 – Puntos de medición de tensión y corriente para medidor de Potencia bruta y factor de potencia

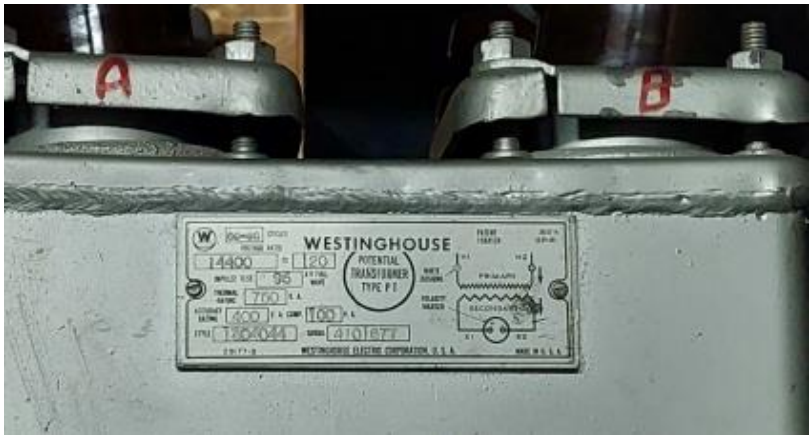


Figura 9.5 – Foto de placa transformador de tensión

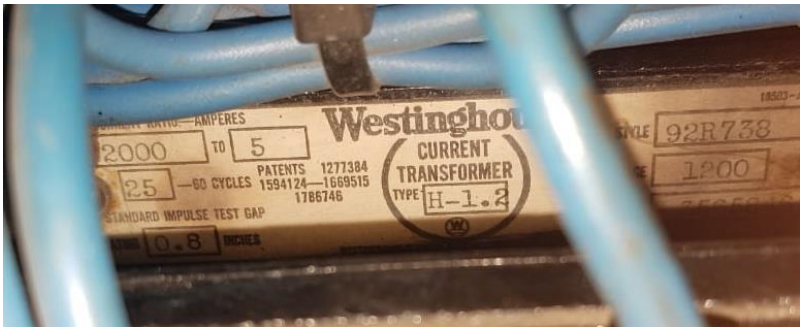


Figura 9.6 – Foto de placa transformador de corriente

En las siguientes imágenes se presentan las fotos de placa de los medidores de potencia bruta:

Figura 9.7 – Datos de placa medidor de potencia bruta y factor de potencia - Unidad U1

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

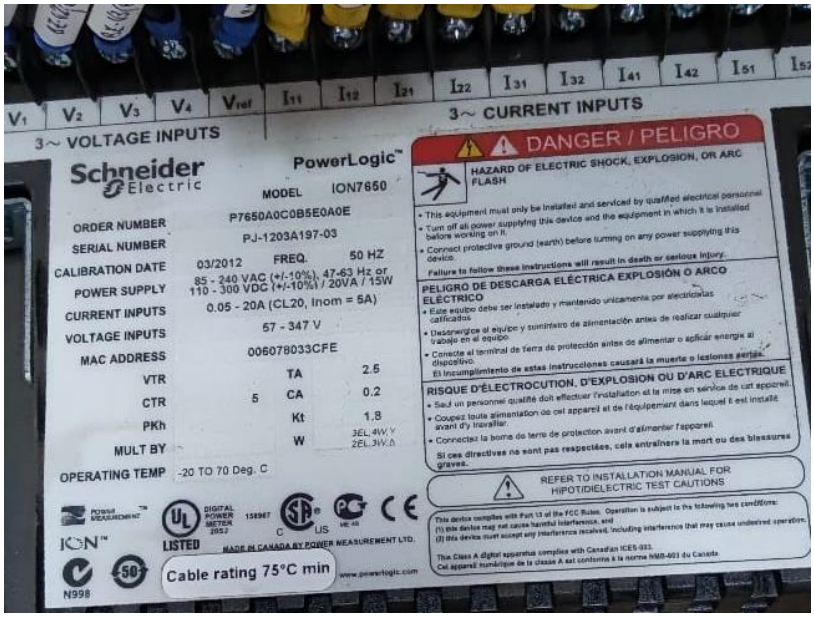


Figura 9.8 – Datos de placa medidor de potencia bruta y factor de potencia - Unidad U2

Figura 9.9 – Datos de placa medidor de potencia bruta y factor de potencia - Unidad U3

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

9.2.2 Servicios Auxiliares

Para la medición de potencia de los servicios auxiliares se utilizó el medidor ION 7300, que el Coordinado tiene en sus instalaciones. El equipo se conecta a los núcleos de los transformadores PT y CT, de relación 14.4/0.12 kV y 2000/5 A, respectivamente. Se utilizan los transformadores de corriente ubicados del lado de alta tensión del transformador de SSAA.

En el siguiente unilineal general se pueden identificar los medidores y puntos de medición de los consumos auxiliares de la central:

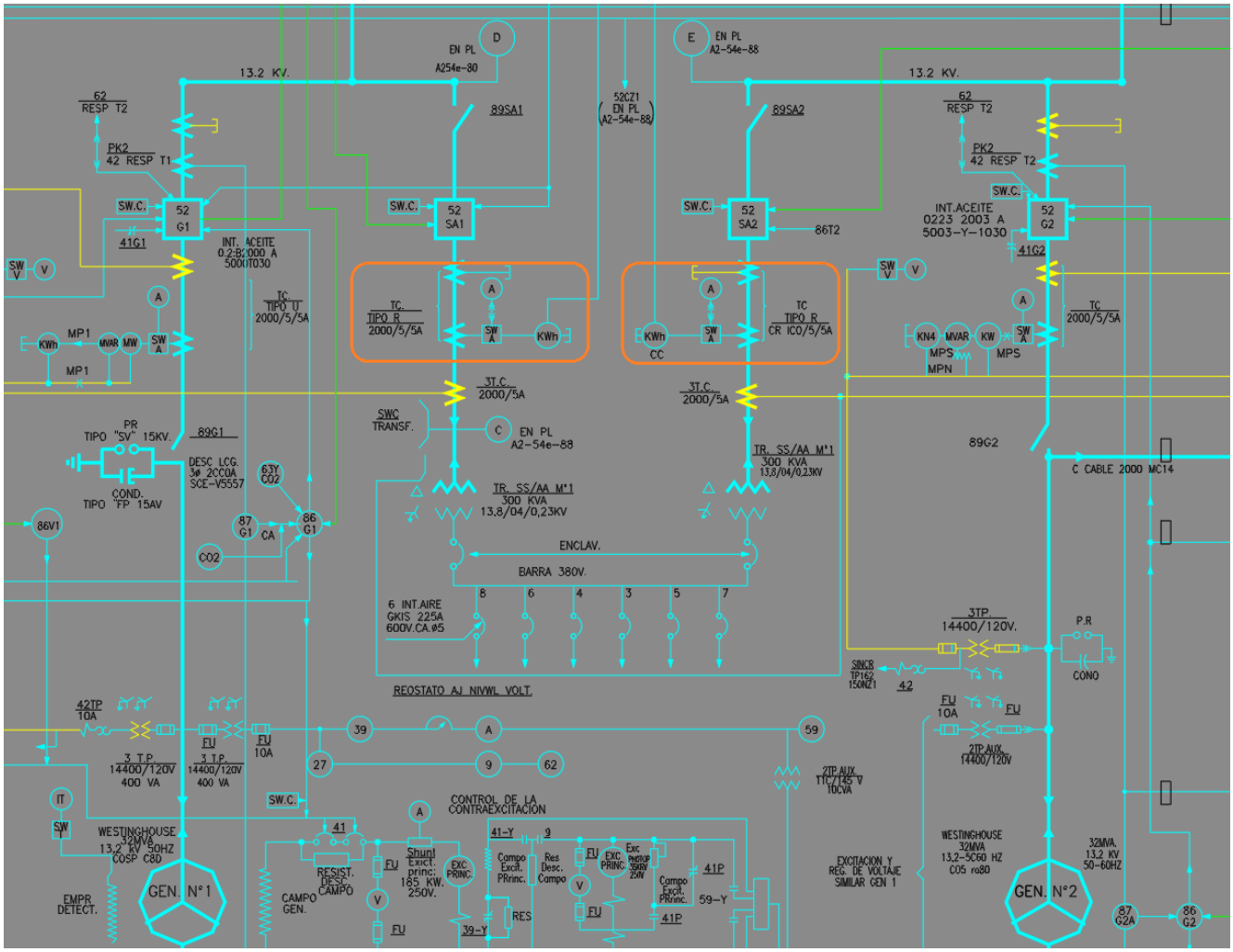


Figura 9.10 – Medidores de consumos de SSAA de la central

En las siguientes imágenes se presentan las fotos de placa de los medidores de potencia de SSAA:

