



**ESTUDIOS
ELECTRICOS**

Empresa
País
Proyecto
Descripción

Coordinador Eléctrico Nacional
Chile
C.H. La Confluencia
Informe de Pruebas de Potencia
Máxima



CÓDIGO DE PROYECTO EE-2023-096
CÓDIGO DE INFORME EE-EN-2024-2050
REVISIÓN A

27 dic. 24



Este documento **EE-EN-2024-2050-RA** fue preparado para el **Coordinador Eléctrico Nacional** por el Grupo Estudios Eléctricos.

Para consultas técnicas respecto del contenido del presente comunicarse con:

Ing. Claudio Celman
Sub-Gerente Dpto. Ensayos
claudio.celman@estudios-electricos.com

Ing. Andrés Capalbo
Sub-Gerente Dpto. Ensayos
andres.capalbo@estudios-electricos.com

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

Informe realizado en colaboración con todas las empresas del grupo: **Estudios Eléctricos S.A., Estudios Eléctricos Chile, Estudios Eléctricos Colombia y Electrical Studies Corp.**

Este documento contiene 101 páginas y ha sido guardado por última vez el 27/12/2024 por Federico Deledda; sus versiones y firmantes digitales se indican a continuación:

Revisión	Fecha	Comentarios	Realizó	Revisó	Aprobó
A	27.12.2024	Comentario	FD	FG	AC

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



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	RESUMEN EJECUTIVO.....	6
3	OBJETIVO GENERAL Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA.....	9
3.1	Objetivo.....	9
3.2	Experto Técnico.....	9
3.3	Representante empresa generadora.....	9
3.4	Representante del Coordinador Eléctrico Nacional.....	9
3.5	Observador de otro Coordinado.....	9
4	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA.....	10
4.1	Descripción general de la planta.....	10
4.2	Descripción de la unidad de generación.....	13
4.3	Condiciones de referencia y curvas de corrección.....	20
4.3.1	Curvas de corrección.....	21
4.3.2	Metodología de corrección.....	22
4.4	Instrumentación y mediciones.....	22
4.4.1	Metodología.....	23
4.4.2	Instrumentación principal.....	24
4.4.3	Mediciones complementarias.....	25
4.5	Estimación de pérdidas y consumos propios de las unidades.....	28
4.5.1	Consumos propios de los servicios auxiliares.....	29
4.5.2	Pérdidas en los transformadores principales.....	30
4.5.3	Pérdidas en los transformadores auxiliares.....	32
5	REALIZACIÓN DE LA PRUEBA.....	33
5.1	Chequeos previos.....	33
5.2	Desarrollo de las pruebas.....	33
5.2.1	Verificaciones previas.....	33
5.3	Condiciones previas al inicio de los ensayos.....	34
5.4	Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba.....	36
5.5	Período de prueba.....	37



6	CALCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS.....	40
6.1	Reducción de datos y estabilidad.....	40
6.2	Determinación de la potencia bruta y de pérdidas totales	40
6.2.1	Determinación de la potencia de pérdidas y consumos propios.....	42
6.2.2	Desglose de la potencia de pérdidas totales.....	46
6.3	Correcciones aplicables a la potencia bruta.....	48
6.4	Cálculo de la Potencia Neta corregida.....	51
6.5	Cálculo del promedio final	53
6.6	Tabla Resumen general.....	55
6.7	Incertidumbre.....	58
7	CONCLUSIONES.....	61
8	NORMATIVA.....	63
9	ANEXOS	64
9.1	Datos característicos del generador y turbina.....	64
9.2	Curvas características de los generadores.....	66
9.3	Datos característicos de los transformadores principales	68
9.4	Datos transformadores de servicios auxiliares.....	70
9.5	Puntos de medición	71
9.5.1	Potencia bruta	71
9.5.2	Potencia neta	76
9.6	Instrumental de medición	81
9.6.1	Potencia bruta/FP.....	81
9.6.2	Potencia neta	84
9.6.3	Potencia de SS.AA.....	87
9.7	Actas de ensayos.....	90



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 y de la central completa para la Central Hidroeléctrica La Confluencia** 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-2024-1825-RC_Procedimiento_Potencia_Maxima_CH_La_Confluencia

La Central Hidroeléctrica La Confluencia, propiedad de Hidroeléctrica La Confluencia S.A., ubicada en la comuna de San Fernando, región del Libertador Bernardo O'Higgins, está conformada por dos (2) unidades de generación compuesta cada una por una turbina tipo Francis, marca Voith Hydro, de 81.6 MW de potencia nominal, vinculada a un generador marca Voith Siemens de 15 kV de tensión nominal de operación y 95.8 MVA de potencia aparente nominal.



2 RESUMEN EJECUTIVO

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

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

Las pruebas de la Unidad 1, de la Unidad 2 y de la central completa se realizaron en forma presencial durante los días 11 y 12 de diciembre de 2024. Las mismas fueron realizadas en presencia de David Pérez, Ignacio Morandé, Christopher Lopez, Hernán Herrera, Germán Quiroz y Rafael Saez (Tinguiririca Energía S.A.) y Federico Deledda como Experto Técnico (Estudios Eléctricos).

Durante el período 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 3 horas en condiciones de potencia máxima, para las pruebas de cada una de las unidades operando por separado, y 4 horas en condiciones de potencia máxima para la prueba de central completa, luego de finalizado el período de estabilización. Dado que la Central Hidroeléctrica La Confluencia es del tipo de pasada, sus unidades no poseen la capacidad de regulación. Bajo estas circunstancias, el Anexo Técnico “Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras” exime de aplicar lo dispuesto en su Artículo 16. Durante el desarrollo de las pruebas se operaron las respectivas unidades a máxima potencia con regulación de frecuencia habilitada.

Nota: Para las pruebas de la central completa debido a que las unidades no tienen la capacidad de deshabilitar la CPF y ante un evento de sobrefrecuencia en el sistema, durante el transcurso de la prueba las unidades perdieron potencia por lo que se decide prolongar 1 hora más tomando en consideración que existe recurso hídrico para ello. En total se registraron 4 horas en condiciones de potencia máxima luego de finalizado el periodo de estabilización.

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 La Confluencia con el siguiente desglose de valores:

Resumen de resultados CH La Confluencia - Unidad 1		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	82,2889
	Bruta Corregida [MW]	82,2890
	Neta Medida [MW]	81,7954
	Neta Corregida [MW]	81,7956
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	154,09
	Pérdidas en transformador principal [kW]	274,35
	Pérdidas en transformador SSAA [kW]	5,45
	Pérdidas en la red interna [kW]	59,53
	Pérdidas totales [kW]	493,42

Tabla 2-1 – Resumen resultados – Unidad 1

Resumen de resultados CH La Confluencia - Unidad 2		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	81,9380
	Bruta Corregida [MW]	81,9343
	Neta Medida [MW]	81,4796
	Neta Corregida [MW]	81,4759
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	148,38
	Pérdidas en transformador principal [kW]	269,97
	Pérdidas en transformador SSAA [kW]	5,44
	Pérdidas en la red interna [kW]	34,59
	Pérdidas totales [kW]	458,38

Tabla 2-2 – Resumen resultados – Unidad 2



Resumen de resultados CH La Confluencia - Central Completa		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	163,9356
	Bruta Corregida [MW]	163,9051
	Neta Medida [MW]	162,9767
	Neta Corregida [MW]	162,9461
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	330,77
	Pérdidas en transformadores principales [kW]	542,96
	Pérdidas en transformadores SSAA [kW]	10,94
	Pérdidas en la red interna [kW]	74,28
	Pérdidas totales [kW]	958,95

Tabla 2-3 – Resumen resultados – Central completa



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 3 horas, para las pruebas individuales y 4 horas para central completa, dentro del período de medición de la prueba y en conformidad con el protocolo de prueba.

3.2 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, de la Unidad 2 y de la central completa de la Central Hidroeléctrica La Confluencia. 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.

3.3 Representante empresa generadora

Por parte de Tinguiririca Energía S.A., el Coordinado, estuvieron presente durante las pruebas los inspectores sustitutos Germán Quiroz, quien se desempeña como "Operador Sala", Rafael Saez, quien se desempeña como "Operador Sala", Hernán Herrera, quien se desempeña como "Operador Sala", Christopher Lopez, quien se desempeña como "Ingeniero Mantenimiento", Ignacio Morandé, quien se desempeña como "Ingeniero senior instrumentación y control" y David Pérez, quien se desempeña como "Subgerente de Producción".

3.4 Representante del Coordinador Eléctrico Nacional

No hubo representación del Coordinador en terreno durante el desarrollo de las pruebas.

3.5 Observador de otro Coordinado

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

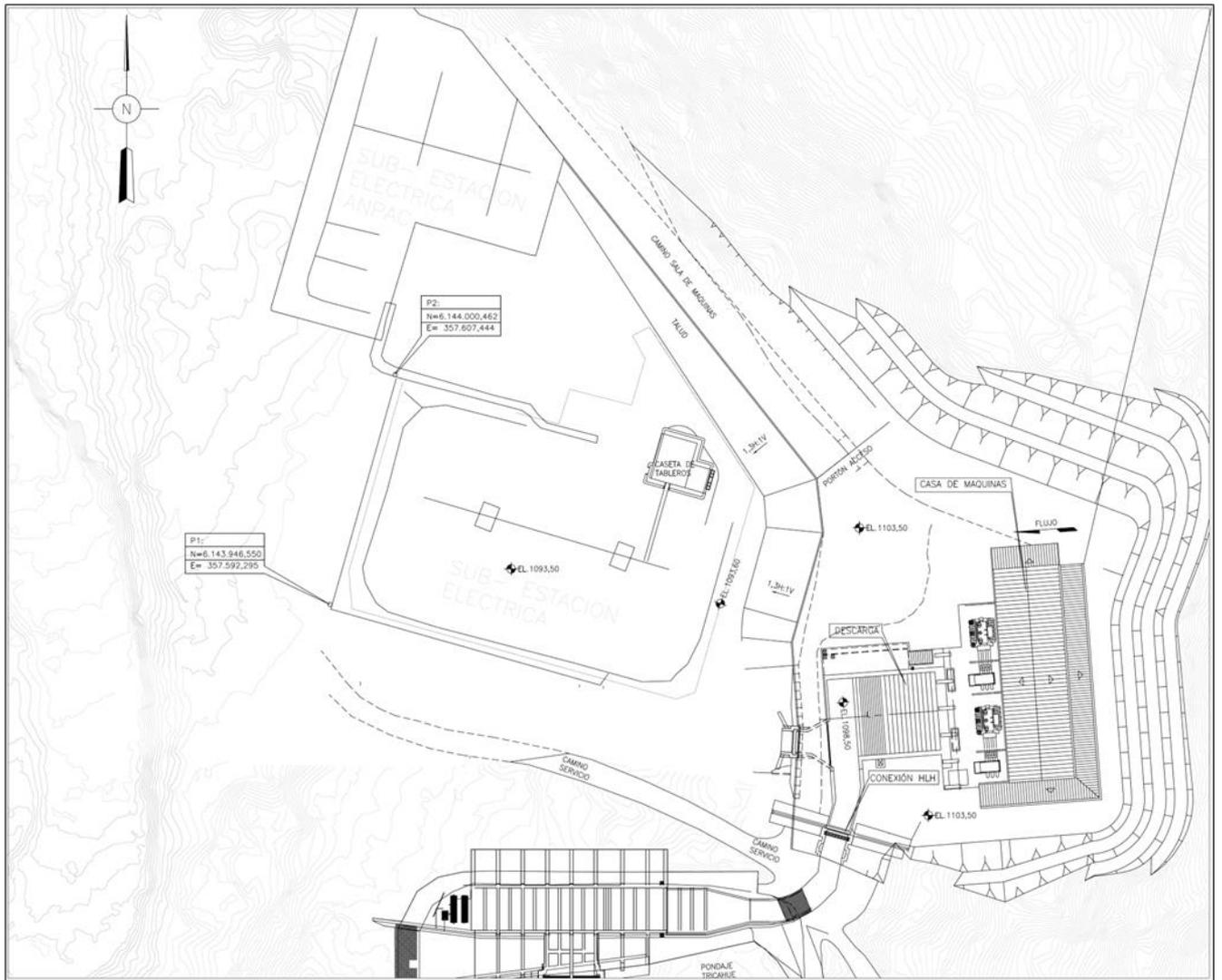


Figura 4-2 - Plano general de planta

4.2 Descripción de la unidad de generación

Las turbinas hidráulicas son marca Voith Hydro, modelo "19570", de 81.6 MW de capacidad nominal y están vinculadas a generadores marca Voith Siemens modelo "1DH 6151-3WE06-Z".

A continuación, se presenta el diagrama unilineal general de la central:

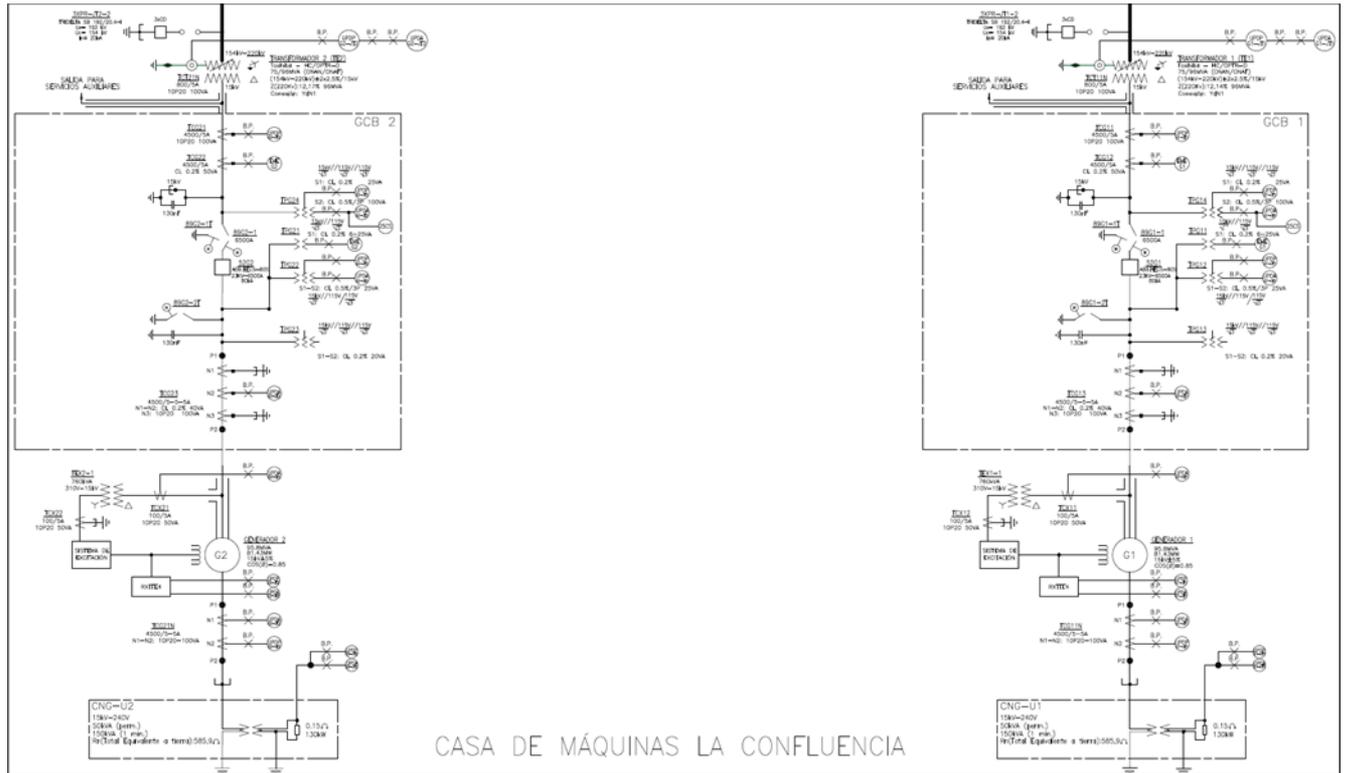


Figura 4-4 - Diagrama unilineal general Central Hidroeléctrica La Confluencia



Se presenta el diagrama unilineal del punto de conexión de las unidades con el Sistema, a través de la SE La Confluencia 220 kV. En azul se enmarcan las conexiones hacia las unidades generadoras

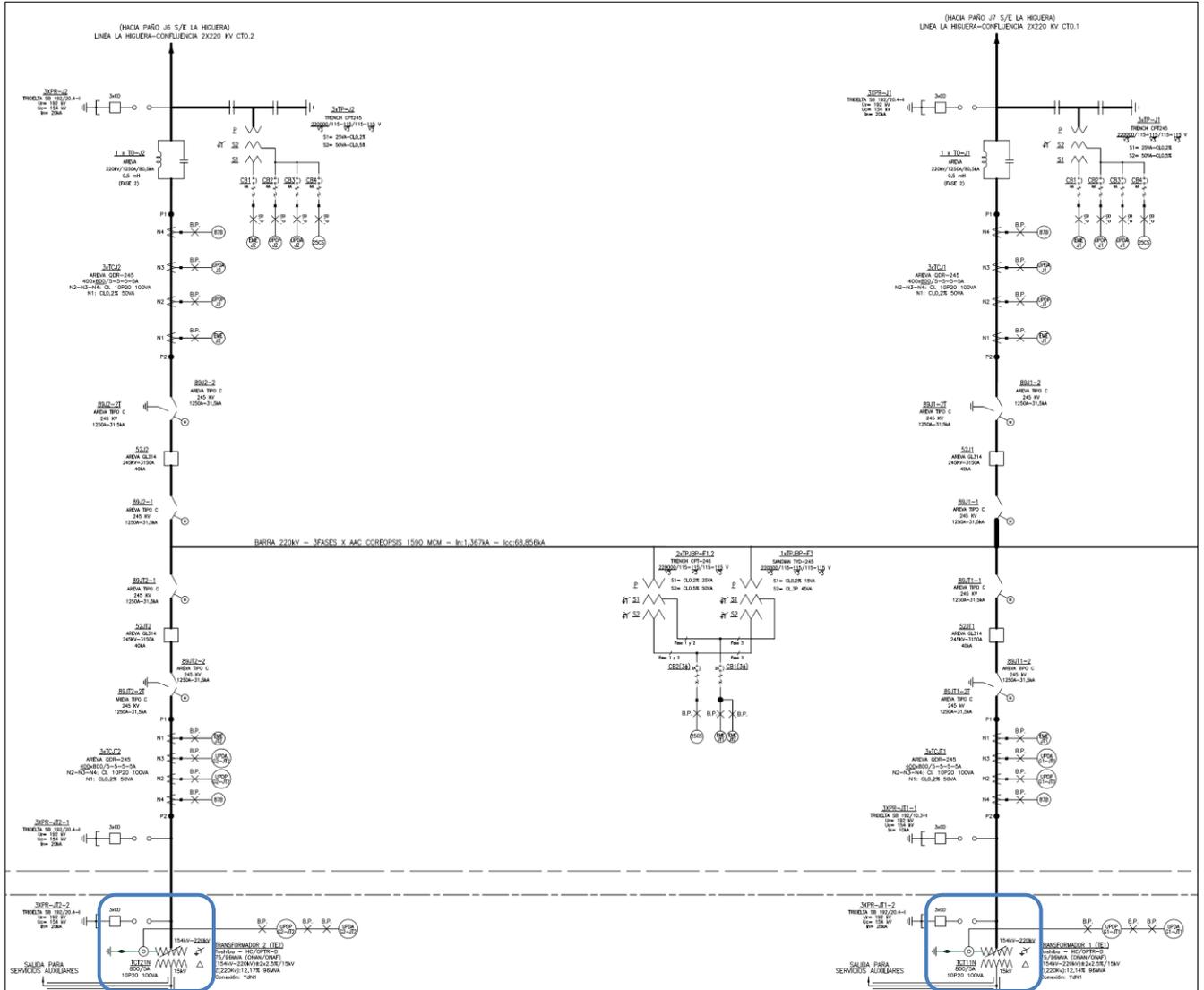


Figura 4-5 - Diagrama unilineal funcional 220 kV (S/E La Confluencia)

Se presenta a continuación el diagrama unilineal de cada unidad generadora. Notar que ambas unidades son idénticas en sus características técnicas y en la disposición de sus equipos primarios.

En azul se enmarcan los transformadores elevadores, en verde los generadores sincrónicos y en naranja la conexión hacia el transformador de servicios auxiliares.

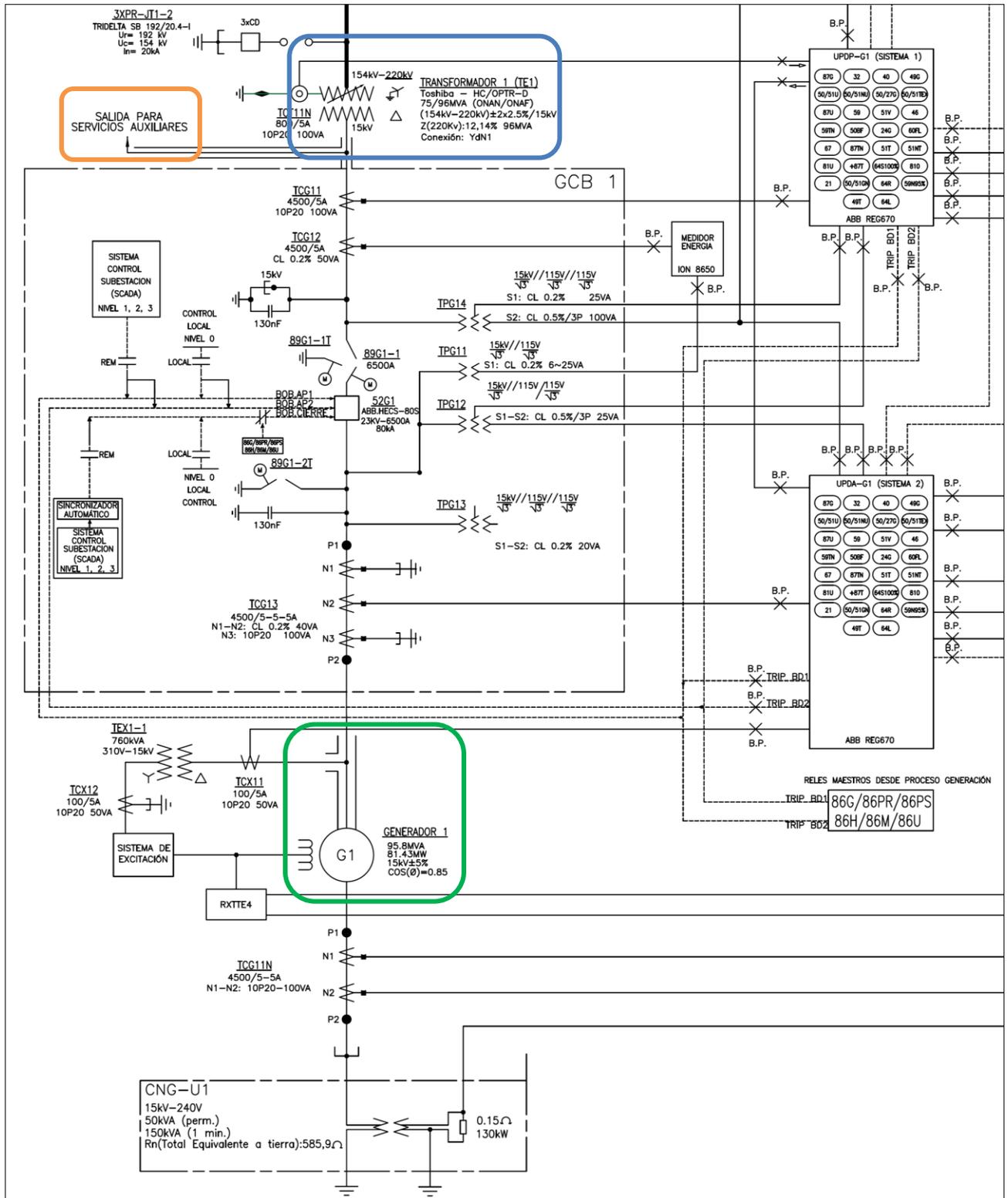


Figura 4-6 - Diagrama unilineal - Unidad 1



Ambas unidades son idénticas y presentan los mismos los datos característicos de generador y turbina. Las principales características técnicas y placas características se presentan a continuación.