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

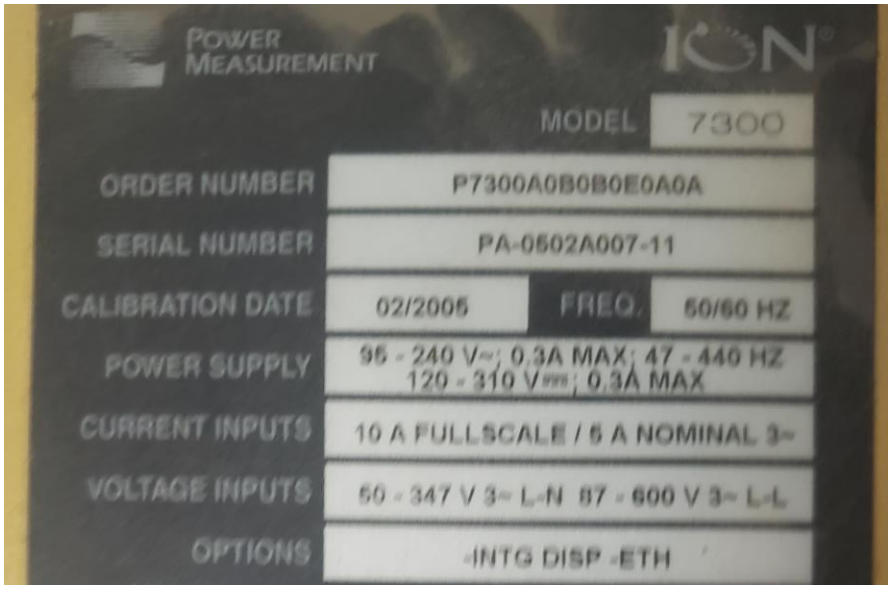


Figura 9.11 – Datos de placa medidor de potencia de SSAA 1

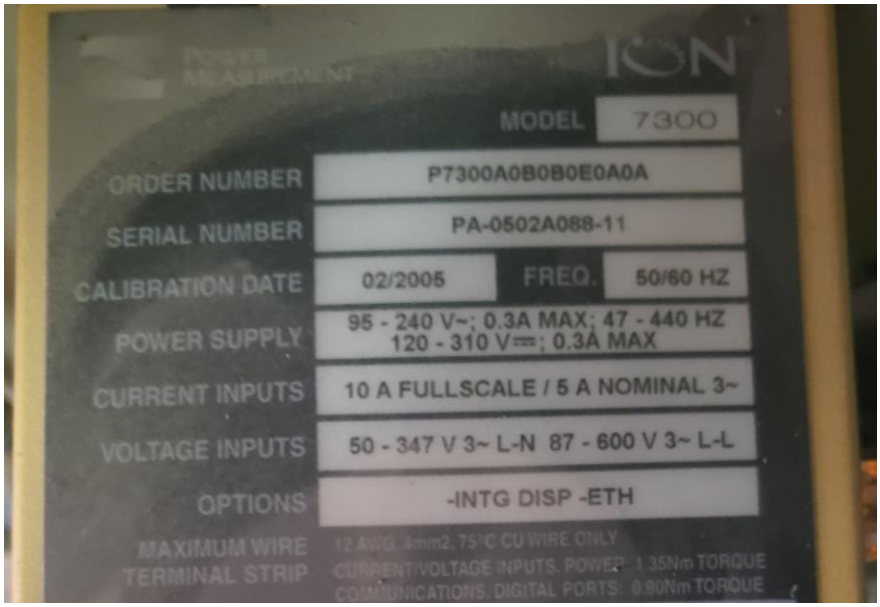


Figura 9.12 – Datos de placa medidor de potencia de SSAA 2

No se autorizan copias del presente documento sin
autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

9.3 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.

9.3.1 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 minuto y se ha entregado en formato csv.

A continuación, se incluye el certificado de calibración.

No se autorizan copias del presente documento sin
autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

FT-LAB-7.8c

TECNORED

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

FOLIO: 38479

ANTECEDENTES DEL CLIENTE	
N° / Fecha de Solicitud	: OC 4500343161
Fecha Calibración	: 23.11.2021
Medidor	: ION 7650
Cliente	: Enel Chile S.A.
Instalación	: Unidad 1
Subestación	: Central Sauzal

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR	
Marca	: Schneider Electric
Modelo	: M7650A0C0B5E0B0E
N° de Serie	: MJ-1303A090-03
Estado	: En Servicio
Año Fabricación	: 2013
Clase Exactitud (%)	: 0.2
Constante Med.	: 1

PATRON DE CALIBRACIÓN	
Marca	: MTE
Modelo	: PTS 3.3 genX
N° Serie	: 95502
Clase de Exactitud	: 0,05
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnored

CONDICIONES DE MEDIDA		
Lugar de Calibracion	: Central Sauzal	
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°)	: 18.9	
Humedad (%)	: 48,1	
Calibrador	: O. Vergara - I.Llanos	

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA

				Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0.036	± 0.2	-0.022	± 0.2
2	123	100	0.5	-0.033	± 0.3	-0.026	± 0.3
3	123	10	1	-0.065	± 0.2	-0.062	± 0.2
4	123	10	0.5	-0.061	± 0.3	-0.058	± 0.3
5	1	100	1	-0.048	± 0.3	-0.043	± 0.3
6	2	100	1	-0.035	± 0.3	-0.042	± 0.3
7	3	100	1	0.025	± 0.3	0.025	± 0.3
8	1	100	0.5	-0.048	± 0.4	-0.045	± 0.4
9	2	100	0.5	-0.022	± 0.4	0.013	± 0.4
10	3	100	0.5	0.029	± 0.4	0.035	± 0.4

RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA

				Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0.014	± 2.0	-0.025	± 2.0
2	123	100	0.5	0.004	± 2.0	-0.002	± 2.0
3	123	10	1	-0.064	± 2.0	-0.064	± 2.0
4	123	10	0.5	-0.079	± 2.0	-0.078	± 2.0
5	1	100	1	-0.028	± 3.0	-0.048	± 3.0
6	2	100	1	-0.016	± 3.0	-0.056	± 3.0
7	3	100	1	0.020	± 3.0	0.034	± 3.0
8	1	100	0.5	-0.019	± 3.0	-0.013	± 3.0
9	2	100	0.5	-0.054	± 3.0	0.019	± 3.0
10	3	100	0.5	0.032	± 3.0	-0.003	± 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 9.13 – Certificado de calibración medidor de potencia bruta y factor de potencia (Unidad 1)

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

FT-LAB-7.8c

TECNORED

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

FOLIO: 38480

ANTECEDENTES DEL CLIENTE	
N° / Fecha de Solicitud	: OC 4500343161
Fecha Calibración	: 23.11.2021
Medidor	: ION 7650
Cliente	: Enel Chile S.A.
Instalación	: Unidad 2
Subestación	: Central Sauzal

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR	
Marca	: Schneider Electric
Modelo	: P7650A0C0B5E0A0E
N° de Serie	: PJ-1203A197-03
Estado	: En Servicio
Año Fabricación	: 2012
Clase Exactitud (%)	: 0.2
Constante Med.	: 1