VOITH SIEMENS HYDRO POWER GENERATION	Electrical Data Sheet		VSEC tpa
Document number :	0115-2920- 003089		Page 2/5
Customer	PacificHydro		
Customer reference	La Confluencia Hydro Power Project		
Generator type	Synchronous generator with salient poles		
Model	1DH 6151-3WE06-Z		
Prime mover	Turbine	Francis	
Serial number	SP 07 003087 01 to 02		
Rated power	95800	kVA	
Maximal power (according Class F)	Not applicable		
Rated voltage	15000	V	
Operating range of voltage	±	5	%
Rated current	3687	A	
Rated frequency	50	Hz	
Rated power factor	0.85		
Service factor	1.0		
Number of phases	3		
Number of poles	12		
Rated speed	500	rpm	
Runaway speed	850	rpm	
Duty	S1		
Class of insulation	Stator :	F	
	Rotor :	F	
Temperature rise at rated power, frequency, power factor and voltage variation (above cold air temperature of 40° C)	Stator :	82	K (by RTD)
	Rotor :	90	K (by resistance)
Supplementary temp. rise of windings for occasional operations over the temperature rise	Stator :	25	K
	Rotor :	25	K
Temp. difference between air temp. at outlet and at inlet of the air coolers		34	K

Figura 4-9 - Hoja de datos de los generadores

<i>a) Turbine data :</i>	
Runner Diam. [mm]:	2260
Nominal speed [rpm]:	500
Rated Net head [m]:	335.10
Max Net head [m]:	346.00
Min Net head [m]:	329.30
Discharge at rated head [m ³ /s]:	26.25
Output at rated head [kW]:	81614
Efficiency at rated head:	94.90 %
Discharge at maximum head [m ³ /s]:	23.00
Output at maximum head [kW]:	73905
Efficiency at maximum head:	94.99 %
Discharge at minimum head [m ³ /s]:	26.25
Output at minimum head [kW]:	80225
Efficiency at minimum head:	94.93 %
Turbine Centerline elevation [m asl]	1091.30

Figura 4-10 - Datos de las turbinas

VOITH		Voith Hydro	
GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNADA			
Tipo: 1DH6151-3WE06-Z		Forma constructiva: IM8425 (W41)	
Nr. de fabricación: SP.07.003087.02		Local de fabricación: Fab. Jaraguá - S.P.	
Potencia nominal:	95800 kVA	Temperaturas máximas:	
Tensión nominal:	15000 V	- Devanado del estator:	122 °C
Corriente nominal:	3687 A	- Devanado del rotor:	130 °C
Factor de potencia nominal:	0,85	- Aire de refrigeración:	40 °C
Frecuencia nominal:	50 Hz	- Agua de refrigeración:	25 °C
Velocidad nominal:	500 rpm	Tensión nominal de excitación:	V
Velocidad de embalamiento:	850 rpm	Corriente nominal de excitación:	A
Momento de inercia:	170 tm ²	Clase de temperatura de la aislación:	
Conexión del devanado del estator:	Y	- Devanado del estator:	F
Nº de fases:	3	- Devanado del rotor:	F
Nº de polos:	12		

Figura 4-11 - Foto de placa de los generadores

TURBINA FRANCIS			
Nr. de fabricación: 19571		Año de fabricación: 2010	
Salto nominal:	335,1 m	Salto máximo:	346,0 m
Caudal nominal:	26,25 m ³ /s	Elevación - tubería de distribución:	1091,3 m
Potencia nominal:	81614 kW	Potencia máxima:	82677 kW
Sentido de rotación : Horario - visto desde arriba			

Figura 4-12 - Foto de placa de las turbinas



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 considera el siguiente valor de potencia máxima esperables para las unidades generadoras de la Central Hidroeléctrica La Confluencia.

Unidad	Potencia [MW]
U1	81.6
U2	81.6

Tabla 4-1 - Valores base de potencia para las unidades

De acuerdo con los parámetros declarados, la potencia máxima bruta esperable de la Central Hidroeléctrica La Confluencia es de 163.2 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
FP	0.95 (lagging)

Tabla 4-2 - Condiciones nominales de referencia



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 4-14 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.

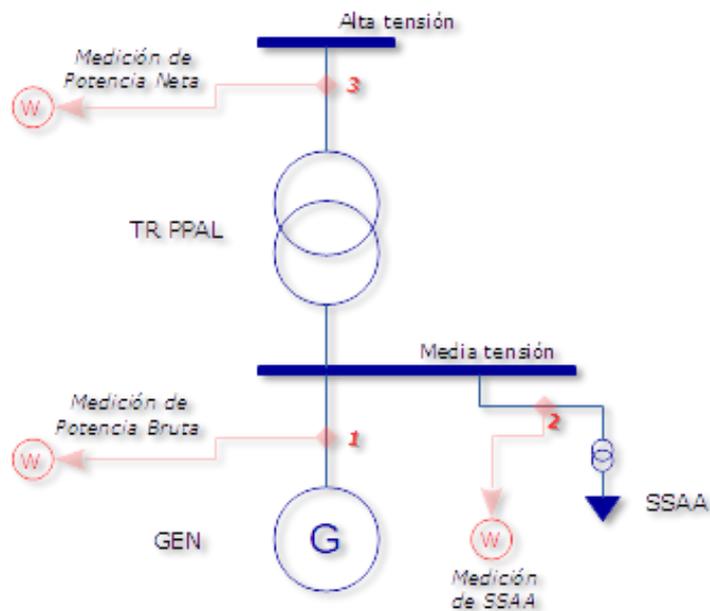


Figura 4-14 - Unilineal de planta esquemático



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 neta fue registrada a partir de medidores ubicados en la SE La Confluencia.

Las pérdidas totales se calcularán indirectamente a partir de la diferencia obtenida entre la medición de potencia bruta y la medición de la potencia neta.

Para las mediciones de potencia bruta de cada unidad, se han utilizados los transformadores de instrumentación (PTs, CTs) que son clase 0.2 (puntos "1" en la Figura 4-14). Para la medición de voltaje se utilizaron transformadores de tensión cuyas relaciones de transformación son 15.0/0.115 kV. Para la medición de corriente se utilizaron transformadores de corriente cuyas relaciones de transformación son 4500/5 A.

Para las mediciones de potencia neta, los transformadores de instrumentación (PTs, CTs) son clase 0.2 (puntos "3" en la Figura 4-14). Para la medición de voltaje se utilizaron transformadores de tensión cuyas relaciones de transformación son 220.0/0.115 kV. Para la medición de corriente se utilizaron transformadores de corriente cuyas relaciones de transformación son 400/5 A.

Para la medición de potencia bruta de cada unidad y potencia neta se utilizaron los medidores ION 8650 que el Coordinado posee en sus instalaciones. Los mismos son clase 0.2 y cumplen con las exigencias de precisión requeridas.

Para la medición de potencia de servicios auxiliares (SS.AA.) se utilizaron medidores ION 8650 que el Coordinado posee en sus instalaciones. Los mismos son clase 0.2 y cumplen con las exigencias de precisión requeridas.

En la sección de Anexo 9.5 se detallan los puntos desde donde se realizan las mediciones de cada variable, en tanto en la sección de Anexo 9.6 se muestran los antecedentes técnicos y certificados de calibración asociados a los equipos de medición.



4.4.2 Instrumentación principal

Se instrumentó tal como se resume en la Tabla 4-4. 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 8650 Serie: MW-1809A334-02	A, 0,2, 1 min.	Tinguiririca Energía (certificado Figura 9-22)	Conectado PTs y CTs clase 0.2, en punto 1 del unilineal de la Figura 4-14	Digital
2	Factor de potencia Unidad 1	ION 8650 Serie: MW-1809A334-02	A, 0,2, 1 min.	Tinguiririca Energía (certificado Figura 9-22)	Conectado PTs y CTs clase 0.2, en punto 1 del unilineal de la Figura 4-14	Digital
3	Potencia activa bruta Unidad 2	ION 8650 Serie: MW-1809A170-02	A, 0,2, 1 min.	Tinguiririca Energía (certificado Figura 9-23)	Conectado PTs y CTs clase 0.2, en punto 1 del unilineal de la Figura 4-14	Digital
4	Factor de potencia Unidad 2	ION 8650 Serie: MW-1809A170-02	A, 0,2, 1 min.	Tinguiririca Energía (certificado Figura 9-23)	Conectado PTs y CTs clase 0.2, en punto 1 del unilineal de la Figura 4-14	Digital
5	Potencia activa neta Unidad 1	ION 8650 Serie: MW-1809A337-02	A, 0,2, 1 min.	Tinguiririca Energía (certificado Figura 9-24)	Conectado PTs y CTs clase 0.2, en punto 3 del unilineal de la Figura 4-14	Digital
6	Potencia activa neta Unidad 2	ION 8650 Serie: MW-1809A333-02	A, 0,2, 1 min.	Tinguiririca Energía (certificado Figura 9-25)	Conectado PTs y CTs clase 0.2, en punto 3 del unilineal de la Figura 4-14	Digital
7	Potencia SS.AA. Unidad 1	ION 8650 Serie: PT-1109A070-01	A, 0,2, 1 min.	Tinguiririca Energía (certificado Figura 9-26)	Conectado PTs y CTs clase 0.2, en punto 2 del unilineal de la Figura 4-14	Digital
8	Potencia SS.AA. Unidad 2	ION 8650 Serie: PT-1104A372-01	A, 0,2, 1 min.	Tinguiririca Energía (certificado Figura 9-27)	Conectado PTs y CTs clase 0.2, en punto 2 del unilineal de la Figura 4-14	Digital

Tabla 4-4 - Instrumentación principal de potencia



Las características principales de estos equipos y sus certificados de calibración vigentes a la fecha de los ensayos pueden consultarse en el Anexo 9.6.

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

4.4.3 Mediciones complementarias

Se muestra en la Tabla 4-5 el listado de señales disponibles en el SCADA de la central con los TAGS correspondientes:

#	Variable	Tag
1	Potencia activa UG1	HLC_CM_U1_PACT_GEN1_AN
2	Potencia reactiva UG1	HLC_CM_U1_PREACT_GEN1_AN
3	Potencia Aparente UG1	HLC_CM_U1_PAPARENT_GEN1_AN
4	Factor de potencia UG1	HLC_CM_U1_FP_GEN1_AN
5	Frecuencia UG1	HLC_CM_U1_FREQ_GEN1_AN
6	Caudal turbinado UG1	HLC_CM_U1_CAUD_H2O.TURB_AN
7	Altura bruta UG1	HLC_CM_U1_ALTURA.BRUTA_AN
8	Tensión UG1	HLC_CM_U1_VOLT_3F.GEN1_AN HLC_CM_U1_VOLT_FA.GEN1_AN HLC_CM_U1_VOLT_FB.GEN1_AN HLC_CM_U1_VOLT_FC.GEN1_AN
9	Corriente UG1	HLC_CM_U1_AMP_3F.GEN1_AN HLC_CM_U1_AMP_FA.GEN1_AN HLC_CM_U1_AMP_FB.GEN1_AN HLC_CM_U1_AMP_FC.GEN1_AN
10	Potencia activa UG2	HLC_CM_U2_PACT_GEN2_AN
11	Potencia reactiva UG2	HLC_CM_U2_PREACT_GEN2_AN
12	Potencia Aparente UG2	HLC_CM_U2_PAPARENT_GEN2_AN
13	Factor de potencia UG2	HLC_CM_U2_FP_GEN2_AN
14	Frecuencia UG2	HLC_CM_U2_FREQ_GEN2_AN
15	Caudal turbinado UG2	HLC_CM_U2_CAUD_H2O.TURB_AN
16	Altura bruta UG2	HLC_CM_U2_ALTURA.BRUTA_AN



17	Tensión UG2	HLC_CM_U2_VOLT_3F.GEN2_AN HLC_CM_U2_VOLT_FA.GEN2_AN HLC_CM_U2_VOLT_FB.GEN2_AN HLC_CM_U2_VOLT_FC.GEN2_AN
18	Corriente UG2	HLC_CM_U2_AMP_3F.GEN2_AN HLC_CM_U2_AMP_FA.GEN2_AN HLC_CM_U2_AMP_FB.GEN2_AN HLC_CM_U2_AMP_FC.GEN2_AN
19	Temperatura devanados UG1	HLC_CM_U1_TEMP_ENROL.R109.GEN_AN HLC_CM_U1_TEMP_ENROL.R118.GEN_AN HLC_CM_U1_TEMP_ENROL.R166.GEN_AN HLC_CM_U1_TEMP_ENROL.R211.GEN_AN HLC_CM_U1_TEMP_ENROL.R25.GEN_AN HLC_CM_U1_TEMP_ENROL.R58.GEN_AN
20	Temperatura devanados UG2	HLC_CM_U2_TEMP_ENROL.R109.GEN_AN HLC_CM_U2_TEMP_ENROL.R118.GEN_AN HLC_CM_U2_TEMP_ENROL.R166.GEN_AN HLC_CM_U2_TEMP_ENROL.R211.GEN_AN HLC_CM_U2_TEMP_ENROL.R25.GEN_AN HLC_CM_U2_TEMP_ENROL.R58.GEN_AN
21	Potencia activa TRAF0 1	HLC_CM_TE1_PACT_AN
22	Potencia reactiva TRAF0 1	HLC_CM_TE1_PREACT_AN
23	Potencia Aparente TRAF0 1	HLC_CM_TE1_PAPARENT_AN
24	Factor de potencia TRAF0 1	HLC_CM_TE1_FP_AN
25	Tensión TRAF0 1	HLC_CM_TE1_VOLT_3F_AN HLC_CM_TE1_VOLT_FA_AN HLC_CM_TE1_VOLT_FB_AN HLC_CM_TE1_VOLT_FC_AN
26	Corriente TRAF0 1	HLC_CM_TE1_AMP_3F_AN HLC_CM_TE1_AMP_FA_AN HLC_CM_TE1_AMP_FB_AN HLC_CM_TE1_AMP_FC_AN
27	Potencia activa TRAF0 2	HLC_CM_TE2_PACT_AN
28	Potencia reactiva TRAF0 2	HLC_CM_TE2_PREACT_AN
29	Potencia Aparente TRAF0 2	HLC_CM_TE2_PAPARENT_AN
30	Factor de potencia TRAF0 2	HLC_CM_TE2_FP_AN
31	Tensión TRAF0 2	HLC_CM_TE2_VOLT_3F_AN HLC_CM_TE2_VOLT_FA_AN HLC_CM_TE2_VOLT_FB_AN HLC_CM_TE2_VOLT_FC_AN
32	Corriente TRAF0 2	HLC_CM_TE2_AMP_3F_AN HLC_CM_TE2_AMP_FA_AN HLC_CM_TE2_AMP_FB_AN HLC_CM_TE2_AMP_FC_AN



33	Potencia servicios auxiliares UG1	HLC_CM_BARRA1.SSAA_PACT_AN
34	Potencia servicios auxiliares UG2	HLC_CM_BARRA2.SSAA_PACT_AN
35	Nivel reservorio	HLC_RSV.TING_LVL_AN

Tabla 4-5 - Variables SCADA

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



4.5 Estimación de pérdidas y consumos propios de las unidades

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

Consumos	Potencia estimada
Consumos de SSAA	154.09 kW
Pérdidas en el transformador principal	350.578 kW
Pérdidas en el transformador de SSAA	19.25 kW

Tabla 4-6 – Valores teóricos obtenidos de pérdidas y consumos propios – Unidad 1

Consumos	Potencia estimada
Consumos de SSAA	148.38 kW
Pérdidas en el transformador principal	347.144 kW
Pérdidas en el transformador de SSAA	19.25 kW

Tabla 4-7 – Valores teóricos obtenidos de pérdidas y consumos propios – Unidad 2

Consumos	Potencia estimada
Consumos de SSAA	330.77 kW
Pérdidas en los transformadores principales	697.722 kW
Pérdidas en los transformadores de SSAA	38.5 kW

Tabla 4-8 – Valores teóricos obtenidos de pérdidas y consumos propios – Central completa



4.5.1 Consumos propios de los servicios auxiliares

Se presenta en la Tabla 4-9 las mediciones de consumos de Servicios Auxiliares registradas durante los ensayos para la Unidad 1.

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6
Test Run n°								
Hora			12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00
Consumos SSAA								
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	151,680	152,746	155,005	154,483	155,769	154,841
	Promedio P_{SSAA}	[kW]	154,09					

Tabla 4-9 – Mediciones de consumos de SS.AA. para la Unidad 1

Se presenta en la Tabla 4-10 las mediciones de consumos de Servicios Auxiliares registradas durante los ensayos para la Unidad 2.

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6
Test Run n°								
Hora			17:00	17:30	18:00	18:30	19:00	19:30
Consumos SSAA								
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	147,404	148,589	148,483	147,874	149,412	148,517
	Promedio P_{SSAA}	[kW]	148,38					

Tabla 4-10 – Mediciones de consumos de SS.AA. para la Unidad 2

Se presenta en la Tabla 4-11 las mediciones de consumos de Servicios Auxiliares registradas durante los ensayos para la central completa.

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8
Test Run n°										
Hora			12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00
Consumos SSAA										
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	330,433	331,435	328,666	331,690	333,883	329,732	328,299	332,013
	Promedio P_{SSAA}	[kW]	330,77							

Tabla 4-11 - Mediciones de consumos de SS.AA. para la central completa



4.5.2 Pérdidas en los transformadores principales

De acuerdo con el reporte de pruebas FAT de los transformadores, las pérdidas totales en cada transformador principal (pérdidas en vacío más las pérdidas en carga) son de 350.578 kW para el TR1 y 347.144 kW para el TR2.

TOSHIBA		QUALITY CONTROL DEPARTMENT		TEST SECTION	PAGE 4				
SERIAL NUMBER: A08025									
- NO-LOAD LOSS AND NO-LOAD CURRENT: Frequency: 50 Hz , 96 MVA , 3695A BASE.									
GUARANTEED VALUE:									
Connection	TAP POSITION	VOLTAGE (%)	I_0 (%)	LOSS (W)	BASE (MVA)				
220 kV	3	100	0,85	76000	96,0				
CONNECTION HV - 220 kV									
VOLTAGE (%)	VOLTAGE		NO-LOAD CURRENT - BASE 96 MVA				LOSS (W)		
	r.m.s (V)	Average (V)	I_0 (X1) (A)	I_0 (X2) (A)	I_0 (X3) (A)	I_0 (%)	MEASURED LOSS (W)	CORRECTION FACTOR	CORRECTED LOSS (W)
90%	13546	13517	4,114	3,550	5,422	0,118	52790	0,99785	52677
95%	14309	14255	6,106	5,184	7,796	0,172	61342	0,99621	61110
100%	15116	15012	9,632	8,404	12,012	0,271	72901	0,99307	72396
105%	16017	15766	18,698	17,209	22,218	0,524	89440	0,98408	88016
110%	17194	16528	50,832	49,092	55,824	1,405	112327	0,95970	107801

TOSHIBA		QUALITY CONTROL DEPARTMENT		TEST SECTION	PAGE 5				
SERIAL NUMBER: A08025									
- LOAD LOSS AND SHORT-CIRCUIT IMPEDANCE TEST: - Frequency: 50 Hz - Connection: HV ~ LV									
GUARANTEED VALUE:									
Connection	MVA BASE	Tap Position	IZ (%)	Wcc (W)	Wt (W)	η (0,85)			
220 kV	96,0	3	12,0	322000	398000	99,54			
CONNECTION HV - 220 kV									
MVA BASE	TAP POSITION	RATED CURRENT (A)	TEST TEMP. (°C)	MEASURED LOSS (W)	CORRECTED TO: 75 °C				
					IZ (%)	Wr (W)	Wa (W)	Wcc (W)	Wt (W)
96,00	1	240,0	25,8	239412	12,12	234834	35246	270080	342476
96,00	2	246,0	25,8	243284	12,13	237750	36440	274190	340588
96,00	3	252,0	25,8	247047	12,14	240579	37603	278182	350578
96,00	4	258,0	25,8	253232	12,25	243582	40682	284264	350000
96,00	5	265,0	25,8	259013	12,34	247064	43081	290145	362541

Figura 4-15 – Valores medidos de pérdidas en el transformador principal TR1



TOSHIBA	QUALITY CONTROL DEPARTMENT		TEST SECTION	PAGE 4					
	TEST REPORT								
SERIAL NUMBER: A08026									
- NO-LOAD LOSS AND NO-LOAD CURRENT: Frequency: 50 Hz , 96 MVA , 3695A BASE.									
GUARANTEED VALUE:									
Connection	TAP POSITION	VOLTAGE (%)	I ₀ (%)	LOSS (W)	BASE (MVA)				
220 kV	3	100	0,85	76000	96,0				
CONNECTION HV - 220 kV									
VOLTAGE (%)	VOLTAGE		NO-LOAD CURRENT - BASE 96 MVA				LOSS (W)		
	r.m.s (V)	Average (V)	I ₀ (X1) (A)	I ₀ (X2) (A)	I ₀ (X3) (A)	I ₀ (%)	MEASURED LOSS (W)	CORRECTION FACTOR	CORRECTED LOSS (W)
90%	13561	13522	3,675	3,704	5,022	0,112	51859	0,99712	51709
95%	14322	14274	5,490	5,466	7,308	0,165	60170	0,99664	59968
100%	15119	15024	8,782	8,732	11,372	0,261	71620	0,99368	71167
105%	16006	15770	17,204	17,048	21,021	0,499	88081	0,98503	86763
110%	17115	16503	44,580	44,080	49,790	1,249	109754	0,96292	105684

TOSHIBA	QUALITY CONTROL DEPARTMENT		TEST SECTION	PAGE 5					
	TEST REPORT								
SERIAL NUMBER: A08026									
- LOAD LOSS AND SHORT-CIRCUIT IMPEDANCE TEST: - Frequency: 50 Hz - Connection: HV ~ LV									
GUARANTEED VALUE:									
Connection	MVA BASE	Tap Position	IZ (%)	W _{cc} (W)	W _t (W)	η (0,85)			
220 kV	96,0	3	12,0	322000	398000	99,54			
CONNECTION HV - 220 kV									
MVA BASE	TAP POSITION	RATED CURRENT (A)	TEST TEMP. (°C)	MEASURED LOSS (W)	CORRECTED TO: 75 °C				
					IZ (%)	W _r (W)	W _a (W)	W _{cc} (W)	W _t (W)
96,00	1	240,0	26,1	237591	12,13	234617	33716	268333	339500
96,00	2	246,0	26,1	241395	12,13	237615	34793	272408	343676
96,00	3	252,0	26,1	244684	12,17	240362	35615	275977	347144
96,00	4	258,0	26,1	250319	12,26	243338	38250	281588	352755
96,00	5	265,0	26,1	256227	12,36	246771	40790	287561	358728

Figura 4-16 – Valores medidos de pérdidas en el transformador principal TR2



4.5.3 Pérdidas en los transformadores auxiliares

De acuerdo con las hojas de datos del fabricante las pérdidas totales en cada transformador de SS.AA. (pérdidas en vacío más las pérdidas en carga) son de 19.25 kW.