PATRON DE CALIBRACIÓN	
Marca	: MTE
Modelo	: PTS 3.3 genX
N° Serie	: 95502
Clase de Exactitud	: 0,05
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnored

CONDICIONES DE MEDIDA		
Lugar de Calibracion	: Central Sauzal	
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°)	: 18.6	
Humedad (%)	: 47.2	
Calibrador	: O. Vergara - I.Llanos	

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA

				Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0.042	± 0.2	-0.048	± 0.2
2	123	100	0.5	-0.062	± 0.3	-0.065	± 0.3
3	123	10	1	-0.050	± 0.2	-0.046	± 0.2
4	123	10	0.5	-0.082	± 0.3	-0.079	± 0.3
5	1	100	1	-0.069	± 0.3	-0.037	± 0.3
6	2	100	1	-0.037	± 0.3	-0.047	± 0.3
7	3	100	1	-0.052	± 0.3	-0.050	± 0.3
8	1	100	0.5	-0.028	± 0.4	0.007	± 0.4
9	2	100	0.5	-0.039	± 0.4	-0.083	± 0.4
10	3	100	0.5	-0.025	± 0.4	-0.042	± 0.4

RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA

				Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0.041	± 2.0	-0.042	± 2.0
2	123	100	0.5	-0.068	± 2.0	-0.068	± 2.0
3	123	10	1	-0.043	± 2.0	-0.047	± 2.0
4	123	10	0.5	-0.078	± 2.0	-0.079	± 2.0
5	1	100	1	-0.011	± 3.0	-0.073	± 3.0
6	2	100	1	0.005	± 3.0	-0.005	± 3.0
7	3	100	1	-0.029	± 3.0	-0.013	± 3.0
8	1	100	0.5	-0.064	± 3.0	-0.083	± 3.0
9	2	100	0.5	-0.035	± 3.0	-0.013	± 3.0
10	3	100	0.5	-0.051	± 3.0	-0.054	± 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 medidor de potencia bruta y factor de potencia (Unidad 2)

P: EE-2021-115/I: EE-EN-2021-2270/R: A
No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.
www.estudios-electricos.com

FT-LAB-7.8c

TECNORED

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

FOLIO: 38481

ANTECEDENTES DEL CLIENTE		
N° / Fecha de Solicitud	:	OC 4500343161
Fecha Calibración	:	23.11.2021
Medidor	:	ION 7650
Cliente	:	Enel Chile S.A.
Instalación	:	Unidad 3
Subestación	:	Central Sauzal

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR		
Marca	:	Schneider Electric
Modelo	:	P7650A0C0B5E0A0E
N° de Serie	:	PJ-1211A131-03
Estado	:	En Servicio
Año Fabricación	:	2012
Clase Exactitud (%)	:	0.2
Constante Med.	:	1
PATRON DE CALIBRACIÓN		
Marca	:	MTE
Modelo	:	PTS 3.3 genX
N° Serie	:	95502
Clase de Exactitud	:	0,05
Trazabilidad	:	Laboratorio Tecnored
CONDICIONES DE MEDIDA		
Lugar de Calibracion	:	Central Sauzal
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°)	:	22,1
Humedad (%)	:	50,2
Calibrador	:	O. Vergara - I.Llanos

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA

				Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	0.011	± 0.2	0.018	± 0.2
2	123	100	0.5	0.013	± 0.3	0.037	± 0.3
3	123	10	1	-0.050	± 0.2	-0.049	± 0.2
4	123	10	0.5	-0.059	± 0.3	-0.050	± 0.3
5	1	100	1	-0.020	± 0.3	-0.021	± 0.3
6	2	100	1	0.047	± 0.3	0.044	± 0.3
7	3	100	1	0.040	± 0.3	0.044	± 0.3
8	1	100	0.5	-0.013	± 0.4	-0.035	± 0.4
9	2	100	0.5	0.048	± 0.4	0.042	± 0.4
10	3	100	0.5	0.058	± 0.4	0.054	± 0.4

RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA

				Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	0.018	± 2.0	0.019	± 2.0
2	123	100	0.5	0.017	± 2.0	0.018	± 2.0
3	123	10	1	-0.047	± 2.0	-0.049	± 2.0
4	123	10	0.5	-0.047	± 2.0	-0.044	± 2.0
5	1	100	1	0.043	± 3.0	-0.023	± 3.0
6	2	100	1	0.043	± 3.0	0.046	± 3.0
7	3	100	1	0.051	± 3.0	0.042	± 3.0
8	1	100	0.5	-0.016	± 3.0	-0.016	± 3.0
9	2	100	0.5	0.048	± 3.0	0.038	± 3.0
10	3	100	0.5	0.051	± 3.0	0.054	± 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 medidor de potencia bruta y factor de potencia (Unidad 3)

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

9.3.2 Servicios Auxiliares

Se ha utilizado el medidor que el Coordinado tiene dentro de sus instalaciones. Este medidor es clase 0.5 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.

No se autorizan copias del presente documento sin
autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

FT-LAB-7.8c

TECNORED

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

FOLIO: 38516

ANTECEDENTES DEL CLIENTE	
N° / Fecha de Solicitud	: Correo
Fecha Calibración	: 03.12.2021
Medidor	: ION 7300
Cliente	: Enel
Instalación	: SSAA N°1
Subestación	: Central Sauzal

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR	
Marca	: Schneider Electric
Modelo	: ION7300
Nº de Serie	: PA-0502A007-11
Estado	: En Servicio
Año Fabricación	: 2005
Clase Exactitud (%)	: 0,5
Constante Med.	: 1

PATRON DE CALIBRACIÓN	
Marca	: MTE
Modelo	: PTS 3.3
N° Serie	: 29564
Clase de Exactitud	: 0,05
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnored

CONDICIONES DE MEDIDA		
Lugar de Calibracion	: Central Sauzal	
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°)	: 20,4°C	
Humedad (%)	: 49,4%	
Calibrador	: F. Cifuentes - C. Colarte	

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA

				Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,234	± 0,5	0,022	± 0,5
2	123	100	0,5	0,247	± 0,6	0,325	± 0,6
3	123	10	1	0,193	± 0,5	0,115	± 0,5
4	123	10	0,5	0,537	± 0,6	0,581	± 0,6
5	1	100	1	-0,067	± 0,6	-0,077	± 0,6
6	2	100	1	0,429	± 0,6	0,039	± 0,6
7	3	100	1	-0,192	± 0,6	-0,267	± 0,6
8	1	100	0,5	0,752	± 1,0	0,488	± 1,0
9	2	100	0,5	0,072	± 1,0	0,807	± 1,0
10	3	100	0,5	-0,490	± 1,0	0,511	± 1,0

RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA

				Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,004	± 2,0	0,028	± 2,0
2	123	100	0,5	0,201	± 2,0	0,292	± 2,0
3	123	10	1	0,103	± 2,0	0,036	± 2,0
4	123	10	0,5	0,705	± 2,0	0,613	± 2,0
5	1	100	1	0,140	± 3,0	0,012	± 3,0
6	2	100	1	0,038	± 3,0	0,077	± 3,0
7	3	100	1	-0,184	± 3,0	0,023	± 3,0
8	1	100	0,5	0,375	± 3,0	0,789	± 3,0
9	2	100	0,5	0,850	± 3,0	-0,144	± 3,0
10	3	100	0,5	0,359	± 3,0	0,097	± 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

Página 1 de 1

Figura 9.16 – Certificado de calibración medidor de servicios auxiliares (Unidad 1)

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

FT-LAB-7.8c

TECNORED

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

FOLIO: 38517

ANTECEDENTES DEL CLIENTE	
N° / Fecha de Solicitud	: Correo
Fecha Calibración	: 03.12.2021
Medidor	: ION 7300
Cliente	: Enel
Instalación	: SSAA N°2
Subestación	: Central Sauzal

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR	
Marca	: Schneider Electric
Modelo	: ION7300
N° de Serie	: PA-0502A088-11
Estado	: N/A
Año Fabricación	: 2005
Clase Exactitud (%)	: 0,5
Constante Med.	: 1

PATRON DE CALIBRACIÓN	
Marca	: MTE
Modelo	: PTS 3.3
N° Serie	: 29564
Clase de Exactitud	: 0,05
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnored

CONDICIONES DE MEDIDA		
Lugar de Calibracion	: Central Sauzal	
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°)	: 20,4°C	
Humedad (%)	: 49,4%	
Calibrador	: F. Cifuentes - C. Colarte	

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA

				Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	0,013	± 0,5	0,090	± 0,5
2	123	100	0,5	-0,203	± 0,6	-0,013	± 0,6
3	123	10	1	0,015	± 0,5	0,086	± 0,5
4	123	10	0,5	0,213	± 0,6	0,223	± 0,6
5	1	100	1	-0,037	± 0,6	0,293	± 0,6
6	2	100	1	0,043	± 0,6	0,039	± 0,6
7	3	100	1	0,000	± 0,6	-0,069	± 0,6
8	1	100	0,5	0,320	± 1,0	0,060	± 1,0
9	2	100	0,5	0,154	± 1,0	0,807	± 1,0
10	3	100	0,5	0,134	± 1,0	0,261	± 1,0

RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA

				Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,034	± 2,0	-0,006	± 2,0
2	123	100	0,5	-0,025	± 2,0	-0,040	± 2,0
3	123	10	1	-0,020	± 2,0	0,038	± 2,0
4	123	10	0,5	0,394	± 2,0	0,873	± 2,0
5	1	100	1	0,274	± 3,0	0,383	± 3,0
6	2	100	1	0,038	± 3,0	0,077	± 3,0
7	3	100	1	-0,052	± 3,0	-0,081	± 3,0
8	1	100	0,5	-0,646	± 3,0	0,539	± 3,0
9	2	100	0,5	0,850	± 3,0	0,568	± 3,0
10	3	100	0,5	0,230	± 3,0	0,202	± 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

Página 1 de 1

Figura 9.17 – Certificado de calibración medidor de servicios auxiliares (Unidad 2)

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

9.4 Acta de ensayos

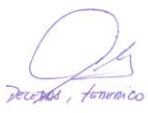
Se incluye a continuación las actas confeccionadas al finalizar los ensayos en planta.

ESTUDIOS ELECTRICOS
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Fecha	*06/12/2021*	Empresa	*ENEL Generación S.A.*
ID Proyecto	*EE-2021-115*	Ubicación	*Machalí, Libertador General Bernardo O'Higgins, Chile*
Denominación de la unidad	*Unidad 1*		

Responsables durante la prueba

Empresa	*Nombre*	*Firmas*
ENEL Generación S.A. (Coordinado)	*Héctor Garcés Rodríguez -*	
	Jaime Danús Asencio – Head of Plant Unit Sauzal – Sauzalito - Molles	
Coordinador Eléctrico Nacional	*Nicolas Silva Muñoz – Ingeniero del Departamento de Control de la Operación*	
	Eduardo González – Ingeniero del Departamento de Control de la Operación	
Estudios Eléctricos	*Federico García – Experto Técnico*	
	Federico Deledda – Experto Técnico	

www.estudios-electricos.com

Figura 9.18 – Acta de tareas para la Unidad 1 (1 de 4)

P: EE-2021-115/I: EE-EN-2021-2270/R: A
No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

ESTUDIOS ELECTRICOS

ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Datos de la unidad

Potencia aparente nominal [MVA]	*32*	Corriente de estator nominal [A]	*1400*
Tensión de estator nominal [kV]	*13.2*	Factor de potencia nominal	*0.8*
Potencia activa máxima [MW]	*27.2* *Declarado CEN*	Corriente de excitación nominal [A]	*420*
Mínimo Técnico [MW]	-	Tensión de excitación nominal [V]	*250*

Datos de la prueba

Estado previo de las unidades	*Despachada*	Arranque de la unidad (fecha-hora)	-
Inicio del período de estabilización	*20:20 Hs*	Fin del período de estabilización	*21:00 Hs*
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	*21:00 Hs*	Fin del período de prueba Potencia Máxima	*02:00 Hs (07/12/2021)*
Protocolo aplicable	*EE-EN-2021-2015 Rev B*	Desvíos del protocolo	*No*

Instrumental

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia neta	*No se mide.*
Potencia bruta y factor de potencia	*ION 7650 – N° Serie: MJ-1303A090-03.* *Equipo de medida de planta clase 0.2, conectado a TTCC y TTPP clase 0.2.*
Potencia SSAA	*ION 7300 – N° Serie: PAS-0502A007-11.* *Equipo de medida clase 0.2, conectado a TTCC clase 0.5 y TTPP clase 0.2.*

www.estudios-electricos.com

Figura 9.19 – Acta de tareas para la Unidad 1 (2 de 4)

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

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]	*27.933*	*27.999*	*28.020*	*28.003*	*28.040*

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 y la regulación de frecuencia estuvo operativa con un estatismo configurado de 10%. Por otra parte, debido a las condiciones del sistema a la hora de realizar el ensayo no se pudo inyectar potencia reactiva más allá de un valor de 4 MVAr, obteniéndose un factor de potencia de 0.99.

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 de SSAA se encuentran sincronizados. Se verificó correcta tasa de muestreo de 1 minuto en el medidor de potencia bruta de la Unidad 1 y de 1 segundo en el medidor de potencia de SSAA que se alimenta desde la Unidad 2.
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.
Para las mediciones de las variables complementarias, obtenidas desde el sistema SCADA de planta, se utilizan los siguientes tags:

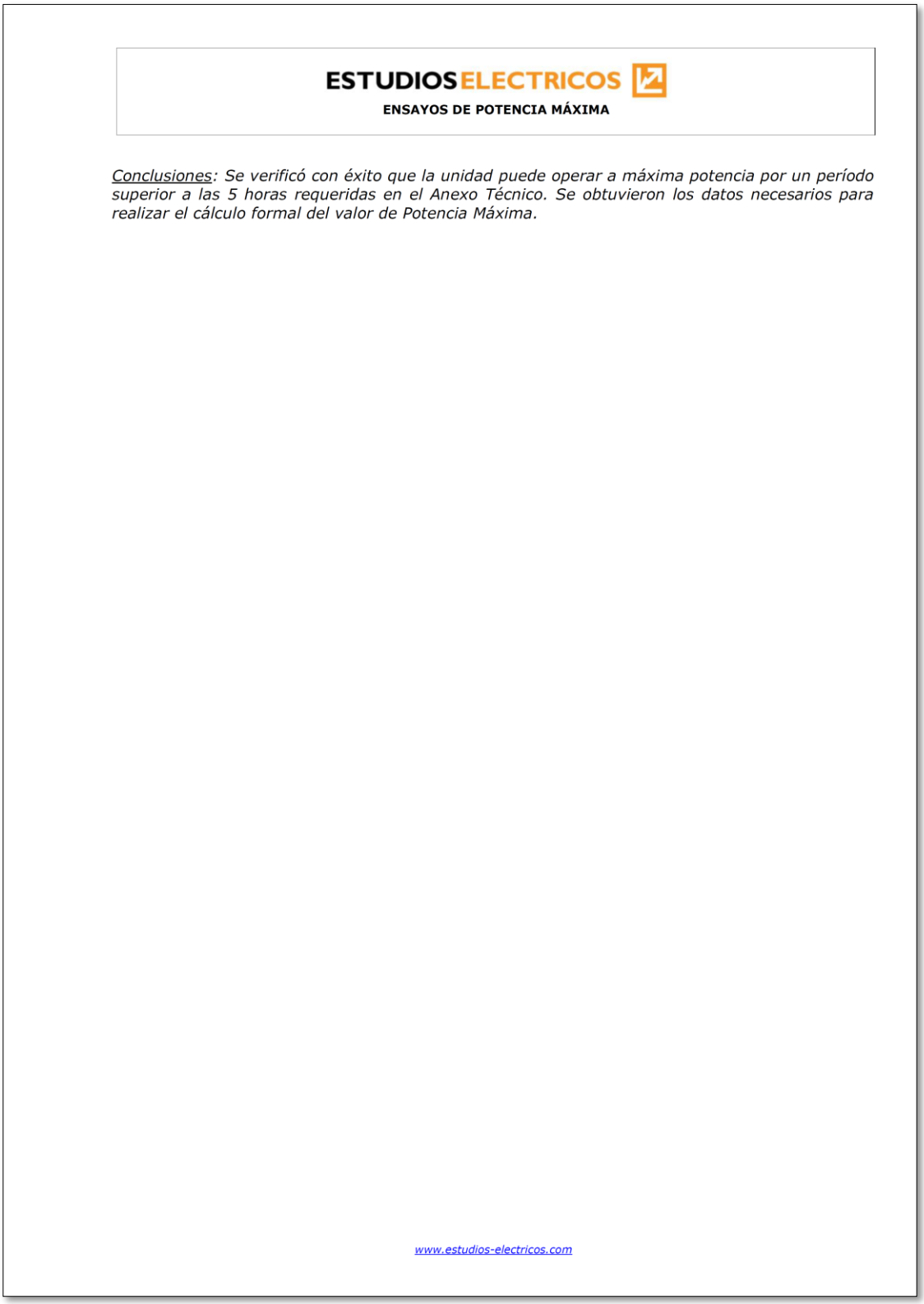
SAU_TH1_PRRTVX____Q_ - POTENCIA REACTIVA [MVAR]
SAU_TH1_PAGENTOT__P_ - POTENCIA ACTIVA [MW]
SAU_TH1_IFRTVX____F_ - FRECUENCIA [Hz]
SAU_TH1_RRPMRTVX__VL - VELOCIDAD UNIDAD UNIDAD 1 [rpm]
SAU_TH1_IVRTVX____V_ - TENSION DEL GENERADOR [kV]
SAU_TH1_ICTERTVX__I_ - CORRIENTE GENERADOR UNIDAD 1 [kA]
SAU_TH1_AG_CCAR___NI - NIVEL AGUA CÁMARA DE CARGA [msnm]
SAU_00__AG_DSCRG__NI - NIVEL AGUA DESCARGA [msnm]
SAU_TH1_AGASELL___PR - PRESIÓN AGUA SELLO EJE [bar]
SAU_TH1_E01_TRFO__T_ - TEMPERATURA 1 ENROLLADOS GENERADOR [°C]
SAU_TH1_M_DGSUP___T_ - TEMPERATURA METAL DESCANSO GUÍA SUPERIOR [°C]
SAU_TH1_M_DGINF___T_ - TEMPERATURA METAL DESCANSO GUÍA INFERIOR [°C]
SAU_TH1_M_DGTUR___T_ - TEMPERATURA METAL DESCANSO GUÍA TURBINA [°C]

Los servicios auxiliares quedan alimentados únicamente desde la Unidad 2 a través del transformador de SSAA Nº02 (interruptor Q25A cerrado e interruptor de acople de barras Q55A cerrado).

www.estudios-electricos.com

Figura 9.20 – Acta de tareas para la Unidad 1 (3 de 4)

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.



ESTUDIOS ELECTRICOS

ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

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

Figura 9.21 – Acta de tareas para la Unidad 1 (4 de 4)

P: EE-2021-115/I: EE-EN-2021-2270/R: A
No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

ESTUDIOS ELECTRICOS
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Fecha	*07/12/2021*	Empresa	*ENEL Generación S.A.*
ID Proyecto	*EE-2021-115*	Ubicación	*Machalí, Libertador General Bernardo O'Higgins, Chile*
Denominación de la unidad	*Unidad 2*		

Responsables durante la prueba

Empresa	***Nombre***	***Firmas***
ENEL Generación S.A. (Coordinado)	*Héctor Garcés Rodríguez -*	
	Jaime Danús Asencio – Head of Plant Unit Sauzal – Sauzalito - Molles	
Coordinador Eléctrico Nacional	*Nicolas Silva Muñoz – Ingeniero del Departamento de Control de la Operación*	
	Eduardo González – Ingeniero del Departamento de Control de la Operación	
Estudios Eléctricos	*Federico García – Experto Técnico*	
	Federico Deledda – Experto Técnico	

www.estudios-electricos.com

Figura 9.22 – Acta de tareas para la Unidad 2 (1 de 4)

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

ESTUDIOS ELECTRICOS

ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Datos de la unidad

Potencia aparente nominal [MVA]	*32*	Corriente de estator nominal [A]	*1400*
Tensión de estator nominal [kV]	*13.2*	Factor de potencia nominal	*0.8*
Potencia activa máxima [MW]	*27.2* *Declarado CEN*	Corriente de excitación nominal [A]	*420*
Mínimo Técnico [MW]	-	Tensión de excitación nominal [V]	*250*

Datos de la prueba

Estado previo de las unidades	*Despachada*	Arranque de la unidad (fecha-hora)	-
Inicio del período de estabilización	*20:15 Hs*	Fin del período de estabilización	*20:35 Hs*
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	*20:40 Hs*	Fin del período de prueba Potencia Máxima	*01:40 Hs (08/12/2021)*
Protocolo aplicable	*EE-EN-2021-2015 Rev B*	Desvíos del protocolo	*No*

Instrumental

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia neta	*No se mide.*
Potencia bruta y factor de potencia	*ION 7650 – N° Serie: PJ-1203A197-03.* *Equipo de medida de planta clase 0.2, conectado a TTCC y TTPP clase 0.2..*
Potencia SSAA	*ION 7300 – N° Serie: PAS-0502A008-11.* *Equipo de medida clase 0.2, conectado a TTCC clase 0.5 y TTPP clase 0.2.*

www.estudios-electricos.com

Figura 9.23 – Acta de tareas para la Unidad 2 (2 de 4)

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

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]	*28.033*	*28.124*	*28.093*	*28.096*	*28.120*

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 y la regulación de frecuencia estuvo operativa con un estatismo configurado de 10%. Se modifica el valor de la banda muerta a de 0.05% a 0.2% para evitar que excursiones de la frecuencia del sistema modifiquen la potencia entregada por la unidad. Por otra parte, debido a las condiciones del sistema a la hora de realizar el ensayo no se pudo inyectar potencia reactiva más allá de un valor de 3 MVAr, obteniéndose un factor de potencia de 0.99.

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.