3 ELECTRICAL CHARACTERISTICS					
Frequency [Hz]:		50	Number of phases: 3		
			Vector group: Dyn1		
Winding:	Power [kVA]		Voltage [kV]	Group	Tap Changer
	AN				
High Voltage:	1500		15 ± 2x2,5%	D	CST
Low Voltage:	1500		0,4	y	
Temperature rise [°C]:		Average winding temp. rise			105
		Hot spot			115
Insulation class:					F
	High Voltage		Low Voltage		
	Phase		Phase		
Rated voltage class [kV]	24,2		1,2		
Lightning impulse [kV]	Full wave				
	Chopped wave		138		
Applied voltage [kV]	50		10		
Induced voltage [kV]	2 x VN		2 x VN		
No-load losses [kW]				100%	
Exciting current [%]	Base of 1500 kVA			5,3	
Total losses [kW] @115°C				1,0	
				19,25	

Figura 4-17 – Valores teóricos de pérdidas del transformador de SSAA



5 REALIZACIÓN DE LA PRUEBA

5.1 Chequeos previos

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

Se verificó:

- Lectura de los equipos de medición principales.
- Sincronización horaria entre los distintos equipos de medición.
- 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 unidades, así como también para la central completa.

5.2.1 Verificaciones previas

Se verificó el cumplimiento de las condiciones de prueba establecidas:

- Todas las protecciones estaban operativas y sin falla.
- No existían alarmas relevantes.
- Las unidades estaban disponibles para operar a máxima potencia.
- El control primario de frecuencia (CPF) no pudo ser desactivado en ninguna de las unidades, por lo tanto, se mantuvo operativo durante la prueba. Por esta razón, en todos los ensayos se tuvo consignado un valor de estatismo del 5%.
- Fue posible operar con un factor de potencia cercano a 0.95
- La barra de SS.AA. estuvo aislada de conexiones externas a la central.

5.3 Condiciones previas al inicio de los ensayos

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

Para la prueba de la unidad 1, los servicios auxiliares quedaron alimentados únicamente desde la Unidad 1 a través del transformador de SS.AA. N°1 (interruptor de alimentación 52-B1 cerrado, interruptor de acople de barras de SS.AA. 52-E1 abierto e interruptor de cargas generales 52-A1 abierto).

Para la prueba de la unidad 2, los servicios auxiliares quedaron alimentados únicamente desde la Unidad 2 a través del transformador de SS.AA. N°2 (interruptor de alimentación 52-B2 cerrado, interruptor de acople de barras de SS.AA. 52-E2 abierto e interruptor de cargas generales 52-A2 abierto).

Para la prueba de central completa los servicios auxiliares quedaron alimentados desde la Unidad 1 a través del transformador de SS.AA. N°1 (interruptor de alimentación 52-B1 cerrado, interruptor de acople de barras de SS.AA. 52-E1 abierto e interruptor de servicios generales 52-A2 cerrado) y desde la Unidad 2 a través del transformador de SS.AA. N°2 (interruptor de alimentación 52-B2 cerrado, interruptor de acople de barras de SS.AA. 52-E2 abierto e interruptor de servicios generales 52-A2 abierto).

En la siguiente figura se presentan las condiciones operativas del central:

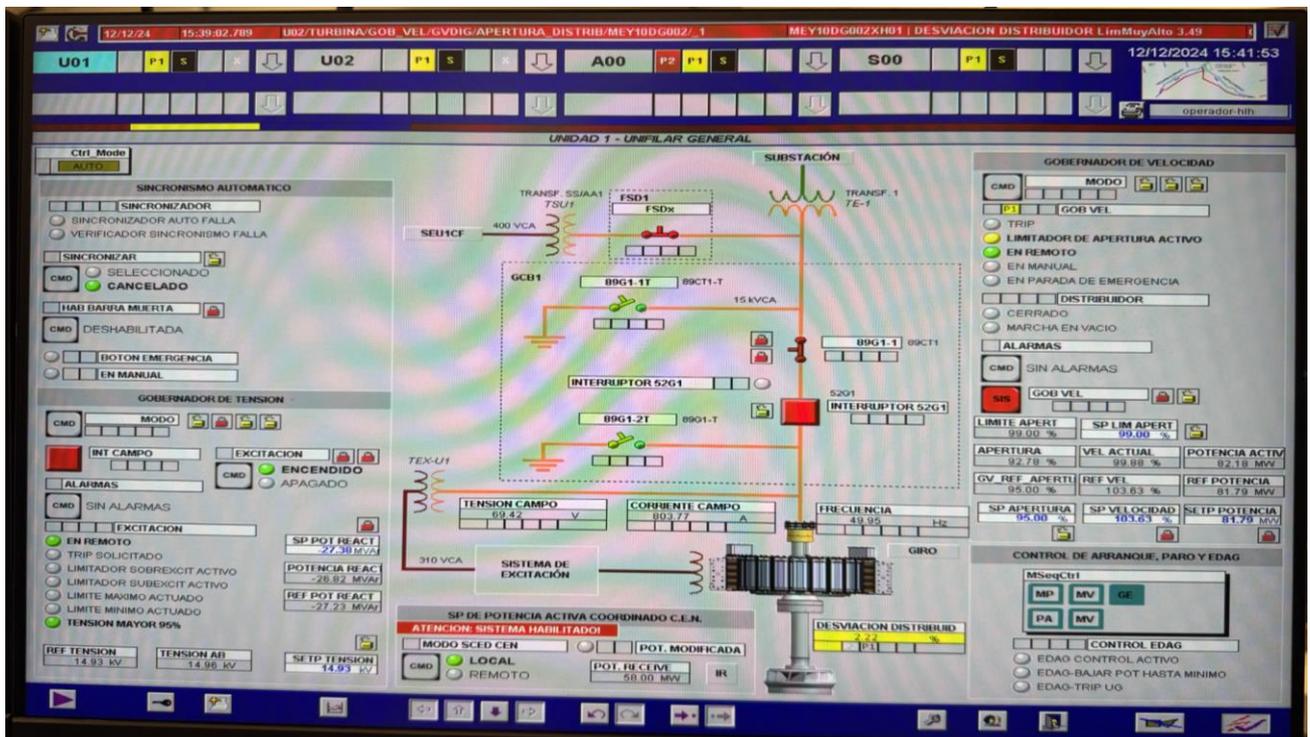


Figura 5-1 - Condiciones operativas durante los ensayos de las unidades U1

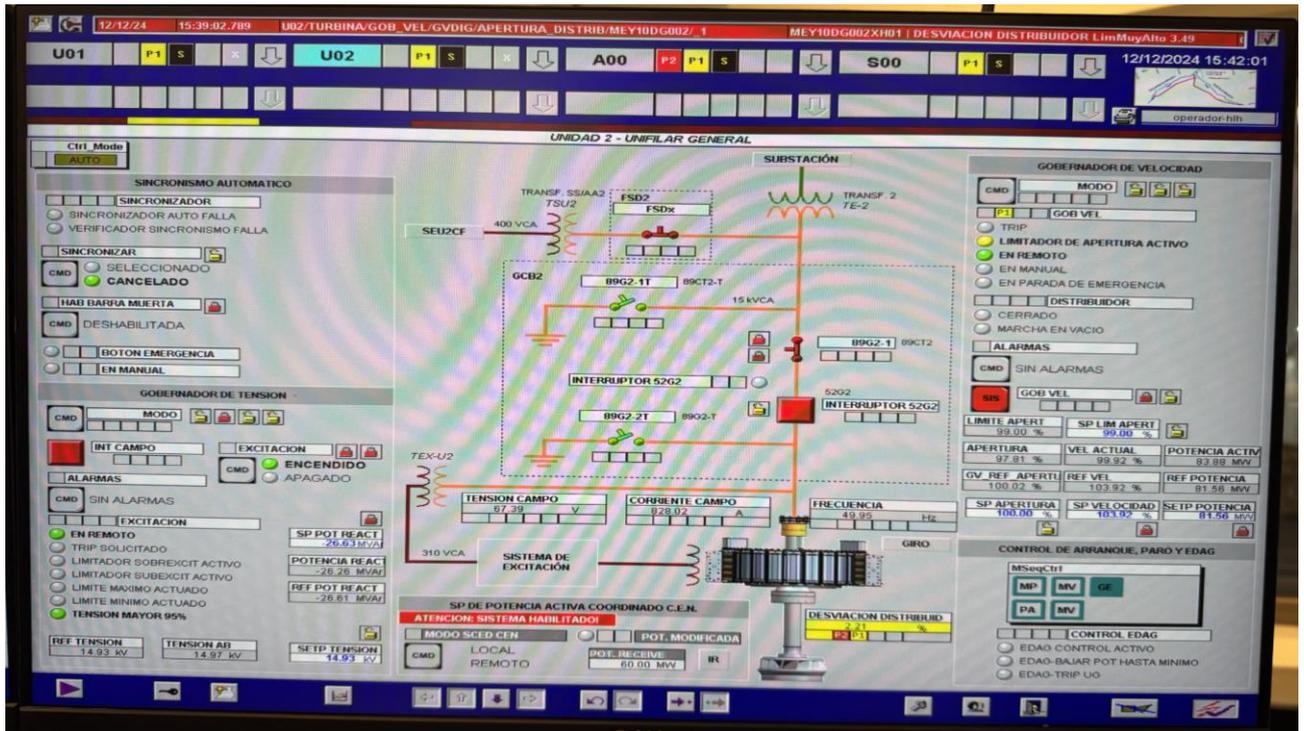


Figura 5-2 - Condiciones operativas durante los ensayos de las unidades U2

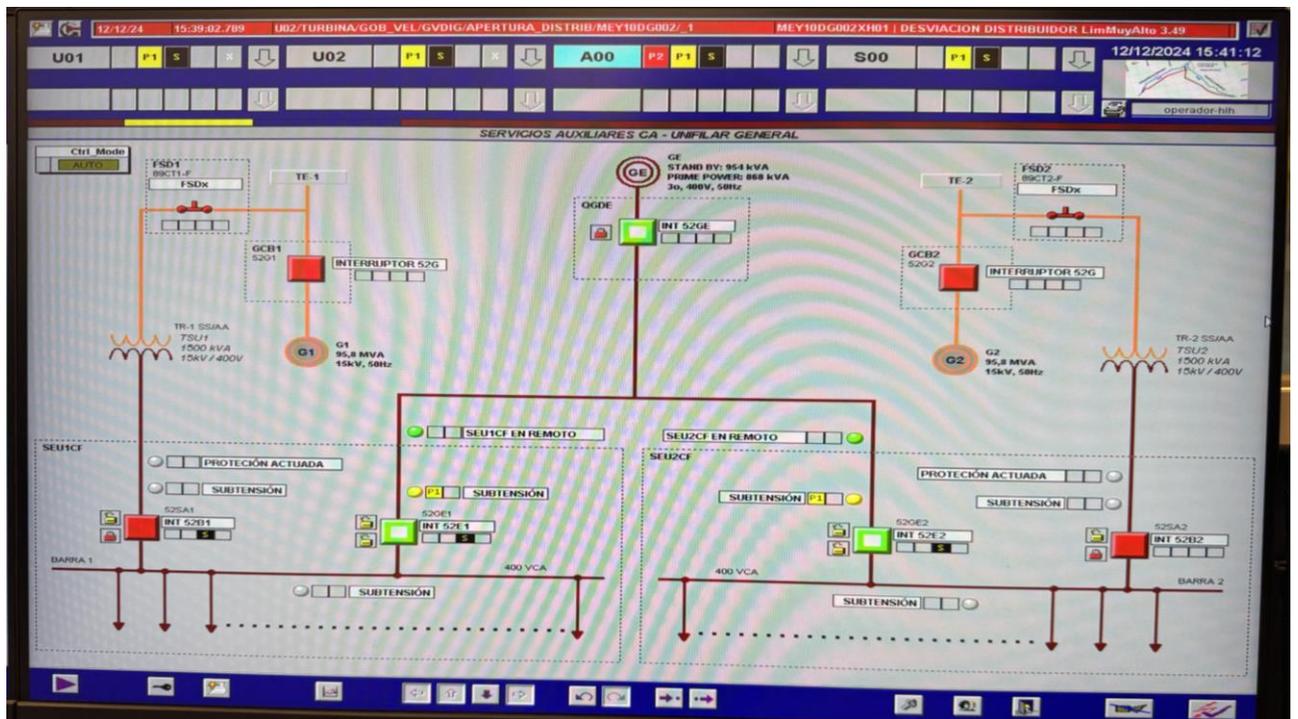


Figura 5-3 - Unifilar SSAA Generales



5.4 Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba

Previo al inicio de las pruebas las unidades se encontraban en servicio. El operador incrementó paulatinamente la carga de cada una de las unidades 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: modificar el valor de estatismo del control primario de frecuencia 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 para las unidades. 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 las pruebas para la Unidad 1:

Arranque de la unidad	Despachada
Inicio del período de estabilización	12:00 Hs (11/12/2024)
Fin del período de estabilización	12:30 Hs
Inicio del período de prueba	12:30 Hs
Fin del período de prueba	15:30 Hs

Tabla 5-1 – Etapas de la prueba para la Unidad 1

La Tabla 5-2 resume los períodos resultantes del desarrollo de las pruebas para la Unidad 2:

Arranque de la unidad	Despachada
Inicio del período de estabilización	16:00 Hs (11/12/2024)
Fin del período de estabilización	17:00 Hs
Inicio del período de prueba	17:00 Hs
Fin del período de prueba	20:00 Hs

Tabla 5-2 – Etapas de la prueba para la Unidad 2



La Tabla 5-3 resume los períodos resultantes del desarrollo de las pruebas para la central completa:

Arranque de las unidades	Despachadas
Inicio del período de estabilización	12:00 Hs (12/12/2024)
Fin del período de estabilización	12:30 Hs
Inicio del período de prueba	12:30 Hs
Fin del período de prueba	16:30 Hs

Tabla 5-3 – Etapas de la prueba para la central completa

5.5 Período de prueba

Finalmente, las pruebas para cada unidad individual se extendieron por un período total de 3 horas divididas en 6 test run de 30 minutos y, las pruebas para la central completa, se extendieron por un período total de 4 horas divididas en 8 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 5-4 – Máximas variaciones permisibles en las condiciones de operación



La Tabla 5-5 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas para la Unidad 1.

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6
Test Run n°								
Hora			12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00
Verificación de condiciones de estabilidad								
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	1,50%	0,085%	0,106%	0,446%	0,246%	0,216%	0,176%
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,102%	0,105%	0,450%	0,285%	0,215%	0,171%
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,086%	0,108%	0,164%	0,578%	0,082%	0,185%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,105%	0,135%	0,164%	0,162%	0,121%	0,078%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 5-5 – Verificación de estabilidad para la Unidad 1

La Tabla 5-6 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas para la Unidad 2.

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6
Test Run n°								
Hora			17:00	17:30	18:00	18:30	19:00	19:30
Verificación de condiciones de estabilidad								
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	1,50%	0,101%	0,093%	0,093%	0,112%	0,223%	0,047%
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,057%	0,063%	0,106%	0,147%	0,205%	0,069%
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,173%	0,046%	0,184%	0,273%	0,335%	0,425%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,126%	0,116%	0,157%	0,122%	0,140%	0,111%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 5-6 – Verificación de estabilidad para la Unidad 2

La Tabla 5-7 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas para la central completa.

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8
Test Run n°										
Hora			12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00
Verificación de condiciones de estabilidad										
P _{Neta,U1}	Potencia Neta medido en Alta U1	1,50%	0,101%	0,158%	0,064%	0,344%	0,163%	0,200%	0,094%	0,060%
P _{BRUTA,U1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina U1	1,50%	0,093%	0,144%	0,095%	0,319%	0,174%	0,189%	0,102%	0,045%
FP _{U1}	Factor de potencia en bornes de máquina U1	2,00%	0,165%	0,194%	0,303%	0,154%	0,103%	0,113%	0,082%	0,080%
P _{Neta,U2}	Potencia Neta medido en Alta U2	1,50%	0,057%	0,220%	0,144%	1,386%	0,297%	0,745%	0,526%	0,396%
P _{BRUTA,U2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina U2	1,50%	0,095%	0,195%	0,098%	1,395%	0,291%	0,726%	0,541%	0,385%
FP _{U2}	Factor de potencia en bornes de máquina U2	2,00%	0,149%	0,177%	0,257%	0,153%	0,084%	0,103%	0,104%	0,096%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,047%	0,120%	0,157%	0,198%	0,112%	0,074%	0,131%	0,147%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI							

Tabla 5-7 – 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 9.7.



6 CALCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS

6.1 Reducción de datos y estabilidad

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

6.2 Determinación de la potencia bruta y de pérdidas totales

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

$$L_{\text{Totales}(U_i)} = P_{\text{Bruta, No Corr}(U_i)} - P_{\text{Neta, No Corr}(U_i)}$$

Dónde:

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

La Tabla 6-1 detalla los cálculos realizados para la Unidad 1:

Períodos			ref	1	2	3	4	5	6
Test Run n°				12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00
Hora									
Variables Primarias									
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-		0,950	0,951	0,953	0,952	0,947	0,946
P_{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]		82,32	82,33	82,11	82,26	82,33	82,40
P_{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]		81,82	81,80	81,67	81,81	81,80	81,88
Determinación pérdidas totales									
$P_{\text{Bruta, No Corr}}$	Potencia Bruta medida - Total	[MW]		82,317	82,326	82,105	82,258	82,328	82,399
$P_{\text{Neta, No Corr}}$	Potencia Neta medida - Total	[MW]		81,821	81,802	81,669	81,805	81,798	81,878
L_{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]		0,496	0,524	0,436	0,452	0,530	0,522
	L_{TOTALES}	[kW]		493,42					

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		ref	1	2	3	4	5	6
Test Run n°			17:00	17:30	18:00	18:30	19:00	19:30
Hora								
Variabes Primarias								
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,945	0,941	0,942	0,953	0,961	0,970
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	82,06	82,04	82,15	81,56	81,89	81,93
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	81,62	81,59	81,69	81,11	81,40	81,47
Determinación pérdidas totales								
P _{Bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	82,057	82,042	82,147	81,564	81,890	81,928
P _{Neta, No Corr}	Potencia Neta medida - Total	[MW]	81,619	81,586	81,691	81,107	81,403	81,471
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,438	0,456	0,456	0,457	0,487	0,456
	L _{TOTALES}	[kW]	458,38					

Tabla 6-2 – Cálculos de potencia de pérdidas para la Unidad 2

La Tabla 6-3 detalla los cálculos realizados para la central completa:

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8
Test Run n°			12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00
Hora										
Variabes Primarias										
FP _{U1}	Factor de potencia en bornes de máquina U1	-	0,951	0,950	0,955	0,964	0,959	0,959	0,961	0,959
P _{BRUTA,U1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina U1	[MW]	82,30	82,28	82,25	82,27	82,30	80,34	82,28	82,37
P _{neta,U1}	Potencia Neta medido en Alta U1	[MW]	81,81	81,81	81,78	81,78	81,80	79,89	81,81	81,84
FP _{U2}	Factor de potencia en bornes de máquina U2	-	0,955	0,955	0,960	0,965	0,963	0,959	0,964	0,963
P _{BRUTA,U2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina U2	[MW]	83,19	82,94	83,08	81,26	82,64	77,33	82,22	82,42
P _{neta,U2}	Potencia Neta medido en Alta U2	[MW]	82,72	82,38	82,60	80,82	82,17	76,85	81,75	82,00
Determinación pérdidas totales										
P _{Bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	165,495	165,218	165,331	163,534	164,945	157,666	164,503	164,793
P _{Neta, No Corr}	Potencia Neta medida - Total	[MW]	164,531	164,196	164,377	162,599	163,974	156,745	163,552	163,839
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,964	1,023	0,954	0,935	0,970	0,921	0,951	0,953
	L _{TOTALES}	[kW]	958,95							

Tabla 6-3 – Cálculos de potencia de pérdidas para la central completa



6.2.1 Determinación de la potencia de pérdidas y consumos propios

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

$$L_{Totales(Ui)} = P_{Perd,central,med(Ui)} + P_{SSAA(Ui)}$$

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

$$P_{Perd,central,med(Ui)} = L_{Totales} - P_{SSAA(Ui)}$$

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

- Pérdidas en el transformador principal ($P_{Perd,tr(Ui)}$)
- Pérdidas en el transformador de SS.AA. ($P_{Perd,trSSAA(Ui)}$)
- Pérdidas en la red interna ($P_{Perd,red(Ui)}$)

$$P_{Perd,central,med(Ui)} = P_{Perd,tr(Ui)} + P_{Perd,trSSAA(Ui)} + P_{Perd,red(Ui)}$$

Pérdidas en los transformadores principales

En la Tabla 4-6 y Tabla 4-7 se presentan los valores de pérdida en vacío y carga de los transformadores principales. Cabe mencionar que el valor de pérdidas en carga está referido a la condición de potencia nominal del equipo y deben ser determinadas en la condición de ensayo.

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

$$P_{Perd,carga,tr(Ui)} = (P_{Perd,carga,nominal,tr(Ui)} - P_{Perd,vacio,tr(Ui)}) \cdot \left(\frac{P_{Neta,No\ Corr(Ui)}}{S_{nom,tr(Ui)}} \right)^2$$

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

$$P_{Perd,tr(Ui)} = P_{Perd,carga,tr(Ui)} + P_{Perd,vacio,tr(Ui)}$$



Pérdidas en los transformadores de SS.AA.

En las Tabla 4-6 y Tabla 4-7 se presentan los valores de pérdida en vacío y carga de los transformadores de SS.AA. Cabe mencionar que el valor de pérdidas en carga está referido a la condición de potencia nominal del equipo y deben ser determinadas en la condición de ensayo.

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

$$P_{Perd,carga,trSSAA(Ui)} = (P_{Perd,carga,nominal,trSSAA(Ui)} - P_{Perd,vacio,trSSAA(Ui)}) \cdot \left(\frac{P_{Neta,No\ Corr(Ui)}}{S_{nom,tr(Ui)}} \right)^2$$

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

$$P_{Perd,trSSAA(Ui)} = P_{Perd,carga,trSSAA(Ui)} + P_{Perd,vacio,trSSAA(Ui)}$$

Pérdidas en la red interna

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

$$P_{Perd,red(Ui)} = P_{Perd,central,med(Ui)} - P_{Perd,tr(Ui)}$$



La Tabla 6-4 detalla los cálculos realizados para la Unidad 1.

Períodos			1	2	3	4	5	6
Test Run n°	ref		12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00
Hora								
Variables Primarias								
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,950	0,951	0,953	0,952	0,947	0,946
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	82,32	82,33	82,11	82,26	82,33	82,40
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	81,82	81,80	81,67	81,81	81,80	81,88
Determinación pérdidas totales								
P _{Bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	82,317	82,326	82,105	82,258	82,328	82,399
P _{Neta, No Corr}	Potencia Neta medida - Total	[MW]	81,821	81,802	81,669	81,805	81,798	81,878
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,496	0,524	0,436	0,452	0,530	0,522
	L _{TOTALES}	[kW]	493,42					
P _{PERD,TR}	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,274	0,274	0,274	0,274	0,274	0,275
	P _{PERD,TR}	[kW]	274,35					
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,152	0,153	0,155	0,154	0,156	0,155
	P _{SSAA}	[kW]	154,09					
P _{PERD,TR SS.AA}	Pérdidas en el transformador de SS.AA.	[MW]	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
	P _{PERD,TR SS.AA.}	[kW]	5,45					
P _{PERD,RED}	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,065	0,091	0,002	0,018	0,094	0,087
	P _{PERD,RED}	[kW]	59,53					

Tabla 6-4 – Desglose de potencia de pérdidas y consumos para la Unidad 1



La Tabla 6-5 detalla los cálculos realizados para la Unidad 2.