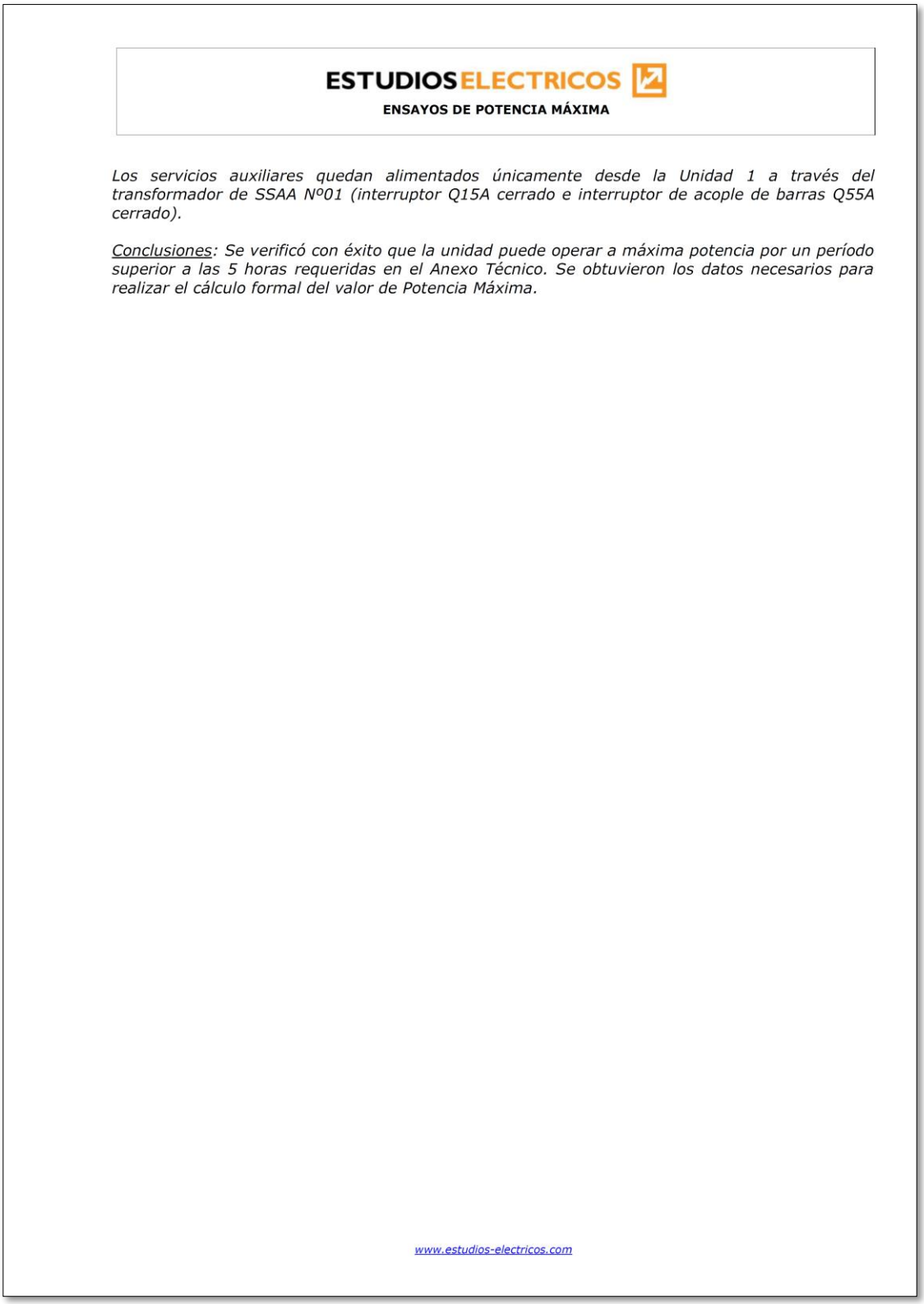
Comentarios: Se verificó sincronización horaria. Los medidores de potencia neta y de SSAA se encuentran sincronizados. Se verificó correcta tasa de muestreo de 1 minuto en el medidor de potencia bruta de la Unidad 2 y de 1 segundo en el medidor de potencia de SSAA que se alimenta desde la Unidad 1.
ENEL 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.
Para las mediciones de las variables complementarias, obtenidas desde el sistema SCADA de planta, se utilizan los siguientes tags:

SAU_TH2_PRRTVX____Q_ - POTENCIA REACTIVA [MVAR]
SAU_TH2_PAGENTOT__P_ - POTENCIA ACTIVA [MW]
SAU_TH2_IFRTVX____F_ - FRECUENCIA [Hz]
SAU_TH2_RRPMRTVX__VL - VELOCIDAD UNIDAD UNIDAD 1 [rpm]
SAU_TH2_IVRTVX____V_ - TENSION DEL GENERADOR [kV]
SAU_TH2_ICTERTVX__I_ - CORRIENTE GENERADOR UNIDAD 1 [kA]
SAU_TH1_AG_CCAR___NI - NIVEL AGUA CÁMARA DE CARGA [msnm]
SAU_00__AG_DSCRG__NI - NIVEL AGUA DESCARGA [msnm]
SAU_TH2_AGASELL___PR - PRESIÓN AGUA SELLO EJE [bar]
SAU_TH2_E01_TRFO__T_ - TEMPERATURA 1 ENROLLADOS GENERADOR [°C]
SAU_TH2_M_DGSUP___T_ - TEMPERATURA METAL DESCANSO GUÍA SUPERIOR [°C]
SAU_TH2_M_DGINF___T_ - TEMPERATURA METAL DESCANSO GUÍA INFERIOR [°C]
SAU_TH2_M_DGTUR___T_ - TEMPERATURA METAL DESCANSO GUÍA TURBINA [°C]

www.estudios-electricos.com

Figura 9.24 – Acta de tareas para la Unidad 2 (3 de 4)

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.



ESTUDIOS ELECTRICOS

ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Los servicios auxiliares quedan alimentados únicamente desde la Unidad 1 a través del transformador de SSAA Nº01 (interruptor Q15A cerrado e interruptor de acople de barras Q55A cerrado).

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

Figura 9.25 – Acta de tareas para la Unidad 2 (4 de 4)

P: EE-2021-115/I: EE-EN-2021-2270/R: A
No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

ESTUDIOS ELECTRICOS

ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Fecha	*09/12/2021*	Empresa	*ENEL Generación S.A.*
ID Proyecto	*EE-2021-115*	Ubicación	*Machalí, Libertador General Bernardo O'Higgins, Chile*
Denominación de la unidad	*Unidad 3*		

Responsables durante la prueba

Empresa	***Nombre***	***Firmas***
ENEL Generación S.A. (Coordinado)	*Héctor Garcés Rodríguez -*	
	Jaime Danús Asencio – Head of Plant Unit Sauzal – Sauzalito - Molles	
Coordinador Eléctrico Nacional	*Nicolas Silva Muñoz – Ingeniero del Departamento de Control de la Operación*	
	Eduardo González – Ingeniero del Departamento de Control de la Operación	
Estudios Eléctricos	*Federico García – Experto Técnico*	
	Federico Deledda – Experto Técnico	

www.estudios-electricos.com

Figura 9.26 – Acta de tareas para la Unidad 3 (1 de 4)

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

ESTUDIOS ELECTRICOS

ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Datos de la unidad

Potencia aparente nominal [MVA]	*32*	Corriente de estator nominal [A]	*1400*
Tensión de estator nominal [kV]	*13.2*	Factor de potencia nominal	*0.8*
Potencia activa máxima [MW]	*27.2* *Declarado CEN*	Corriente de excitación nominal [A]	*420*
Mínimo Técnico [MW]	-	Tensión de excitación nominal [V]	*250*

Datos de la prueba

Estado previo de las unidades	*Despachada*	Arranque de la unidad (fecha-hora)	-
Inicio del período de estabilización	*20:15 Hs*	Fin del período de estabilización	*20:35 Hs*
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	*20:35 Hs*	Fin del período de prueba Potencia Máxima	*01:35 Hs (10/12/2021)*
Protocolo aplicable	*EE-EN-2021-2015 Rev B*	Desvíos del protocolo	*No*

Instrumental

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia neta	*No se mide.*
Potencia bruta y factor de potencia	*ION 7650 – N° Serie: PJ-1211A131-03.* *Equipo de medida de planta clase 0.2.*
Potencia SSAA	*ION 7300 – N° Serie: PAS-0502A007-11.* *Equipo de medida clase 0.5.*

www.estudios-electricos.com

Figura 9.27 – Acta de tareas para la Unidad 3 (2 de 4)

P: EE-2021-115/I: EE-EN-2021-2270/R: A
No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

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]	*27.05*	*27.01*	*27.07*	*27.19*	*27.20*

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 y la regulación de frecuencia estuvo operativa con un estatismo configurado de 10%. Se modifica el valor de la banda muerta a de 0.05% a 0.2% para evitar que excursiones de la frecuencia del sistema modifiquen la potencia entregada por la unidad. Por otra parte, debido a las condiciones del sistema a la hora de realizar el ensayo no se pudo inyectar potencia reactiva más allá de un valor de 3 MVAr, obteniéndose un factor de potencia aproximado de 0.99.

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.

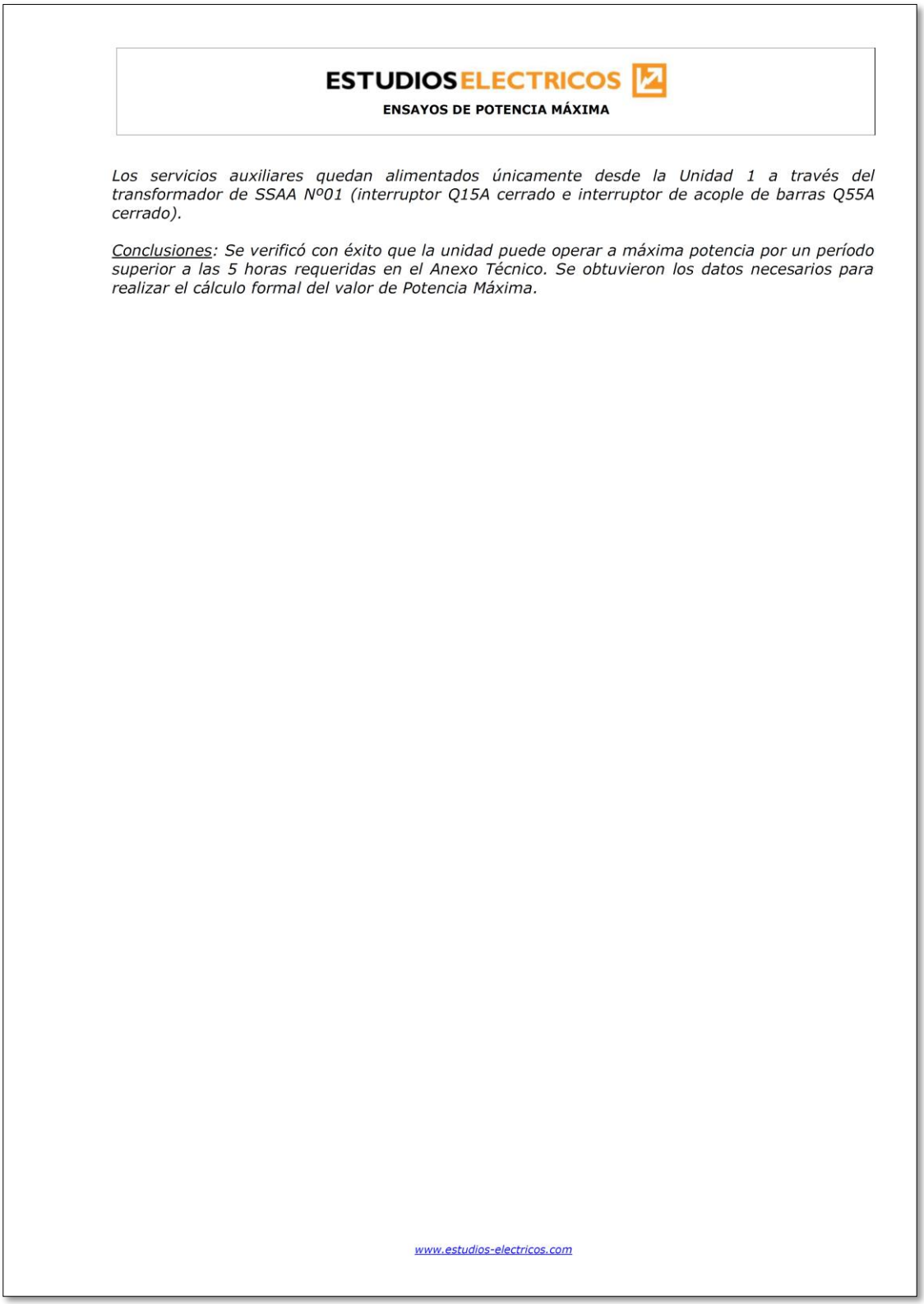
Comentarios: Se verificó sincronización horaria. Los medidores de potencia bruta y de SSAA se encuentran sincronizados. Se verificó correcta tasa de muestreo de 1 minuto en el medidor de potencia bruta de la Unidad 2 y de 1 segundo en el medidor de potencia de SSAA que se alimenta desde la Unidad 1.
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 bruta) y sistema SCADA de planta.
Para las mediciones de las variables complementarias, obtenidas desde el sistema SCADA de planta, se utilizan los siguientes tags:

SAU_TH3_PAGENTOT__P_ - POTENCIA ACTIVA TOTAL DEL GENERADOR [MW]
SAU_TH3_PRRTVX____Q_ - POTENCIA REACTIVA-RTVX [Mvar]
SAU_TH3_IFRTVX____F_ - FRECUENCIA-RTVX [Hz]
SAU_TH3_IVRTVX____V_ - TENSION DEL GENERADOR-RTVX [V]
SAU_TH3_ICTERTVX__I_ - CORRIENTE TERMINAL-RTVX [A]
SAU_TH3_RRPMRTVX__VL - VELOCIDAD UNIDAD (RPM)-RTVX [rpm]
SAU_TH1_AG_CCAR___NI - NIVEL AGUA CAMARA CARGA [msnm]
SAU_00__AG_DSCRG__NI - NIVEL AGUA DESCARGA [msnm]
SAU_TH3_AGASELL___PR - PRESION AGUA SELLO EJE [bar]
SAU_TH3_E01_TRFO__T_ - TEMPERATURA 1 ENROLLADOS GENERADOR [°C]
SAU_TH3_M_DGSUP___T_ - TEMPERATURA METAL DESCANSO GUIA SUPERIOR [°C]
SAU_TH3_M_DGINF___T_ - TEMPERATURA METAL DESCANSO GUIA INFERIOR [°C]
SAU_TH3_M_DGTUR___T_ - TEMPERATURA METAL DESCANSO GUIA TURBINA [°C]
SAU_TH3_FPRTVX____FP - FACTOR DE POTENCIA-RTVX [HZ]

www.estudios-electricos.com

Figura 9.28 – Acta de tareas para la Unidad 3 (3 de 4)

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.



ESTUDIOS ELECTRICOS

ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Los servicios auxiliares quedan alimentados únicamente desde la Unidad 1 a través del transformador de SSAA Nº01 (interruptor Q15A cerrado e interruptor de acople de barras Q55A cerrado).

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

Figura 9.29 – Acta de tareas para la Unidad 3 (4 de 4)

P: EE-2021-115/I: EE-EN-2021-2270/R: A
No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

ESTUDIOS ELECTRICOS

ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Fecha	*10/12/2021*	Empresa	*ENEL Generación S.A.*
ID Proyecto	*EE-2021-115*	Ubicación	*Machalí, Libertador General Bernardo O'Higgins, Chile*
Denominación de la unidad	*Central Sauzal (Unidad 1, Unidad 2 y Unidad 3)*		

Responsables durante la prueba

Empresa	***Nombre***	***Firmas***
ENEL Generación S.A. (Coordinado)	*Héctor Garcés Rodríguez -*	
	Jaime Danús Asencio – Head of Plant Unit Sauzal – Sauzalito - Molles	
Coordinador Eléctrico Nacional	*Nicolas Silva Muñoz – Ingeniero del Departamento de Control de la Operación*	
	Eduardo González – Ingeniero del Departamento de Control de la Operación	
Estudios Eléctricos	*Federico García – Experto Técnico*	
	Federico Deledda – Experto Técnico	

www.estudios-electricos.com

Figura 9.30 – Acta de tareas para la Central completa (1 de 4)

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

ESTUDIOS ELECTRICOS

ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Datos de las unidades

Potencia aparente nominal [MVA]	*32*	Corriente de estator nominal [A]	*1400*
Tensión de estator nominal [kV]	*13.2*	Factor de potencia nominal	*0.8*
Potencia activa máxima [MW]	*27.2* *Declarado CEN*	Corriente de excitación nominal [A]	*420*
Mínimo Técnico [MW]	-	Tensión de excitación nominal [V]	*250*

Datos de la prueba

Estado previo de las unidades	*Despachada*	Arranque de la unidad (fecha-hora)	-
Inicio del período de estabilización	*20:45 Hs*	Fin del período de estabilización	*21:10 Hs*
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	*21:10 Hs*	Fin del período de prueba Potencia Máxima	*02:10 Hs (11/12/2021)*
Protocolo aplicable	*EE-EN-2021-2015 Rev B*	Desvíos del protocolo	*No*

Instrumental

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia neta	*No se mide.*
Potencia bruta y factor de potencia	*Unidad 1: ION 7650 – N° Serie: MJ-1303A090-03.* *Unidad 2: ION 7650 – N° Serie: PJ-1203A197-03.* *Unidad 3: ION 7650 – N° Serie: PJ-1211A131-03.* *Equipo de medida de planta clase 0.2*
Potencia SSAA	*ION 7300 – N° Serie: PAS-0502A007-11.* *Equipo de medida clase 0.5*

www.estudios-electricos.com

Figura 9.31 – Acta de tareas para la Central completa (2 de 4)

P: EE-2021-115/I: EE-EN-2021-2270/R: A
No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

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]	*81.42*	*81.13*	*80.69*	*80.11*	*79.36*

Observaciones

Desvíos del protocolo: No se registraron desvíos.