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6
Test Run n°			17:00	17:30	18:00	18:30	19:00	19:30
Hora								
Variables Primarias								
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,945	0,941	0,942	0,953	0,961	0,970
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	82,06	82,04	82,15	81,56	81,89	81,93
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	81,62	81,59	81,69	81,11	81,40	81,47
Determinación pérdidas totales								
P _{Bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	82,057	82,042	82,147	81,564	81,890	81,928
P _{Neta, No Corr}	Potencia Neta medida - Total	[MW]	81,619	81,586	81,691	81,107	81,403	81,471
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,438	0,456	0,456	0,457	0,487	0,456
	L _{TOTALES}	[kW]	458,38					
P _{PERD,TR}	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,271	0,270	0,271	0,268	0,270	0,270
	P _{PERD,TR}	[kW]	269,97					
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,147	0,149	0,148	0,148	0,149	0,149
	P _{SSAA}	[kW]	148,38					
P _{PERD,TR SS.AA}	Pérdidas en el transformador de SS.AA.	[MW]	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
	P _{PERD,TR SS.AA.}	[kW]	5,44					
P _{PERD,RED}	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,015	0,031	0,031	0,035	0,062	0,033
	P _{PERD,RED}	[kW]	34,59					

Tabla 6-5 – Desglose de potencia de pérdidas y consumos para la Unidad 2



La Tabla 6-6 detalla los cálculos realizados para la central completa.

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8
Test Run n°	Hora		12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00
VARIABLES PRIMARIAS										
FP _{U1}	Factor de potencia en bornes de máquina U1	-	0,951	0,950	0,955	0,964	0,959	0,959	0,961	0,959
P _{BRUTA,U1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina U1	[MW]	82,30	82,28	82,25	82,27	82,30	80,34	82,28	82,37
P _{Neta,U1}	Potencia Neta medido en Alta U1	[MW]	81,81	81,81	81,78	81,78	81,80	79,89	81,81	81,84
FP _{U2}	Factor de potencia en bornes de máquina U2	-	0,955	0,955	0,960	0,965	0,963	0,959	0,964	0,963
P _{BRUTA,U2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina U2	[MW]	83,19	82,94	83,08	81,26	82,64	77,33	82,22	82,42
P _{Neta,U2}	Potencia Neta medido en Alta U2	[MW]	82,72	82,38	82,60	80,82	82,17	76,85	81,75	82,00
Determinación pérdidas totales										
P _{Bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	165,495	165,218	165,331	163,534	164,945	157,666	164,503	164,793
P _{Neta, No Corr}	Potencia Neta medida - Total	[MW]	164,531	164,196	164,377	162,599	163,974	156,745	163,552	163,839
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,964	1,023	0,954	0,935	0,970	0,921	0,951	0,953
	L_{TOTALES}	[kW]	958,95							
P _{PERD,TRU1}	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,274	0,274	0,274	0,274	0,274	0,265	0,274	0,275
P _{PERD,TRU2}	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,276	0,274	0,275	0,267	0,273	0,248	0,271	0,273
	P_{PERD,TR}	[kW]	542,96							
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,330	0,331	0,329	0,332	0,334	0,330	0,328	0,332
	P_{SSAA}	[kW]	330,77							
P _{PERD,TR SS.AA.U1}	Pérdidas en el transformador de SS.AA.	[MW]	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
P _{PERD,TR SS.AA.U2}	Pérdidas en el transformador de SS.AA.	[MW]	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
	P_{PERD,TR SS.AA.}	[kW]	10,94							
P _{PERD,RED}	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,072	0,132	0,065	0,051	0,078	0,067	0,066	0,063
	P_{PERD,RED}	[kW]	74,28							

Tabla 6-6 - Desglose de potencia de pérdidas y consumos para la central completa

6.2.2 Desglose de la potencia de pérdidas totales

Considerando que la determinación de las pérdidas totales no permite especificar los valores de pérdidas y consumos propios de cada unidad, se realiza un desglose de cada una de ellas a partir de los datos estimados en el capítulo 4.5.



En la Tabla 6-7 se resumen los resultados del desglose de pérdidas y consumos (promedio) de la Unidad 1.

<i>Consumos</i>	<i>Potencia estimada</i>
Consumos de SSAA	154.09 kW
Pérdidas en el transformador principal	274.35 kW
Pérdidas en el transformador de SSAA	5.45 kW
Pérdidas en la red interna	59.53 kW
Total	493.42 kW

Tabla 6-7 – Valores de pérdidas y consumos para la Unidad 1

En la Tabla 6-8 se resumen los resultados del desglose de pérdidas y consumos (promedio) de la Unidad 2.

<i>Consumos</i>	<i>Potencia estimada</i>
Consumos de SSAA	148.38 kW
Pérdidas en el transformador principal	269.97 kW
Pérdidas en el transformador de SSAA	5.44 kW
Pérdidas en la red interna	34.59 kW
Total	458.38 kW

Tabla 6-8 – Valores de pérdidas y consumos para la Unidad 2

En la Tabla 6-9 se resumen los resultados del desglose de pérdidas y consumos (promedio) de la central completa.

<i>Consumos</i>	<i>Potencia estimada</i>
Consumos de SSAA	330.77 kW
Pérdidas en los transformadores principales	542.96 kW
Pérdidas en los transformadores de SSAA	10.94 kW
Pérdidas en la red interna	74.28 kW
Total	958.95 kW

Tabla 6-9 – Valores de pérdidas y consumos para la central completa



6.3 Correcciones aplicables a la potencia bruta

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

Según lo establece el anexo técnico pueden aplicarse correcciones por:

- 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)
- $P_{Bruta(Ui)}$: Potencia Bruta Medida Unidad "i" (i=1, 2)
- LFP: 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 y U2) el factor de potencia que se utiliza como referencia es el indicado por el medidor #2 y 4, respectivamente (Tabla 4-4).



La Tabla 6-10 detalla las correcciones realizadas para la Unidad 1:

Períodos			1	2	3	4	5	6
Test Run n°	ref							
Hora			12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00
Variables Primarias								
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,950	0,951	0,953	0,952	0,947	0,946
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	82,32	82,33	82,11	82,26	82,33	82,40
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	81,82	81,80	81,67	81,81	81,80	81,88
Correcciones a la Potencia bruta								
L _{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	-0,485	1,536	5,846	3,743	-4,907	-6,582
P_{Bruta, Corr}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	82,32	82,32	82,10	82,25	82,33	82,41

Tabla 6-10 – Correcciones a la Potencia Bruta para la Unidad 1

La Tabla 6-11 detalla las correcciones realizadas para la Unidad 2:

Períodos			1	2	3	4	5	6
Test Run n°	ref							
Hora			17:00	17:30	18:00	18:30	19:00	19:30
Variables Primarias								
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,945	0,941	0,942	0,953	0,961	0,970
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	82,06	82,04	82,15	81,56	81,89	81,93
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	81,62	81,59	81,69	81,11	81,40	81,47
Correcciones a la Potencia bruta								
L _{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	-8,574	-14,701	-13,680	5,842	18,277	34,949
P_{Bruta, Corr}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	82,07	82,06	82,16	81,56	81,87	81,89

Tabla 6-11 – Correcciones a la Potencia Bruta para la Unidad 2



La Tabla 6-12 detalla las correcciones realizadas para la central completa:

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8
Test Run n°	Hora		12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00
Variables Primarias										
FP _{U1}	Factor de potencia en bornes de máquina U1	-	0,951	0,950	0,955	0,964	0,959	0,959	0,961	0,959
P _{BRUTA,U1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina U1	[MW]	82,30	82,28	82,25	82,27	82,30	80,34	82,28	82,37
P _{net,U1}	Potencia Neta medido en Alta U1	[MW]	81,81	81,81	81,78	81,78	81,80	79,89	81,81	81,84
FP _{U2}	Factor de potencia en bornes de máquina U2	-	0,955	0,955	0,960	0,965	0,963	0,959	0,964	0,963
P _{BRUTA,U2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina U2	[MW]	83,19	82,94	83,08	81,26	82,64	77,33	82,22	82,42
P _{net,U2}	Potencia Neta medido en Alta U2	[MW]	82,72	82,38	82,60	80,82	82,17	76,85	81,75	82,00
Correcciones a la Potencia bruta										
L _{FP,U1}	Diferencia en pérdidas por FP - U1	[kW]	1,443	0,489	8,802	23,463	16,053	15,290	18,136	16,227
L _{FP,U2}	Diferencia en pérdidas por FP - U2	[kW]	9,359	8,492	16,700	25,429	22,748	15,279	23,410	23,086
P _{Bruta, Corr, U1}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	82,30	82,28	82,24	82,25	82,29	80,33	82,26	82,36
P _{Bruta, Corr, U2}		[MW]	83,18	82,93	83,06	81,23	82,62	77,31	82,20	82,40

Tabla 6-12 – Correcciones a la Potencia Bruta para la central completa



6.4 Cálculo de la Potencia Neta corregida

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

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

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

$$L_{Totales} = P_{Bruta,NoCorr} - P_{Neta,NoCorr}$$

Dónde:

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

La Tabla 6-13 detalla los cálculos realizados para la Unidad 1:

Períodos			ref	1	2	3	4	5	6
Test Run n°				12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00
Hora									
Determinación pérdidas totales									
$L_{TOTALES}$	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]		0,496	0,524	0,436	0,452	0,530	0,522
	$L_{TOTALES}$	[kW]		493,42					
Cálculo promedio final									
$P_{Bruta, Corr}$	Valores utilizados para	[MW]		82,32	82,32	82,10	82,25	82,33	82,41
$P_{Neta, Corr}$	cálculo de promedio final	[MW]		81,82	81,80	81,66	81,80	81,80	81,88

Tabla 6-13 – Cálculos de Potencia Neta corregida para la Unida 1



La Tabla 6-14 detalla los cálculos realizados para la Unidad 2:

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6
Test Run n°								
Hora			17:00	17:30	18:00	18:30	19:00	19:30
Determinación pérdidas totales								
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,438	0,456	0,456	0,457	0,487	0,456
	L _{TOTALES}	[kW]	458,38					
Cálculo promedio final								
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	82,07	82,06	82,16	81,56	81,87	81,89
P _{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	81,63	81,60	81,70	81,10	81,39	81,44

Tabla 6-14 – Cálculos de Potencia Neta corregida para la Unida 2

La Tabla 6-15 detalla los cálculos realizados para la central completa:

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8
Test Run n°										
Hora			12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00
Determinación pérdidas totales										
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,964	1,023	0,954	0,935	0,970	0,921	0,951	0,953
	L _{TOTALES}	[kW]	958,95							
Cálculo promedio final										
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	165,48	165,21	165,31	163,48	164,91	157,64	164,46	164,75
P _{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	164,52	164,19	164,35	162,55	163,94	156,71	163,51	163,80

Tabla 6-15 - Cálculos de Potencia Neta corregida para la central completa



6.5 Cálculo del promedio final

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

- Unidad 1: **82,29 MW**
- Unidad 2: **81,93 MW**
- Central completa: **163,91 MW**

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

- Unidad 1: **81,80 MW**
- Unidad 2: **81,48 MW**
- Central completa: **162,95 MW**

La Tabla 6-16 detalla los valores utilizados para el cálculo del promedio de la Unidad 1:

Períodos								
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	
Hora		12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	
Cálculo promedio final								
P_{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	82,32	82,32	82,10	82,25	82,33	82,41
P_{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	81,82	81,80	81,66	81,80	81,80	81,88
P_{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	82,29					
P_{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	81,80					

Tabla 6-16 – Promedio Final para la Unidad 1



La Tabla 6-17 detalla los valores utilizados para el cálculo del promedio de la Unidad 2:

Períodos								
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	
Hora		17:00	17:30	18:00	18:30	19:00	19:30	
Cálculo promedio final								
P_{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	82,07	82,06	82,16	81,56	81,87	81,89
P_{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	81,63	81,60	81,70	81,10	81,39	81,44
P_{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	81,93					
P_{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	81,48					

Tabla 6-17 – Promedio Final para la Unidad 2

La Tabla 6-18 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	
Hora		12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	
Cálculo promedio final										
P_{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	165,48	165,21	165,31	163,48	164,91	157,64	164,46	164,75
P_{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	164,52	164,19	164,35	162,55	163,94	156,71	163,51	163,80
P_{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	163,91							
P_{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	162,95							

Tabla 6-18 – Promedio Final para la central completa



6.6 Tabla Resumen general

Todos los cálculos presentados anteriormente se resumen a continuación.

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	
Test Run n°	Hora		12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	
Variables Primarias									
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,950	0,951	0,953	0,952	0,947	0,946	Mediciones
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	82,32	82,33	82,11	82,26	82,33	82,40	
P _{Neta}	Potencia Neta medida en Alta	[MW]	81,82	81,80	81,67	81,81	81,80	81,88	
Variables Secundarias									
Frec	Velocidad de Rotación - Para estabilidad	[Hz]	50,04	49,96	50,00	49,97	50,01	50,02	
Verificación de condiciones de estabilidad									
P _{Neta}	Potencia Neta medida en Alta	1,50%	0,085%	0,106%	0,446%	0,246%	0,216%	0,176%	Cálculos de Desvío Estándar y comparación con el límite establecido por norma
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,102%	0,105%	0,450%	0,285%	0,215%	0,171%	
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,086%	0,108%	0,164%	0,578%	0,082%	0,185%	
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,105%	0,135%	0,164%	0,162%	0,121%	0,078%	
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
Consumos SSAA									
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	151,680	152,746	155,005	154,483	155,769	154,841	
	Promedio P _{SSAA}	[kW]	154,09						
Determinación pérdidas totales									
P _{Bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	82,317	82,326	82,105	82,258	82,328	82,399	L _{TOTALES} = P _{Bruta, No Corr} - P _{Neta, No Corr} P _{PERD,RED} = L _{TOTALES} - P _{SSAA} - P _{PERD,TR}
P _{Neta, No Corr}	Potencia Neta medida - Total	[MW]	81,821	81,802	81,669	81,805	81,798	81,878	
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,496	0,524	0,436	0,452	0,530	0,522	
	L _{TOTALES}	[kW]	493,42						
P _{PERD,TR}	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,274	0,274	0,274	0,274	0,274	0,275	
	P _{PERD,TR}	[kW]	274,35						
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,152	0,153	0,155	0,154	0,156	0,155	
	P _{SSAA}	[kW]	154,09						
P _{PERD,TR SS,AA}	Pérdidas en el transformador de SS.AA.	[MW]	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	
	P _{PERD,TR SS,AA}	[kW]	5,45						
P _{PERD,RED}	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,065	0,091	0,002	0,018	0,094	0,087	
	P _{PERD,RED}	[kW]	59,53						
Correcciones a la Potencia bruta									
L _{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	-0,485	1,536	5,846	3,743	-4,907	-6,582	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]	82,32	82,32	82,10	82,25	82,33	82,41	P _{Bruta, Corr} = (P _{Bruta} - L _{FP})
Cálculo promedio final									
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	82,32	82,32	82,10	82,25	82,33	82,41	Selección de los test-run promediales
P _{Neta, Corr}		[MW]	81,82	81,80	81,66	81,80	81,80	81,88	P _{Neta, Corr} = P _{Bruta, Corr} - L _{TOTALES}
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	82,29						
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	81,80						

Tabla 6-19 – Resumen general para la Unidad 1



Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	
Test Run n°	Hora		17:00	17:30	18:00	18:30	19:00	19:30	
Variables Primarias									
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,945	0,941	0,942	0,953	0,961	0,970	Mediciones
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	82,06	82,04	82,15	81,56	81,89	81,93	
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	81,62	81,59	81,69	81,11	81,40	81,47	
Variables Secundarias									
Frec	Velocidad de Rotación - Para estabilidad	[Hz]	50,00	50,03	50,03	49,96	50,01	49,85	
Verificación de condiciones de estabilidad									
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	1,50%	0,101%	0,093%	0,093%	0,112%	0,223%	0,047%	Cálculos de Desvío Estándar y comparación con el límite establecido por norma
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,057%	0,063%	0,106%	0,147%	0,205%	0,069%	
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,173%	0,046%	0,184%	0,273%	0,335%	0,425%	
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,126%	0,116%	0,157%	0,122%	0,140%	0,111%	
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
Consumos SSAA									
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	147,404	148,589	148,483	147,874	149,412	148,517	
	Promedio P _{SSAA}	[kW]	148,38						
Determinación pérdidas totales									
P _{Bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	82,057	82,042	82,147	81,564	81,890	81,928	L _{Totales} = P _{bruta, No Corr} - P _{Neta, No Corr}
P _{Neta, No Corr}	Potencia Neta medida - Total	[MW]	81,619	81,586	81,691	81,107	81,403	81,471	
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,438	0,456	0,456	0,457	0,487	0,456	
	L _{TOTALES}	[kW]	458,38						
P _{PERD,TR}	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,271	0,270	0,271	0,268	0,270	0,270	
	P _{PERD,TR}	[kW]	269,97						
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,147	0,149	0,148	0,148	0,149	0,149	
	P _{SSAA}	[kW]	148,38						
P _{PERD,TR SS.AA}	Pérdidas en el transformador de SS.AA.	[MW]	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	
	P _{PERD,TR SS.AA.}	[kW]	5,44						
P _{PERD,RED}	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,015	0,031	0,031	0,035	0,062	0,033	P _{PERD,RED} = L _{TOTALES} - P _{SSAA} - P _{PERD,TR}
	P _{PERD,RED}	[kW]	34,59						
Correcciones a la Potencia bruta									
L _{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	-8,574	-14,701	-13,680	5,842	18,277	34,949	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]	82,07	82,06	82,16	81,56	81,87	81,89	P _{Bruta, Corr} = (P _{Bruta} - L _{FP})
Cálculo promedio final									
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	82,07	82,06	82,16	81,56	81,87	81,89	Selección de los test-run promediables
P _{Neta, Corr}		[MW]	81,63	81,60	81,70	81,10	81,39	81,44	P _{Neta, Corr} = P _{Bruta, Corr} - L _{TOTALES}
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	81,93						
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	81,48						

Tabla 6-20 – Resumen general para la Unidad 2



Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	
Test Run n°	Hora		12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	
Variables Primarias											
FP _{U1}	Factor de potencia en bornes de máquina U1	-	0,951	0,950	0,955	0,964	0,959	0,959	0,961	0,959	Mediciones
P _{BRUTA,U1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina U1	[MW]	82,30	82,28	82,25	82,27	82,30	80,34	82,28	82,37	
P _{net,U1}	Potencia Neta medido en Alta U1	[MW]	81,81	81,81	81,78	81,78	81,80	79,89	81,81	81,84	
FP _{U2}	Factor de potencia en bornes de máquina U2	-	0,955	0,955	0,960	0,965	0,963	0,959	0,964	0,963	
P _{BRUTA,U2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina U2	[MW]	83,19	82,94	83,08	81,26	82,64	77,33	82,22	82,42	
P _{net,U2}	Potencia Neta medido en Alta U2	[MW]	82,72	82,38	82,60	80,82	82,17	76,85	81,75	82,00	
Variables Secundarias											
Frec	Velocidad de Rotación - Para estabilidad	[Hz]	49,96	50,03	49,98	50,07	50,07	50,23	50,04	50,02	
Verificación de condiciones de estabilidad											
P _{net,U1}	Potencia Neta medido en Alta U1	1,50%	0,101%	0,158%	0,064%	0,344%	0,163%	0,200%	0,094%	0,060%	Cálculos de Desvío Estándar y comparación con el límite establecido por norma
P _{BRUTA,U1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina U1	1,50%	0,093%	0,144%	0,095%	0,319%	0,174%	0,189%	0,102%	0,045%	
FP _{U1}	Factor de potencia en bornes de máquina U1	2,00%	0,165%	0,194%	0,303%	0,154%	0,103%	0,113%	0,082%	0,080%	
P _{net,U2}	Potencia Neta medido en Alta U2	1,50%	0,057%	0,220%	0,144%	1,386%	0,297%	0,745%	0,526%	0,396%	
P _{BRUTA,U2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina U2	1,50%	0,095%	0,195%	0,098%	1,395%	0,291%	0,726%	0,541%	0,385%	
FP _{U2}	Factor de potencia en bornes de máquina U2	2,00%	0,149%	0,177%	0,257%	0,153%	0,084%	0,103%	0,104%	0,096%	
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,047%	0,120%	0,157%	0,198%	0,112%	0,074%	0,131%	0,147%	
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
Consumos SSAA											
P _{SSAA,U1}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares U1	[kW]	182,653	183,031	180,774	183,118	185,140	180,035	179,924	184,268	
P _{SSAA,U2}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares U2	[kW]	147,780	148,404	147,893	148,572	148,743	149,697	148,375	147,745	
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	330,433	331,435	328,666	331,690	333,883	329,732	328,299	332,013	
	Promedio P_{SSAA}	[kW]	330,77								
Determinación pérdidas totales											
P _{Bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	165,495	165,218	165,331	163,534	164,945	157,666	164,503	164,793	L _{TOTALES} = P _{Bruta, No Corr} - P _{Neto, No Corr}
P _{Neto, No Corr}	Potencia Neta medida - Total	[MW]	164,531	164,196	164,377	162,599	163,974	156,745	163,552	163,839	
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,964	1,023	0,954	0,935	0,970	0,921	0,951	0,953	
	L_{TOTALES}	[kW]	958,95								
P _{PERD,TRU1}	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,274	0,274	0,274	0,274	0,274	0,265	0,274	0,275	
P _{PERD,TRU2}	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,276	0,274	0,275	0,267	0,273	0,248	0,271	0,273	
	P_{PERD,TR}	[kW]	542,96								
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,330	0,331	0,329	0,332	0,334	0,330	0,328	0,332	
	P_{SSAA}	[kW]	330,77								
P _{PERD,TR SS,AA,U1}	Pérdidas en el transformador de SS.AA.	[MW]	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	
P _{PERD,TR SS,AA,U2}	Pérdidas en el transformador de SS.AA.	[MW]	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	
	P_{PERD,TR SS,AA}	[kW]	10,94								
P _{PERD,RED}	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,072	0,132	0,065	0,051	0,078	0,067	0,066	0,063	P _{PERD,RED} = L _{TOTALES} - P _{SSAA} - P _{PERD,TR}
	P_{PERD,RED}	[kW]	74,28								
Correcciones a la Potencia bruta											
L _{FP,U1}	Diferencia en pérdidas por FP - U1	[kW]	1,443	0,489	8,802	23,463	16,053	15,290	18,136	16,227	Diferencia de kW en la curva de FP (FP _{enc} vs 0.95)
L _{FP,U2}	Diferencia en pérdidas por FP - U2	[kW]	9,359	8,492	16,700	25,429	22,748	15,279	23,410	23,086	
P _{Bruta, Corr, U1}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	82,30	82,28	82,24	82,25	82,29	80,33	82,26	82,36	P _{Bruta, Corr, U1} = (P _{Bruta, U1} - L _{FP})
P _{Bruta, Corr, U2}		[MW]	83,18	82,93	83,06	81,23	82,62	77,31	82,20	82,40	P _{Bruta, Corr, U2} = (P _{Bruta, U2} - L _{FP})
Cálculo promedio final											
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	165,48	165,21	165,31	163,48	164,91	157,64	164,46	164,75	Selección de los test-run promediables
P _{Neto, Corr}		[MW]	164,52	164,19	164,35	162,55	163,94	156,71	163,51	163,80	P _{Neto, Corr} = P _{Bruta, Corr} - L _{TOTALES}
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	163,91								
P _{MAX, Neto}	Potencia Máxima Neta	[MW]	162,95								

Tabla 6-21 – Resumen general para la central completa



6.7 Incertidumbre

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

En la Tabla 6-22 y en la Tabla 6-23 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]	82288,87	182,194	30	2,042	285,057	33,2639	1,00	582,0677	67,9227	
FP	[-]	0,950	0,002	30	2,042	0,003	0,0003	-1486,91	-9,9912	-1,0563	
									U_R	586,10	[kW]

Tabla 6-22 – 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]	82288,87	182,194	30	2,042	285,057	33,2639	0,00	-0,02	0,00	
FP	[-]	0,950	0,002	30	2,042	0,003	0,0003	-1486,91	-9,9912	-1,0563	
P _{Neta}	[kW]	81795,45	173,942	30	2,042	283,348	31,7573	1,00	578,5961	64,8484	
									U_R	582,31	[kW]

Tabla 6-23 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la Unidad 1



En la Tabla 6-24 y en la Tabla 6-25 se presenta el cálculo de incertidumbre para la **Potencia Bruta Corregida** y la **Potencia Neta Corregida** respectivamente para la Unidad 2, en ambos casos se ha considerado una certeza del 95%.

Cálculo de incertidumbre - Potencia Bruta										
Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad (θ)	Incertidumbre sistémica (Bx*θ*ts,v)	Incertidumbre aleatoria (Sx*θ*ts,v)
P _{BRUTA}	[kW]	81937,96	88,295	30	2,042	283,841	16,1205	1,00	579,9768	32,9391
FP	[-]	0,952	0,002	30	2,042	0,003	0,0004	-1472,28	-9,9163	-1,2513
U_R									581,00	[kW]

Tabla 6-24 – 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]	81937,96	88,295	30	2,042	283,841	16,1205	0,00	0,37	0,02
FP	[-]	0,952	0,002	30	2,042	0,003	0,0004	-1472,28	-9,9163	-1,2513
P _{Neta}	[kW]	81479,57	90,850	30	2,042	282,254	16,5868	1,00	576,3617	33,8702
U_R									577,44	[kW]

Tabla 6-25 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la Unidad 2



En la Tabla 6-26 y en la Tabla 6-27 se presenta el cálculo de incertidumbre para la **Potencia Bruta Corregida** y la **Potencia Neta Corregida** respectivamente para la 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 ($Bx*\theta*ts,v$)	Incertidumbre aleatoria ($Sx*\theta*ts,v$)
P _{BRUTA-U1}	[kW]	82050,92	119,077	30	2,042	284,233	21,7404	1,00	582,7253	44,5714
FP _{U1}	[-]	0,957	0,001	30	2,042	0,003	0,0003	-1485,68	-10,0603	-0,7910
P _{BRUTA-U2}	[kW]	81884,69	381,427	30	2,042	283,657	69,6387	1,01	582,8625	143,0946
FP _{U2}	[-]	0,961	0,001	30	2,042	0,003	0,0002	-1467,08	-9,9685	-0,7379
U_R									837,83	[kW]

Tabla 6-26 – 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 ($Bx*\theta*ts,v$)	Incertidumbre aleatoria ($Sx*\theta*ts,v$)
P _{BRUTA-U1}	[kW]	82050,92	119,077	30	2,042	284,233	21,7404	0,00	2,32	0,18
FP _{U1}	[-]	0,957	0,001	30	2,042	0,003	0,0003	-1485,68	-10,0603	-0,7910
P _{NETA-U1}	[kW]	81564,01	120,731	30	2,042	282,546	22,0424	1,00	576,9590	45,0106
P _{BRUTA-U2}	[kW]	81884,69	381,427	30	2,042	283,657	69,6387	0,01	3,64	0,89
FP _{U2}	[-]	0,961	0,001	30	2,042	0,003	0,0002	-1467,08	-9,9685	-0,7379
P _{NETA-U2}	[kW]	81412,65	383,754	30	2,042	282,022	70,0636	1,00	575,8883	143,0699
U_R									829,00	[kW]

Tabla 6-27 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la central completa



7 CONCLUSIONES

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

Cada unidad fue capaz de sostener en forma estable la potencia en sus bornes de salida por un período de tiempo superior a las 3 horas.

Se determinaron los siguientes valores de **Potencia Máxima Bruta** de la Central Hidroeléctrica La Confluencia con el siguiente desglose de valores:

Resumen de resultados CH La Confluencia - Unidad 1		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	82,2889
	Bruta Corregida [MW]	82,2890
	Neta Medida [MW]	81,7954
	Neta Corregida [MW]	81,7956
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	154,09
	Pérdidas en transformador principal [kW]	274,35
	Pérdidas en transformador SSAA [kW]	5,45
	Pérdidas en la red interna [kW]	59,53
	Pérdidas totales [kW]	493,42

Tabla 7-1 – Resumen resultados – Unidad 1

Resumen de resultados CH La Confluencia - Unidad 2		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	81,9380
	Bruta Corregida [MW]	81,9343
	Neta Medida [MW]	81,4796
	Neta Corregida [MW]	81,4759
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	148,38
	Pérdidas en transformador principal [kW]	269,97
	Pérdidas en transformador SSAA [kW]	5,44
	Pérdidas en la red interna [kW]	34,59
	Pérdidas totales [kW]	458,38

Tabla 7-2 – Resumen resultados – Unidad 2



Resumen de resultados CH La Confluencia - Central Completa		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	163,9356
	Bruta Corregida [MW]	163,9051
	Neta Medida [MW]	162,9767
	Neta Corregida [MW]	162,9461
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	330,77
	Pérdidas en transformadores principales [kW]	542,96
	Pérdidas en transformadores SSAA [kW]	10,94
	Pérdidas en la red interna [kW]	74,28
	Pérdidas totales [kW]	958,95

Tabla 7-3 – Resumen resultados – Central completa



8 NORMATIVA

- Anexo Técnico: "Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras".
- Norma ASME PTC 19.1 "Test Uncertainty"



9 ANEXOS

9.1 Datos característicos del generador y turbina

VOITH SIEMENS HYDRO POWER GENERATION	Electrical Data Sheet		VSEC tpa
Document number :	0115-2920- 003089		Page 2/5
Customer	PacifiHydro		
Customer reference	La Confluencia Hydro Power Project		
Generator type	Synchronous generator with salient poles		
Model	1DH 6151-3WE06-Z		
Prime mover	Turbine	Francis	
Serial number	SP 07 003087 01 to 02		
Rated power	95800	kVA	
Maximal power (according Class F)	Not applicable		
Rated voltage	15000	V	
Operating range of voltage	±	5	%
Rated current	3687	A	
Rated frequency	50	Hz	
Rated power factor	0.85		
Service factor	1.0		
Number of phases	3		
Number of poles	12		
Rated speed	500	rpm	
Runaway speed	850	rpm	
Duty	S1		
Class of insulation	Stator :	F	
	Rotor :	F	
Temperature rise at rated power, frequency, power factor and voltage variation (above cold air temperature of 40° C)	Stator :	82	K (by RTD)
	Rotor :	90	K (by resistance)
Supplementary temp. rise of windings for occasional operations over the temperature rise	Stator :	25	K
	Rotor :	25	K
Temp. difference between air temp. at outlet and at inlet of the air coolers		34	K

Figura 9-1 – Hoja de datos de los generadores



<i>a) Turbine data :</i>	
Runner Diam. [mm]:	2260
Nominal speed [rpm]:	500
Rated Net head [m]:	335.10
Max Net head [m]:	346.00
Min Net head [m]:	329.30
Discharge at rated head [m ³ /s]:	26.25
Output at rated head [kW]:	81614
Efficiency at rated head:	94.90 %
Discharge at maximum head [m ³ /s]:	23.00
Output at maximum head [kW]:	73905
Efficiency at maximum head:	94.99 %
Discharge at minimum head [m ³ /s]:	26.25
Output at minimum head [kW]:	80225
Efficiency at minimum head:	94.93 %
Turbine Centerline elevation [m asl]	1091.30

Figura 9-2 - Datos de las turbinas

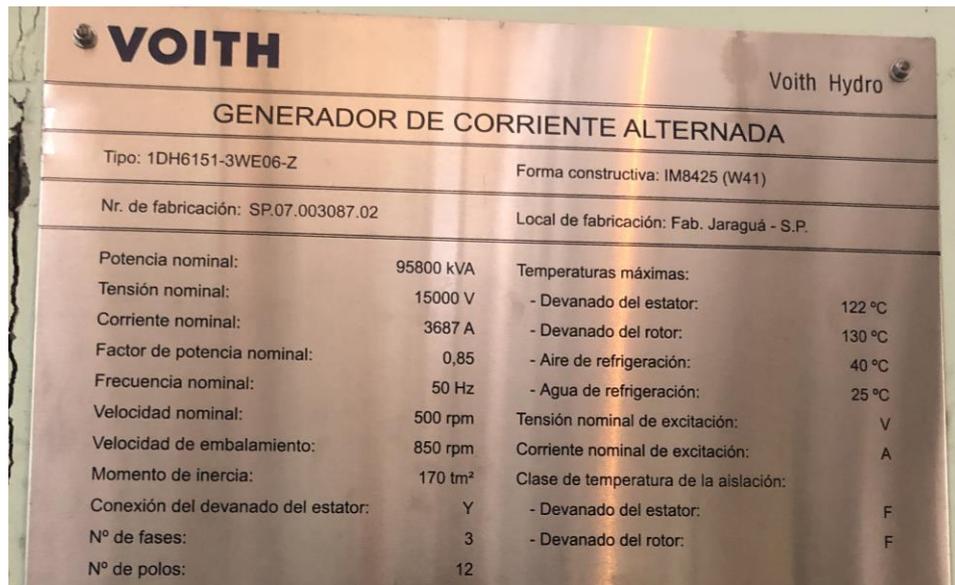


Figura 9-3 - Foto de placa de los generadores

TURBINA FRANCIS			
Nr. de fabricación: 19571		Año de fabricación: 2010	
Salto nominal:	335,1 m	Salto máximo:	346,0 m
Caudal nominal:	26,25 m ³ /s	Elevación - tubería de distribución:	1091,3 m
Potencia nominal:	81614 kW	Potencia máxima:	82677 kW
Sentido de rotación : Horario - visto desde arriba			

Figura 9-4 - Foto de placa de las turbinas



9.2 Curvas características de los generadores

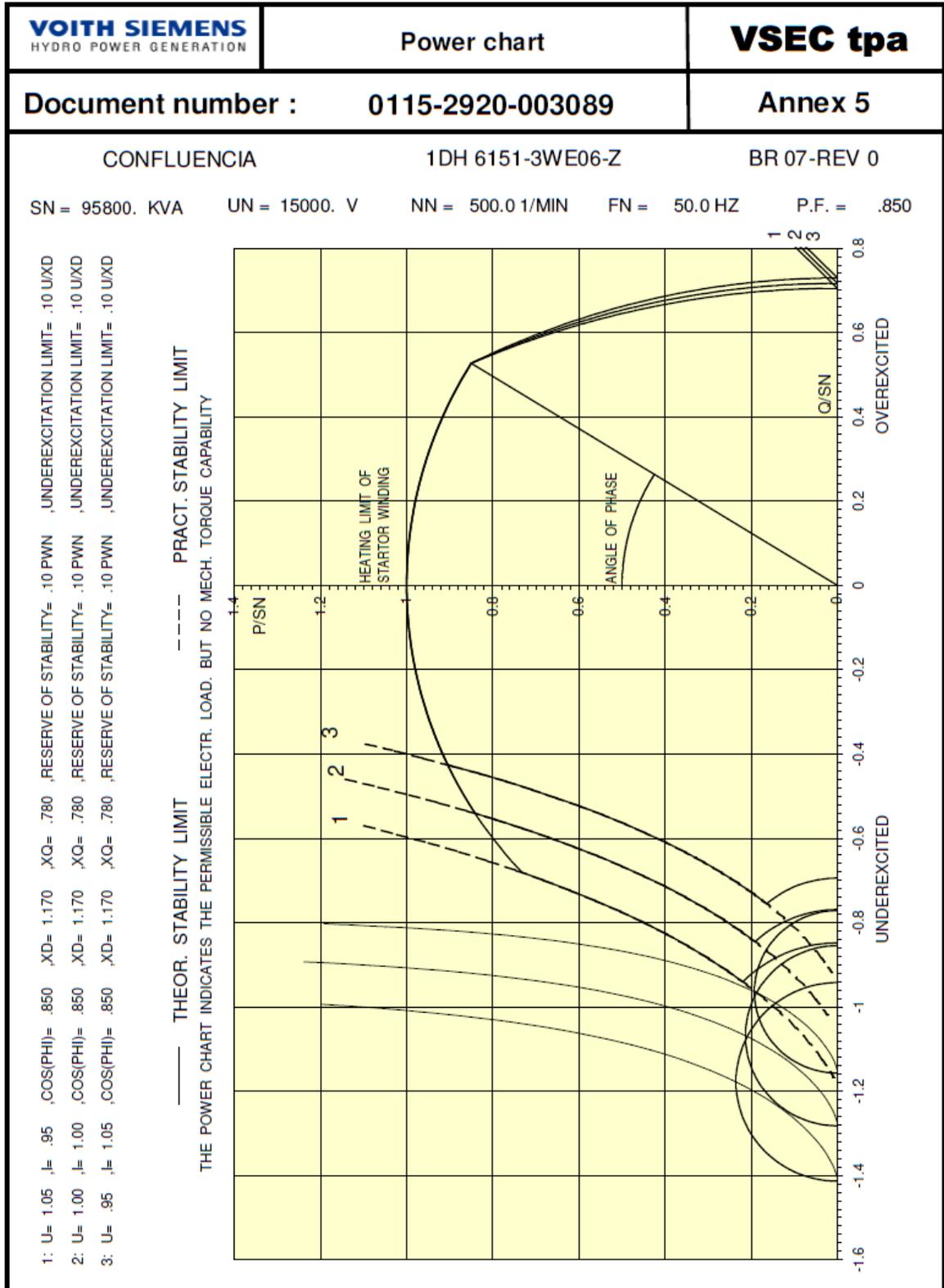


Figura 9-5 – Curva de capacidad

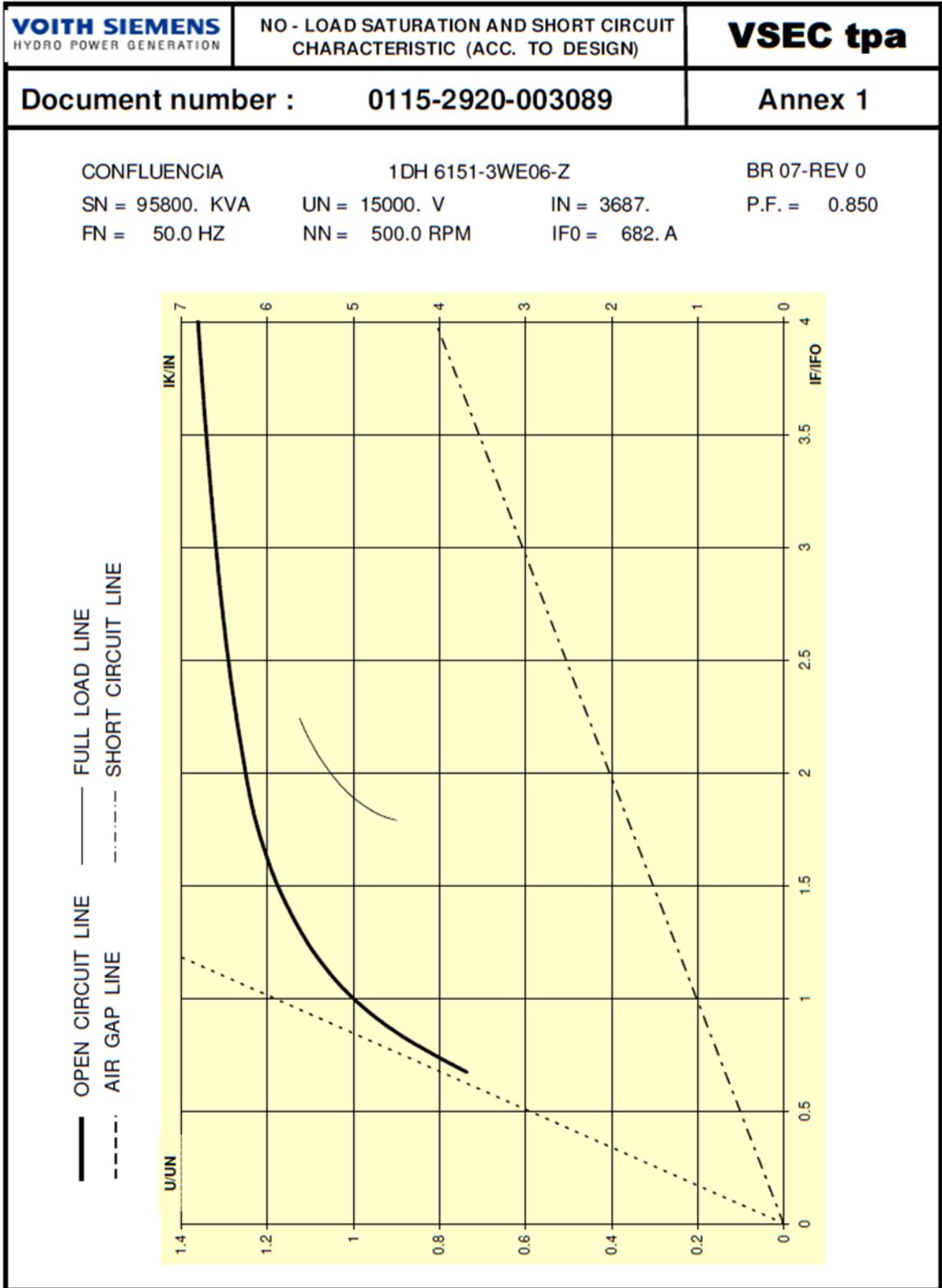


Figura 9-6 – Curva de saturación y cortocircuito

9.3 Datos característicos de los transformadores principales

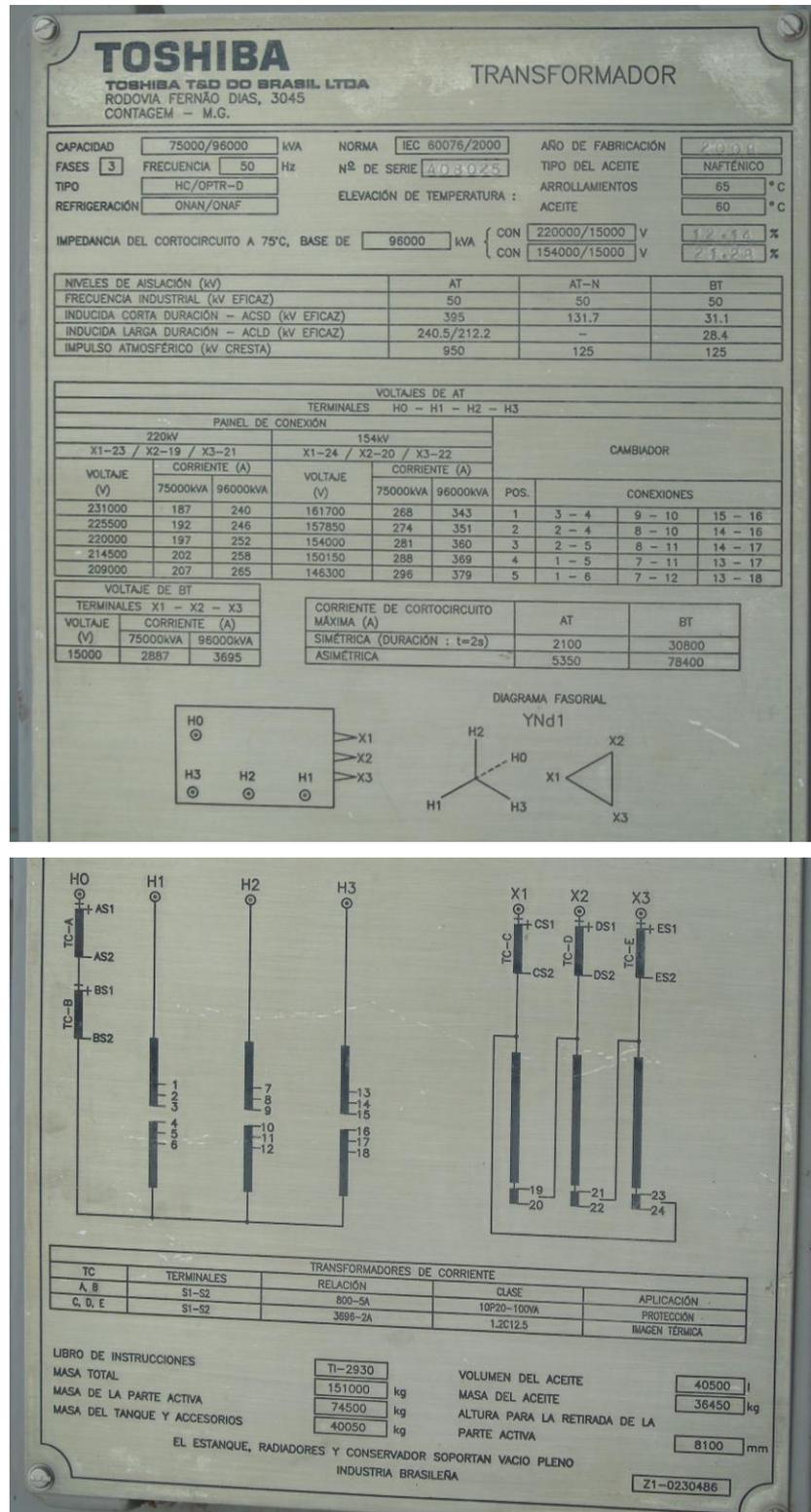


Figura 9-7 – Fotos de placa transformador principal T1

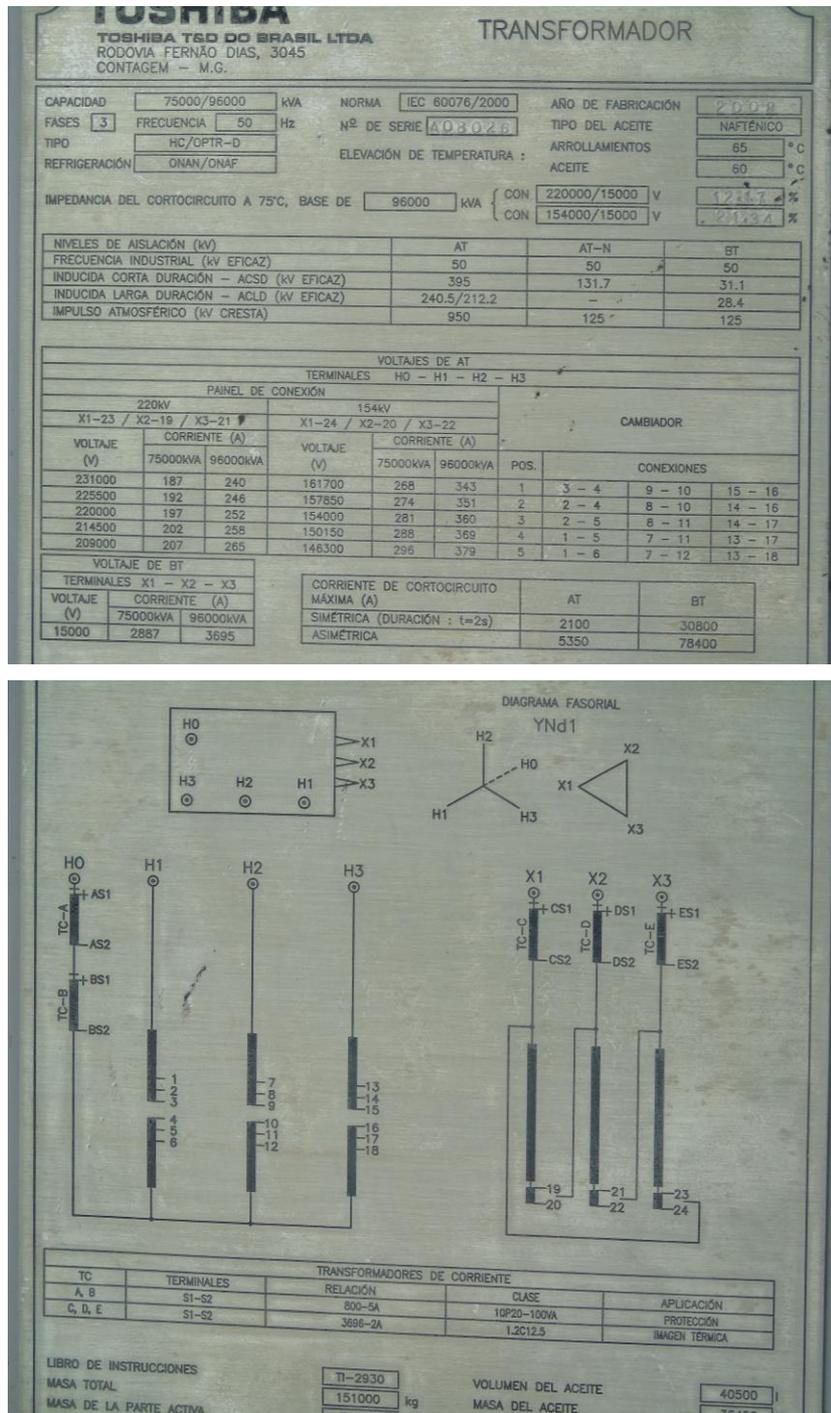


Figura 9-8 – Fotos de placa transformador principal T2



9.4 Datos transformadores de servicios auxiliares

WEG EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS S.A.
TRANSFORMADORES
ITAJAI-SC CNPJ 07.175.725/0004-02