Desarrollo de la prueba: Las unidades logran 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 cada unidad (U1, U2 y U3) se operó en carga base a máxima potencia y la regulación de frecuencia estuvo operativa con un estatismo configurado de 10%. En todas las unidades se modifica el valor de la banda muerta a de 0.05% a 0.2% para evitar que excursiones de la frecuencia del sistema modifiquen la potencia entregada por la unidad. Por otra parte, debido a las condiciones del sistema a la hora de realizar el ensayo no se pudo inyectar potencia reactiva más allá de un valor de 3 a 4 MVAr, obteniéndose en cada unidad un factor de potencia de aproximadamente 0.99.

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

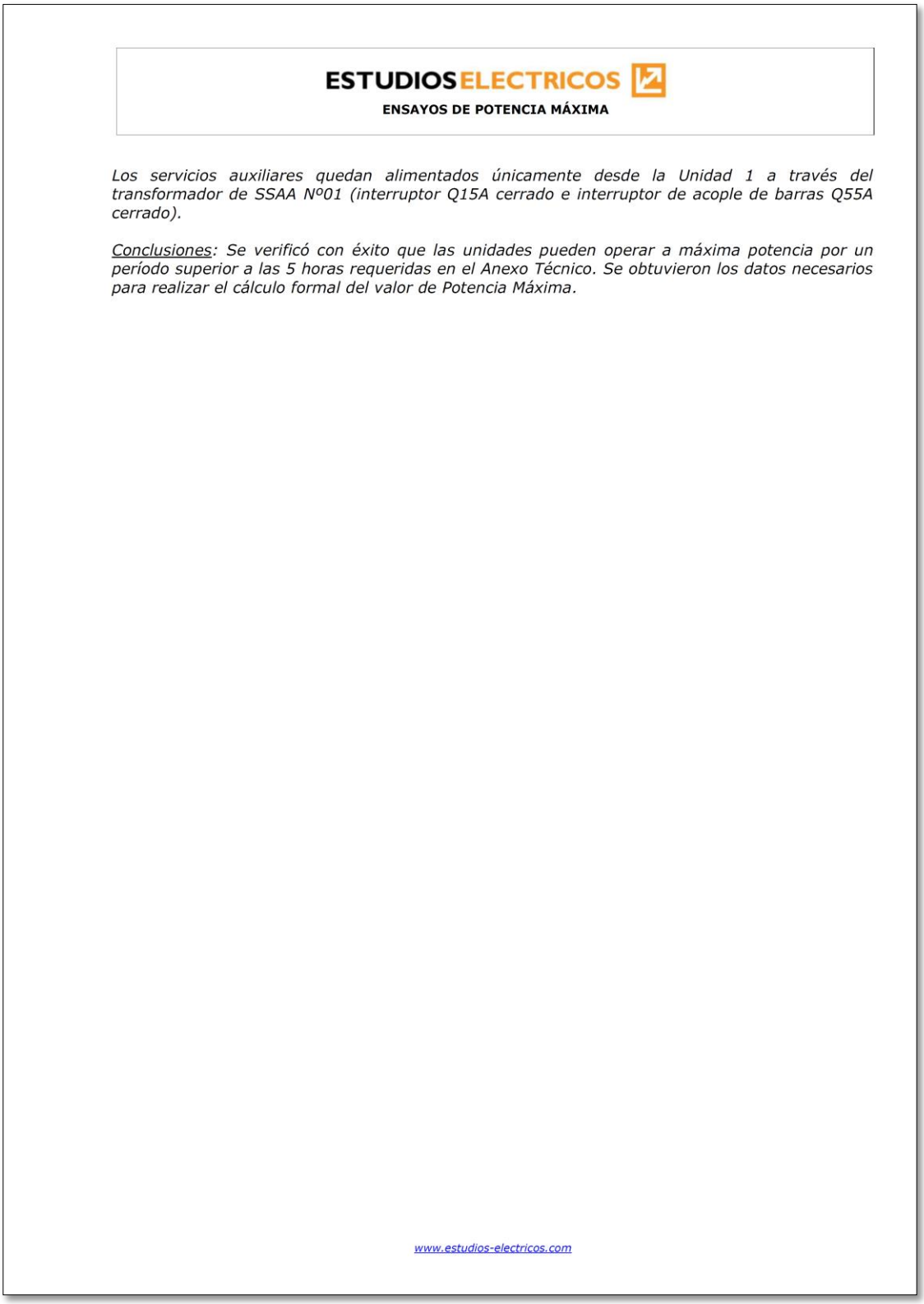
Comentarios: Se verificó sincronización horaria. Los medidores de potencia bruta de cada unidad y de SSAA se encuentran sincronizados. Se verificó correcta tasa de muestreo de 1 minuto en el medidor de potencia bruta de la Unidad 2 y de 1 segundo en el medidor de potencia de SSAA que se alimenta desde la Unidad 1.
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 bruta) y sistema SCADA de planta.
Para las mediciones de las variables complementarias, obtenidas desde el sistema SCADA de planta, se utilizan los siguientes tags:

SAU_TH3_PAGENTOT__P_ - POTENCIA ACTIVA TOTAL DEL GENERADOR [MW]
SAU_TH3_PRRTVX____Q_ - POTENCIA REACTIVA-RTVX [Mvar]
SAU_TH3_IFRTVX____F_ - FRECUENCIA-RTVX [Hz]
SAU_TH3_IVRTVX____V_ - TENSION DEL GENERADOR-RTVX [V]
SAU_TH3_ICTERTVX__I_ - CORRIENTE TERMINAL-RTVX [A]
SAU_TH3_RRPMRTVX__VL - VELOCIDAD UNIDAD (RPM)-RTVX [rpm]
SAU_TH1_AG_CCAR___NI - NIVEL AGUA CAMARA CARGA [msnm]
SAU_00__AG_DSCRG__NI - NIVEL AGUA DESCARGA [msnm]
SAU_TH3_AGASELL___PR - PRESION AGUA SELLO EJE [bar]
SAU_TH3_E01_TRFO__T_ - TEMPERATURA 1 ENROLLADOS GENERADOR [°C]
SAU_TH3_M_DGSUP___T_ - TEMPERATURA METAL DESCANSO GUIA SUPERIOR [°C]
SAU_TH3_M_DGINF___T_ - TEMPERATURA METAL DESCANSO GUIA INFERIOR [°C]
SAU_TH3_M_DGTUR___T_ - TEMPERATURA METAL DESCANSO GUIA TURBINA [°C]
SAU_TH3_FPRTVX____FP - FACTOR DE POTENCIA-RTVX [HZ]

www.estudios-electricos.com

Figura 9.32 – Acta de tareas para la Central completa (3 de 4)

No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.



ESTUDIOS ELECTRICOS

ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Los servicios auxiliares quedan alimentados únicamente desde la Unidad 1 a través del transformador de SSAA Nº01 (interruptor Q15A cerrado e interruptor de acople de barras Q55A cerrado).

Conclusiones: Se verificó con éxito que las unidades pueden 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

Figura 9.33 – Acta de tareas para la Central completa (4 de 4)

P: EE-2021-115/I: EE-EN-2021-2270/R: A
No se autorizan copias del presente documento sin autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco

No se autorizan copias del presente documento sin
autorización previa por escrito de ESTUDIOS ELECTRICOS S.A.