DRY-TYPE TRANSFORMER

N°
YEAR
TYPE

POWER kVA
COOLING AN
STANDARD NBR 10295/1988

FREQUENCY Hz
IMPEDANCE AT 115°C 15,0kV
%

CLASS °C
AVERAGE TEMPERATURE RISE °C

INSULATION LEVELS (kV)	HV	LV
LOW FREQUENCY VOLTAGE	50	10
BASIC LIGHTNING IMPULSE	125	-

TOTAL MASS kg

DEGREE OF PROTECTION

ENVIRONMENTAL-CLIMATIC-FIRE

CONNECTION SYMBOL

HIGH VOLTAGE			
TERMINALS H1 H2 H3			
POS	CONNECTING	V	A
1	a b / g h	15750	55,0
2	b c / h i	15375	56,3
3	c d / i j	15000	57,7
4	d e / j k	14625	59,2
5	e f / k l	14250	60,8

Dyn1 - MIRRORED

LOW VOLTAGE			
TERMINALS X0 X1 X2 X3			
400 / 231 V		2166 A	

CURRENT TRANSFORMER

CT	ACCURACY	RATIO	T. F.	APPLICATION
1	10B200	1500-5	1,2	PROTECTION

TAG

MADE IN BRAZIL

11240995

Figura 9-9 – Datos transformadores de SSAA



9.5 Puntos de medición

9.5.1 Potencia bruta

En los siguientes unilineales se pueden identificar los puntos de medición de la potencia bruta para cada unidad. Se muestran los núcleos de los transformadores de corriente y tensión de clase 0.2. Se presentan también los datos de placa de los transformadores de corriente y potencial de las unidades.

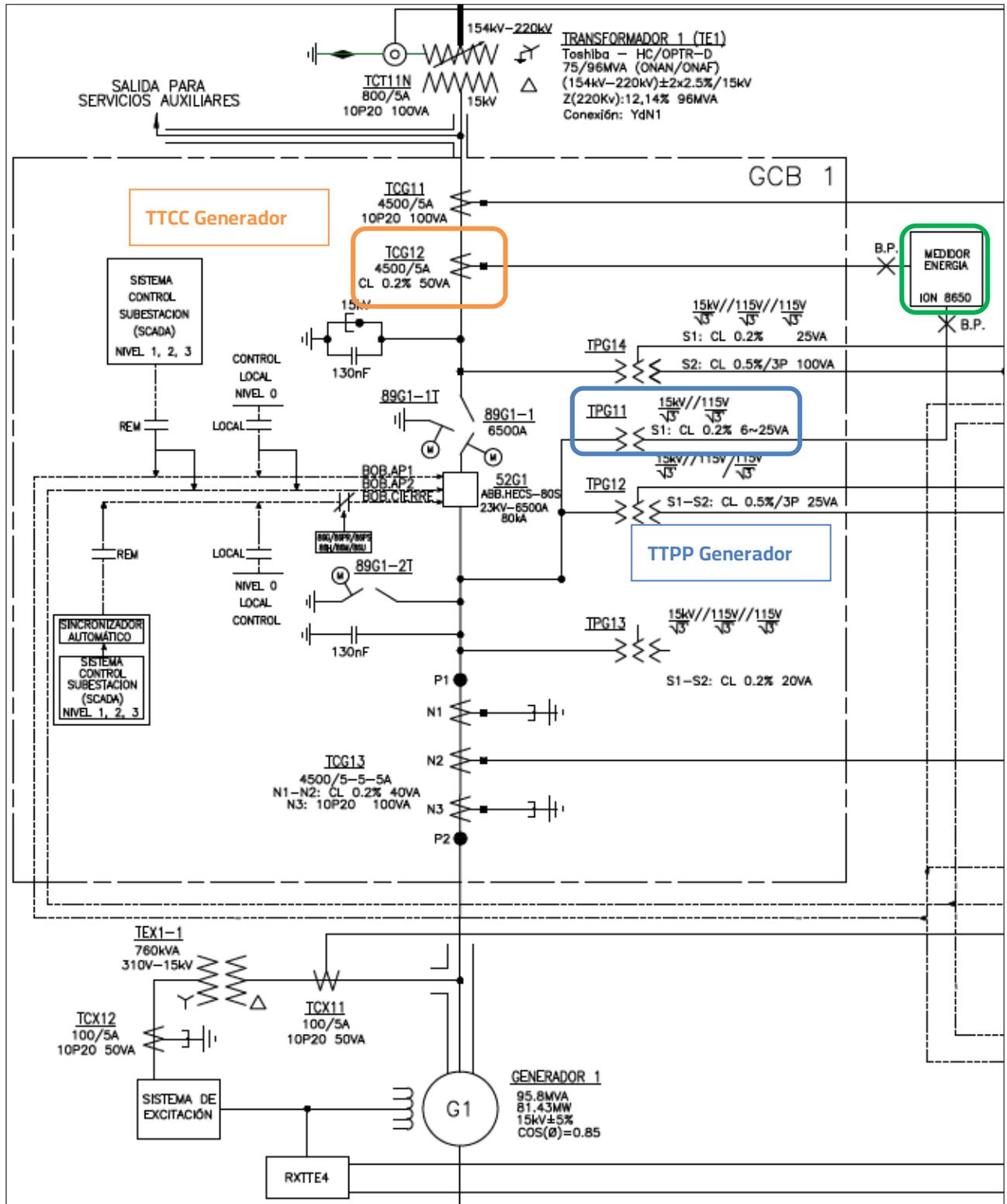


Figura 9-10 - Punto de medición - Potencia bruta - Unidad 1

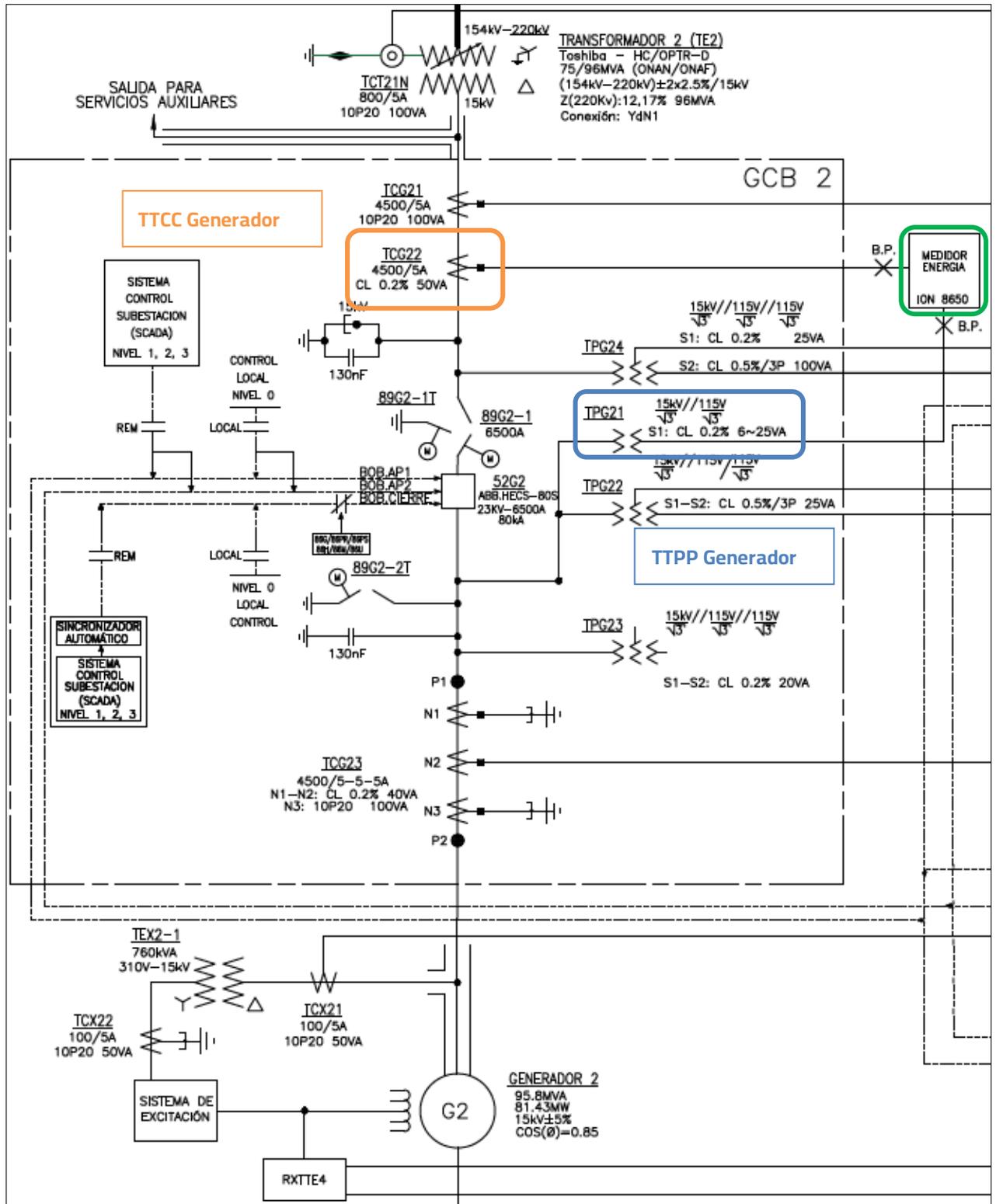


Figura 9-11 – Punto de medición – Potencia bruta – Unidad 2



En las siguientes imágenes se presentan las fotos de placa de los transformadores:

PIFFNER		true values		STS 210			
Prüfprotokoll für Stromwandler Test report for current transformers							
Besteller/ Client: ABB Schweiz AG		3 Stück/ Units		Komm. No.: 2009.2690.01			
Best./ Ord. No.: I13-4500034533							
Anlage/ Station: Kont.: 10805/10010 La Confluencia		11		Seiten/ Pages		Seite/ Page: 1	
Typ/ Type: JKQ 870 C		Frequenz/ Frequency:		50.0 Hz			
Norm/ Standard: IEC 60044-1		I therm für/ for I _n >=		4500.0 A: 130.0 kA 3.0 s			
Spannung/ Voltage: 36 / 80 / 150 kV		I dyn. (Peak):		360.0 kA			
		Icth.:		120 %			
Routineprüfungen/ Routine tests							
Wechselspannungs-Prüfungen/ Power frequency tests							
Sec - (Sec, Masse/ Ground):		3 kV		50 Hz		60 s	
Windungsschluss-Prüfung/ Inter-turn overvoltage test						<input checked="" type="checkbox"/>	
Fehlerbestimmung / Determination of errors							
Polarität/ Polarity						<input checked="" type="checkbox"/>	
Klemmenbezeichnung/ Terminal markings							
Typenschild/ Rating plate						<input checked="" type="checkbox"/>	
Visuelle Prüfung/ Visual check						<input checked="" type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>							
Kern	I prim	I sec	Klasse	Klemme			
Core	[A]	[A]	Class	Terminal			
1	4500	5.0	40 VA cl. 0.2	1S1-1S2			
2	4500	5.0	40 VA cl. 0.2	2S1-2S2			
3	4500	5.0	100 VA 10P20	3S1-3S2			

Figura 9-12 – Datos de placa de TTCC de generadores

		Job No.: 233647	
		Order-Item No.: 45000034516-080	
		Purchaseorder No.: 1HC0068399M0001	
		Supplier No.: 100165	
ROUTINE TESTS REPORT			
VOLTAGE TRANSFORMER			
Type: TJC 6-G		Highest voltage: 24.0 kV	
Rated frequency: 50 Hz		Rated ratio: 15000/√3/115/√3/115/3 V	
Accuracy class: 0,2 / 3P		Output: 25 / 100 VA	
Production number: 1VLT5209009881		Year of production: 2009	

Figura 9-13 – Datos de placa de TTPP de generadores



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



Figura 9-14 – Equipo medidor ION 8650 – Potencia bruta U1



Figura 9-15 – Equipo medidor ION 8650 – Potencia bruta U2

9.5.2 Potencia neta

En el siguiente unilineal se pueden identificar los puntos de medición de la potencia neta. Se muestran en los núcleos de los transformadores de corriente y tensión de clase 0.2. Se presentan también los datos de placa de los transformadores de corriente y potencial de las unidades.

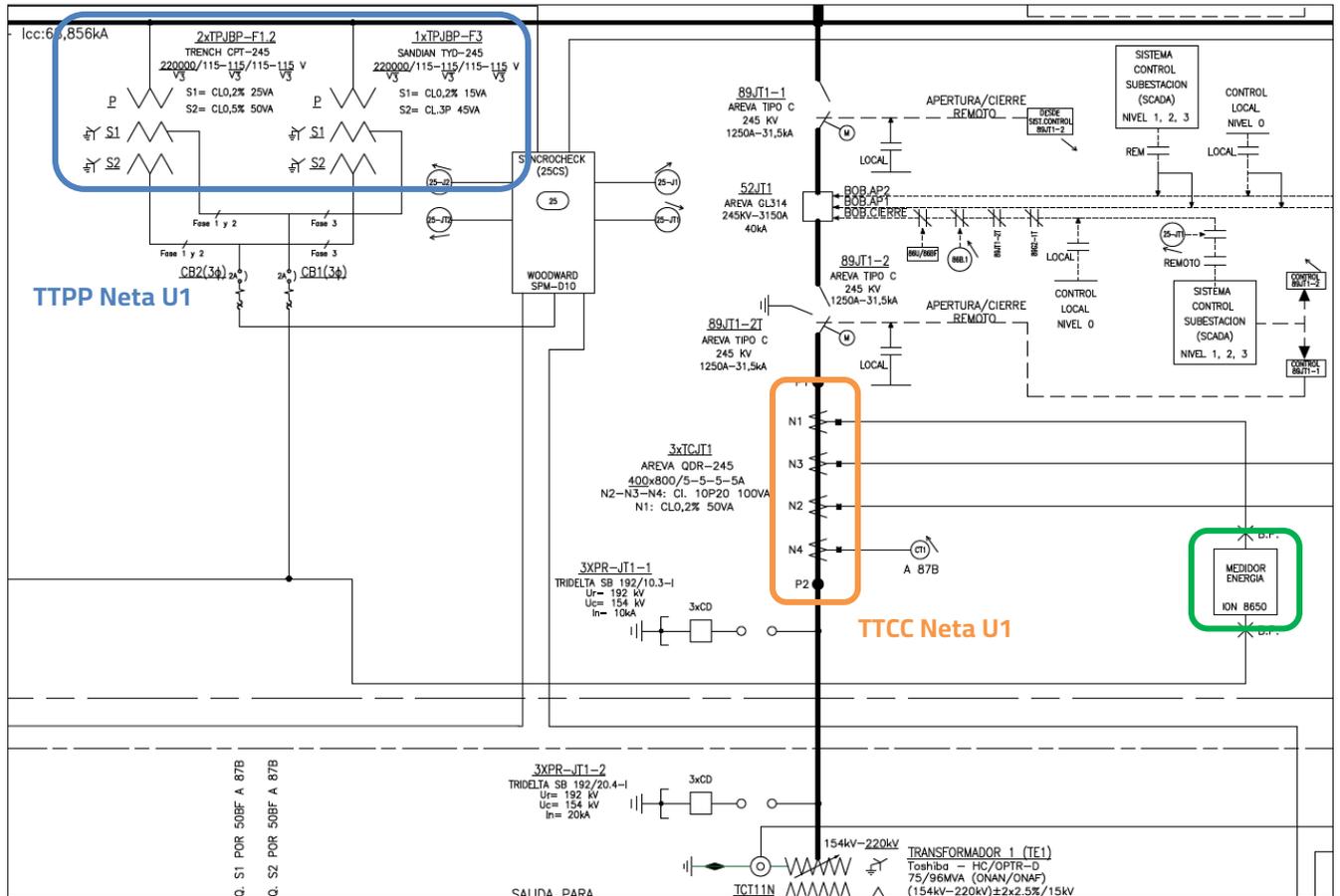


Figura 9-16 – Punto de medición – Potencia neta U1

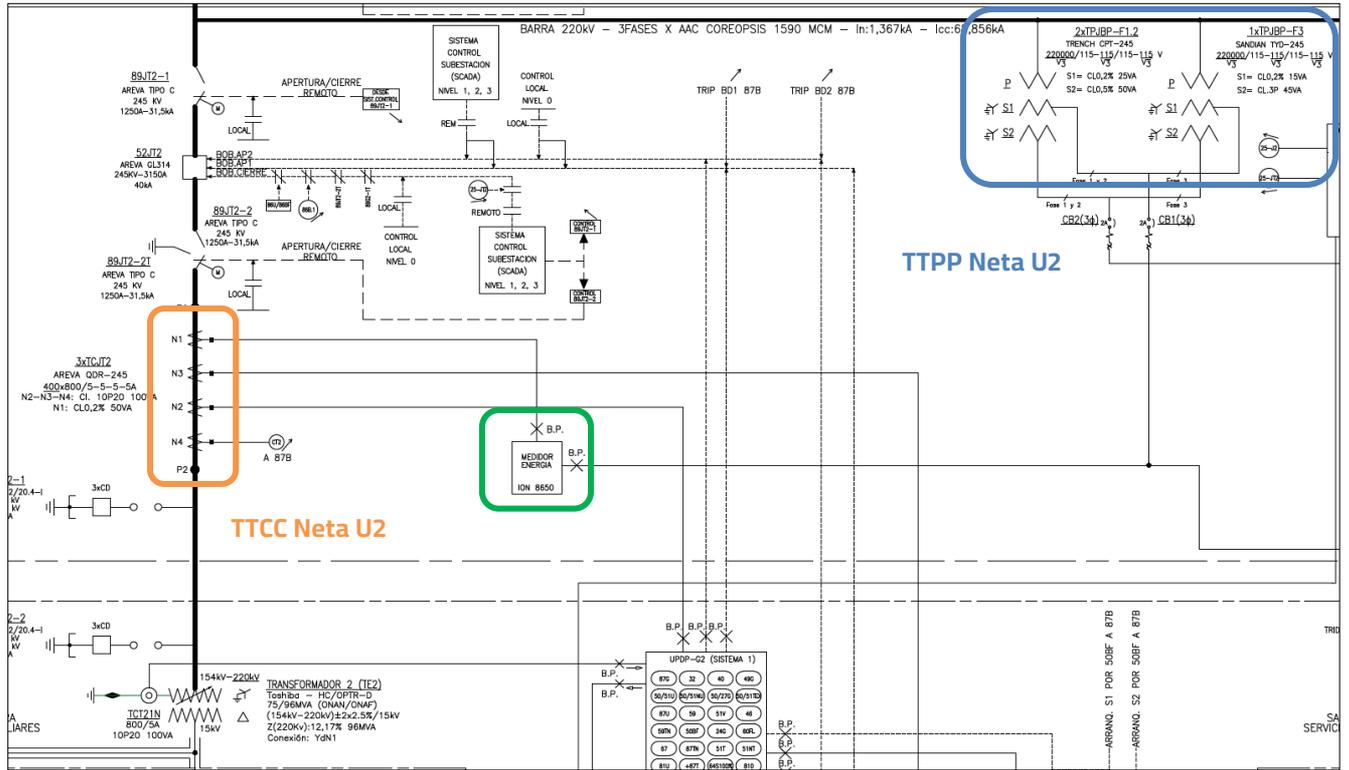


Figura 9-17 – Punto de medición – Potencia neta U2

En las siguientes imágenes se presentan las fotos de placa de los transformadores:

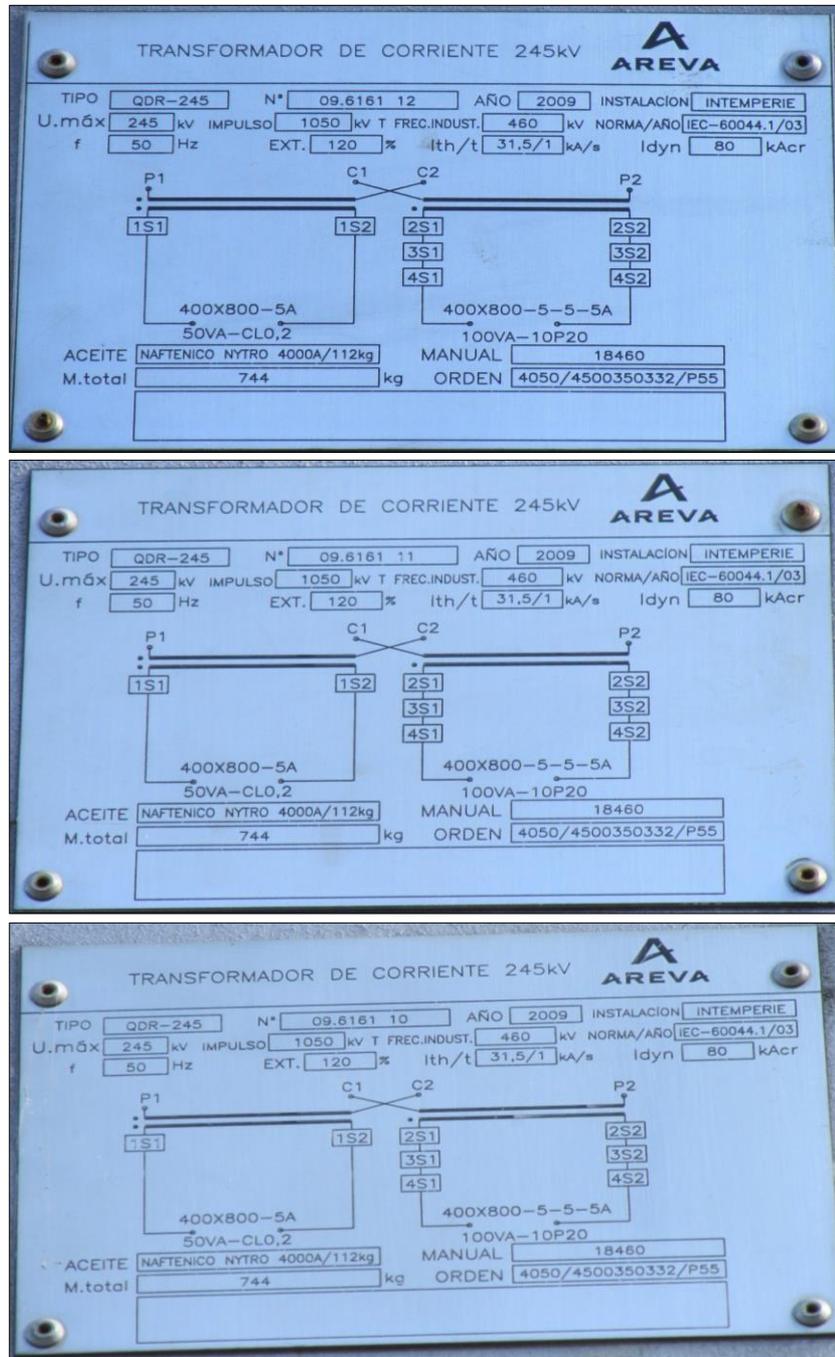


Figura 9-18 – Datos de placa de TTCC (Fases A-B-C)

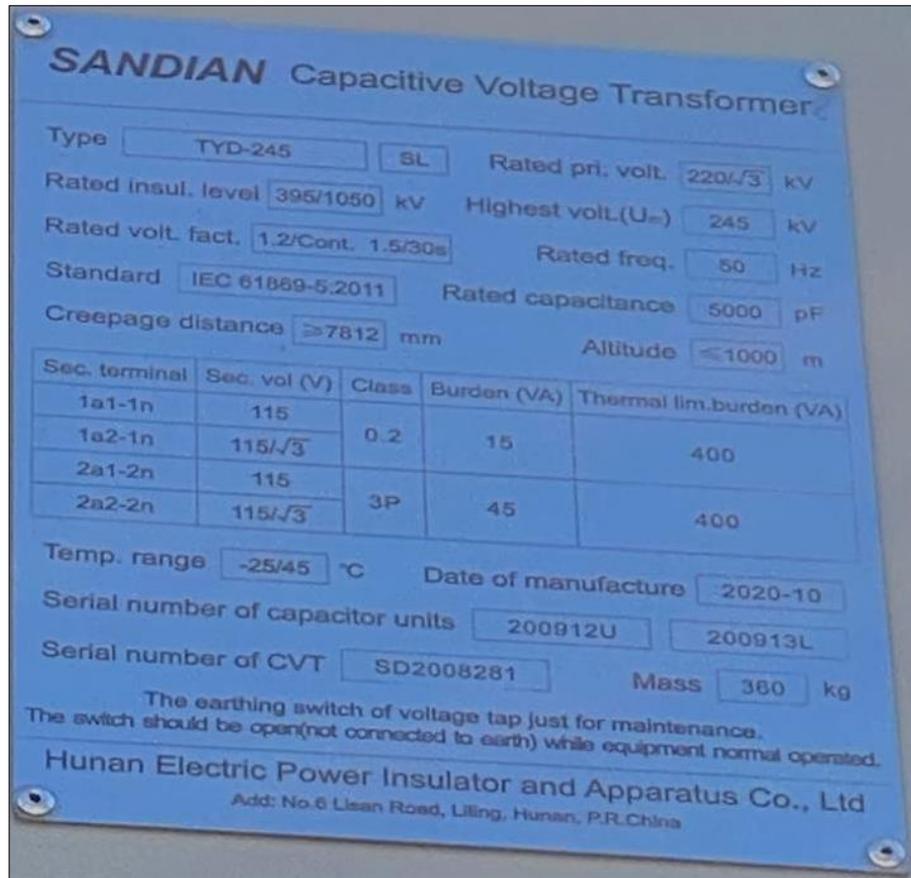


Figura 9-19 – Datos de placa de TTPP (Fase C)



En las siguientes imágenes se presentan la foto de placa de los medidores de potencia neta:

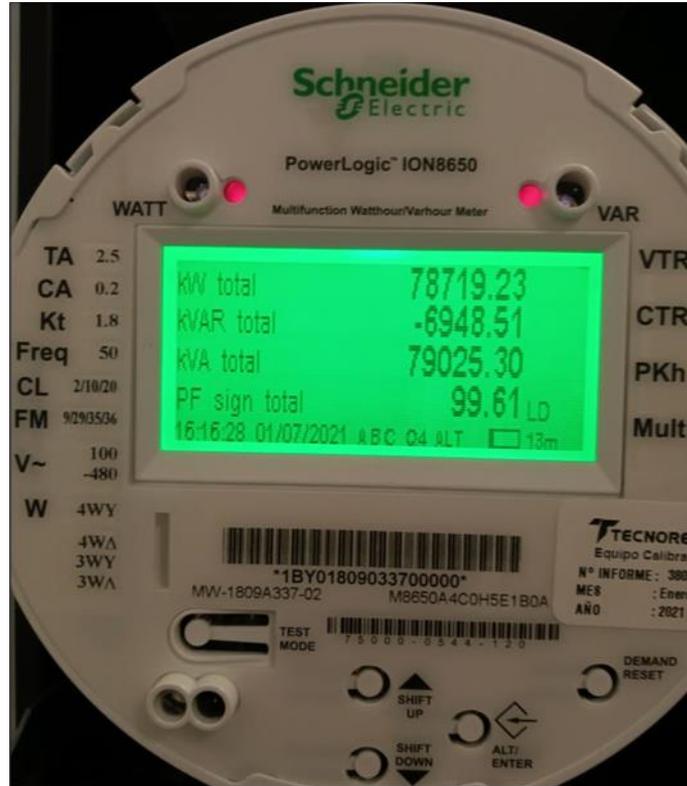


Figura 9-20 – Equipo medidor ION 8650 – Potencia neta U1

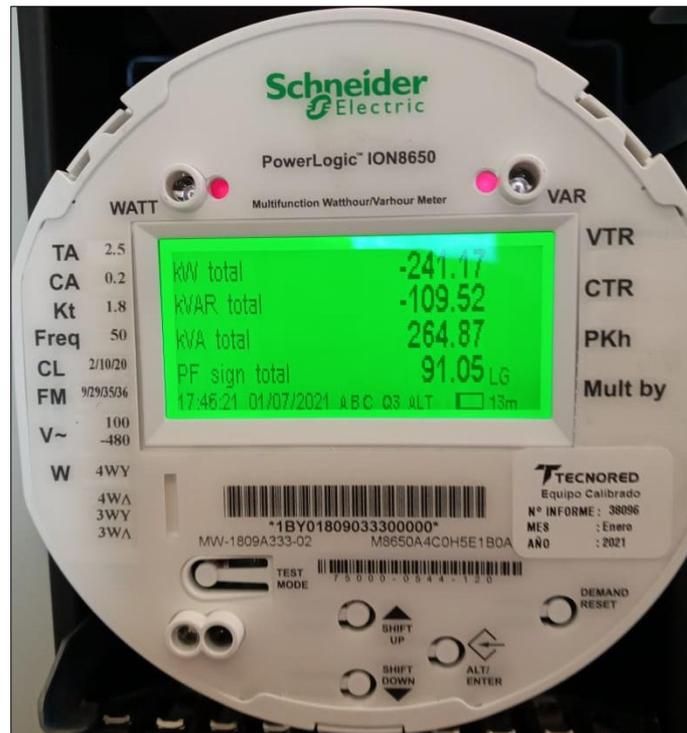


Figura 9-21 – Equipo medidor ION 8650 – Potencia neta U2



9.6 Instrumental de medición

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

9.6.1 Potencia bruta/FP

Se han utilizado los medidores que el Coordinado tiene dentro de sus instalaciones. Estos medidores son clase 0.2 y cumplen con los requerimientos establecidos en el Anexo Técnico.

El Coordinado ha realizado pruebas de certificación de estos equipos 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 incluyen los certificados de calibración.



ACREDITACIÓN LE 691

Página 1 de 1.

INFORME DE ENSAYO

CVM - 012-2020 615

- 17 - 00

UNDERFIRE S.A. Autorizado por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles como OLCA, según Resolución Exenta N° 2418 de fecha 03 de Enero de 2014

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR DE ENERGÍA ELECTRICA

Estado : NUEVO
 Marca : Schneider Electric
 Tipo : ION8650
 Procedencia : Canadá
 N° de serie : MW-1809A334-02
 Año fabricación : 2020
 Tensión : 100-480V
 Corriente : 5(20)
 Frecuencia : 50
 Constante : 1.8 wh/imp
 Clase Exact.(Act/React) (%) : 0.2
 Constante de Lectura : x1
 Dígitos (Ent.Deci.) : Programable
 Lectura dejada (kWh) : 0

ANTECEDENTES DEL CLIENTE

Cliente : Tinguiririca Energía
 Dirección del Cliente : El Golf 40,piso 11 Las Condes
 Numero / Fecha Solicitud :

FECHA Y LUGAR DEL ENSAYO

Fecha : 16-06-2020
 Lugar del ensayo : Laboratorio Underfire S.A

EQUIPO DE ENSAYO

Marca / Modelo : ZERA MT786 (PME-012)
 Clase Exact. (%) : 0.05
 Trazabilidad : LC-ME

METODO Y CONDICIÓN DE ENSAYO

Método de Ensayo : PROTOCOLO CEN
 Norma utilizada E.Activa : IEC62053-22
 Norma utilizada E.React. : IEC62053-23
 Laboratorista : JRB
 Temperatura y humedad : 23° ±2°C 30-70% HR

RESULTADO DE LOS ENSAYOS

ENERGÍA ACTIVA DIRECTA/REVERSA

N°	Fases	Cte. % lb	FP	Error % E. Directa	Error % E. Reversa	U%	Limite Norma %
1	1-2-3	100	1.0	0,02	0,02	+0.1	+/- 0.2
2	1-2-3	10	1.0	0,05	0,04	+0.1	+/- 0.3
3	1-2-3	100	0.5	0,03	0,00	+0.1	+/- 0.2
4	1-2-3	10	0.5	0,04	0,03	+0.1	+/- 0.3
5	1	100	1.0	0,00	0,00	+0.1	+/- 0.3
6	1	10	1.0	0,03	0,03	+0.1	+/- 0.3
7	1	100	0.5	0,01	0,00	+0.1	+/- 0.4
8	1	10	0.5	0,03	0,05	+0.1	+/- 0.4
9	2	100	1.0	0,03	0,03	+0.1	+/- 0.3
10	2	10	1.0	0,04	0,04	+0.1	+/- 0.3
11	2	100	0.5	0,03	0,03	+0.1	+/- 0.4
12	2	10	0.5	0,03	0,04	+0.1	+/- 0.4
13	3	100	1.0	0,02	0,03	+0.1	+/- 0.3
14	3	10	1.0	0,03	0,03	+0.1	+/- 0.3
15	3	100	0.5	0,04	0,01	+0.1	+/- 0.4
16	3	10	0.5	0,04	0,02	+0.1	+/- 0.4

ENERGÍA REACTIVA DIRECTA/REVERSA

N°	Fases	Cte. % lb	FP	Error % E. Directa	Error % E. Reversa	U%	Limite Norma %
1	1-2-3	100	1.0	0,01	0,01	+0.1	+/- 2.0
2	1-2-3	10	1.0	0,05	0,00	+0.1	+/- 2.0
3	1-2-3	100	0.5	0,01	0,03	+0.1	+/- 2.0
4	1-2-3	10	0.5	0,03	0,04	+0.1	+/- 2.0
5	1	100	1.0	-0,01	0,00	+0.1	+/- 3.0
6	1	10	1.0	0,03	0,03	+0.1	+/- 3.0
7	1	100	0.5	0,05	0,01	+0.1	+/- 3.0
8	1	10	0.5	0,05	0,03	+0.1	+/- 3.0
9	2	100	1.0	0,03	0,03	+0.1	+/- 3.0
10	2	10	1.0	0,04	0,03	+0.1	+/- 3.0
11	2	100	0.5	0,03	0,03	+0.1	+/- 3.0
12	2	10	0.5	0,04	0,04	+0.1	+/- 3.0
13	3	100	1.0	0,03	0,03	+0.1	+/- 3.0
14	3	10	1.0	0,03	0,03	+0.1	+/- 3.0
15	3	100	0.5	0,02	0,04	+0.1	+/- 3.0
16	3	10	0.5	0,02	0,04	+0.1	+/- 3.0

OBSERVACIONES

Este informe de ensayo fue realizado con unidades de medida de acuerdo al sistema internacional de unidades (SI) y solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. El Informe de ensayo sin firma y timbre carece de validez.

El medidor se devuelve con sello y etiqueta UNDERFIRE. Tolerancia máxima permitida = Error+Incertidumbre < Limite Norma

El medidor CUMPLE el protocolo de Verificación Primaria



Responsable Técnico
 José Rocuant

Código	F-EIE-18	Versión	1.1	Fecha del formato	25-03-2019
--------	----------	---------	-----	-------------------	------------

Río Refugio N° 9638 - Pudahuel - Santiago - Teléfono: (56-2) 2 2495 4051 - www.underfire.cl - Mail: laboratorio@underfire.cl

Figura 9-22 – Certificado de calibración de medidor de potencia bruta U1



UNDER FIRE
Laboratorio de Ensayos

UNIA SISTEMA NACIONAL
INN - CHILE DE ACREDITACION
ACREDITACIÓN LE 691
Página 1 de 1.

INFORME DE ENSAYO **CVM - 012-2020 616** - 17 - 00

UNDERFIRE S.A. Autorizado por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles como OLCA, según Resolución Exenta N° 2418 de fecha 03 de Enero de 2014

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR DE ENERGÍA ELECTRICA

Estado : NUEVO
Marca : Schneider Electric
Tipo : ION8650
Procedencia : Canadá
N° de serie : MVV-1809A170-02
Año fabricación : 2020
Tensión : 100-480V
Corriente : 5(20)
Frecuencia : 50
Constante : 1.8 wh/imp
Clase Exact.(Act/React) (%) : 0.2
Constante de Lectura : x1
Digitos (Ent.Decl.) : Programable
Lectura dejada (kWh) : 0

ANTECEDENTES DEL CLIENTE

Cliente : Tinguiririca Energía
Dirección del Cliente : El Golf 40,piso 11 Las Condes
Numero / Fecha Solicitud :

FECHA Y LUGAR DEL ENSAYO

Fecha : 16-06-2020
Lugar del ensayo : Laboratorio Underfire S.A

EQUIPO DE ENSAYO

Marca / Modelo : ZERA MT786 (PME-012)
Clase Exact. (%) : 0.05
Trazabilidad : LC-ME

METODO Y CONDICIÓN DE ENSAYO

Método de Ensayo : PROTOCOLO CEN
Norma utilizada E.Activa : IEC62053-22
Norma utilizada E.React. : IEC62053-23
Laboratorista : JRB
Temperatura y humedad : 23° ±2°C 30-70% HR

RESULTADO DE LOS ENSAYOS

ENERGÍA ACTIVA DIRECTA/REVERSA

N°	Fases	Cte. % lb	FP	Error % E. Directa	Error % E. Reversa	U%	Limite Norma %
1	1-2-3	100	1.0	0,04	0,03	+0.1	+/- 0.2
2	1-2-3	10	1.0	0,04	0,04	+0.1	+/- 0.3
3	1-2-3	100	0.5	0,04	0,03	+0.1	+/- 0.2
4	1-2-3	10	0.5	0,04	-0,03	+0.1	+/- 0.3
5	1	100	1.0	0,04	0,04	+0.1	+/- 0.3
6	1	10	1.0	0,03	0,04	+0.1	+/- 0.3
7	1	100	0.5	0,05	0,03	+0.1	+/- 0.4
8	1	10	0.5	0,03	0,04	+0.1	+/- 0.4
9	2	100	1.0	0,04	0,04	+0.1	+/- 0.3
10	2	10	1.0	0,04	0,04	+0.1	+/- 0.3
11	2	100	0.5	0,04	0,04	+0.1	+/- 0.4
12	2	10	0.5	0,04	0,05	+0.1	+/- 0.4
13	3	100	1.0	0,02	0,03	+0.1	+/- 0.3
14	3	10	1.0	0,03	0,03	+0.1	+/- 0.3
15	3	100	0.5	0,03	0,03	+0.1	+/- 0.4
16	3	10	0.5	0,02	0,03	+0.1	+/- 0.4

ENERGÍA REACTIVA DIRECTA/REVERSA

N°	Fases	Cte. % lb	FP	Error % E. Directa	Error % E. Reversa	U%	Limite Norma %
1	1-2-3	100	1.0	0,04	0,03	+0.1	+/- 2.0
2	1-2-3	10	1.0	0,03	0,04	+0.1	+/- 2.0
3	1-2-3	100	0.5	0,02	0,04	+0.1	+/- 2.0
4	1-2-3	10	0.5	0,03	0,03	+0.1	+/- 2.0
5	1	100	1.0	0,03	0,03	+0.1	+/- 3.0
6	1	10	1.0	0,03	0,03	+0.1	+/- 3.0
7	1	100	0.5	0,03	0,04	+0.1	+/- 3.0
8	1	10	0.5	0,03	0,03	+0.1	+/- 3.0
9	2	100	1.0	0,05	0,04	+0.1	+/- 3.0
10	2	10	1.0	0,03	0,03	+0.1	+/- 3.0
11	2	100	0.5	0,04	0,04	+0.1	+/- 3.0
12	2	10	0.5	0,02	0,03	+0.1	+/- 3.0
13	3	100	1.0	0,03	0,02	+0.1	+/- 3.0
14	3	10	1.0	0,02	0,04	+0.1	+/- 3.0
15	3	100	0.5	0,03	0,03	+0.1	+/- 3.0
16	3	10	0.5	0,03	0,03	+0.1	+/- 3.0

OBSERVACIONES

Este informe de ensayo fue realizado con unidades de medida de acuerdo al sistema internacional de unidades (SI) y solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. El Informe de ensayo sin firma y timbre carece de validez.
El medidor se devuelve con sello y etiqueta UNDERFIRE. Tolerancia máxima permitida = Error+Incertidumbre < Limite Norma
El medidor CUMPLE el protocolo de Verificación Primaria



[Firma]
Responsable Técnico
José Rocuant

Código	F-EIE-18	Versión	1.1	Fecha del formato	25-03-2019
--------	----------	---------	-----	-------------------	------------

Río Refugio N° 9638 - Pudahuel - Santiago - Teléfono: (56-2) 2 2495 4051 - www.underfire.cl - Mail: laboratorio@underfire.cl

Figura 9-23 – Certificado de calibración de medidor de potencia bruta U2



9.6.2 Potencia neta

Se han utilizado los medidores que el Coordinado tiene dentro de sus instalaciones. Estos medidores son clase 0.2 y cumplen con los requerimientos establecidos en el Anexo Técnico.

El Coordinado ha realizado pruebas de certificación de estos equipos 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 incluyen los certificados de calibración.



FT-LAB-7.8c

TECNORED

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

FOLIO: 38095

ANTECEDENTES DEL CLIENTE				RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA								
N° / Fecha de Solicitud	:	OC 4800005354			N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Activa		Componente Activa	
Fecha Calibración	:	07.01.2021							Directa		Reversa	
Medidor	:	ION 8650			Error (%)	Limite Norma (%)	Error(%)	Limite Norma (%)				
Cliente	:	Tinguirica Energía			1	123	100	1	0,021	± 0,2	0,027	± 0,2
Instalación	:	HLC_TE1			2	123	100	0,5	-0,037	± 0,3	0,050	± 0,3
Subestación	:	Central la Confluencia			3	123	10	1	0,026	± 0,2	0,020	± 0,2
				4	123	10	0,5	0,005	± 0,3	0,012	± 0,3	
				5	1	100	1	0,041	± 0,3	0,037	± 0,3	
				6	2	100	1	0,013	± 0,3	0,021	± 0,3	
				7	3	100	1	0,031	± 0,3	0,023	± 0,3	
				8	1	100	0,5	0,043	± 0,4	0,044	± 0,4	
				9	2	100	0,5	0,031	± 0,4	0,028	± 0,4	
				10	3	100	0,5	0,067	± 0,4	0,073	± 0,4	

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR				RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA								
Marca	:	Schneider Electric			N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Reactiva		Componente Reactiva	
Modelo	:	M8650A4COH5E1B0A							Directa		Reversa	
N° de Serie	:	MW-1809A337-02			Error (%)	Limite Norma (%)	Error(%)	Limite Norma (%)				
Estado	:	En Servicio			1	123	100	1	0,014	± 2,0	0,014	± 2,0
Año Fabricación	:	2018			2	123	100	0,5	0,039	± 2,0	0,041	± 2,0
Clase Exactitud (%)	:	0,2			3	123	10	1	0,006	± 2,0	0,007	± 2,0
Constante Med.	:	1			4	123	10	0,5	-0,003	± 2,0	0,001	± 2,0
				5	1	100	1	0,059	± 3,0	0,054	± 3,0	
				6	2	100	1	-0,020	± 3,0	-0,022	± 3,0	
				7	3	100	1	0,015	± 3,0	0,021	± 3,0	
				8	1	100	0,5	0,080	± 3,0	0,080	± 3,0	
				9	2	100	0,5	0,034	± 3,0	0,024	± 3,0	
				10	3	100	0,5	0,018	± 3,0	-0,002	± 3,0	

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

CONDICIONES DE MEDIDA			
Lugar de Calibración	:	Central la Confluencia	
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°)	:	21,4	
Humedad (%)	:	45,4	
Calibrador	:	O. Vergara - I.Llanos	

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 Garcia 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 9-24 – Certificado de calibración de medidor de potencia neta U1



FT-LAB-7.8c		CERTIFICADO DE EXACTITUD LABORATORIO DE TECNORED S.A. MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA					
		FOLIO: 38096					
ANTECEDENTES DEL CLIENTE				RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA			
N° / Fecha de Solicitud : OC 4800005354				Componente Activa Directa			
Fecha Calibración : 07.01.2021				Componente Activa Reversa			
Medidor : ION 8650				N			
Cliente : Tinguiririca Energía				Fase			
Instalación : HLC_TE2				Cte. %			
Subestación : Central la Confluencia				Factor			
				Error (%)			
				Límite Norma (%)			
				Error(%)			
				Límite Norma (%)			
				1 123 100 1 0,018 ± 0,2 0,016 ± 0,2			
				2 123 100 0,5 0,029 ± 0,3 0,027 ± 0,3			
				3 123 10 1 0,010 ± 0,2 0,012 ± 0,2			
				4 123 10 0,5 0,001 ± 0,3 0,003 ± 0,3			
				5 1 100 1 -0,007 ± 0,3 -0,007 ± 0,3			
				6 2 100 1 0,027 ± 0,3 0,008 ± 0,3			
				7 3 100 1 0,030 ± 0,3 0,023 ± 0,3			
				8 1 100 0,5 -0,012 ± 0,4 0,006 ± 0,4			
				9 2 100 0,5 0,021 ± 0,4 0,004 ± 0,4			
				10 3 100 0,5 0,047 ± 0,4 0,049 ± 0,4			
ANTECEDENTES DEL MEDIDOR				RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA			
Marca : Schneider Electric				Componente Reactiva Directa			
Modelo : M8650A4C0H5E1B0A				Componente Reactiva Reversa			
N° de Serie : MW-1809A333-02				N			
Estado : En Servicio				Fase			
Año Fabricación : 2018				Cte. %			
Clase Exactitud (%) : 0,2				Factor			
Constante Med. : 1				Error (%)			
				Límite Norma (%)			
				Error(%)			
				Límite Norma (%)			
				1 123 100 1 0,003 ± 2,0 0,006 ± 2,0			
				2 123 100 0,5 0,015 ± 2,0 0,012 ± 2,0			
				3 123 10 1 0,003 ± 2,0 -0,001 ± 2,0			
				4 123 10 0,5 -0,003 ± 2,0 -0,007 ± 2,0			
				5 1 100 1 0,007 ± 3,0 0,011 ± 3,0			
				6 2 100 1 -0,002 ± 3,0 -0,010 ± 3,0			
				7 3 100 1 0,010 ± 3,0 0,011 ± 3,0			
				8 1 100 0,5 0,032 ± 3,0 0,040 ± 3,0			
				9 2 100 0,5 0,021 ± 3,0 0,015 ± 3,0			
				10 3 100 0,5 -0,012 ± 3,0 -0,009 ± 3,0			
PATRON DE CALIBRACIÓN				OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES			
Marca : MTE				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.			
Modelo : PTS 3.3C							
N° Serie : 50458							
Clase de Exactitud : 0,05							
Trazabilidad : Laboratorio Tecnored							
CONDICIONES DE MEDIDA				 Jaime Eduardo Garcia Collo Jefe Área Laboratorio y Medidas			
Lugar de Calibración : Central la Confluencia							
Tipo de Medida : WESTRELLA/ACTIVO							
Tensión Aplicada : 63,5 (V)							
Corriente Nominal : 5 (A)							
N° de Elementos : 3							
Método Calibración : Comparación Directa							
Frecuencia (Hz) : 50 (HZ)							
Temperatura (C°) : 23.2							
Humedad (%) : 39.4							
Calibrador : O. Vergara - I.Llanos							
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 9-25 – Certificado de calibración de medidor de potencia neta U2



9.6.3 Potencia de SS.AA.

Se han utilizado los medidores que el Coordinado tiene dentro de sus instalaciones. Estos medidores son clase 0.2 y cumplen con los requerimientos establecidos en el Anexo Técnico.

El Coordinado ha realizado pruebas de certificación de estos equipos 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 incluyen los certificados de calibración.



FT-LAB-7.8c

TECNORED

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

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 06-12-2024

FOLIO: 41112

ANTECEDENTES DEL CLIENTE			
Nº / Fecha de Solicitud	: OC 6100001706 / 04.12.2024		
Fecha Calibración	: 05.12.2024		
Medidor	: ION 8600		
Cliente	: Tinguirica Energia S.A.		
Instalación	: TSU1		
Subestación	: Central La Confluencia		

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR			
Marca	: Schneider Electric		
Modelo	: PT8600B4COH5E0B0B		
Nº de Serie	: PT-1109A070-01		
Estado	: En Servicio		
Año Fabricación	: 2011		
Clase Exactitud (%)	: 0,2		
Constante Med.	: 1		

PATRON DE CALIBRACIÓN			
Marca	: Applied Precision		
Modelo	: PTE 2300		
Nº Serie	: 2617110222		
Clase de Exactitud	: 0,05		
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnoled		

CONDICIONES DE MEDIDA			
Lugar de Calibración	: Central La Confluencia		
Tipo de Medida	: W,ESTRELLA/ACTIVO		
Tensión Aplicada	: 63,5	(V)	
Corriente Nominal	: 5	(A)	
Nº de Elementos	: 3		
Método Calibración	: Comparación Directa		
Frecuencia (Hz)	: 50	(HZ)	
Temperatura (C°)	: 20,4		
Humedad (%)	: 47%		
Calibrador	: D.Garrido - C. Colarte		

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,025	± 0,2	-0,021	± 0,2
2	123	100	0,5	-0,026	± 0,3	-0,019	± 0,3
3	123	10	1	-0,028	± 0,2	-0,033	± 0,2
4	123	10	0,5	-0,049	± 0,3	-0,062	± 0,3
5	1	100	1	-0,032	± 0,3	-0,027	± 0,3
6	2	100	1	-0,029	± 0,3	-0,020	± 0,3
7	3	100	1	-0,008	± 0,3	-0,005	± 0,3
8	1	100	0,5	-0,037	± 0,4	-0,021	± 0,4
9	2	100	0,5	-0,018	± 0,4	-0,016	± 0,4
10	3	100	0,5	-0,008	± 0,4	-0,023	± 0,4

RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,025	± 2,0	-0,026	± 2,0
2	123	100	0,5	-0,034	± 2,0	-0,038	± 2,0
3	123	10	1	-0,025	± 2,0	-0,025	± 2,0
4	123	10	0,5	-0,027	± 2,0	-0,057	± 2,0
5	1	100	1	-0,031	± 3,0	-0,037	± 3,0
6	2	100	1	-0,030	± 3,0	-0,033	± 3,0
7	3	100	1	-0,012	± 3,0	-0,021	± 3,0
8	1	100	0,5	-0,033	± 3,0	-0,023	± 3,0
9	2	100	0,5	-0,053	± 3,0	-0,065	± 3,0
10	3	100	0,5	-0,018	± 3,0	-0,032	± 3,0

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

Los errores encontrados cumplen con la Normativa Vigente IEC 62053-22 (ITEM 8.1). Tecnoled 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 Garcia Collao
Jefe Área Laboratorio y Medidas

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

Figura 9-26 – Certificado de calibración de medidor de potencia SSAA TSU1



FT-LAB-7.8c

TECNORED

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

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 06-12-2024

FOLIO: 41113

ANTECEDENTES DEL CLIENTE			
Nº / Fecha de Solicitud	: OC 6100001706 / 04.12.2024		
Fecha Calibración	: 05.12.2024		
Medidor	: ION 8600		
Cliente	: Tinguiririca Energia S.A.		
Instalación	: TSU2		
Subestación	: Central La Confluencia		

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR			
Marca	: Schneider Electric		
Modelo	: PT8600B4C0H5E0B0B		
Nº de Serie	: PT-1104A372-01		
Estado	: En Servicio		
Año Fabricación	: 2011		
Clase Exactitud (%)	: 0,2		
Constante Med.	: 1		

PATRON DE CALIBRACIÓN			
Marca	: Applied Precision		
Modelo	: PTE 2300		
Nº Serie	: 2617110222		
Clase de Exactitud	: 0,05		
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnoled		

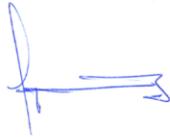
CONDICIONES DE MEDIDA			
Lugar de Calibración	: Central La Confluencia		
Tipo de Medida	: W,ESTRELLA/ACTIVO		
Tensión Aplicada	: 63,5	(V)	
Corriente Nominal	: 5	(A)	
Nº de Elementos	: 3		
Método Calibración	: Comparación Directa		
Frecuencia (Hz)	: 50	(HZ)	
Temperatura (C°)	: 24,4		
Humedad (%)	: 46%		
Calibrador	: D.Garrido - C. Colarte		

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,049	± 0,2	-0,045	± 0,2
2	123	100	0,5	-0,058	± 0,3	-0,051	± 0,3
3	123	10	1	-0,058	± 0,2	-0,066	± 0,2
4	123	10	0,5	-0,088	± 0,3	-0,095	± 0,3
5	1	100	1	-0,029	± 0,3	-0,018	± 0,3
6	2	100	1	-0,058	± 0,3	-0,041	± 0,3
7	3	100	1	-0,057	± 0,3	-0,064	± 0,3
8	1	100	0,5	-0,027	± 0,4	-0,021	± 0,4
9	2	100	0,5	-0,074	± 0,4	-0,019	± 0,4
10	3	100	0,5	-0,052	± 0,4	-0,109	± 0,4

RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,048	± 2,0	-0,051	± 2,0
2	123	100	0,5	-0,061	± 2,0	-0,054	± 2,0
3	123	10	1	-0,046	± 2,0	-0,052	± 2,0
4	123	10	0,5	-0,058	± 2,0	-0,089	± 2,0
5	1	100	1	-0,031	± 3,0	-0,030	± 3,0
6	2	100	1	-0,053	± 3,0	-0,050	± 3,0
7	3	100	1	-0,037	± 3,0	-0,058	± 3,0
8	1	100	0,5	-0,042	± 3,0	-0,042	± 3,0
9	2	100	0,5	-0,053	± 3,0	-0,050	± 3,0
10	3	100	0,5	-0,068	± 3,0	-0,093	± 3,0

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

Los errores encontrados cumplen con la Normativa Vigente IEC 62053-22 (ITEM 8.1). Tecnoled 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 Garcia Collao
Jefe Área Laboratorio y Medidas

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

Figura 9-27 – Certificado de calibración de medidor de potencia SSAA TSU2



9.7 Actas de ensayos

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

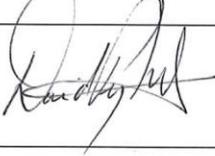


ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Fecha	11/12/2024	Empresa	Tinguiririca Energía S.A.
ID Proyecto	EE-2023-096	Ubicación	Comuna San Fernando, Región de O'Higgins
Central	Central Hidroeléctrica La Confluencia		
Denominación de la unidad	Unidad 1		

Responsables durante la prueba

Empresa	Nombre	Firmas
Tinguiririca Energía S.A. (Coordinado)	Germán Quiroz - Operador Sala	
	Hernán Herrera - Operador Sala	
	Christopher Lopez - Ingeniero Mantenimiento	
	Ignacio Morandé - Ingeniero senior instrumentación y control	
	David Pérez - Subgerente de Producción	
Coordinador Eléctrico Nacional	Sin participantes durante las pruebas	---
Estudios Eléctricos	Federico Deledda - Experto Técnico	

www.estudios-electricos.com

Figura 9-28 - Acta de ensayos Unidad 1 (1 de 3)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Datos de las unidades

Potencia aparente nominal [MVA]	95.8	Corriente de estator nominal [A]	3687
Tensión de estator nominal [kV]	15.0	Factor de potencia nominal	0.85
Potencia activa máxima [MW]	81.6 MW Declarado CEN	Corriente de excitación nominal [A]	-
Mínimo Técnico [MW]	-	Tensión de excitación nominal [V]	-

Datos de la prueba

Estado previo de las unidades	Despachadas	Arranque de las unidades (fecha-hora)	11/12/2024 -
Inicio del período de estabilización	12:00 Hs	Fin del período de estabilización	12:30 Hs
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	12:30 Hs	Fin del período de prueba Potencia Máxima	15:30 Hs
Protocolo aplicable	EE-EN-2024-1825 Rev C	Desvíos del protocolo	No

Instrumental

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia bruta y factor de potencia	ION 8650 - N° Serie: MW-1809A334-02
Potencia bruta	ION 8650 - N° Serie: MW-1809A337-02
Potencia SS.AA.	ION 8600 - N° Serie: PT-1109A070-01

www.estudios-electricos.com

Figura 9-29 – Acta de ensayos Unidad 1 (2 de 3)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Valores preliminares

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

Período	1	2	3
Potencia Bruta Unidad 1 [MW]	82.304	82.181	82.364

Observaciones

Desvíos del protocolo: Sin desvíos.

Modalidad de las pruebas: La prueba de potencia máxima se realiza en **modalidad presencial y en horario diurno**.

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 3 horas en condiciones de potencia máxima luego de finalizado el periodo de estabilización.

Durante el desarrollo de las pruebas, la unidad operó a máxima potencia, limitada al 93% según el ajuste configurado al limitador de apertura y con un setpoint de apertura de 94%. La regulación de frecuencia estuvo operativa con un estatismo configurado de 5%. Por otra parte, debido a las condiciones del sistema a la hora de realizar el ensayo se pudo alcanzar un factor de potencia de aproximadamente 0.95.

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, potencia neta y de SS.AA. de la unidad se encuentran sincronizados. Se verificó la tasa de muestreo de 1 minuto en todos los medidores.

Tinguiririca Energía entregó la totalidad de los registros digitales para esta prueba. La entrega se compone de un solo archivo que integra distintas fuentes: registros de variables eléctricas (desde los medidores de potencia bruta, potencia neta y potencia de SS.AA.) y de variables provenientes del sistema SCADA de planta.

Los servicios auxiliares quedan alimentados únicamente desde la Unidad 1 a través del transformador de SS.AA. N°1 (interruptor de alimentación 52-B1 cerrado, interruptor de acople de barras de SS.AA. 52-E1 abierto e interruptor de cargas generales 52-A1 abierto).

Conclusiones: Se verificó con éxito que la Unidad 1 puede operar a máxima potencia por un período superior a las 3 horas requeridas en el Anexo Técnico dada la particularidad de ser una central sin capacidad de regulación. Se obtuvieron los datos necesarios para realizar el cálculo formal del valor de Potencia Máxima.

www.estudios-electricos.com

Figura 9-30 – Acta de ensayos Unidad 1 (3 de 3)

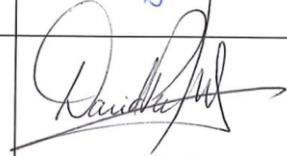


ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Fecha	11/12/2024	Empresa	Tinguiririca Energía S.A.
ID Proyecto	EE-2023-096	Ubicación	Comuna San Fernando, Región de O'Higgins
Central	Central Hidroeléctrica La Confluencia		
Denominación de la unidad	Unidad 2		

Responsables durante la prueba

Empresa	Nombre	Firmas
Tinguiririca Energía S.A. (Coordinado)	Germán Quiroz - Operador Sala	
	Hernán Herrera - Operador Sala	
	Christopher Lopez - Ingeniero Mantenimiento	
	Ignacio Morandé - Ingeniero senior instrumentación y control	
	David Pérez - Subgerente de Producción	
Coordinador Eléctrico Nacional	Sin participantes durante las pruebas	---
Estudios Eléctricos	Federico Deledda - Experto Técnico	

www.estudios-electricos.com

Figura 9-31 – Acta de ensayos Unidad 2 (1 de 3)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Datos de las unidades

Potencia aparente nominal [MVA]	95.8	Corriente de estator nominal [A]	3687
Tensión de estator nominal [kV]	15.0	Factor de potencia nominal	0.85
Potencia activa máxima [MW]	81.6 MW Declarado CEN	Corriente de excitación nominal [A]	-
Mínimo Técnico [MW]	-	Tensión de excitación nominal [V]	-

Datos de la prueba

Estado previo de las unidades	Despachadas	Arranque de las unidades (fecha-hora)	11/12/2024 -
Inicio del período de estabilización	16:00 Hs	Fin del período de estabilización	17:00 Hs
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	17:00 Hs	Fin del período de prueba Potencia Máxima	20:00 Hs
Protocolo aplicable	EE-EN-2024-1825 Rev C	Desvíos del protocolo	No

Instrumental

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia bruta y factor de potencia	ION 8650 - N° Serie: MW-1809A170-02
Potencia bruta	ION 8650 - N° Serie: MW-1809A333-02
Potencia SS.AA.	ION 8600 - N° Serie: PT-1104A372-01

www.estudios-electricos.com

Figura 9-32 – Acta de ensayos Unidad 2 (2 de 3)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Valores preliminares

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

Período	1	2	3
Potencia Bruta Unidad 2 [MW]	82.050	81.855	81.902

Observaciones

Desvíos del protocolo: Sin desvíos.

Modalidad de las pruebas: La prueba de potencia máxima se realiza en **modalidad presencial y en horario diurno**.

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 3 horas en condiciones de potencia máxima luego de finalizado el periodo de estabilización.

Durante el desarrollo de las pruebas, la unidad operó a máxima potencia, limitada al 96% según el ajuste configurado al limitador de apertura y con un setpoint de apertura de 99%. La regulación de frecuencia estuvo operativa con un estatismo configurado de 5%. Las pruebas se realizaron con un factor de potencia de 0.95.

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, potencia neta y de SS.AA. de la unidad se encuentran sincronizados. Se verificó la tasa de muestreo de 1 minuto en todos los medidores.

Tinguirica Energía entregó la totalidad de los registros digitales para esta prueba. La entrega se compone de un solo archivo que integra distintas fuentes: registros de variables eléctricas (desde los medidores de potencia bruta, potencia neta y potencia de SS.AA.) y de variables provenientes del sistema SCADA de planta.

Los servicios auxiliares quedan alimentados únicamente desde la Unidad 2 a través del transformador de SS.AA. N°2 (interruptor de alimentación 52-B2 cerrado, interruptor de acople de barras de SS.AA. 52-E2 abierto e interruptor de cargas generales 52-A2 abierto).

Conclusiones: Se verificó con éxito que la Unidad 2 puede operar a máxima potencia por un período superior a las 3 horas requeridas en el Anexo Técnico dada la particularidad de ser una central sin capacidad de regulación. Se obtuvieron los datos necesarios para realizar el cálculo formal del valor de Potencia Máxima.

www.estudios-electricos.com

Figura 9-33 – Acta de ensayos Unidad 2 (3 de 3)

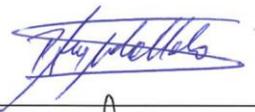


ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Fecha	12/12/2024	Empresa	Tinguiririca Energía S.A.
ID Proyecto	EE-2023-096	Ubicación	Comuna San Fernando, Región de O'Higgins
Central	Central Hidroeléctrica La Confluencia		
Denominación de la unidad	Unidad 1 y Unidad 2 - Central completa		

Responsables durante la prueba

Empresa	Nombre	Firmas
Tinguiririca Energía S.A. (Coordinado)	Rafael Saez - Operador Sala	
	Hernán Herrera - Operador Sala	
	Christopher Lopez - Ingeniero Mantenimiento	
	Ignacio Morandé - Ingeniero senior instrumentación y control	
	David Pérez - Subgerente de Producción	
Coordinador Eléctrico Nacional	Sin participantes durante las pruebas	
Estudios Eléctricos	Federico Deledda - Experto Técnico	

www.estudios-electricos.com

Figura 9-34 - Acta de ensayos central completa (1 de 4)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Datos de las unidades

Potencia aparente nominal [MVA]	95.8	Corriente de estator nominal [A]	3687	
Tensión de estator nominal [kV]	15.0	Factor de potencia nominal	0.85	
Potencia activa máxima [MW]	81.6 MW	Declarado CEN	Corriente de excitación nominal [A]	-
Mínimo Técnico [MW]	-	Tensión de excitación nominal [V]	-	

Datos de la prueba

Estado previo de las unidades	Despachadas	Arranque de las unidades (fecha-hora)	12/12/2024 -
Inicio del período de estabilización	12:00 Hs	Fin del período de estabilización	12:30 Hs
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	12:30 Hs	Fin del período de prueba Potencia Máxima	16:30 Hs
Protocolo aplicable	EE-EN-2024-1825 Rev C	Desvíos del protocolo	No

Instrumental

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia bruta y factor de potencia	Unidad N°1 – ION 8650 – N° Serie: MW-1809A334-02 Unidad N°2 – ION 8650 – N° Serie: MW-1809A170-02
Potencia bruta	Unidad N°1 – ION 8650 – N° Serie: MW-1809A337-02 Unidad N°2 – ION 8650 – N° Serie: MW-1809A333-02
Potencia SSAA	Unidad N°1 – ION 8600 – N° Serie: PT-1109A070-01 Unidad N°2 – ION 8600 – N° Serie: PT-1104A372-01

www.estudios-electricos.com

Figura 9-35 – Acta de ensayos central completa (2 de 4)



ESTUDIOS ELÉCTRICOS

ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Valores preliminares

En la siguiente tabla se presentan los valores promedio sin corrección de la potencia bruta de las unidades bajo prueba, que corresponde también a la de la central completa, obtenidos durante el desarrollo de las pruebas de potencia máxima:

Período	1	2	3
Potencia Bruta Unidad 1 [MW]	82.291	82.245	82.292
Potencia Bruta Unidad 2 [MW]	83.065	82.860	82.319
Potencia Bruta Central Completa [MW]	165.356	165.105	164.611

Observaciones

Desvíos del protocolo: Sin desvíos.

Modalidad de las pruebas: La prueba de potencia máxima se realiza en **modalidad presencial y en horario diurno**.

Desarrollo de la prueba: La central completa logra controlar de manera estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. Debido a que las unidades no tienen la capacidad de deshabilitar la CPF y ante un evento de sobrefrecuencia en el sistema, durante el transcurso de la prueba las unidades perdieron potencia por lo que se decide prolongar 1 hora más tomando en consideración que existe recurso hídrico para ello. En total se registraron 4 horas en condiciones de potencia máxima luego de finalizado el periodo de estabilización.

Durante el desarrollo de las pruebas, la central completa operó cada una de sus unidades a máxima potencia, limitada al 99% para la Unidad 1 y 99% para la Unidad 2 según el ajuste configurado en los limitadores de apertura y con un setpoint de apertura de 95% para la Unidad 1 y de 100% para la Unidad 2. La regulación de frecuencia estuvo operativa con un estatismo configurado de 5%. Las pruebas se realizaron con un factor de potencia de 0.95.

Estabilidad durante las pruebas: Se observó operación estable de cada una de las unidades de la central completa. 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, potencia neta y de SS.AA. de cada unidad se encuentran sincronizados. Se verificó la tasa de muestreo de 1 minuto en todos los medidores.

Tinguiririca Energía entregó la totalidad de los registros digitales para esta prueba. La entrega se compone de dos archivos (uno por cada unidad) que integra distintas fuentes: registros de variables eléctricas (desde los medidores de potencia bruta, potencia neta y potencia de SS.AA.) y de variables provenientes del sistema SCADA de planta.

Los servicios auxiliares quedan alimentados desde la Unidad 1 a través del transformador de SS.AA. N°1 (interruptor de alimentación 52-B1 cerrado, interruptor de acople de barras de SS.AA. 52-E1 abierto e interruptor de servicios generales 52-A2 cerrado) y desde la Unidad 2 a través del transformador de SS.AA. N°2 (interruptor de alimentación 52-B2 cerrado, interruptor de acople de barras de SS.AA. 52-E2 abierto e interruptor de servicios generales 52-A2 abierto).

Conclusiones: Se verificó con éxito que la Unidad 1 y la Unidad 2, es decir la central completa, pueden operar a máxima potencia por un periodo superior a las 3 horas requeridas en el Anexo

www.estudios-electricos.com

Figura 9-36 – Acta de ensayos central completa (3 de 4)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Técnico dada la particularidad de ser una central sin capacidad de regulación. Se obtuvieron los datos necesarios para realizar el cálculo formal del valor de Potencia Máxima.

www.estudios-electricos.com

Figura 9-37 – Acta de ensayos central completa (4 de 4)



Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente.