

Empresa
País
Proyecto
Descripción

Coordinador Eléctrico Nacional
Chile
Central Hidroeléctrica Embalse Ancoa
Informe de Pruebas de Potencia Máxima



CÓDIGO DE PROYECTO	EE-2024-135
CÓDIGO DE INFORME	EE-EN-2024-1904
REVISIÓN	A

4 dic. 24



Este documento **EE-EN-2024-1904-RA** fue preparado para 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 79 páginas y ha sido guardado por última vez el 04/12/2024 por César Colignon; sus versiones y firmantes digitales se indican a continuación:

Revisión	Fecha	Comentarios	Realizó	Revisó	Aprobó
A	04.12.24	Para presentar.	FG	AC	PR

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



CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	5
2	RESUMEN EJECUTIVO	6
3	OBJETIVO GENERAL Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA	8
	3.1 Objetivo	8
	3.2 Condiciones de ensayos	8
	3.3 Experto Técnico	8
	3.4 Representante empresa generadora.....	8
	3.5 Representante del Coordinador Eléctrico Nacional	8
	3.6 Observador de otro Coordinado	8
4	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA.....	9
	4.1 Descripción general de la planta	9
	4.2 Descripción de la unidad de generación.....	11
	4.3 Condiciones de referencia y curvas de corrección.....	18
	4.3.1 Curvas de corrección	19
	4.3.2 Metodología de corrección	19
	4.4 Instrumentación y mediciones	19
	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	26
	4.5.1 Consumos propios de los servicios auxiliares.....	27
	4.5.2 Pérdidas en el transformador principal	28
5	REALIZACIÓN DE LA PRUEBA.....	30
	5.1 Chequeos preliminares	30
	5.2 Desarrollo de las pruebas.....	30
	5.2.1 Verificaciones previas	30
	5.3 Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba.....	31
	5.4 Periodo de prueba	32
6	CÁLCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS	34
	6.1 Reducción de datos y estabilidad.....	34
	6.2 Determinación de la potencia neta y de pérdidas totales.....	34



	6.2.1	Determinación de la potencia de pérdidas y consumos propios	36
	6.2.2	Desglose de la potencia de pérdidas totales.....	39
	6.3	Correcciones aplicables a la potencia bruta y neta	40
	6.4	Cálculo de la Potencia de Neta corregida	42
	6.5	Cálculo del promedio final	44
	6.6	Tabla Resumen general	45
	6.7	Incertidumbre	48
7	CONCLUSIONES		50
8	NORMATIVA		52
9	ANEXOS		53
	9.1	Datos de placa del generador y turbina	53
	9.2	Curva de capacidad	55
	9.3	Gráficas de Eficiencia turbinas.....	56
	9.4	Datos característicos del Transformador Principal	58
	9.5	Puntos de medición	59
	9.5.1	Potencia bruta.....	59
	9.5.2	Potencia neta	62
	9.6	Instrumental de medición	63
	9.6.1	Potencia bruta/FP.....	63
	9.6.2	Potencia neta	66
	9.7	Actas de ensayos.....	68
	9.7.1	Unidad 1.....	69
	9.7.2	Unidad 2.....	72
	9.7.3	Planta completa.....	75



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 Embalse Ancoa en los términos establecidos en el *“ANEXO TÉCNICO: Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras”*.

Para la ejecución de las pruebas se siguió el procedimiento de pruebas aprobado por el CEN:

- EE-EN-2024-1107-RB_Procedimiento_Potencia_Maxima_CH_Embalse_Ancoa

La Central Hidroeléctrica Embalse Ancoa, ubicada en la comuna de Colbún, región de Maule, está conformada por dos (2) unidades de generación compuesta cada una por una turbina tipo Francis de eje horizontal, marca Andritz, de 12.47 MW de potencia nominal, vinculada a un generador marca MTS de 13.8 kV y 16 MVA de potencia.



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, potencia neta y de las pérdidas y consumos propios.

Las pruebas de la Unidad 1, la Unidad 2 y central completa se realizaron los días 12, 13 y 14 de noviembre de 2024 respectivamente. Las pruebas fueron realizadas en presencia de María Luisa Orellana, Félix Arancibia, Ángel Muñoz, Julio Norambuena y Álvaro Castillo (GPE S.A.) y Gonzalo Espinoza como Experto Técnico (Estudios Eléctricos).

Durante el período de cada una de las pruebas se verificó que las unidades logren controlar en forma estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. En total se registraron 5 horas en condiciones de potencia máxima, luego de finalizado el período de estabilización. Durante el desarrollo de las pruebas se operó la respectiva unidad a máxima potencia con regulación de frecuencia operativa.

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.



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

Resumen de resultados CH Embalse Ancoa - Unidad 1		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	13,7617
	Bruta Corregida [MW]	13,7415
	Neta Medida [MW]	13,6843
	Neta Corregida [MW]	13,6641
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	20,76
	Pérdidas en transformador principal [kW]	49,15
	Pérdidas en la red interna [kW]	7,49
	Pérdidas totales [kW]	77,40

Tabla 2.1 – Resumen resultados – Unidad 1

Resumen de resultados CH Embalse Ancoa - Unidad 2		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	13,7775
	Bruta Corregida [MW]	13,7579
	Neta Medida [MW]	13,6845
	Neta Corregida [MW]	13,6649
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	22,33
	Pérdidas en transformador principal [kW]	49,14
	Pérdidas en la red interna [kW]	21,54
	Pérdidas totales [kW]	93,01

Tabla 2.2 – Resumen resultados – Unidad 2

Resumen de resultados CH Embalse Ancoa - Central Completa		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	25,6022
	Bruta Corregida [MW]	25,5634
	Neta Medida [MW]	25,4478
	Neta Corregida [MW]	25,4089
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	34,57
	Pérdidas en transformador principal [kW]	99,55
	Pérdidas en la red interna [kW]	20,29
	Pérdidas totales [kW]	154,41

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 5 horas, dentro del período de medición de la prueba y en conformidad con el protocolo de prueba.

3.2 Condiciones de ensayos

Según lo acordado con el Coordinador y Coordinado, el experto técnico se presentó en las instalaciones del coordinado para el seguimiento y desarrollo de la prueba.

3.3 Experto Técnico

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

3.4 Representante empresa generadora

Por parte de GPE S.A., el Coordinado, estuvieron presente durante las pruebas:

- María Luisa Orellana – Encargada Comercial GPE S.A.
- Félix Arancibia – Ingeniero de Servicios y Planificación GPE S.A.
- Ángel Muñoz – Jefe de Planta Central Embalse Ancoa
- Julio Norambuena – Operador de turno Central Embalse Ancoa
- Álvaro Castillo – Operador de turno Central Embalse Ancoa

3.5 Representante del Coordinador Eléctrico Nacional

Sin participantes durante las pruebas.

3.6 Observador de otro Coordinado

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

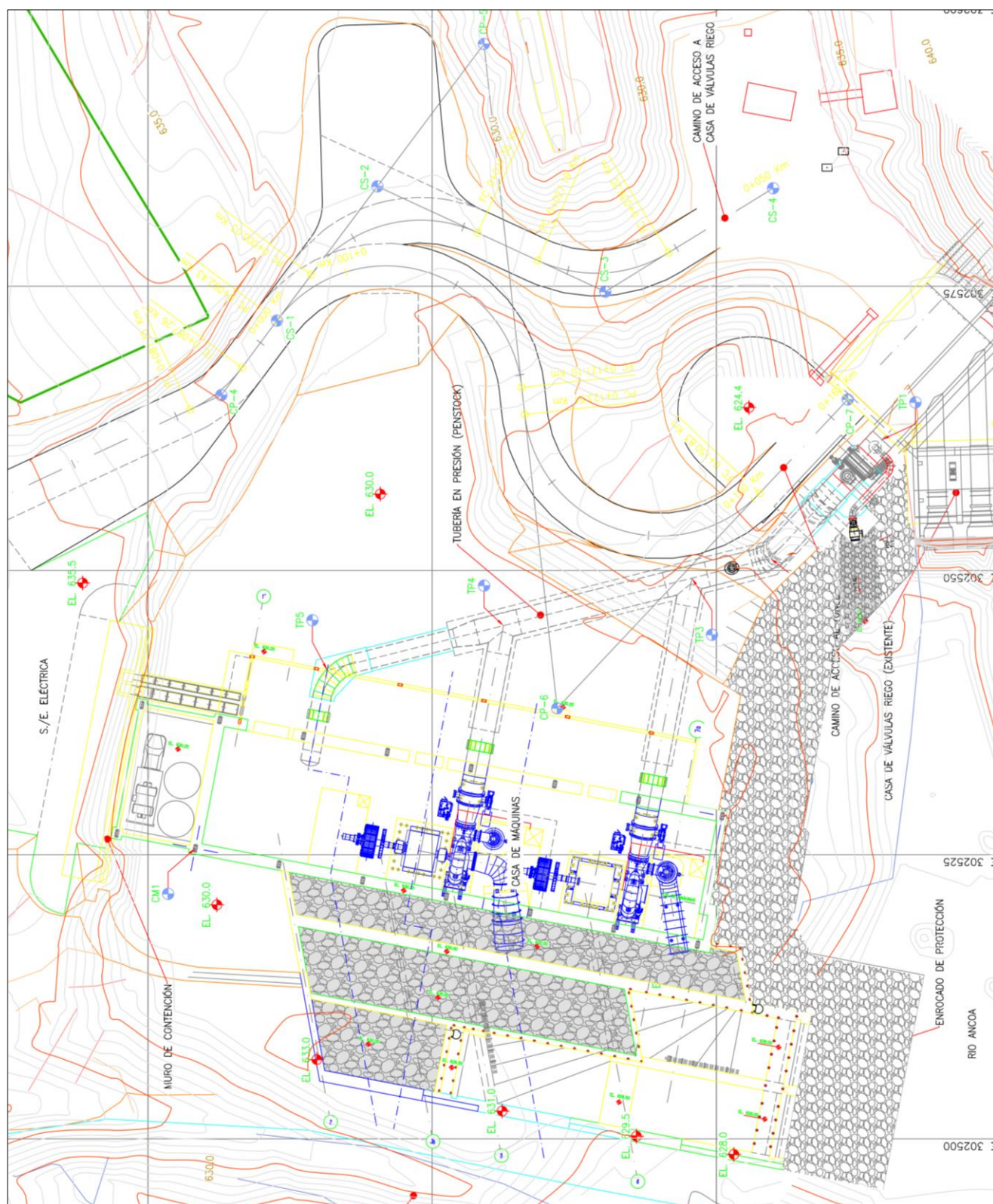


4 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA

4.1 Descripción general de la planta

La Central Hidroeléctrica Embalse Ancoa, ubicada en la comuna de Colbún, región de Maule, está conformada por dos (2) unidades de generación compuesta cada una por una turbina tipo Francis de eje horizontal, marca Andritz, de 12.47 MW de potencia nominal, vinculada a un generador marca MTS de 13.8 kV y 16 MVA de potencia.

Se presenta a continuación, el plano de disposición general de la planta.



4.2 Descripción de la unidad de generación

Las turbinas hidráulicas son marca Andritz Hydro de 12.47 MW de capacidad nominal y están vinculadas a dos generadores marca Motortecnica tipo "MTS-290-1600-14-13800-429", de acuerdo con las últimas pruebas estas entregan una potencia bruta aproximada de 24.656 MW¹.

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

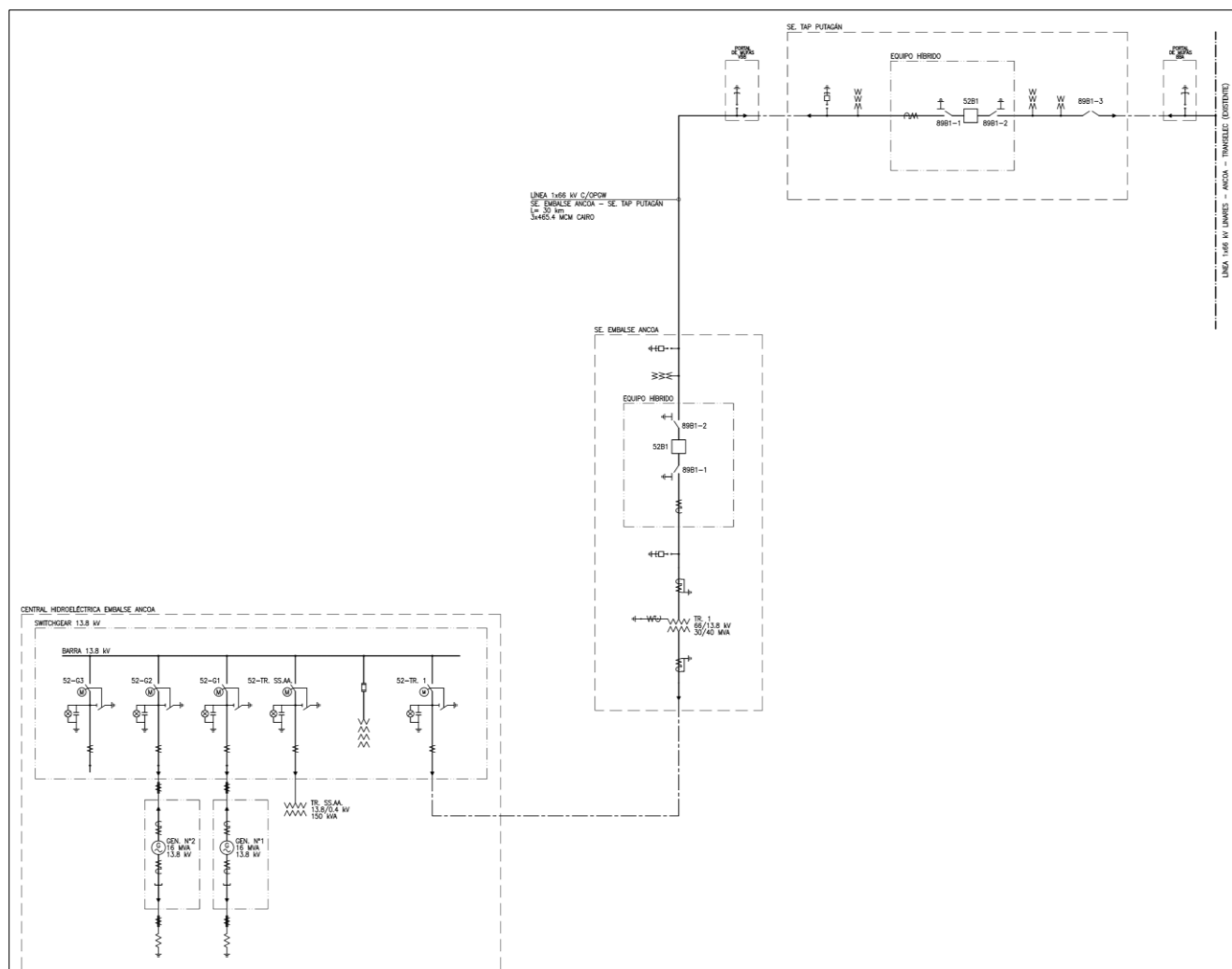


Figura 4.2 – Diagrama unilineal general Central Hidroeléctrica Embalse Ancoa

¹ Carta aprobación Potencia máxima: <https://www.coordinador.cl/wp-content/old-docs/2017/05/DE00798-18.pdf>

Se presenta el diagrama unilineal del punto de conexión de las unidades con el Sistema, a través de la SE TAP OFF PUGATÁN 66 kV.

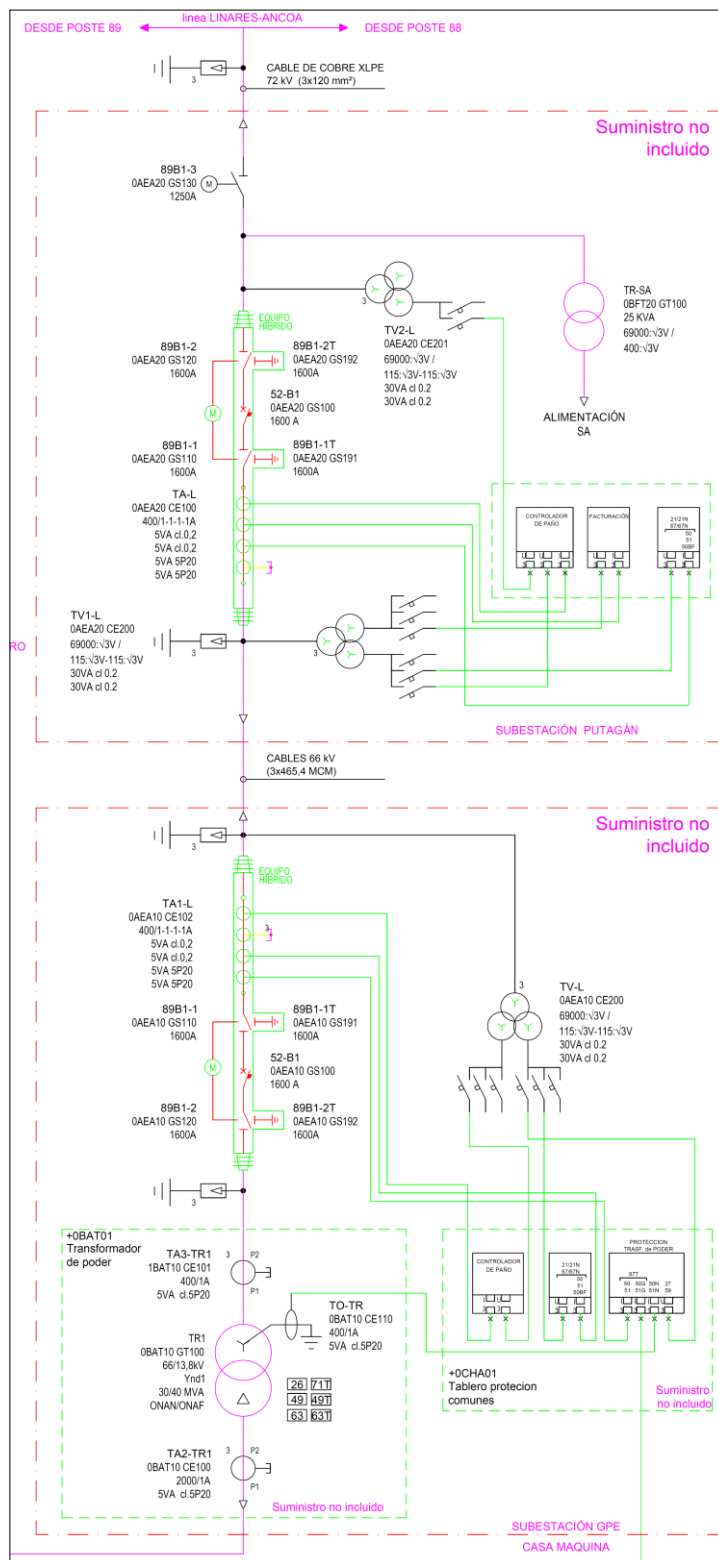


Figura 4.3 – Diagrama unilineal punto de conexión con el Sistema



Se presenta a continuación el diagrama unilineal de las unidades generadoras.

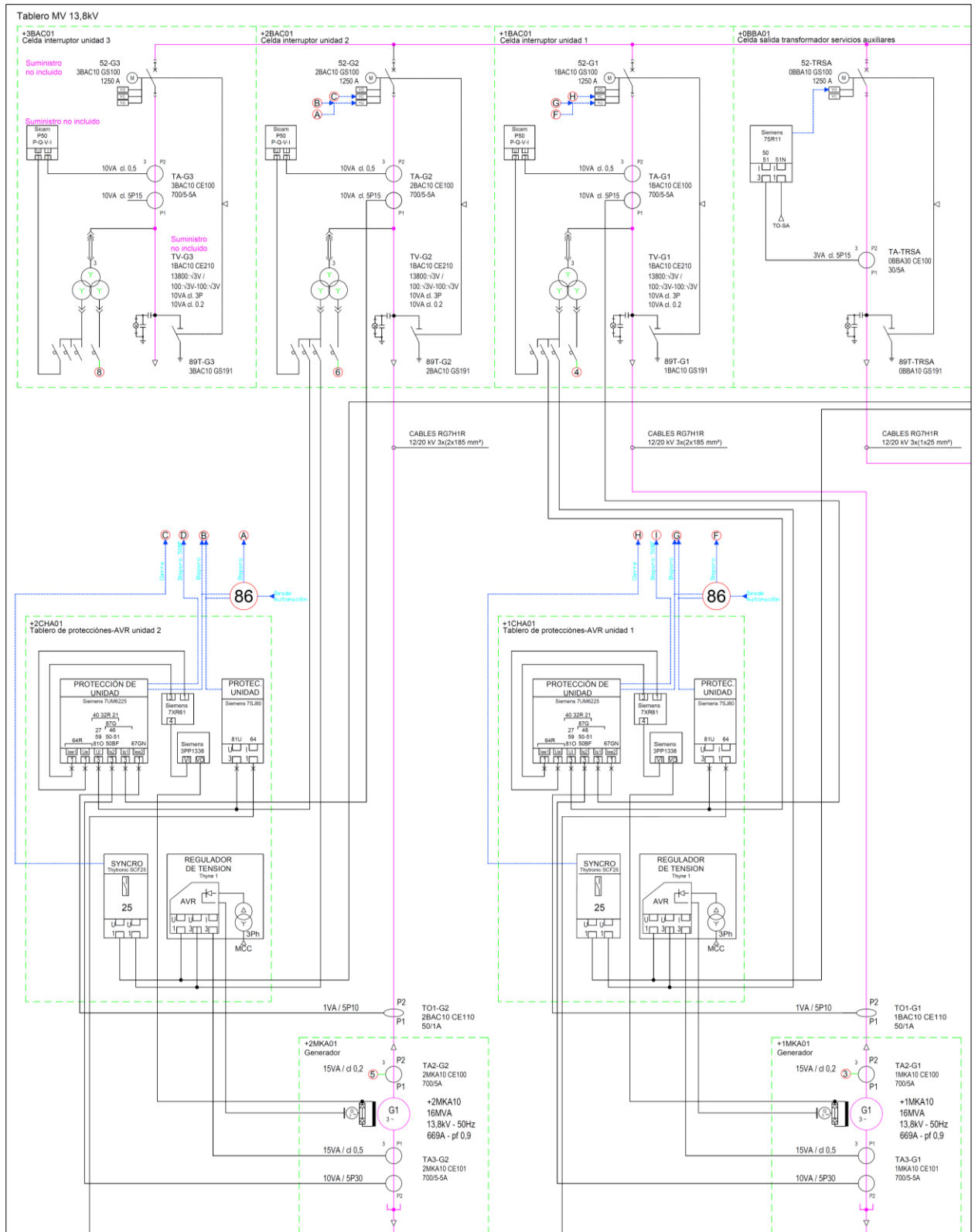


Figura 4.4 – Diagrama unilineal – Unidades de generación



Se presenta a continuación el diagrama unilineal de los servicios auxiliares.

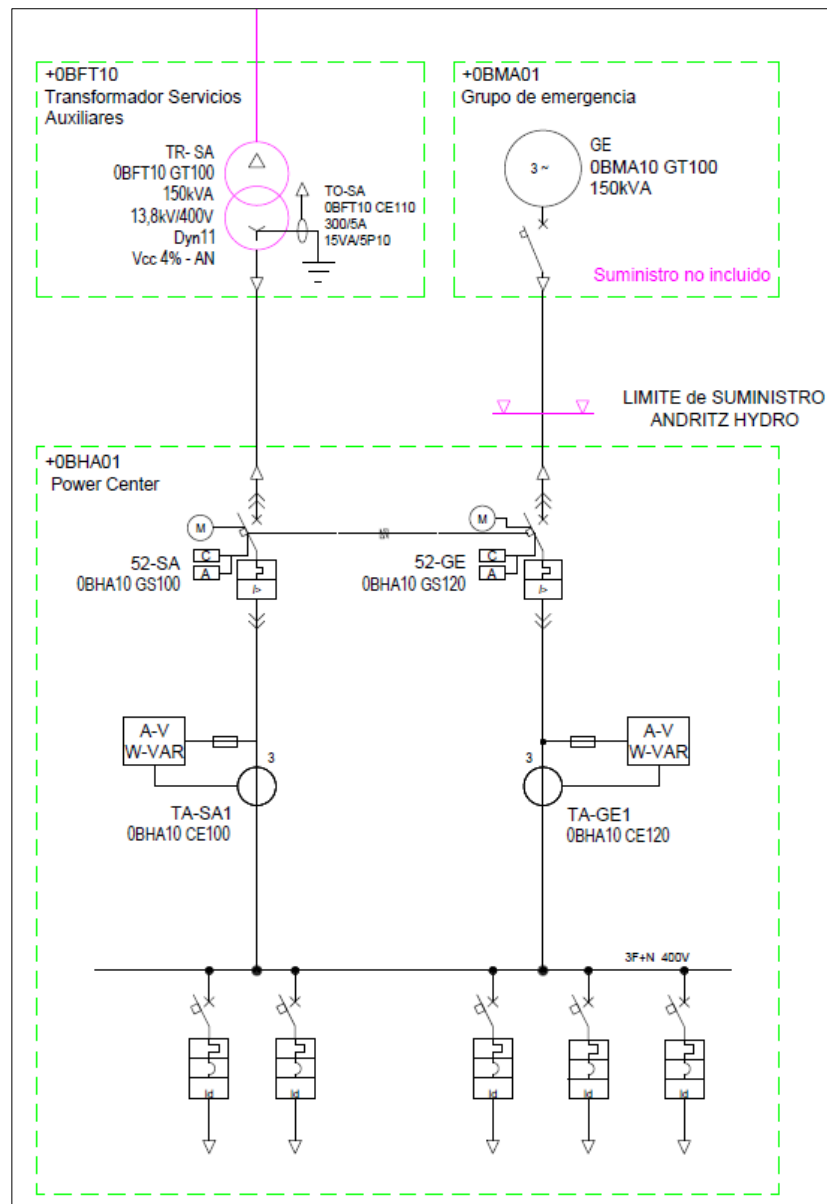


Figura 4.5 – Diagrama unilineal de los servicios auxiliares



Las unidades son de similares características, los datos característicos del generador y de la turbina se presentan a continuación.

Màquina tres fases sincronica	Disposicion generador horizontal	Diàmetro interno (cm)	Capacidad nominal (kVA)	Número de polos	Voltaje nominal (kV)	Velocidad sincronica (rpm)
MTS	-	290	16000	14	13800	429

0	DATOS NOMINALES DEL GENERADOR	U.M.	VALORES
	• Capacidad nominal	kVA	16000
	• Voltaje nominal (Vn)	kV	13,8
	• Frecuencia nominal (fn)	Hz	50
	• Corriente nominal (In)	A	669
	• Velocidad sincronica	rpm	429
	• Velocidad de embalamiento	rpm	1000
	• Factor de potencia nominal	-	0,90

1	DATOS CARACTERISTICOS DEL GENERADOR	U.M.	VALORES
	• Largo del del núcleo magnético	mm	1000
	• Diámetro interno del núcleo magnético	mm	2900
	• Número de polos	n.	14
	• Número de ranuras del estator	n.	105
	• Número de espirales en serie para bobina	n.	3
	• Tensión de excitación nominal	V	65
	• Disposición generador (horizontal– vertical)	-	Horizontal

Figura 4.6 – Hoja de datos del generador



Datos generales de la turbina	
Tipo de máquina	Francis Horizontal
Unidad N°.	2
Número de serie	2222-2223
Año de construcción	2015
Potencia Máxima	$P = 13.77 \text{ MW}$
Salto neto máximo	$H_n = 120 \text{ m}$
Caudal máximo	$Q_n = 13 \text{ m}^3/\text{s}$
Velocidad de rotación	$n = 429 \text{ mn}^{-1}$
Velocidad de fuga máxima garantizada	$n_{T\max} = 780 \text{ mn}^{-1}$
Altura de instalación (línea central del distribuidor)	65 m.s.n.m.
Diámetro del rodete	$D_2 = 1287.4 \text{ mm}$
Número de álabes del distribuidor	$z_0 = 20$
Altura del distribuidor	$B_0 = 257.3 \text{ mm}$
Sentido de rotación (vista desde el generador)	antihorario
Gama nominal de la posición de los álabes del distribuidor	Da 0° a 29°

Figura 4.7 – Hoja de datos de la turbina

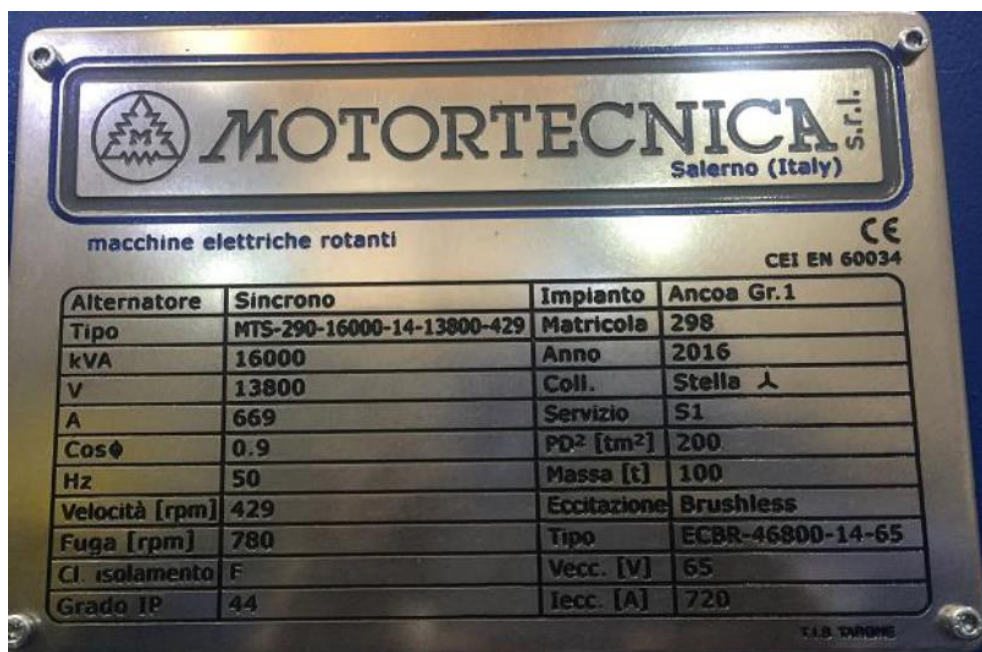


Figura 4.8 – Placa de datos del generador

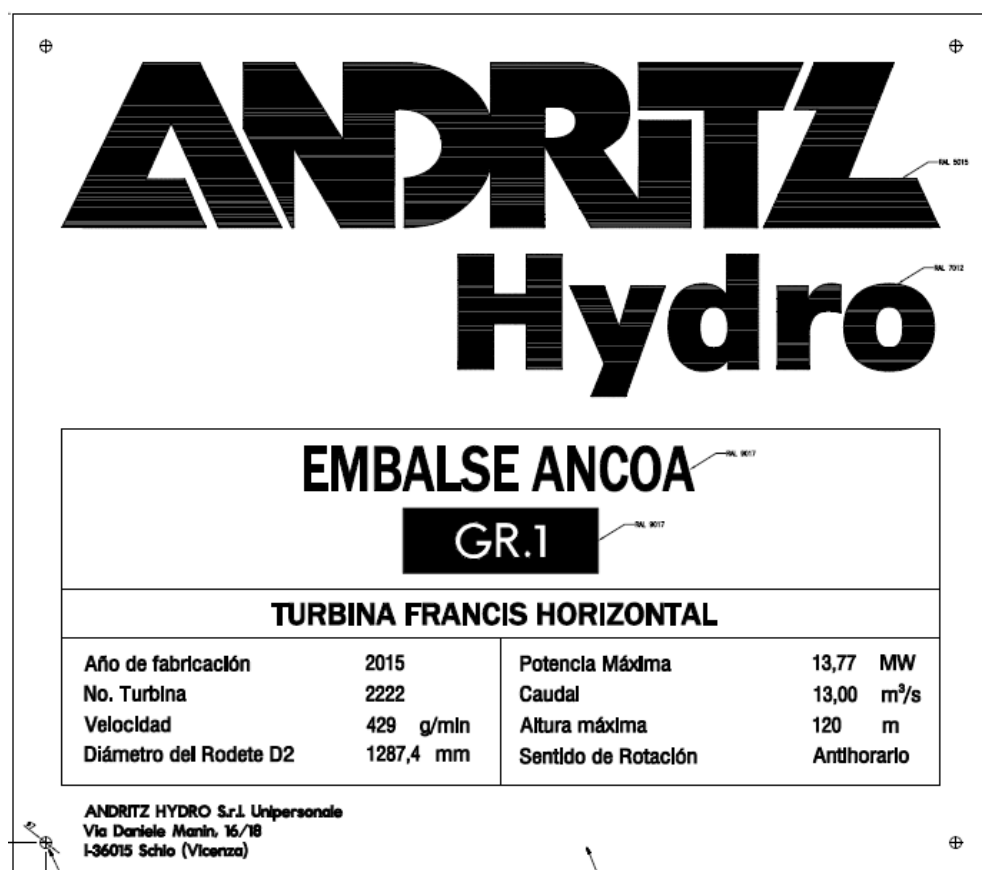


Figura 4.9 – Placa de datos de la turbina



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 C.H. Embalse Ancoa.

Unidad	Potencia [MW]
U1	13.508
U2	13.347

Tabla 4.1 – Valores base de potencia para las unidades

De acuerdo con los parámetros declarados, la potencia máxima bruta esperable de la Central Embalse Ancoa es de 24.656 MW.

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

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

Tabla 4.2 – Condiciones nominales de referencia



4.3.1 Curvas de corrección

De acuerdo con lo informado por el Coordinado, para la corrección por factor de potencia, se utilizó la siguiente gráfica donde que presenta el rendimiento de la unidad para factores de potencia 0.9 y 1.0.

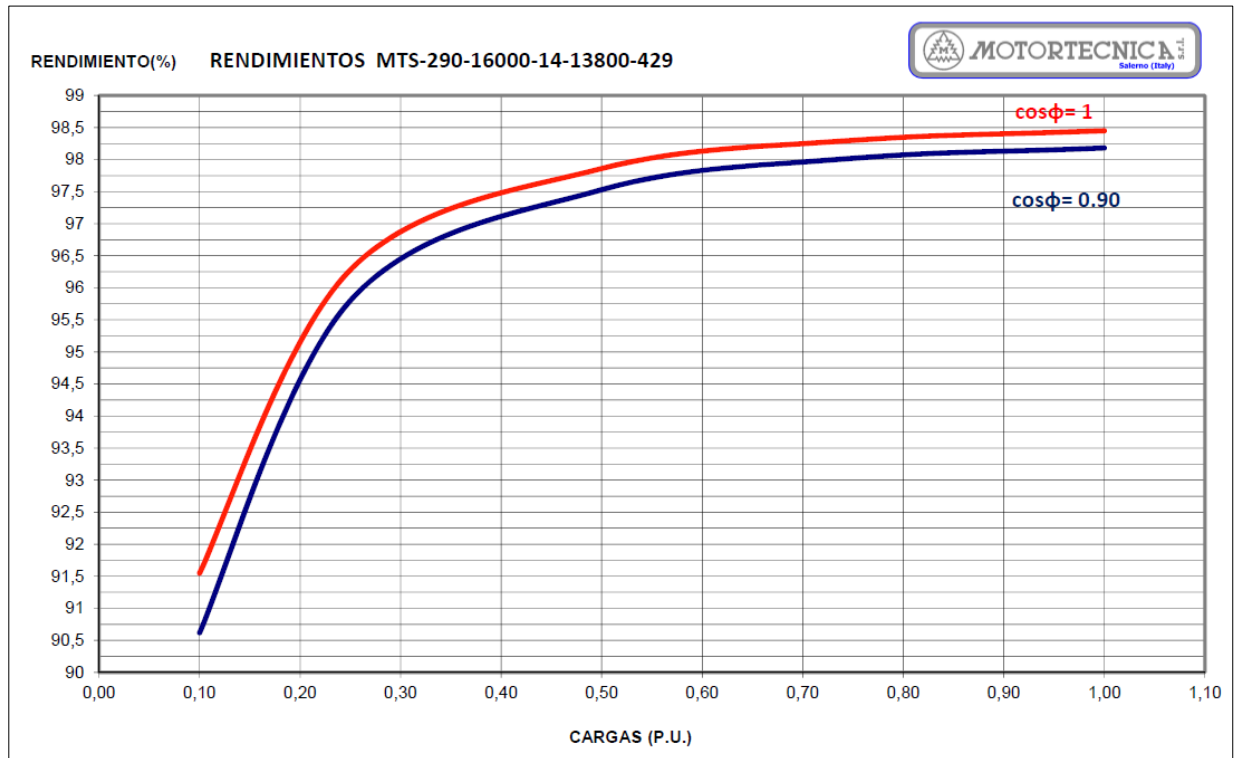


Figura 4.10 – Rendimientos del generador según $\cos \phi$

4.3.2 Metodología de corrección

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

4.4 Instrumentación y mediciones

Según lo establecido en el Artículo 31 del Anexo Técnico, las mediciones de potencia y factor de potencia deberán realizarse con instrumentos clase 0.2.

En las Figura 4.11, Figura 4.12 y Figura 4.13, se presenta un diagrama unilineal simplificado de planta donde se distinguen los elementos de interés.

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

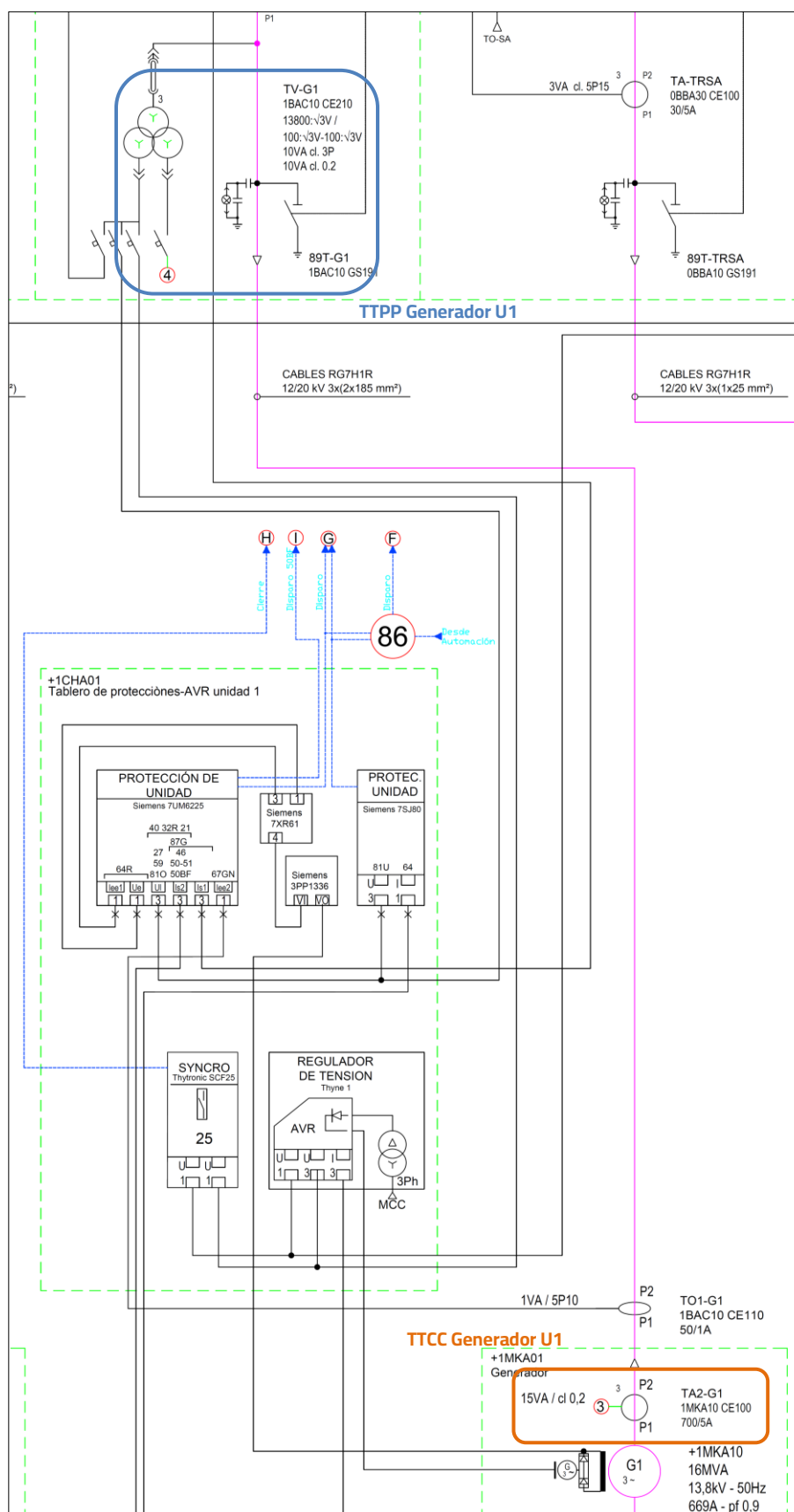


Figura 4.11 – Unilineal de planta esquemático – Unidad 1

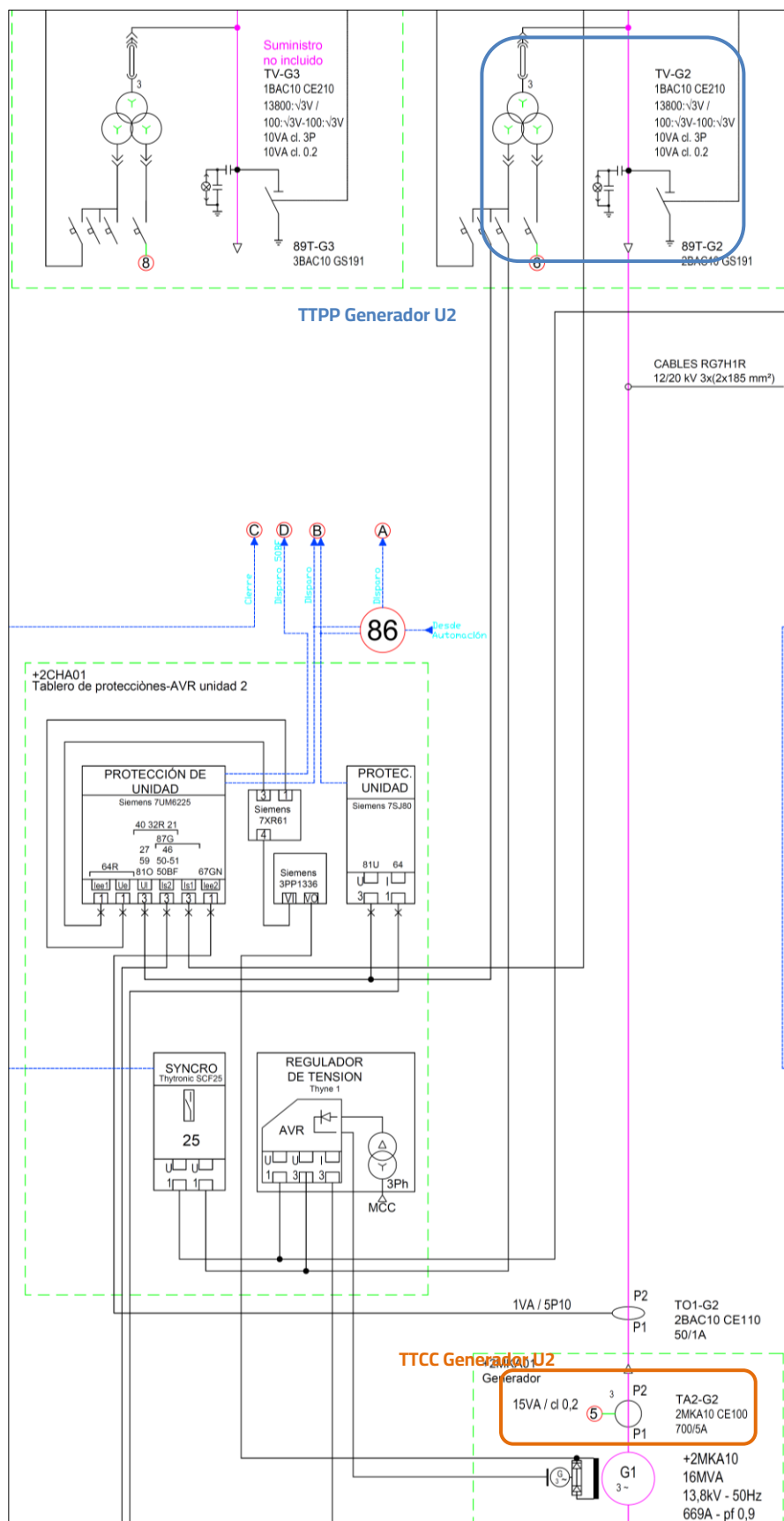


Figura 4.12 – Unilineal de planta esquemático – Unidad 2

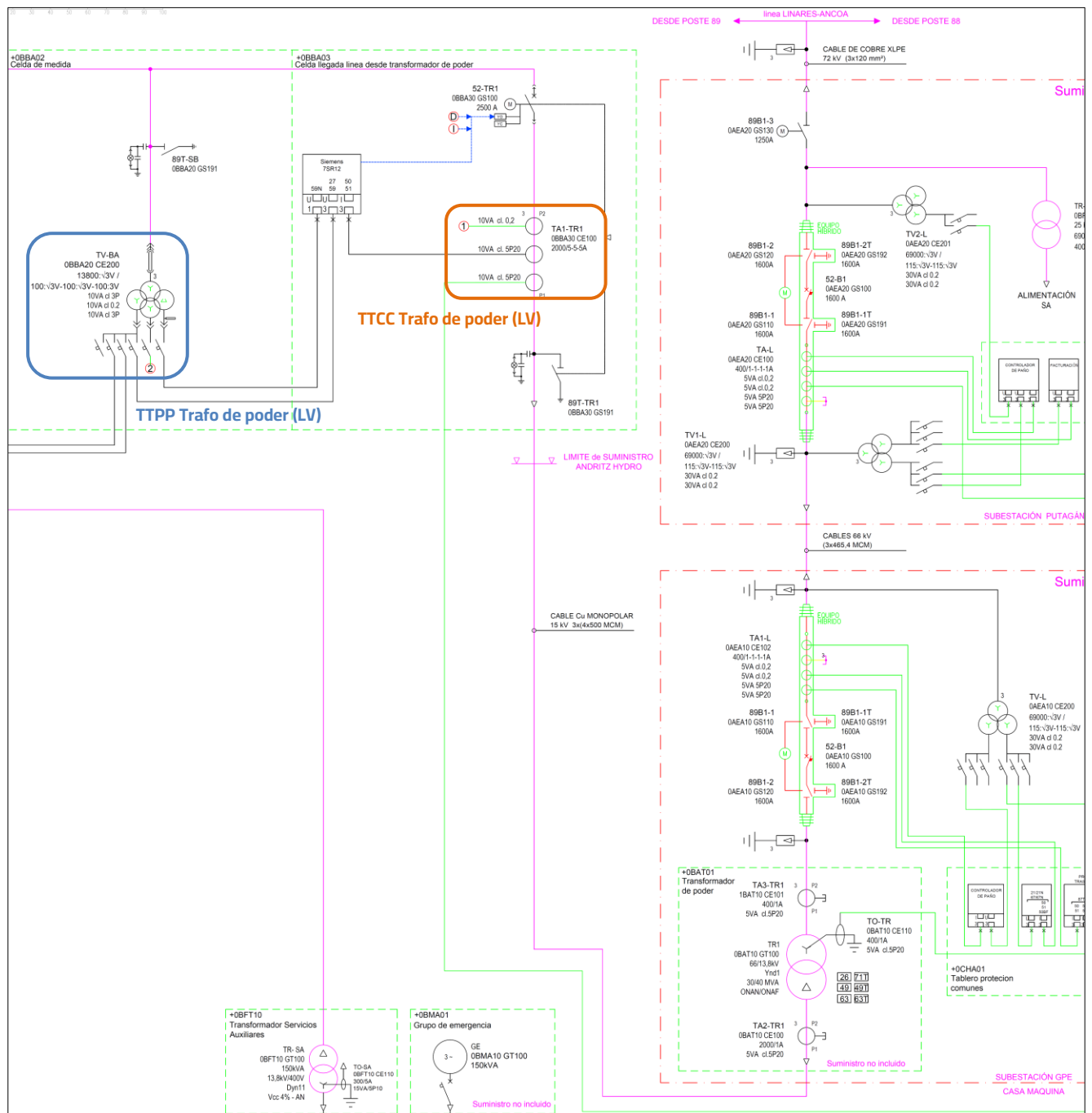


Figura 4.13 – Unilineal de planta esquemático – Salida de barra 66/13.8 kV



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 se midió a partir de un medidor ubicado en el lado de baja tensión 13.8 kV, antes del transformador principal de la central.

Las pérdidas totales se calcularon 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, los transformadores de instrumentación (PTs, CTs) son clase 0.2, (Figura 4.11 y Figura 4.12). Para la medición de voltaje se utilizaron transformadores de tensión cuyas relaciones de transformación son 13.8/0.1 kV. Para la medición de corriente se utilizaron transformadores de corriente cuyas relaciones de transformación son 700/5 A.

Para la medición de potencia bruta el Coordinado instaló en cada unidad un medidor externo ION 8600 para las pruebas. Estos equipos son clase 0.2 y cumplen con los requerimientos establecidos en el anexo técnico.

Para las mediciones de potencia neta, los transformadores de instrumentación (PTs, CTs) son clase 0.2, (Figura 4.13). Para la medición de voltaje se utilizaron transformadores de tensión cuyas relaciones de transformación son 13.8/0.1 kV. Para la medición de corriente se utilizaron transformadores de corriente cuyas relaciones de transformación son 2000/5 A.

Para la medición de potencia neta el Coordinado instaló un medidor externo ION 8600 para las pruebas. El mismo es clase 0.2 y cumple con los requerimientos establecidos en el anexo técnico.



4.4.2 Instrumentación principal

Para la medición de potencia y factor de potencia, se instrumentará tal como se resume en la Tabla 4.3. La misma indica la instrumentación principal a ser 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 U1	ION 8600 Serie: PT-0903A661-01	A, 0.2, 1 min	Tecnored (certificado Figura 9.11)	Conectado a PTs CTs clase 0.2, (Figura 9.8)	Digital
2	Factor de potencia U1	ION 8600 Serie: PT-0903A661-01	A, 0.2, 1 min	Tecnored (certificado Figura 9.11)	Conectado a PTs CTs clase 0.2, (Figura 9.8)	Digital
3	Potencia activa bruta U2	ION 8600 Serie: PT-1210A085-01	A, 0.2, 1 min	Tecnored (certificado Figura 9.12)	Conectado a PTs CTs clase 0.2, (Figura 9.9)	Digital
4	Factor de potencia U2	ION 8600 Serie: PT-1210A085-01	A, 0.2, 1 min	Tecnored (certificado Figura 9.12)	Conectado a PTs CTs clase 0.2, (Figura 9.9)	Digital
5	Potencia activa neta	ION 8600 Serie: PT-0608A417-01	A, 0.2, 1 min	Tecnored (certificado Figura 9.13)	Conectado a PTs CTs clase 0.2, (Figura 9.10)	Digital

Tabla 4.3 – 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 y neta 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 4-4 el listado de señales disponibles en el SCADA de la central con los TAGS correspondientes:

	Variables CEN	U1	U2	COMUNES	Muestreo SCADA (RT = Real Time)	Muestro Caexplus Oscilloscope
1	Potencia activa	1.1.CF101.CE301.ZQ01	1.2.CF101.CE301.ZQ01		Cada 1 minuto RT: Cada 1 sec	Cada 100-300 msec
2	Potencia reactiva	1.1.CF101.CE302.ZQ01	1.2.CF101.CE302.ZQ01		Cada 1 minuto RT: Cada 1 sec	Cada 100-300 msec
3	Factor de potencia	1.1.CF101.CE401.ZQ01	1.2.CF101.CE401.ZQ01		Cada 1 minuto RT: Cada 1 sec	Cada 100-300 msec
4	Tensión	1.1.CF101.CE211.ZQ01	1.2.CF101.CE211.ZQ01		Cada 1 minuto RT: Cada 1 sec	Cada 100-300 msec
5	Frecuencia	1.1.CF101.CE501.ZQ01	1.2.CF101.CE501.ZQ01		Cada 1 minuto RT: Cada 1 sec	Cada 100-300 msec
6	Caudal turbinado	1.1.MEY10.DF100.XD01	1.1.MEY10.DF100.XD01		Solo RT	Cada 100-300 msec
7	Potencia de servicios auxiliares			1.0.AQA01.CE301.ZQ01	Solo RT	Cada 100-300 msec
8	Nivel del espejo de agua del embalse o cámara de carga	1.1.LNA10.CL001.ZQ01	1.2.LNA10.CL001.ZQ01		Cada 1 minuto RT: Cada 1 sec	Cada 100-300 msec
9	Nivel de descarga	1.1.MEY10.DU010.ZQ01	1.2.MEY10.DU010.ZQ01		Solo RT	Cada 100-300 msec
10	Altura bruta				NO ENCONTRADA	
11	Presión en toda la extensión de la línea del eje del túnel (en el caso de tener acceso al túnel de aducción).	1.1.LPC10.CP001.XQ01	1.2.LPC10.CP001.XQ01		Cada 1 minuto RT: Cada 1 sec	Cada 100-300 msec
12	Presión en tubería de ingreso y salida de la turbina (esto último solo para turbinas de reacción).				NO APLICA	
13	Temperatura de devanados del estator	1.1.MKA20.CT001.XQ01	1.2.MKA20.CT001.XQ01		Cada 1 minuto RT: Cada 1 sec	Cada 100-300 msec
14	Temperatura de cojinetes	1.1.MKD10.CT001.XQ01	1.2.MKD10.CT001.XQ01		Cada 1 minuto RT: Cada 1 sec	Cada 100-300 msec
15	Otros parámetros	1.1.MKC10.EA001.XQ01	1.2.MKC10.EA001.XQ01		Cada 1 minuto RT: Cada 1 sec	Cada 100-300 msec

Tabla 4-4 – Variables SCADA CH Embalse Ancoa

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



4.5 Estimación de pérdidas y consumos propios de las unidades

Se pretende estimar de forma teórica los consumos propios y externos que posee cada unidad y las pérdidas asociadas al transformador de potencia de manera de poder contar con una valorización que permita asegurar que las mediciones indirectas realizadas sean consistentes con estos valores.

A continuación, en las Tabla 4.5, Tabla 4.6 y Tabla 4.7 se muestran los resultados obtenidos en la medición de servicios auxiliares y las pérdidas teóricas máximas de los transformadores de cada unidad, en los capítulos sucesivos se hará el cálculo asociado a cada condición y el desglose de cada uno de los consumos.

Consumos	Potencia estimada	
Consumos de SSAA	20.76 kW	
Pérdidas en el transformador principal	Vacío	Totales
	28.66 kW	97.76 kW

Tabla 4.5 – Valores teóricos obtenidos de pérdidas y consumos propios (Unidad 1)

Consumos	Potencia estimada	
Consumos de SSAA	22.33 kW	
Pérdidas en el transformador principal	Vacío	Totales
	28.66 kW	97.76 kW

Tabla 4.6 – Valores teóricos obtenidos de pérdidas y consumos propios (Unidad 2)

Consumos	Potencia estimada	
Consumos de SSAA	34.57 kW	
Pérdidas en el transformador principal	Vacío	Totales
	28.66 kW	97.76 kW

Tabla 4.7 – Valores teóricos obtenidos de pérdidas y consumos propios (Central completa)



4.5.1 Consumos propios de los servicios auxiliares

Se presenta en las Tabla 4.8, Tabla 4.9 y Tabla 4.10 las mediciones de consumos de Servicios Auxiliares registrados durante los ensayos. Estos datos fueron obtenidos a partir de mediciones registradas en el sistema SCADA.

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	03:30	
Consumos SSAA												
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	21,150	20,550	20,100	21,000	21,450	20,700	20,850	21,000	20,250	20,550
Promedio P _{SSAA}		[kW]	20,76									

Tabla 4.8 – Mediciones de consumos de SSAA (Unidad 1)

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	03:30	
Consumos SSAA												
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	22,200	22,350	22,650	22,050	21,600	22,800	23,550	22,350	22,350	21,450
	Promedio P _{SSAA}	[kW]	22,33									

Tabla 4.9 – Mediciones de consumos de SSAA (Unidad 2)

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		23:10	23:40	00:10	00:40	01:10	01:40	02:10	02:40	03:10	03:40	
Consumos SSAA												
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	33,900	34,350	34,350	34,500	33,900	34,050	34,650	35,250	35,100	35,700
	Promedio P _{SSAA}	[kW]	34,57									

Tabla 4.10 – Mediciones de consumos de SSAA (Central completa)



4.5.2 Pérdidas en el transformador principal

Para estimar las pérdidas en el transformador principal de la central se utilizaron datos obtenidos en el protocolo de ensayos del equipo. A continuación, se adjuntan los datos del transformador.

		LABORATORIO DE PRUEBAS							
		MEDICIÓN DE PÉRDIDAS EN CARGA E IMPEDANCIA						HT.	
								PG.	
CLIENTE		INGENIERIA AGROSONDA SPA						REV.	
ORDEN DE TRABAJO	POTENCIA [MVA]	FASES	V PRIM. [kV]	V SEC. [kV]		CONEXIÓN	N° SERIE		
2522-21	30 - 40	3	66	13,8		YNd1	58467		
A. MEDICIONES:									
Alimentando por Primario con Secundario Cortocircuitado									
TAP AT	1	11	21						
TAP BT en Cortocircuito	1	1	1						
Inom del tap AT	238.6	262.4	291.6						[A]
Inom del tap BT	1255.1	1255.1	1255.1						[A]
Vnom del tap AT	72600	66000	59400						[V]
Vnom del tap BT	13800	13800	13800						[V]
Potencia Base	30.0	30.0	30.0						[MVA]
Constante del TP	1	1	1						
Constante del TC	1	1	1						
Corriente de prueba	238.574	262.432	291.591						[A]
Corriente fase 1	239.990	263.390	292.890						[A]
Corriente fase 2	238.660	261.410	291.060						[A]
Corriente fase 3	238.470	261.320	290.790						[A]
Potencia fase 1	26805	26818	27721						[W]
Potencia fase 2	27308	28077	29103						[W]
Potencia fase 3	30763	29882	31277						[W]
Tensión RMS 1	5080.50	4372.30	3822.80						[V]
Tensión RMS 2	5056.60	4335.40	3793.10						[V]
Tensión RMS 3	5071.00	4361.10	3807.30						[V]
T° ensayo	18.8	18.8	18.8						[°C]
T° Top oil	19.5	19.5	19.5						[°C]
T° Superior	19.7	19.7	19.7						[°C]
T° Inferior	18.2	18.2	18.2						[°C]
RAT a: 23.35 [°C]	0.45233	0.39367	0.33423						[Ω]
RBT a: 19 [°C]	12.64500	12.64500	12.64500						[mΩ]
B. CÁLCULOS Y CORRECCIONES A Inom									
TAP AT:	1	11	21						
TAP BT en cortocircuito:	1	1	1						
Tensión medida:	5059	4363	3808						[V]
Corriente medida:	238.57	262.43	291.59						[A]
Pérd a Inom [°C]:	84546	85031	88108						[W]
I² x R AT	37930	39943	41867						[W]
I² x R BT	29850	29850	29850						[W]
Total de I² x R	67780	69793	71717						[W]
Perd. Parasitas	16766	15238	16391						[W]
Vcc a Inom	6.969	6.610	6.411						[%]
Rcc a Inom	0.282	0.283	0.294						[%]
Xcc a Inom	6.963	6.604	6.404						[%]
C. CÁLCULOS Y CORRECCIONES A: 75 °C									
Total de I² x R	82835	85294	87646						[W]
Pérd parasitas	13719	12469	13412						[W]
Rcc	0.322	0.326	0.337						[%]
Xcc	6.963	6.604	6.404						[%]
D. RESULTADOS A: 75°C									
Alimentando por Primario con Secundario Cortocircuitado									
TAP AT	1	11	21						
TAP BT en cc	1	1	1						
Potencia base	30.0	30.0	30.0						[MVA]
Tensión base	72600	66000	59400						[V]
Pérd Totales	96553	97763	101058						[W]
Impedancia	6.97	6.61	6.41						%

Figura 4.14 – Pérdidas en carga transformador principal



		LABORATORIO DE PRUEBAS																HT.					
		MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN																PG.					
																		REV.					
CLIENTE		INGENIERIA AGROSONDA SPA																					
ORDEN DE TRABAJO		POTENCIA [MVA]	FASES	V PRIM. [kV]		V SEC. [kV]		CONEXIÓN		N° SERIE													
2522-21		30 - 40	3	66		13,8		YNd1		58467													
A. MEDICIÓN DE PÉRDIDAS EN VACÍO																							
TAP AT	Alim. Por BT TAP	Vnom. [V]	% Vn.	Pbase [kVA]	Vmed [V]	Vrms [V]	Fact. Forma	Cte Volt	I1 [A]	I2 [A]	I3 [A]	Iprom [A]	Cte I	W1 [W]	W2 [W]	W3 [W]	Sum W	Cte W	Vprueba [V]	Io [A]	Io [%]	Qo [kVar]	Po [W]
11	1	13800	90	30000	12420	12499	0.9937	1	2.672	2.591	2.198	2.49	1	9246	5690	6643	21578	1	12420	2.49	0.20	49.0	21441
11	1	13800	95	30000	13110	13226	0.9912	1	3.611	3.499	3.073	3.39	1	10656	6271	7953	24881	1	13110	3.39	0.27	73.0	24661
11	1	13800	100	30000	13800	13997	0.9859	1	5.157	4.947	4.504	4.87	1	12384	6812	9871	29067	1	13800	4.87	0.39	112.8	28655

Figura 4.15 – Pérdidas en carga transformador principal



5 REALIZACIÓN DE LA PRUEBA

Como se indicó en el capítulo 3.2 el experto técnico se presentó en las instalaciones del coordinado y, por lo tanto, guio y supervisó su desarrollo de forma presencial.

5.1 Chequeos preliminares

Durante las pruebas se realizó una inspección en dónde se verificó que todo quede adecuadamente dispuesto para el inicio de las pruebas.

Se verificó:

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

5.2 Desarrollo de las pruebas

5.2.1 Verificaciones previas

Se verificó el cumplimiento de las condiciones de prueba establecidas:

- a) Todas las protecciones estaban operativas y sin falla.
- b) No existían alarmas relevantes.
- c) Las unidades estaban disponibles para operar a máxima potencia.
- d) El control primario de frecuencia (CPF) no pudo ser desactivado, por lo tanto, se mantuvo operativo durante la prueba. Por esta razón, durante las pruebas se modificó el valor del estatismo a 10%. La potencia activa quedo establecida por la apertura máxima alcanzada por las agujas.
- e) Para las pruebas el factor de potencia (FP) de las unidades no pudo ser ajustado lo más cercano posible a 0.95 de acuerdo con lo exigido en el Anexo Técnico debido a limitaciones del Sistema de transmisión. Las unidades operaron en un factor de potencia de aproximadamente de 1.0.
- f) La barra de SS.AA. estuvo aislada de conexiones externas a la central.



5.3 Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba

Previo al inicio de las pruebas las unidades se encontraban en servicio.

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 y/o limitadores.

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

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

Arranque de la unidad	Despachada
Inicio del período de estabilización	14/11/2024 22:45 Hs
Fin del período de estabilización	23:00 Hs
Inicio del período de prueba	23:00 Hs
Fin del período de prueba	15/11/2024 04:00 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	13/11/2024 22:45 Hs
Fin del período de estabilización	23:00 Hs
Inicio del período de prueba	23:00 Hs
Fin del período de prueba	14/11/2024 04:00 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 la unidad	Despachada
Inicio del período de estabilización	12/11/2024 22:30 Hs
Fin del período de estabilización	23:10 Hs
Inicio del período de prueba	23:10 Hs
Fin del período de prueba	13/11/2024 04:10 Hs

Tabla 5.3 – Etapas de la prueba para la Central completa

5.4 Periodo de prueba

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

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

Tabla 5.4 – 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												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	03:30	
Verificación de condiciones de estabilidad												
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,103%	0,100%	0,099%	0,110%	0,123%	0,103%	0,064%	0,088%	0,069%	0,104%
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,159%	0,005%	0,003%	0,003%	0,002%	0,003%	0,003%	0,003%	0,002%	0,005%
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	1,50%	0,112%	0,092%	0,065%	0,104%	0,127%	0,095%	0,131%	0,107%	0,054%	0,069%
Nivel	Altura bruta del Nivel Embalse Ancoa	1,00%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%
Frec	Velocidad de Rotación	1,00%	0,082%	0,105%	0,328%	0,078%	0,047%	0,048%	0,086%	0,071%	0,046%	0,079%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	SI	SI	SI	SI	SI	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												
Test Run n°		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora			23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	03:30
Verificación de condiciones de estabilidad												
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,107%	0,055%	0,067%	0,117%	0,122%	0,077%	0,122%	0,085%	0,096%	0,093%
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,065%	0,003%	0,035%	0,105%	0,159%	0,142%	0,026%	0,046%	0,061%	0,116%
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	1,50%	0,097%	0,059%	0,075%	0,115%	0,132%	0,111%	0,123%	0,071%	0,082%	0,080%
Nivel	Altura bruta del Nivel Embalse Ancoa	1,00%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%
Frec	Velocidad de Rotación	1,00%	0,081%	0,065%	0,065%	0,046%	0,076%	0,127%	0,083%	0,088%	0,074%	0,044%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 5.6 – Verificación de estabilidad para la Unidad 2

La Tabla 5.7 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas para la central completa.

Períodos												
Test Run n°		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora			23:10	23:40	00:10	00:40	01:10	01:40	02:10	02:40	03:10	03:40
Verificación de condiciones de estabilidad												
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,148%	0,089%	0,129%	0,183%	0,168%	0,072%	0,065%	0,113%	0,119%	0,111%
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,012%	0,086%	0,029%	0,003%	0,081%	0,323%	0,749%	0,245%	0,134%	1,798%
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,158%	0,110%	0,209%	0,174%	0,161%	0,085%	0,100%	0,146%	0,077%	0,127%
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	1,922%	0,003%	0,002%	0,003%	0,002%	0,002%	0,001%	0,002%	0,001%	0,014%
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	1,50%	0,085%	0,087%	0,094%	0,147%	0,094%	0,048%	0,076%	0,136%	0,114%	0,071%
Nivel	Altura bruta del Nivel Embalse Ancoa	1,00%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%
Frec	Velocidad de Rotación	1,00%	0,059%	0,122%	0,070%	0,048%	0,089%	0,086%	0,066%	0,071%	0,061%	0,055%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 5.7 – Verificación de estabilidad para la 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 CÁLCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS

6.1 Reducción de datos y estabilidad

Se procesaron los datos en búsqueda de valores atípicos, para cada período se evaluó la estabilidad de las principales variables tal como se indicó en 5.4, determinando los test-run aptos para ser considerados en el cálculo final del valor de potencia bruta.

6.2 Determinación de la potencia neta 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:

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

Dónde:

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

Debido a la ubicación del medidor de potencia neta (lado de baja tensión del transformador principal), la medida de potencia neta no considera las pérdidas del transformador de principal, por lo tanto, para la determinación de la **Potencia neta no corregida** ($P_{Neta, No Corr(Ui)}$) consideramos las pérdidas de este transformador y se las restamos a la medición de potencia neta.

La potencia neta no corregida se calcula como:

$$P_{Neta, No Corr(Ui)} = P_{Neta, LV} - P_{Perd, tr}$$

Dónde:

- $P_{Neta, LV}$: Potencia Neta Medida - Lado de baja tensión del transformador principal
- $P_{Perd, tr}$: Pérdidas en el transformador principal.



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

Períodos											
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	03:30
Variables Primarias											
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	13,76	13,77	13,75	13,76	13,76	13,76	13,76	13,77	13,76
P _{neto,LV}	Potencia Neta medido lado de baja tensión	[MW]	13,74	13,74	13,72	13,73	13,73	13,74	13,73	13,74	13,73
P _{neto}	Potencia Neta (Descontando las pérdidas del transformador principal)	[MW]	13,69	13,69	13,67	13,68	13,68	13,69	13,68	13,70	13,68
Determinación pérdidas totales											
P _{Bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	13,764	13,767	13,750	13,763	13,761	13,764	13,760	13,761	13,766
P _{Neta, No Corr}	Potencia Neta - Total	[MW]	13,690	13,687	13,671	13,682	13,682	13,687	13,682	13,687	13,679
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,074	0,080	0,079	0,081	0,079	0,078	0,078	0,074	0,081
	L _{TOTALES}	[kW]	77,40								

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

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

Períodos											
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	03:30
Variables Primarias											
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	13,78	13,77	13,78	13,78	13,78	13,78	13,78	13,77	13,78
P _{neto,LV}	Potencia Neta medido lado de baja tensión	[MW]	13,73	13,73	13,74	13,73	13,73	13,74	13,73	13,73	13,73
P _{neto}	Potencia Neta (Descontando las pérdidas del transformador principal)	[MW]	13,69	13,69	13,69	13,68	13,68	13,69	13,68	13,68	13,68
Determinación pérdidas totales											
P _{Bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	13,781	13,775	13,781	13,777	13,776	13,783	13,777	13,772	13,775
P _{Neta, No Corr}	Potencia Neta - Total	[MW]	13,686	13,686	13,687	13,681	13,685	13,691	13,683	13,683	13,681
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,095	0,089	0,094	0,095	0,092	0,092	0,094	0,090	0,095
	L _{TOTALES}	[kW]	93,01								

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											
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		23:10	23:40	00:10	00:40	01:10	01:40	02:10	02:40	03:10	03:40
Variables Primarias											
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	12,77	12,76	12,74	12,74	12,75	12,76	12,75	12,75	12,75
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	12,86	12,86	12,85	12,84	12,85	12,85	12,85	12,84	12,84
P _{neto,LV}	Potencia Neta medido lado de baja tensión	[MW]	25,56	25,56	25,55	25,53	25,54	25,54	25,56	25,53	25,55
P _{neto}	Potencia Neta (Descontando las pérdidas del transformador principal)	[MW]	25,46	25,46	25,45	25,43	25,44	25,44	25,46	25,43	25,45
Determinación pérdidas totales											
P _{Bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	25,625	25,621	25,600	25,580	25,601	25,604	25,600	25,600	25,591
P _{Neta, No Corr}	Potencia Neta - Total	[MW]	25,465	25,460	25,454	25,432	25,443	25,443	25,460	25,435	25,446
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,160	0,161	0,146	0,148	0,158	0,160	0,140	0,165	0,145
	L _{TOTALES}	[kW]	154,41								

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 externos y consumos auxiliares.

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

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

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

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

- Pérdidas en el transformador principal ($P_{Perd,tr}$)
- Pérdidas en la red interna ($P_{Perd,red}$)

$$P_{Perd,central,med} = P_{Perd,tr} + P_{Perd,red}$$



Pérdidas en el transformador principal

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

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

$$P_{Perd,carga,tr} = (P_{Perd,carga,nominal,tr} - P_{Perd,vacio,tr}) \cdot \left(\frac{P_{Neta,LV}}{S_{nom,tr}} \right)^2$$

La expresión de pérdidas en el transformador principal es la siguiente:

$$P_{Perd,tr} = P_{Perd,carga,tr} + P_{Perd,vacio,tr}$$

Pérdidas en la red interna

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

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

La Tabla 6.4 detalla los cálculos realizados para la Unidad 1.

Períodos											
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	03:30
Variables Primarias											
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
P _{BRUTAL}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	13,76	13,77	13,75	13,76	13,76	13,76	13,76	13,77	13,76
P _{neto,LV}	Potencia Neta medido lado de baja tensión	[MW]	13,74	13,74	13,72	13,73	13,73	13,74	13,73	13,74	13,73
P _{neto}	Potencia Neta (Descontando las pérdidas del transformador principal)	[MW]	13,69	13,69	13,67	13,68	13,68	13,69	13,68	13,70	13,68
Determinación pérdidas totales											
P _{bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	13,764	13,767	13,750	13,763	13,761	13,764	13,760	13,761	13,760
P _{Neta, No Corr}	Potencia Neta - Total	[MW]	13,690	13,687	13,671	13,682	13,682	13,687	13,682	13,687	13,679
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,074	0,080	0,079	0,081	0,079	0,078	0,078	0,074	0,081
	L _{TOTALES}	[kW]	77,40								
P _{PERD,TR}	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049
	P _{PERD,TR}	[kW]	49,15								
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,021	0,021	0,020	0,021	0,021	0,021	0,021	0,020	0,021
	P _{SSAA}	[kW]	20,76								
P _{PERD,RED}	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,003	0,010	0,010	0,011	0,009	0,008	0,008	0,004	0,012
	P _{PERD,RED}	[kW]	7,49								

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											
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	03:30
Variables Primarias											
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	13,78	13,77	13,78	13,78	13,78	13,78	13,77	13,78	13,78
P _{neto,LV}	Potencia Neta medido lado de baja tensión	[MW]	13,73	13,73	13,74	13,73	13,73	13,74	13,73	13,73	13,73
P _{neto}	Potencia Neta (Descontando las pérdidas del transformador principal)	[MW]	13,69	13,69	13,69	13,68	13,68	13,69	13,68	13,68	13,68
Determinación pérdidas totales											
P _{Bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	13,781	13,775	13,781	13,777	13,776	13,783	13,777	13,772	13,775
P _{Neta, No Corr}	Potencia Neta - Total	[MW]	13,686	13,686	13,687	13,681	13,685	13,691	13,683	13,683	13,684
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,095	0,089	0,094	0,095	0,092	0,092	0,094	0,090	0,095
	L _{TOTALES}	[kW]	93,01								
P _{PERD,TR}	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049
	P _{PERD,TR}	[kW]	49,14								
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,022	0,022	0,023	0,022	0,022	0,023	0,024	0,022	0,021
	P _{SSAA}	[kW]	22,33								
P _{PERD,RED}	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,024	0,018	0,022	0,024	0,021	0,020	0,022	0,018	0,024
	P _{PERD,RED}	[kW]	21,54								

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											
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		23:10	23:40	00:10	00:40	01:10	01:40	02:10	02:40	03:10	03:40
Variables Primarias											
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	12,77	12,76	12,74	12,74	12,75	12,76	12,75	12,75	12,75
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	12,86	12,86	12,85	12,84	12,85	12,85	12,84	12,84	12,84
P _{neto,LV}	Potencia Neta medido lado de baja tensión	[MW]	25,56	25,56	25,55	25,53	25,54	25,54	25,56	25,53	25,54
P _{neto}	Potencia Neta (Descontando las pérdidas del transformador principal)	[MW]	25,46	25,46	25,45	25,43	25,44	25,44	25,46	25,43	25,45
Determinación pérdidas totales											
P _{Bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	25,625	25,621	25,600	25,580	25,601	25,604	25,600	25,600	25,591
P _{Neta, No Corr}	Potencia Neta - Total	[MW]	25,465	25,460	25,454	25,432	25,443	25,443	25,460	25,435	25,446
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,160	0,161	0,146	0,148	0,158	0,160	0,140	0,165	0,145
	L _{TOTALES}	[kW]	154,41								
P _{PERD,TR}	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,100	0,100	0,100	0,099	0,100	0,100	0,100	0,099	0,100
	P _{PERD,TR}	[kW]	99,55								
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,034	0,034	0,034	0,035	0,034	0,034	0,035	0,035	0,036
	P _{SSAA}	[kW]	34,57								
P _{PERD,RED}	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,027	0,027	0,013	0,014	0,024	0,027	0,006	0,031	0,010
	P _{PERD,RED}	[kW]	20,29								

Tabla 6.6 – Desglose de potencia de pérdidas y consumos para la central completa



6.2.2 Desglose de la potencia de pérdidas totales

En la Tabla 6.7, Tabla 6.8 y Tabla 6.9 se resumen los resultados del desglose de pérdidas y consumos (promedio) de cada unidad y de la central completa.

Consumos	Potencia estimada
Consumos de SSAA (P_{SSAA})	20.76 kW
Pérdidas en el transformador principal	49.15 kW
Pérdidas en la red interna	7.49 kW
Total	77.40 kW

Tabla 6.7 – Valores de pérdidas y consumos (Unidad 1)

Consumos	Potencia estimada
Consumos de SSAA (P_{SSAA})	22.33 kW
Pérdidas en el transformador principal	49.14 kW
Pérdidas en la red interna	21.54 kW
Total	93.01 kW

Tabla 6.8 – Valores de pérdidas y consumos (Unidad 2)

Consumos	Potencia estimada
Consumos de SSAA (P_{SSAA})	34.57 kW
Pérdidas en el transformador principal	99.55 kW
Pérdidas en la red interna	20.29 kW
Total	154.41 kW

Tabla 6.9 – Valores de pérdidas y consumos (central completa)



6.3 Correcciones aplicables a la potencia bruta y neta

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:

1. Corrección por factor de potencia

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

La Potencia Bruta Corregida de la unidad se calcula 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 y 2)
- $P_{Bruta(Ui)}$: Potencia Bruta Medida Unidad "i" (i=1 y 2)
- L_{FP} : Pérdidas relacionadas a no operar en el factor de potencia (FP) establecido por el Anexo Técnico. Se aplica sólo si durante los ensayos no se logró alcanzar $FP = 0.95$. Se calcula como la diferencia de potencia entre la correspondiente al FP del ensayo menos la potencia correspondiente al FP de referencia, ambos valores obtenidos de las curvas del capítulo 4.3.

La Tabla 6.10 detalla las correcciones realizadas para la Unidad 1.

Períodos												
Test Run n°		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora			23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	03:30
Variables Primarias												
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	13,76	13,77	13,75	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,77	13,76
P _{neta,LV}	Potencia Neta medido lado de baja tensión	[MW]	13,74	13,74	13,72	13,73	13,73	13,74	13,73	13,74	13,74	13,73
P _{neta}	Potencia Neta (Descontando las pérdidas del transformador principal)	[MW]	13,69	13,69	13,67	13,68	13,68	13,69	13,68	13,69	13,70	13,68
Correcciones a la Potencia bruta												
L _{FP, U1}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 1	[kW]	19,595	19,598	19,574	19,594	19,591	19,595	19,583	19,591	19,598	19,587
P _{Bruta, Corr, U1}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	13,74	13,75	13,73	13,74	13,74	13,74	13,74	13,74	13,75	13,74

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											
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	03:30
Variables Primarias											
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	13,78	13,77	13,78	13,78	13,78	13,78	13,77	13,78	13,78
P _{net,LV}	Potencia Neta medido lado de baja tensión	[MW]	13,73	13,73	13,74	13,73	13,73	13,74	13,73	13,73	13,73
P _{net}	Potencia Neta (Descontando las pérdidas del transformador principal)	[MW]	13,69	13,69	13,69	13,68	13,68	13,69	13,68	13,68	13,68
Correcciones a la Potencia bruta											
L _{FP, U2}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 2	[kW]	19,618	19,610	19,619	19,613	19,612	19,622	19,613	19,607	19,611
P _{Bruta, Corr, U2}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,75	13,76

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											
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		23:10	23:40	00:10	00:40	01:10	01:40	02:10	02:40	03:10	03:40
Variables Primarias											
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	12,77	12,76	12,74	12,74	12,75	12,76	12,75	12,75	12,75
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	12,86	12,86	12,85	12,84	12,85	12,85	12,85	12,84	12,84
P _{net,LV}	Potencia Neta medido lado de baja tensión	[MW]	25,56	25,56	25,55	25,53	25,54	25,54	25,56	25,53	25,54
P _{net}	Potencia Neta (Descontando las pérdidas del transformador principal)	[MW]	25,46	25,46	25,45	25,43	25,44	25,44	25,46	25,43	25,45
Correcciones a la Potencia bruta											
L _{FP, U1}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 1	[kW]	18,066	18,059	18,017	17,997	18,050	18,051	18,043	18,033	18,041
L _{FP, U2}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 2	[kW]	18,197	18,199	18,187	18,164	18,179	18,182	18,182	18,174	18,177
P _{Bruta, Corr, U1}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	12,75	12,74	12,73	12,72	12,74	12,74	12,73	12,73	12,73
P _{Bruta, Corr, U2}		[MW]	12,84	12,84	12,83	12,82	12,83	12,83	12,83	12,82	12,83

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



6.4 Cálculo de la Potencia de Neta corregida

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

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

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

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

Dónde:

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

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

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	03:30	
Determinación pérdidas totales												
$P_{Bruta, No\ Corr}$	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	13,764	13,767	13,750	13,763	13,761	13,764	13,760	13,761	13,766	13,760
$P_{Neta, No\ Corr}$	Potencia Neta - Total	[MW]	13,690	13,687	13,671	13,682	13,682	13,687	13,682	13,687	13,695	13,679
$L_{TOTALES}$	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,074	0,080	0,079	0,081	0,079	0,078	0,078	0,074	0,071	0,081
	$L_{TOTALES}$	[kW]	77,40									
Correcciones a la Potencia bruta												
$L_{FP, U1}$	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 1	[kW]	19,595	19,598	19,574	19,594	19,591	19,595	19,583	19,591	19,598	19,587
$P_{Bruta, Corr, U1}$	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	13,74	13,75	13,73	13,74	13,74	13,74	13,74	13,74	13,75	13,74
Cálculo promedio final												
$P_{Bruta, Corr}$	Valores utilizados para	[MW]	13,74	13,75	13,73	13,74	13,74	13,74	13,74	13,74	13,75	13,74
$P_{Neta, Corr}$	cálculo de promedio final	[MW]	13,67	13,67	13,65	13,66	13,66	13,67	13,66	13,67	13,68	13,66

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



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

Períodos												
Test Run n°		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora			23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	03:30
Determinación pérdidas totales												
P _{Bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	13,781	13,775	13,781	13,777	13,776	13,783	13,777	13,772	13,775	13,779
P _{Neta, No Corr}	Potencia Neta - Total	[MW]	13,686	13,686	13,687	13,681	13,685	13,691	13,683	13,683	13,681	13,684
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,095	0,089	0,094	0,095	0,092	0,092	0,094	0,090	0,095	0,095
	L _{TOTALES}	[kW]	93,01									
Correcciones a la Potencia bruta												
L _{FP, U2}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 2	[kW]	19,618	19,610	19,619	19,613	19,612	19,622	19,613	19,607	19,611	19,616
P _{Bruta, Corr, U2}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,75	13,76	13,76
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,75	13,76	13,76
P _{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	13,67	13,67	13,67	13,66	13,66	13,67	13,66	13,66	13,66	13,66

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

La Tabla 6.15 detalla los cálculos realizados para la central completa.

Períodos												
Test Run n°		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora			23:10	23:40	00:10	00:40	01:10	01:40	02:10	02:40	03:10	03:40
Determinación pérdidas totales												
P _{Bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	25,625	25,621	25,600	25,580	25,601	25,604	25,600	25,600	25,600	25,591
P _{Neta, No Corr}	Potencia Neta - Total	[MW]	25,465	25,460	25,454	25,432	25,443	25,443	25,460	25,435	25,440	25,446
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,160	0,161	0,146	0,148	0,158	0,160	0,140	0,165	0,160	0,145
	L _{TOTALES}	[kW]	154,41									
Correcciones a la Potencia bruta												
L _{FP, U1}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 1	[kW]	18,066	18,059	18,017	17,997	18,050	18,051	18,043	18,033	18,041	18,030
L _{FP, U2}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 2	[kW]	18,197	18,199	18,187	18,164	18,179	18,182	18,182	18,174	18,177	18,177
P _{Bruta, Corr, U1}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	12,75	12,74	12,73	12,72	12,74	12,74	12,73	12,73	12,73	12,73
P _{Bruta, Corr, U2}		[MW]	12,84	12,84	12,83	12,82	12,83	12,83	12,83	12,82	12,83	12,83
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	25,59	25,58	25,56	25,54	25,56	25,57	25,56	25,55	25,56	25,56
P _{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	25,43	25,42	25,41	25,39	25,41	25,41	25,42	25,39	25,40	25,41

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: **13,74 MW**
- Unidad 2: **13,76 MW**
- Central completa: **25,56 MW**

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

- Unidad 1: **13,66 MW**
- Unidad 2: **13,66 MW**
- Central completa: **25,41 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	7	8	9	10
Hora		23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	03:30
Cálculo promedio final											
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	13,74	13,75	13,73	13,74	13,74	13,74	13,74	13,75	13,74
P _{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	13,67	13,67	13,65	13,66	13,66	13,67	13,66	13,68	13,66
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	13,74								
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	13,66								

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	7	8	9	10
Hora		23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	03:30
Cálculo promedio final											
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,75	13,76
P _{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	13,67	13,67	13,67	13,66	13,66	13,67	13,66	13,66	13,66
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	13,76								
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	13,66								

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	9	10
Hora		23:10	23:40	00:10	00:40	01:10	01:40	02:10	02:40	03:10	03:40
Cálculo promedio final											
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	25,59	25,58	25,56	25,54	25,56	25,57	25,56	25,55	25,56
P _{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	25,43	25,42	25,41	25,39	25,41	25,41	25,42	25,39	25,41
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	25,56								
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	25,41								

Tabla 6.18 – Promedio Final para la central completa

6.6 Tabla Resumen general

Todos los cálculos presentados anteriormente se resumen a continuación para cada prueba.

Períodos											
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	03:30
Variables Primarias											
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	13,76	13,77	13,75	13,76	13,76	13,76	13,76	13,77	13,76
P _{Neta, LV}	Potencia Neta medido lado de baja tensión	[MW]	13,74	13,74	13,72	13,73	13,74	13,73	13,74	13,74	13,73
P _{Neta}	Potencia Neta (Descontando las pérdidas del transformador principal)	[MW]	13,69	13,69	13,67	13,68	13,69	13,68	13,69	13,70	13,68
Variables Secundarias											
Nivel	Altura bruta del Nivel Embalse Ancoo	[msnm]	744,99	744,98	744,98	744,99	745,00	745,01	745,02	745,03	745,04
Frec	Velocidad de Rotación - Para estabilidad	[Hz]	50,03	50,11	49,95	49,96	49,97	50,00	50,00	49,98	49,99
Verificación de condiciones de estabilidad											
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,103%	0,100%	0,099%	0,110%	0,123%	0,103%	0,064%	0,088%	0,069%
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,159%	0,005%	0,003%	0,003%	0,002%	0,003%	0,003%	0,003%	0,005%
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	1,50%	0,112%	0,092%	0,065%	0,104%	0,127%	0,095%	0,131%	0,107%	0,054%
Nivel	Altura bruta del Nivel Embalse Ancoo	1,00%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%
Frec	Velocidad de Rotación	1,00%	0,082%	0,105%	0,328%	0,078%	0,047%	0,048%	0,086%	0,071%	0,046%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Consumos SSAA											
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	21,150	20,550	20,100	21,000	21,450	20,700	20,850	21,000	20,250
	Promedio P _{SSAA}	[kW]	20,76								
Determinación pérdidas totales											
P _{Bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	13,764	13,767	13,750	13,763	13,761	13,764	13,760	13,761	13,766
P _{Neta, No Corr}	Potencia Neta - Total	[MW]	13,690	13,687	13,671	13,682	13,682	13,687	13,682	13,687	13,695
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,074	0,080	0,079	0,081	0,079	0,078	0,078	0,074	0,081
	L _{TOTALES}	[kW]	77,40								
P _{PERD, TR}	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049
	P _{PERD, TR}	[kW]	49,15								
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,021	0,021	0,020	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
	P _{SSAA}	[kW]	20,76								
P _{PERD, RED}	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,003	0,010	0,010	0,011	0,009	0,008	0,008	0,004	0,002
	P _{PERD, RED}	[kW]	7,49								
Correcciones a la Potencia bruta											
L _{FP, U1}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 1	[kW]	19,595	19,598	19,574	19,594	19,591	19,595	19,583	19,591	19,587
P _{Bruta, Corr, U1}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	13,74	13,75	13,73	13,74	13,74	13,74	13,74	13,75	13,74
Cálculo promedio final											
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	13,74	13,75	13,73	13,74	13,74	13,74	13,74	13,75	13,74
P _{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	13,67	13,67	13,65	13,66	13,66	13,67	13,66	13,68	13,66
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	13,74								
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	13,66								

Tabla 6-19 – Resumen general para la Unidad 1



Central Hidroeléctrica Embalse Anco

Informe de Pruebas de Potencia Máxima

Períodos													
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Hora		23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	03:30		
Variables Primarias													
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	Mediciones	
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	13,78	13,77	13,78	13,78	13,78	13,78	13,78	13,77	13,78		
P _{Neta,LV}	Potencia Neta medido lado de baja tensión	[MW]	13,73	13,73	13,74	13,73	13,73	13,74	13,73	13,73	13,73		
P _{Neta}	Potencia Neta (Descontando las pérdidas del transformador principal)	[MW]	13,69	13,69	13,69	13,68	13,68	13,69	13,68	13,68	13,68		
Variables Secundarias													
Nivel	Altura bruta del Nivel Embalse Anco	[msnm]	744,89	744,88	744,88	744,89	744,89	744,91	744,91	744,92	744,93	Mediciones	
Frec	Velocidad de Rotación - Para estabilidad	[Hz]	50,00	50,08	50,11	50,04	50,00	50,06	50,12	50,02	50,05		
Verificación de condiciones de estabilidad													
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,107%	0,055%	0,067%	0,117%	0,122%	0,077%	0,122%	0,085%	0,096%	0,093%	
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,065%	0,003%	0,035%	0,105%	0,159%	0,142%	0,026%	0,046%	0,061%	0,116%	
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	1,50%	0,097%	0,059%	0,075%	0,115%	0,132%	0,111%	0,123%	0,071%	0,082%	0,080%	
Nivel	Altura bruta del Nivel Embalse Anco	1,00%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	0,003%	
Frec	Velocidad de Rotación	1,00%	0,081%	0,065%	0,065%	0,046%	0,076%	0,127%	0,083%	0,088%	0,074%	0,044%	
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI		
Consumos SSAA													
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	22,200	22,350	22,650	22,050	21,600	22,800	23,550	22,350	22,350	21,450	
	Promedio P _{SSAA}	[kW]	22,33										
Determinación pérdidas totales													
P _{Bruta} , No Corr	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	13,781	13,775	13,781	13,777	13,776	13,783	13,777	13,772	13,775	13,779	L _{Totales} = P _{Bruta} , No Corr - P _{Neta} , No Corr
P _{Neta} , No Corr	Potencia Neta - Total	[MW]	13,686	13,686	13,687	13,681	13,685	13,691	13,683	13,683	13,681	13,684	
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,095	0,089	0,094	0,095	0,092	0,092	0,094	0,090	0,095	0,095	
	L _{TOTALES}	[kW]	93,01										
P _{PERD,TR}	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	P _{PERD,RED} = L _{TOTALES} - P _{SSAA} - P _{PERD,TR}
	P _{PERD,TR}	[kW]	49,14										
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,022	0,022	0,023	0,022	0,022	0,023	0,024	0,022	0,022	0,021	
	P _{SSAA}	[kW]	22,33										
P _{PERD,RED}	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,024	0,018	0,022	0,024	0,021	0,020	0,022	0,018	0,023	0,024	
	P _{PERD,RED}	[kW]	21,54										
Correcciones a la Potencia bruta													
L _{FP, U2}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 2	[kW]	19,618	19,610	19,619	19,613	19,612	19,622	19,613	19,607	19,611	19,616	P _{Bruta,Corr, U2} = (P _{Bruta, U2} - L _{FP})
P _{Bruta, Corr, U2}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,75	13,76	13,76	
Cálculo promedio final													
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,75	13,76	13,76	Selección de los test-run promediables
P _{Neta, Corr}		[MW]	13,67	13,67	13,67	13,66	13,66	13,67	13,66	13,66	13,66	13,66	
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	13,76										
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	13,66										

Tabla 6-20 – Resumen general para la Unidad 2



Central Hidroeléctrica Embalse Anco

Informe de Pruebas de Potencia Máxima

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		23:10	23:40	00:10	00:40	01:10	01:40	02:10	02:40	03:10	03:40	
Variables Primarias												
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	Mediciones
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	12,77	12,76	12,74	12,74	12,75	12,76	12,75	12,75	12,75	
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	12,86	12,86	12,85	12,84	12,85	12,85	12,85	12,84	12,84	
P _{NETA, LV}	Potencia Neta medido lado de baja tensión	[MW]	25,56	25,56	25,55	25,53	25,54	25,54	25,56	25,53	25,54	
P _{NETA}	Potencia Neta (Descontando las pérdidas del transformador principal)	[MW]	25,46	25,46	25,45	25,43	25,44	25,44	25,46	25,43	25,44	
Variables Secundarias												
Nivel	Altura bruta del Nivel Embalse Ancoa	[msnm]	744,92	744,91	744,90	744,89	744,88	744,88	744,88	744,88	744,88	Mediciones
Frec	Velocidad de Rotación - Para estabilidad	[Hz]	50,02	49,91	50,10	50,13	50,08	49,99	50,03	50,10	50,01	
Verificación de condiciones de estabilidad												
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,148%	0,089%	0,129%	0,183%	0,168%	0,072%	0,065%	0,113%	0,119%	Cálculos de Desvío Estándar y comparación con el límite establecido por norma
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,012%	0,086%	0,029%	0,003%	0,081%	0,323%	0,749%	0,245%	0,134%	
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,158%	0,110%	0,209%	0,174%	0,161%	0,085%	0,100%	0,146%	0,077%	
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	1,922%	0,003%	0,002%	0,003%	0,002%	0,002%	0,001%	0,002%	0,001%	
P _{NETA}	Potencia Neta medido en Alta	1,50%	0,085%	0,087%	0,094%	0,147%	0,094%	0,048%	0,076%	0,136%	0,114%	
Nivel	Altura bruta del Nivel Embalse Ancoa	1,00%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%	
Frec	Velocidad de Rotación	1,00%	0,059%	0,122%	0,070%	0,048%	0,089%	0,086%	0,066%	0,071%	0,061%	
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
Consumos SSAA												
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	33,900	34,350	34,350	34,500	33,900	34,050	34,650	35,250	35,100	
	Promedio P _{SSAA}	[kW]	34,57									
Determinación pérdidas totales												
P _{Bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	25,625	25,621	25,600	25,580	25,601	25,604	25,600	25,600	25,600	
P _{Neta, No Corr}	Potencia Neta - Total	[MW]	25,465	25,460	25,454	25,432	25,443	25,443	25,460	25,435	25,440	
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,160	0,161	0,146	0,148	0,158	0,160	0,140	0,165	0,160	L _{TOTALES} = P _{bruta, No Corr} - P _{Neta, No Corr}
	L _{TOTALES}	[kW]	154,41									
P _{PERD, TR}	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,100	0,100	0,100	0,099	0,100	0,100	0,100	0,099	0,100	
	P _{PERD, TR}	[kW]	99,55									
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,034	0,034	0,034	0,035	0,034	0,034	0,035	0,035	0,035	
	P _{SSAA}	[kW]	34,57									
P _{PERD, RED}	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,027	0,027	0,013	0,014	0,024	0,027	0,006	0,031	0,025	P _{PERD, RED} = L _{TOTALES} - P _{SSAA} - P _{PERD, TR}
	P _{PERD, RED}	[kW]	20,29									
Correcciones a la Potencia bruta												
L _{FP, U1}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 1	[kW]	18,066	18,059	18,017	17,997	18,050	18,051	18,043	18,033	18,041	Diferencia de kW en la curva de FP (FP _{ens} vs 0.95)
L _{FP, U2}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 2	[kW]	18,197	18,199	18,187	18,164	18,179	18,182	18,182	18,174	18,177	
P _{Bruta, Corr, U1}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	12,75	12,74	12,73	12,72	12,74	12,74	12,73	12,73	12,73	P _{Bruta, Corr, U1} = (P _{bruta, U1} - L _{FP})
P _{Bruta, Corr, U2}		[MW]	12,84	12,84	12,83	12,82	12,83	12,83	12,83	12,82	12,83	12,83
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	25,59	25,58	25,56	25,54	25,56	25,57	25,56	25,55	25,56	Selección de los test-run promediables
P _{Neta, Corr}		[MW]	25,43	25,42	25,41	25,39	25,41	25,41	25,42	25,39	25,40	
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	25,56									
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	25,41									

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 (U_R), siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASME PTC 19.1 "Test Uncertainty".

En la Tabla 6.22 y 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 ($Bx \cdot \theta \cdot ts,v$)	Incertidumbre aleatoria ($Sx \cdot \theta \cdot ts,v$)
$P_{BRUTA-U1}$	[kW]	13761,11	13,2434	30	2,042	47,67	2,42	1,00005	97,3466	4,9376
FP_{U1}	[-]	1,000	0,0002	30	2,042	0,003	0,00003	-205,86	-1,4562	-0,0144
									U_R	97,48 [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 ($Bx \cdot \theta \cdot ts,v$)	Incertidumbre aleatoria ($Sx \cdot \theta \cdot ts,v$)
$P_{BRUTA-U1}$	[kW]	13761,11	13,2434	30	2,042	47,67	2,42	0,00005	0,0047	0,0002
FP_{U1}	[-]	1,000	0,0002	30	2,042	0,003	0,00003	-205,86	-1,4562	-0,0144
P_{Neta}	[kW]	13684,32	13,0990	30	2,042	47,40	2,392	1,00	96,7987	4,8835
									U_R	96,93 [kW]

Tabla 6.23 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la Unidad 1

En la Tabla 6.24 y 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 ($Bx \cdot \theta \cdot ts,v$)	Incertidumbre aleatoria ($Sx \cdot \theta \cdot ts,v$)
$P_{BRUTA-U2}$	[kW]	13777,55	12,9654	30	2,042	47,73	2,37	1,00004	97,4623	4,8339
FP_{U2}	[-]	1,000	0,0008	30	2,042	0,003	0,00014	-209,17	-1,4796	-0,0590
									U_R	97,59 [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 ($Bx \cdot \theta \cdot ts,v$)	Incertidumbre aleatoria ($Sx \cdot \theta \cdot ts,v$)
P _{BRUTA-U2}	[kW]	13777,55	12,9654	30	2,042	47,73	2,37	0,00004	0,0041	0,0002
FP _{U2}	[-]	1,000	0,0008	30	2,042	0,003	0,00014	-209,17	-1,4796	-0,0590
P _{Neta}	[kW]	13684,53	12,9301	30	2,042	47,40	2,361	1,00	96,8002	4,8206
U _R									96,93	[kW]

Tabla 6.25 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la Unidad 2

En la Tabla 6.26 y 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 ($Bx \cdot \theta \cdot ts,v$)	Incertidumbre aleatoria ($Sx \cdot \theta \cdot ts,v$)
P _{BRUTA-U1}	[kW]	12751,72	15,2593	30	2,042	44,17	2,79	0,99844	90,0612	5,6801
FP _{U1}	[-]	1,000	0,0035	30	2,042	0,003	0,00063	-76,75	-0,5429	-0,0990
P _{BRUTA-U2}	[kW]	12847,85	17,3058	30	2,042	44,51	3,16	0,99962	90,8471	6,4494
FP _{U2}	[-]	1,000	0,0020	30	2,042	0,003	0,00036	-57,96	-0,4100	-0,0422
U _R									128,21	[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 ($Bx \cdot \theta \cdot ts,v$)	Incertidumbre aleatoria ($Sx \cdot \theta \cdot ts,v$)
P _{BRUTA-U1}	[kW]	12751,72	15,2593	30	2,042	44,17	2,79	-0,00156	-0,1407	-0,0089
FP _{U1}	[-]	1,000	0,0035	30	2,042	0,003	0,00063	-76,75	-0,5429	-0,0990
P _{BRUTA-U2}	[kW]	12847,85	17,3058	30	2,042	44,51	3,16	-0,00038	-0,0347	-0,0025
FP _{U2}	[-]	1,000	0,0020	30	2,042	0,003	0,00036	-57,96	-0,4100	-0,0422
P _{Neta}	[kW]	25447,78	24,2144	30	2,042	88,15	4,421	1,00	180,0098	9,0275
U _R									180,24	[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, la Unidad 2 y de la Central completa para la Central Hidroeléctrica Embalse Ancoa.

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

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

Resumen de resultados CH Embalse Ancoa - Unidad 1		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	13,7617
	Bruta Corregida [MW]	13,7415
	Neta Medida [MW]	13,6843
	Neta Corregida [MW]	13,6641
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	20,76
	Pérdidas en transformador principal [kW]	49,15
	Pérdidas en la red interna [kW]	7,49
	Pérdidas totales [kW]	77,40

Tabla 7.1 – Resumen resultados – Unidad 1

Resumen de resultados CH Embalse Ancoa - Unidad 2		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	13,7775
	Bruta Corregida [MW]	13,7579
	Neta Medida [MW]	13,6845
	Neta Corregida [MW]	13,6649
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	22,33
	Pérdidas en transformador principal [kW]	49,14
	Pérdidas en la red interna [kW]	21,54
	Pérdidas totales [kW]	93,01

Tabla 7.2 – Resumen resultados – Unidad 2



Resumen de resultados CH Embalse Ancoa - Central Completa		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	25,6022
	Bruta Corregida [MW]	25,5634
	Neta Medida [MW]	25,4478
	Neta Corregida [MW]	25,4089
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	34,57
	Pérdidas en transformador principal [kW]	99,55
	Pérdidas en la red interna [kW]	20,29
	Pérdidas totales [kW]	154,41

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 de placa del generador y turbina

Màquina tres fases sincronica	Disposicion generador horizontal	Diàmetro interno (cm)	Capacidad nominal (kVA)	Número de polos	Voltaje nominal (kV)	Velocidad sincronica (rpm)
MTS	-	290	16000	14	13800	429

0	DATOS NOMINALES DEL GENERADOR	U.M.	VALORES
	• Capacidad nominal	kVA	16000
	• Voltaje nominal (Vn)	kV	13,8
	• Frecuencia nominal (fn)	Hz	50
	• Corriente nominal (In)	A	669
	• Velocidad sincronica	rpm	429
	• Velocidad de embalamiento	rpm	1000
	• Factor de potencia nominal	-	0,90

1	DATOS CARACTERISTICOS DEL GENERADOR	U.M.	VALORES
	• Largo del del núcleo magnético	mm	1000
	• Diámetro interno del núcleo magnético	mm	2900
	• Número de polos	n.	14
	• Número de ranuras del estator	n.	105
	• Número de espirales en serie para bobina	n.	3
	• Tensión de excitación nominal	V	65
	• Disposición generador (horizontal- vertical)	-	Horizontal

Figura 9.1 – Datos de placa del generador



Datos generales de la turbina

Tipo de máquina	Francis Horizontal
Unidad N°.	2
Número de serie	2222-2223
Año de construcción	2015

Potencia Máxima	P	=	13.77	MW
Salto neto máximo	H _n	=	120	m
Caudal máximo	Q _n	=	13	m ³ /s
Velocidad de rotación	n	=	429	mn ⁻¹
Velocidad de fuga máxima garantizada	n _{Tmax}	=	780	mn ⁻¹
Altura de instalación (línea central del distribuidor)			65	m.s.n.m.
Diámetro del rodete	D ₂	=	1287.4	mm
Número de álabes del distribuidor	z ₀	=	20	
Altura del distribuidor	B ₀	=	257.3	mm
Sentido de rotación (vista desde el generador)			antihorario	
Gama nominal de la posición de los álabes del distribuidor			Da 0° a 29°	

Figura 9.2 – Datos de placa de la turbina



9.2 Curva de capacidad

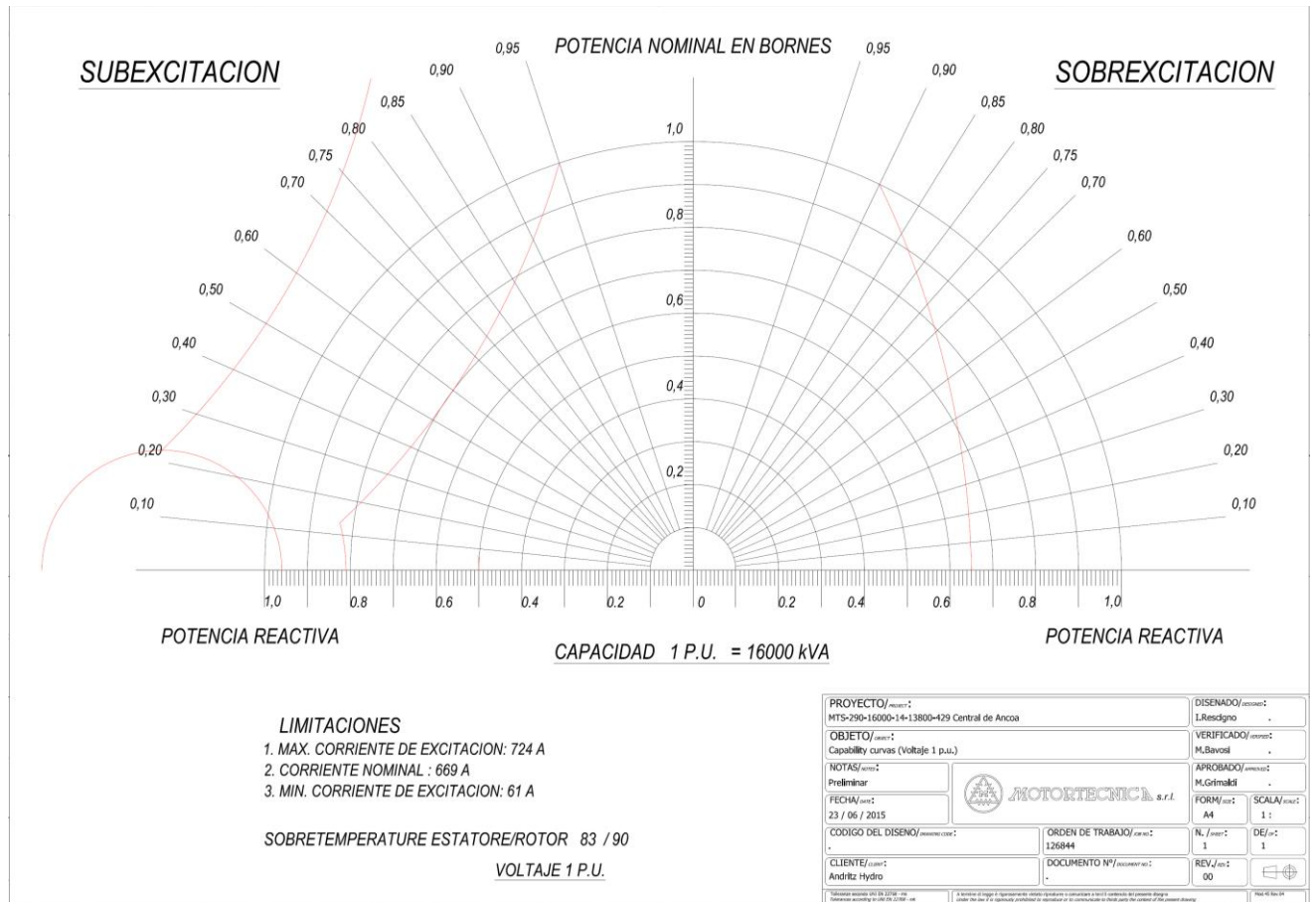


Figura 9.3 – Curva de capacidad



9.3 Gráficas de Eficiencia turbinas

Las siguientes gráficas presentan eficiencia de las turbinas en función del caudal con salto constante ($H = \text{cte}$). Se presentan gráficas para $H = 120 \text{ m}$, $H = 110 \text{ m}$ y $H = 100 \text{ m}$.

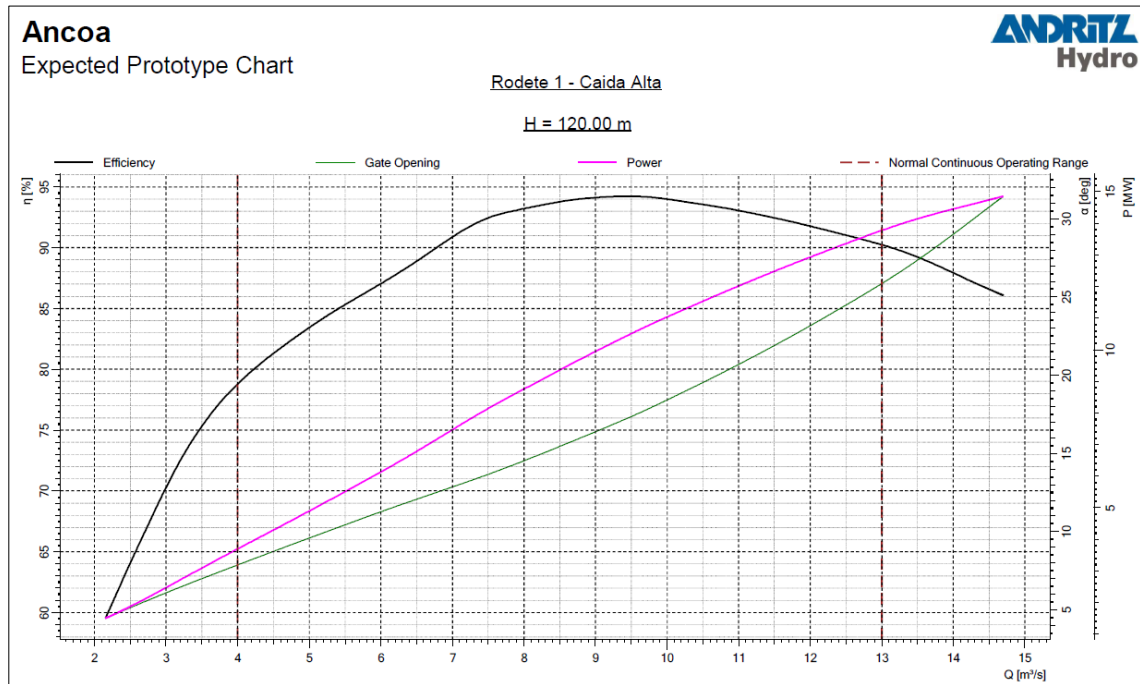


Figura 9.4 – Eficiencia de las turbinas en función del caudal con salto constante ($H = 120 \text{ m}$)

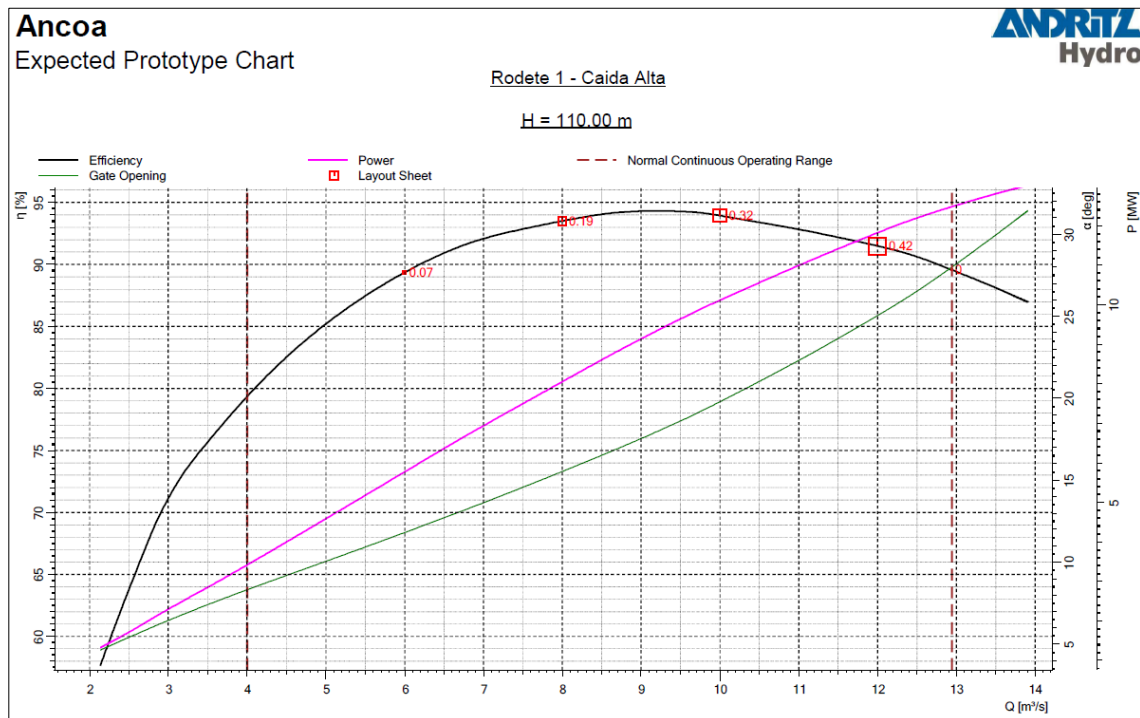


Figura 9.5 – Eficiencia de las turbinas en función del caudal con salto constante ($H = 110 \text{ m}$)

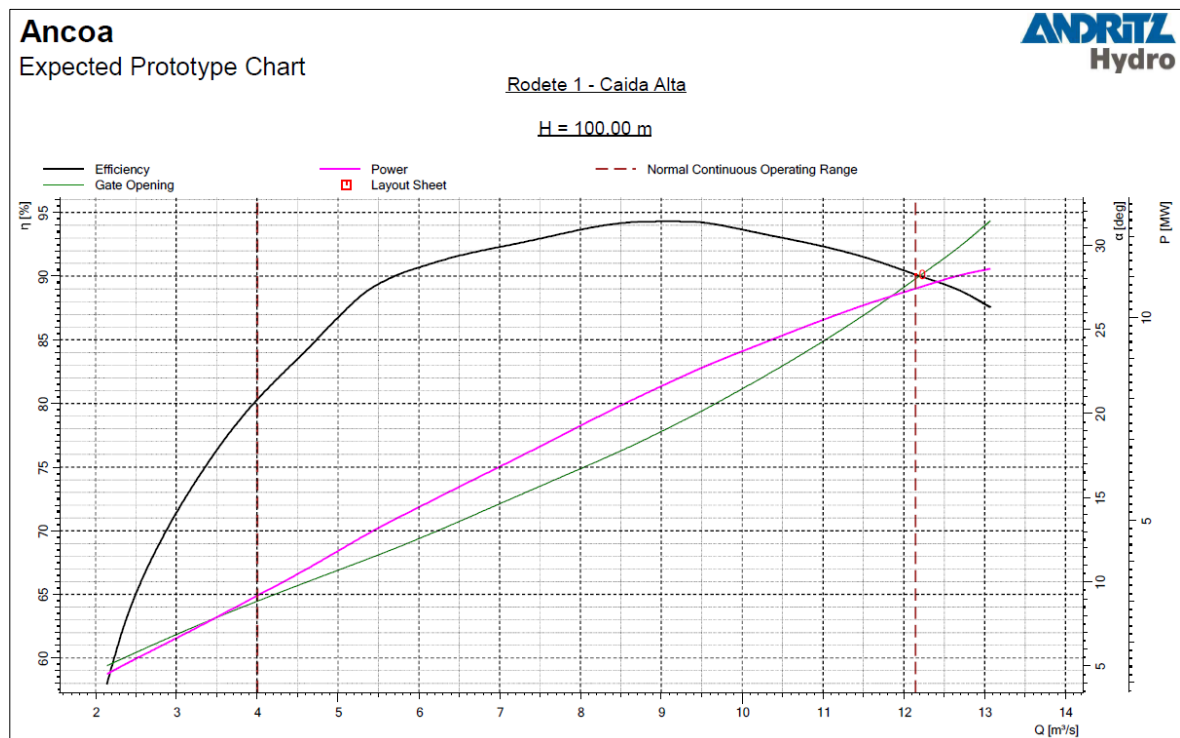


Figura 9.6 – Eficiencia de las turbinas en función del caudal con salto constante (H= 100 m)



9.4 Datos característicos del Transformador Principal

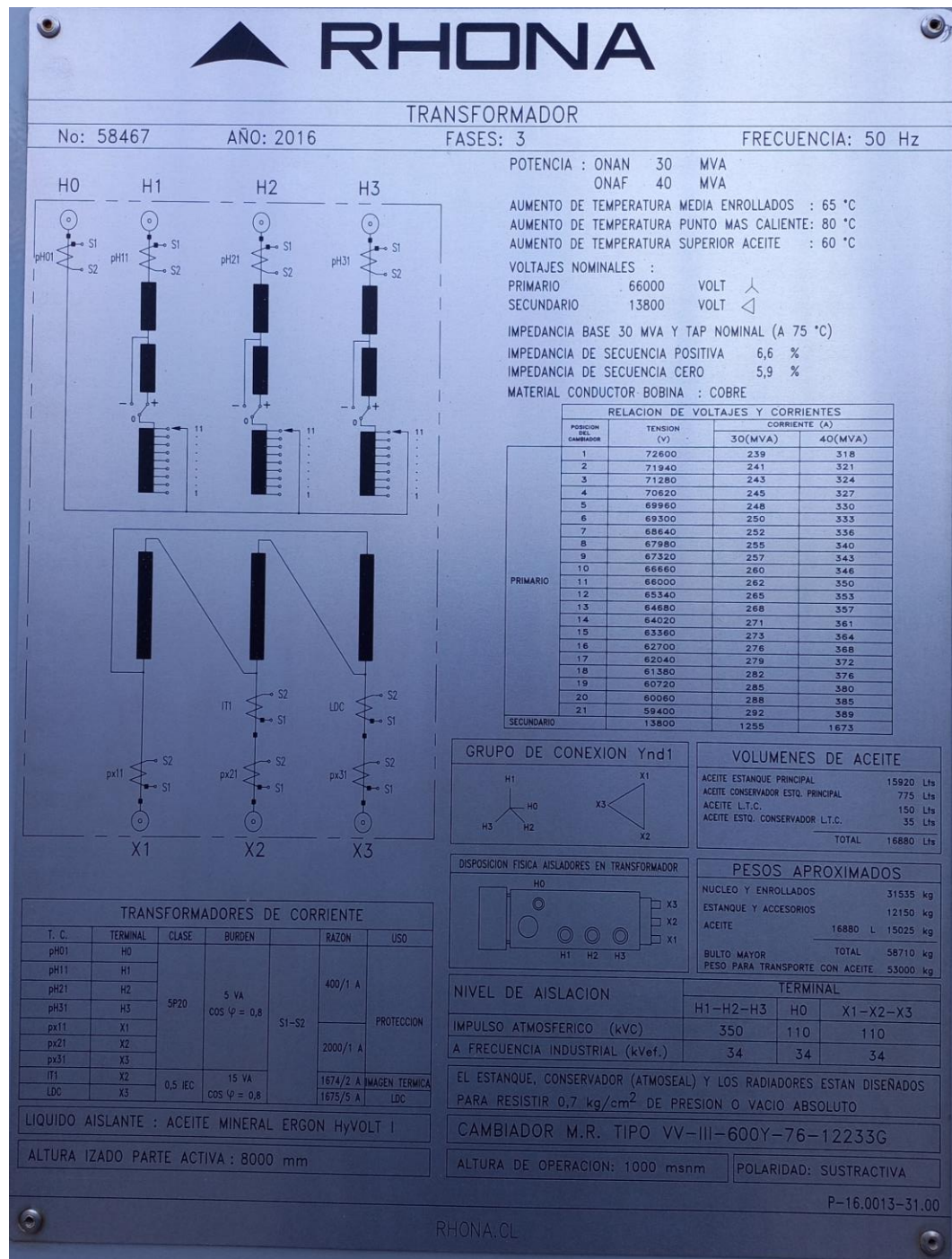


Figura 9.7 – Placa del transformador principal



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.

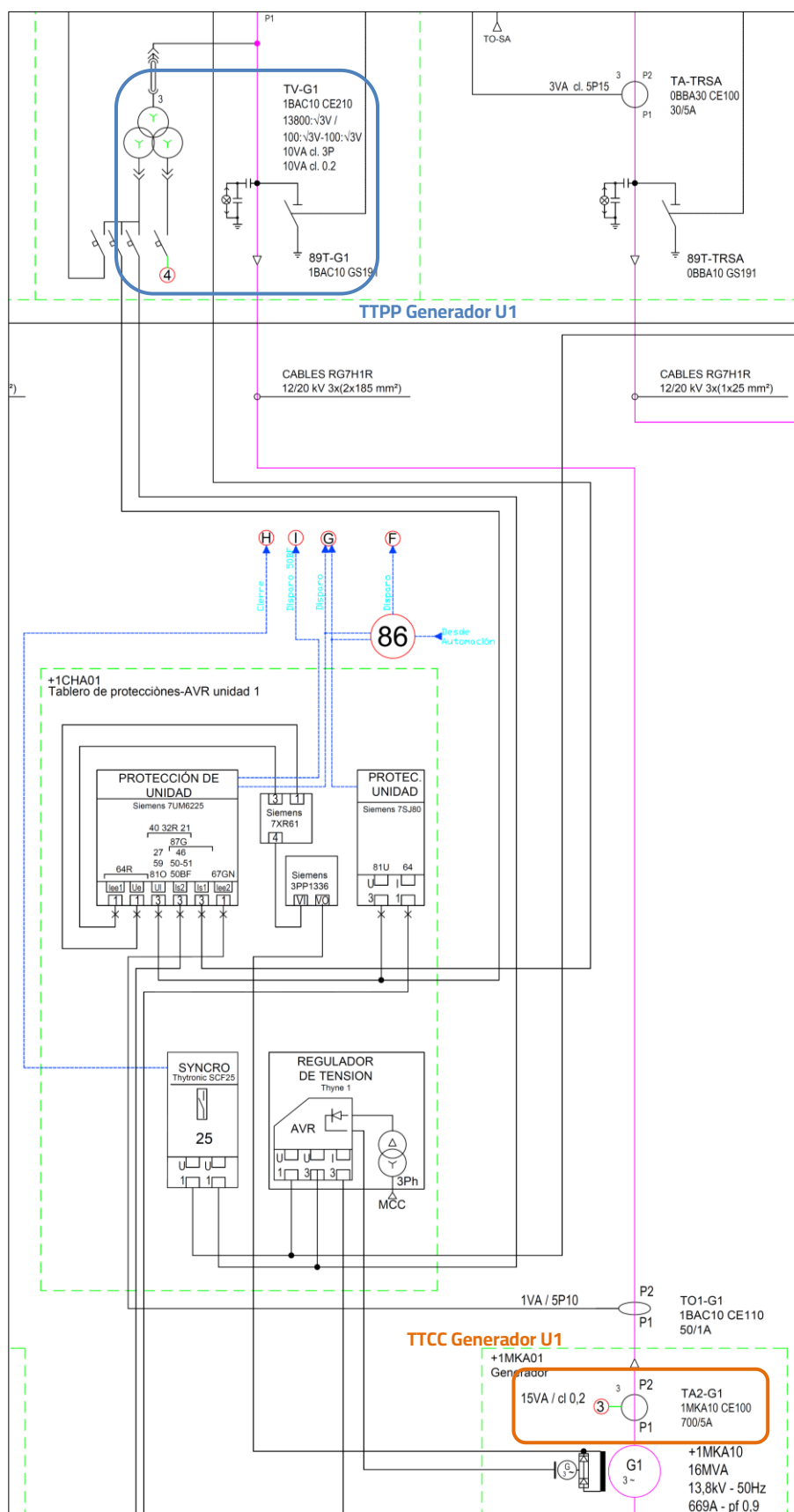


Figura 9.8 – Unilineal para mediciones de potencia bruta (Unidad 1)

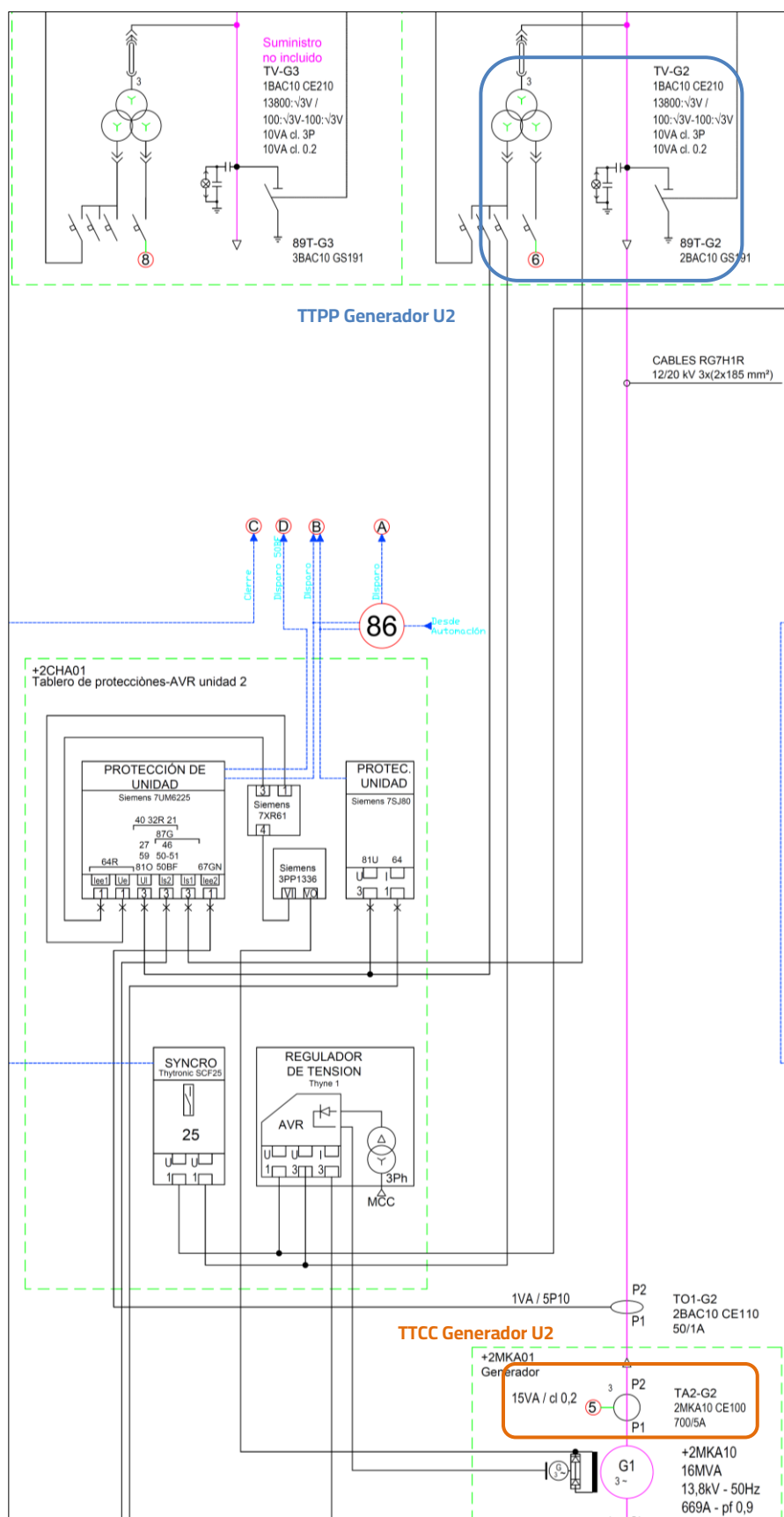


Figura 9.9 – Unilineal para mediciones de potencia bruta (Unidad 2)

9.5.2 Potencia neta

En el siguiente unilineal se pueden identificar los puntos de medición de la potencia neta. Se muestran los núcleos de los transformadores de corriente y tensión de clase 0.2.

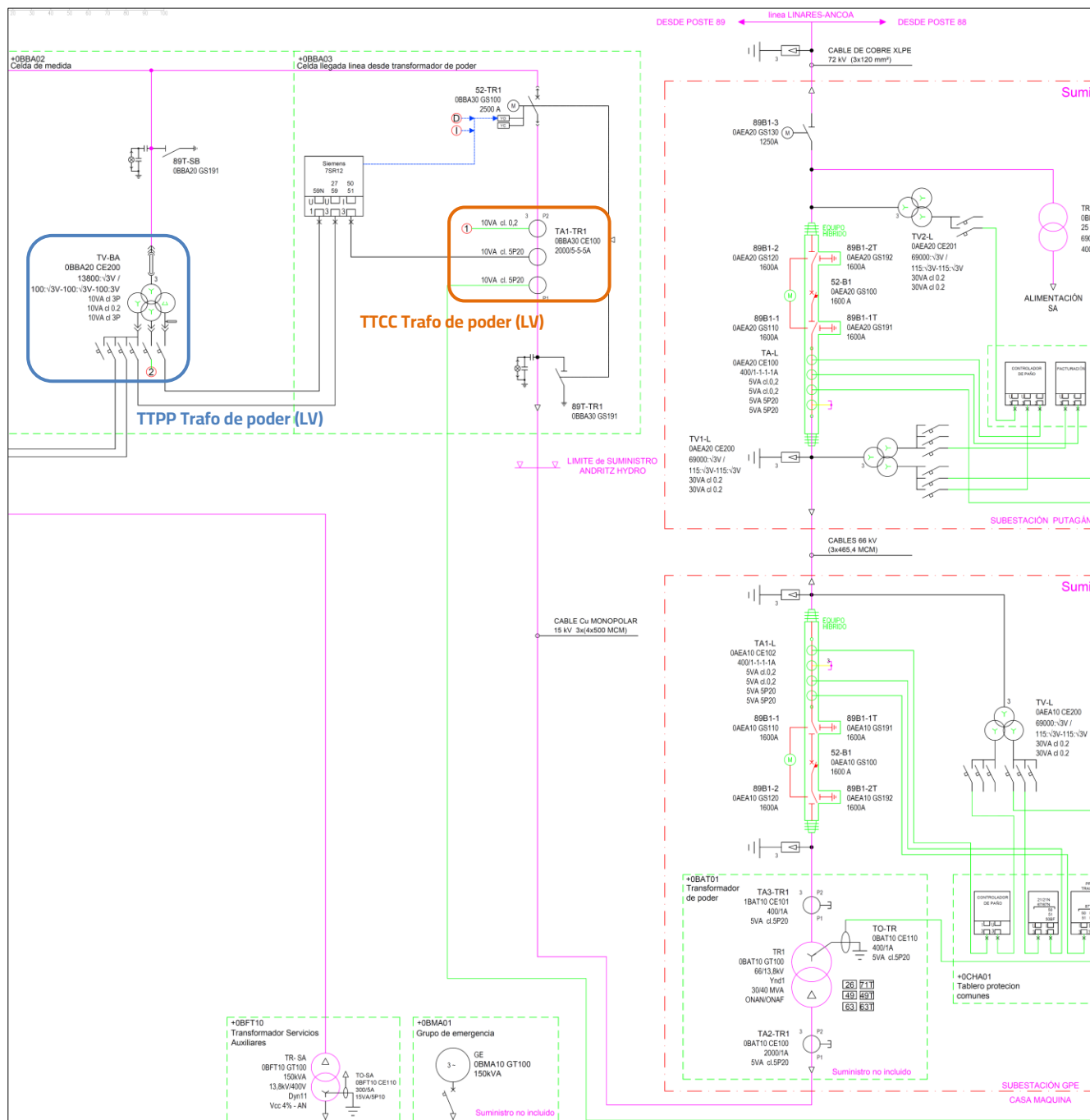


Figura 9.10 – Unilineal para mediciones de potencia neta



9.6 Instrumental de medición

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

9.6.1 Potencia bruta/FP

El Coordinado instaló para cada unidad un equipo de medida externo. Estos medidores son clase 0.2 y cumplen con los requerimientos establecidos en el anexo técnico. A continuación, se incluyen los certificados de calibración.

Los registros de datos se realizaron con una tasa de muestreo cada 1 minuto y se entregaron en formato xlsx.



FT-LAB-7.8c



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

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME :

12.07.2023

FOLIO: 39737

ANTECEDENTES DEL CLIENTE	
Nº / Fecha de Solicitud	: Correo
Fecha Calibración	: 12.07.2023
Medidor	: ION 8600
Cliente	: Tecnored S.A.
Instalación	: Remarcador
Subestación	: Remarcador

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR	
Marca	: Schneider Electric
Modelo	: P8600A4C0H5E0B0B
Nº de Serie	: PT-0903A661-01
Estado	: En Servicio
Año Fabricación	: 2007
Clase Exactitud (%)	: 0,2
Constante Med.	: 1

PATRON DE CALIBRACION	
Marca	: MTE
Modelo	: PTS 3.3C
Nº Serie	: 49089
Clase de Exactitud	: 0,05
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnored

CONDICIONES DE MEDIDA	
Lugar de Calibración	: Laboratorio Tecnored
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°)	: 22.1
Humedad (%)	: 33.4
Calibrador	: M.Montecino

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
				Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,115	± 0,2	-0,112	± 0,2
2	123	100	0,5	-0,124	± 0,3	-0,129	± 0,3
3	123	10	1	-0,126	± 0,2	-0,121	± 0,2
4	123	10	0,5	-0,151	± 0,3	-0,150	± 0,3
5	1	100	1	-0,100	± 0,3	-0,115	± 0,3
6	2	100	1	-0,112	± 0,3	-0,125	± 0,3
7	3	100	1	-0,112	± 0,3	-0,100	± 0,3
8	1	100	0,5	-0,093	± 0,4	-0,119	± 0,4
9	2	100	0,5	-0,110	± 0,4	-0,133	± 0,4
10	3	100	0,5	-0,124	± 0,4	-0,098	± 0,4

RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
				Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,111	± 2,0	-0,108	± 2,0
2	123	100	0,5	-0,116	± 2,0	-0,111	± 2,0
3	123	10	1	-0,115	± 2,0	-0,117	± 2,0
4	123	10	0,5	-0,149	± 2,0	-0,161	± 2,0
5	1	100	1	-0,114	± 3,0	-0,112	± 3,0
6	2	100	1	-0,126	± 3,0	-0,114	± 3,0
7	3	100	1	-0,101	± 3,0	-0,101	± 3,0
8	1	100	0,5	-0,111	± 3,0	-0,105	± 3,0
9	2	100	0,5	-0,113	± 3,0	-0,125	± 3,0
10	3	100	0,5	-0,119	± 3,0	-0,096	± 3,0

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

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

Jaime Eduardo García Collao
Jefe Área Laboratorio y Medidas

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

Figura 9.11 – Certificado de calibración de medidor de potencia bruta U1



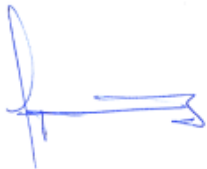
FT-LAB-7.8c				CERTIFICADO DE EXACTITUD LABORATORIO DE TECNORED S.A. MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA																																																																																															
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 04-12-2023				FOLIO: 39993																																																																																															
ANTECEDENTES DEL CLIENTE N° / Fecha de Solicitud : Correo Fecha Calibración : 04.12.2023 Medidor : ION 8600 Cliente : Tecnored S.A. Instalación : Remarcador Subestación :				RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA <table border="1"><thead><tr><th rowspan="2">N</th><th rowspan="2">Fase</th><th rowspan="2">Cte. %</th><th rowspan="2">Factor</th><th colspan="2">Componente Activa Directa</th><th colspan="2">Componente Activa Reversa</th></tr><tr><th>Error (%)</th><th>Límite Norma (%)</th><th>Error (%)</th><th>Límite Norma (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>123</td><td>100</td><td>1</td><td>-0,078</td><td>± 0,2</td><td>-0,056</td><td>± 0,2</td></tr><tr><td>2</td><td>123</td><td>100</td><td>0,5</td><td>-0,090</td><td>± 0,3</td><td>-0,073</td><td>± 0,3</td></tr><tr><td>3</td><td>123</td><td>10</td><td>1</td><td>-0,084</td><td>± 0,2</td><td>-0,071</td><td>± 0,2</td></tr><tr><td>4</td><td>123</td><td>10</td><td>0,5</td><td>-0,120</td><td>± 0,3</td><td>-0,107</td><td>± 0,3</td></tr><tr><td>5</td><td>1</td><td>100</td><td>1</td><td>-0,022</td><td>± 0,3</td><td>-0,026</td><td>± 0,3</td></tr><tr><td>6</td><td>2</td><td>100</td><td>1</td><td>-0,110</td><td>± 0,3</td><td>-0,104</td><td>± 0,3</td></tr><tr><td>7</td><td>3</td><td>100</td><td>1</td><td>-0,031</td><td>± 0,3</td><td>-0,004</td><td>± 0,3</td></tr><tr><td>8</td><td>1</td><td>100</td><td>0,5</td><td>-0,003</td><td>± 0,4</td><td>-0,023</td><td>± 0,4</td></tr><tr><td>9</td><td>2</td><td>100</td><td>0,5</td><td>-0,150</td><td>± 0,4</td><td>-0,148</td><td>± 0,4</td></tr><tr><td>10</td><td>3</td><td>100</td><td>0,5</td><td>-0,034</td><td>± 0,4</td><td>0,001</td><td>± 0,4</td></tr></tbody></table>				N	Fase	Cte. %	Factor	Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa		Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)	1	123	100	1	-0,078	± 0,2	-0,056	± 0,2	2	123	100	0,5	-0,090	± 0,3	-0,073	± 0,3	3	123	10	1	-0,084	± 0,2	-0,071	± 0,2	4	123	10	0,5	-0,120	± 0,3	-0,107	± 0,3	5	1	100	1	-0,022	± 0,3	-0,026	± 0,3	6	2	100	1	-0,110	± 0,3	-0,104	± 0,3	7	3	100	1	-0,031	± 0,3	-0,004	± 0,3	8	1	100	0,5	-0,003	± 0,4	-0,023	± 0,4	9	2	100	0,5	-0,150	± 0,4	-0,148	± 0,4	10	3	100	0,5	-0,034	± 0,4	0,001	± 0,4
N	Fase	Cte. %	Factor	Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa																																																																																													
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)																																																																																												
1	123	100	1	-0,078	± 0,2	-0,056	± 0,2																																																																																												
2	123	100	0,5	-0,090	± 0,3	-0,073	± 0,3																																																																																												
3	123	10	1	-0,084	± 0,2	-0,071	± 0,2																																																																																												
4	123	10	0,5	-0,120	± 0,3	-0,107	± 0,3																																																																																												
5	1	100	1	-0,022	± 0,3	-0,026	± 0,3																																																																																												
6	2	100	1	-0,110	± 0,3	-0,104	± 0,3																																																																																												
7	3	100	1	-0,031	± 0,3	-0,004	± 0,3																																																																																												
8	1	100	0,5	-0,003	± 0,4	-0,023	± 0,4																																																																																												
9	2	100	0,5	-0,150	± 0,4	-0,148	± 0,4																																																																																												
10	3	100	0,5	-0,034	± 0,4	0,001	± 0,4																																																																																												
ANTECEDENTES DEL MEDIDOR Marca : Schneider Electric Modelo : P8600A4C0H5E1B0B N° de Serie : PT-1210A085-01 Estado : Usado Año Fabricación : 2012 Clase Exactitud (%) : 0,2 Constante Med. : 1				RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA <table border="1"><thead><tr><th rowspan="2">N</th><th rowspan="2">Fase</th><th rowspan="2">Cte. %</th><th rowspan="2">Factor</th><th colspan="2">Componente Reactiva Directa</th><th colspan="2">Componente Reactiva Reversa</th></tr><tr><th>Error (%)</th><th>Límite Norma (%)</th><th>Error (%)</th><th>Límite Norma (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>123</td><td>100</td><td>1</td><td>-0,047</td><td>± 2,0</td><td>-0,032</td><td>± 2,0</td></tr><tr><td>2</td><td>123</td><td>100</td><td>0,5</td><td>-0,068</td><td>± 2,0</td><td>-0,051</td><td>± 2,0</td></tr><tr><td>3</td><td>123</td><td>10</td><td>1</td><td>-0,061</td><td>± 2,0</td><td>-0,055</td><td>± 2,0</td></tr><tr><td>4</td><td>123</td><td>10</td><td>0,5</td><td>-0,084</td><td>± 2,0</td><td>-0,093</td><td>± 2,0</td></tr><tr><td>5</td><td>1</td><td>100</td><td>1</td><td>-0,096</td><td>± 3,0</td><td>-0,001</td><td>± 3,0</td></tr><tr><td>6</td><td>2</td><td>100</td><td>1</td><td>-0,097</td><td>± 3,0</td><td>-0,087</td><td>± 3,0</td></tr><tr><td>7</td><td>3</td><td>100</td><td>1</td><td>0,000</td><td>± 3,0</td><td>0,012</td><td>± 3,0</td></tr><tr><td>8</td><td>1</td><td>100</td><td>0,5</td><td>0,000</td><td>± 3,0</td><td>0,011</td><td>± 3,0</td></tr><tr><td>9</td><td>2</td><td>100</td><td>0,5</td><td>-0,141</td><td>± 3,0</td><td>-0,131</td><td>± 3,0</td></tr><tr><td>10</td><td>3</td><td>100</td><td>0,5</td><td>0,006</td><td>± 3,0</td><td>0,016</td><td>± 3,0</td></tr></tbody></table>				N	Fase	Cte. %	Factor	Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa		Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)	1	123	100	1	-0,047	± 2,0	-0,032	± 2,0	2	123	100	0,5	-0,068	± 2,0	-0,051	± 2,0	3	123	10	1	-0,061	± 2,0	-0,055	± 2,0	4	123	10	0,5	-0,084	± 2,0	-0,093	± 2,0	5	1	100	1	-0,096	± 3,0	-0,001	± 3,0	6	2	100	1	-0,097	± 3,0	-0,087	± 3,0	7	3	100	1	0,000	± 3,0	0,012	± 3,0	8	1	100	0,5	0,000	± 3,0	0,011	± 3,0	9	2	100	0,5	-0,141	± 3,0	-0,131	± 3,0	10	3	100	0,5	0,006	± 3,0	0,016	± 3,0
N	Fase	Cte. %	Factor	Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa																																																																																													
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)																																																																																												
1	123	100	1	-0,047	± 2,0	-0,032	± 2,0																																																																																												
2	123	100	0,5	-0,068	± 2,0	-0,051	± 2,0																																																																																												
3	123	10	1	-0,061	± 2,0	-0,055	± 2,0																																																																																												
4	123	10	0,5	-0,084	± 2,0	-0,093	± 2,0																																																																																												
5	1	100	1	-0,096	± 3,0	-0,001	± 3,0																																																																																												
6	2	100	1	-0,097	± 3,0	-0,087	± 3,0																																																																																												
7	3	100	1	0,000	± 3,0	0,012	± 3,0																																																																																												
8	1	100	0,5	0,000	± 3,0	0,011	± 3,0																																																																																												
9	2	100	0,5	-0,141	± 3,0	-0,131	± 3,0																																																																																												
10	3	100	0,5	0,006	± 3,0	0,016	± 3,0																																																																																												
PATRON DE CALIBRACION Marca : MTE Modelo : PTS 3.3 genX N° Serie : 95502 Clase de Exactitud : 0,05 Trazabilidad : Laboratorio Tecnored																																																																																																			
CONDICIONES DE MEDIDA Lugar de Calibración : Laboratorio Tecnored 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°) : 24,9 Humedad (%) : 43,2 Calibrador : ILlanos																																																																																																			
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 9.12 – Certificado de calibración de medidor de potencia bruta U2



9.6.2 Potencia neta

El Coordinado instaló un equipo de medida externo. Este medidor es clase 0.2 y cumple con los requerimientos establecidos en el anexo técnico. A continuación, se incluye el certificado de calibración.

Los registros de datos se realizaron con una tasa de muestreo cada 1 minuto y se entregaron en formato xlsx.



FT-LAB-7.8c



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

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME :

25-07-2023

FOLIO: 39765

ANTECEDENTES DEL CLIENTE

N° / Fecha de Solicitud : Correo
Fecha Calibración : 24.07.2023
Medidor : ION 8600
Cliente : Tecnored S.A.
Instalación : Remarcador
Subestación : Remarcador

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR

Marca : Schneider Electric
Modelo : P8600A4C0H5E0B0A
N° de Serie : PT-0608A417-01
Estado : En Servicio
Año Fabricación : 2006
Clase Exactitud (%) : 0,2
Constante Med. : 1

PATRON DE CALIBRACION

Marca : MTE
Modelo : PTS 3.3C
N° Serie : 49089
Clase de Exactitud : 0,05
Trazabilidad : Laboratorio Tecnored

CONDICIONES DE MEDIDA

Lugar de Calibración : Laboratorio Tecnored
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°) : 23.4
Humedad (%) : 44.3
Calibrador : M.Montecino

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	-0,125	± 0,2	-0,145	± 0,2
2	123	100	0,5	-0,146	± 0,3	-0,164	± 0,3
3	123	10	1	-0,104	± 0,2	-0,125	± 0,2
4	123	10	0,5	-0,150	± 0,3	-0,170	± 0,3
5	1	100	1	-0,135	± 0,3	-0,145	± 0,3
6	2	100	1	-0,116	± 0,3	-0,132	± 0,3
7	3	100	1	-0,130	± 0,3	-0,138	± 0,3
8	1	100	0,5	-0,145	± 0,4	-0,178	± 0,4
9	2	100	0,5	-0,150	± 0,4	-0,186	± 0,4
10	3	100	0,5	-0,128	± 0,4	-0,105	± 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	-0,159	± 2,0	-0,167	± 2,0
2	123	100	0,5	-0,186	± 2,0	-0,184	± 2,0
3	123	10	1	-0,149	± 2,0	-0,153	± 2,0
4	123	10	0,5	-0,183	± 2,0	-0,197	± 2,0
5	1	100	1	-0,135	± 3,0	-0,139	± 3,0
6	2	100	1	-0,173	± 3,0	-0,166	± 3,0
7	3	100	1	-0,163	± 3,0	-0,160	± 3,0
8	1	100	0,5	-0,139	± 3,0	-0,151	± 3,0
9	2	100	0,5	-0,148	± 3,0	-0,146	± 3,0
10	3	100	0,5	-0,186	± 3,0	-0,176	± 3,0

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

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

Jaime Eduardo García Collao
Jefe Área Laboratorio y Medidas

TECNORED S.A.

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

Figura 9.13 – Certificado de calibración de medidor de potencia neta

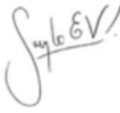


9.7 Actas de ensayos

Se incluyen a continuación las actas confeccionadas al finalizar los ensayos. Se considera un documento para cada prueba.



9.7.1 Unidad 1

ESTUDIOS ELÉCTRICOS 			
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA			
ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA			
Fecha	14/11/2024	Empresa	GPE S.A.
ID Proyecto	EE-2024-135	Ubicación	Linares, Región del Maule, Chile
Central	Central Hidroeléctrica Embalse Ancoa		
Denominación de la unidad	Unidad 1		
Responsables durante la prueba			
Empresa	Nombre	Firmas	
GPE S.A. (Coordinado)	María Luisa Orellana – Encargada Comercial GPE S.A.		
	Félix Arancibia – Ingeniero de Servicios y Planificación GPE S.A.		
	Ángel Muñoz – Jefe de Planta Central Embalse Ancoa.		
	Julio Norambuena – Operador de turno Central Embalse Ancoa.		
Coordinador Eléctrico Nacional	Sin participantes durante las pruebas.	-	
Estudios Eléctricos	Gonzalo Espinoza – Experto Técnico		

www.estudios-electricos.com

Figura 9.14 – Acta de pruebas Unidad 1 (1 de 3)



ESTUDIOS ELECTRICOS
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Datos de las unidades

Potencia aparente nominal [MVA]	16.0	Corriente de estator nominal [A]	669
Tensión de estator nominal [kV]	13.8	Factor de potencia nominal	0.9
Potencia activa máxima U1 [MW]	13.508 <i>Declarado CEN</i>	Corriente de excitación nominal [A]	720
Potencia activa máxima U2 [MW]	13.347 <i>Declarado CEN</i>	Tensión de excitación nominal [V]	65

Datos de la prueba

Estado previo de la unidad	Despachada	Arranque de la unidad (fecha-hora)	14/11/2024 -
Inicio del período de estabilización	22:45 Hs	Fin del período de estabilización	23:00 Hs
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	23:00 Hs	Fin del período de prueba Potencia Máxima	15/11/2024 04:00 Hs
Protocolo aplicable	EE-EN-2024-1107 Rev B	Desvíos del protocolo	No

Instrumental

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia neta	ION 8600 – N° Serie: PT-0608A417-01. Equipo de medida de planta clase 0.2.
Potencia bruta y factor de potencia	ION 8600 – N° Serie: PT-0903A661-01. Equipo de medida de planta clase 0.2.
Potencia SSAA	-

www.estudios-electricos.com

Figura 9.15 – Acta de pruebas Unidad 1 (2 de 3)



ESTUDIOS ELECTRICOS
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Valores preliminares

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

Período	1	2	3	4	5
Potencia Bruta Unidad 1 [MW]	13.751	13.745	13.749	13.749	13.748

Observaciones

Desvíos del protocolo: No se registraron desvíos.

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

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

Durante el desarrollo de las pruebas la unidad operó a máxima potencia dada por la condición de nivel del embalse. La regulación de frecuencia estuvo operativa con un estatismo configurado de 10%.

Por otra parte, debido a limitaciones del Sistema de transmisión, la unidad no pudo inyectar suficiente potencia reactiva al Sistema, obteniéndose en un factor de potencia de aproximadamente de 1 durante toda la prueba.

No fue necesaria la apertura de válvulas para verter agua del embalse durante el desarrollo de la prueba.

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

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

Los servicios auxiliares quedan alimentados por la unidad a través del transformador de SSAA TR-SA.

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

www.estudios-electricos.com

Figura 9.16 – Acta de pruebas Unidad 1 (3 de 3)



9.7.2 Unidad 2

ESTUDIOS ELECTRICOS 			
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA			
ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA			
Fecha	13/11/2024	Empresa	GPE S.A.
ID Proyecto	EE-2024-135	Ubicación	Linares, Región del Maule, Chile
Central	Central Hidroeléctrica Embalse Ancoa		
Denominación de la unidad	Unidad 2		
Responsables durante la prueba			
Empresa	Nombre	Firmas	
GPE S.A. (Coordinado)	María Luisa Orellana – Encargada Comercial GPE S.A.		
	Félix Arancibia – Ingeniero de Servicios y Planificación GPE S.A.		
	Ángel Muñoz – Jefe de Planta Central Embalse Ancoa.		
	Julio Norambuena – Operador de turno Central Embalse Ancoa.		
Coordinador Eléctrico Nacional	Sin participantes durante las pruebas.	-	
Estudios Eléctricos	Gonzalo Espinoza – Experto Técnico		

www.estudios-electricos.com

Figura 9.17 – Acta de pruebas Unidad 2 (1 de 3)



Datos de las unidades

Potencia aparente nominal [MVA]	16.0	Corriente de estator nominal [A]	669
Tensión de estator nominal [kV]	13.8	Factor de potencia nominal	0.9
Potencia activa máxima U1 [MW]	13.508 <i>Declarado CEN</i>	Corriente de excitación nominal [A]	720
Potencia activa máxima U2 [MW]	13.347 <i>Declarado CEN</i>	Tensión de excitación nominal [V]	65

Estado previo de la unidad	<i>Despachada</i>	Arranque de la unidad (fecha-hora)	<i>13/11/2024</i> <i>-</i>
Inicio del período de estabilización	<i>22:45 Hs</i>	Fin del período de estabilización	<i>23:00 Hs</i>
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	<i>23:00 Hs</i>	Fin del período de prueba Potencia Máxima	<i>14/11/2024</i> <i>04:00 Hs</i>
Protocolo aplicable	<i>EE-EN-2024-1107</i> <i>Rev B</i>	Desvíos del protocolo	<i>No</i>

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia neta	ION 8600 – N° Serie: PT-0608A417-01. Equipo de medida de planta clase 0.2.
Potencia bruta y factor de potencia	ION 8600 – N° Serie: PT-1210A085-01. Equipo de medida de planta clase 0.2.
Potencia SSAA	-

Figura 9.18 – Acta de pruebas Unidad 2 (2 de 3)



ESTUDIOS ELECTRICOS

ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Valores preliminares

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

Período	1	2	3	4	5
Potencia Bruta Unidad 2 [MW]	13.779	13.780	13.780	13.778	13.776

Observaciones

Desvíos del protocolo: No se registraron desvíos.

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

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

Durante el desarrollo de las pruebas la unidad operó a máxima potencia dada por la condición de nivel del embalse. La regulación de frecuencia estuvo operativa con un estatismo configurado de 10%.

Por otra parte, debido a limitaciones del Sistema de transmisión, la unidad no pudo inyectar suficiente potencia reactiva al Sistema, obteniéndose en un factor de potencia de aproximadamente de 1 durante toda la prueba.

No fue necesaria la apertura de válvulas para verter agua del embalse durante el desarrollo de la prueba.

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

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

Los servicios auxiliares quedan alimentados por la unidad a través del transformador de SSAA TR-SA.

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

www.estudios-electricos.com

Figura 9.19 – Acta de pruebas Unidad 2 (3 de 3)



9.7.3 Planta completa

ESTUDIOS ELECTRICOS 			
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA			
ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA			
Fecha	12/11/2024	Empresa	GPE S.A.
ID Proyecto	EE-2024-135	Ubicación	Linares, Región del Maule, Chile
Central	Central Hidroeléctrica Embalse Ancoa		
Denominación de la unidad	Unidad 1 y Unidad 2 (Central Completa)		
Responsables durante la prueba			
Empresa	Nombre	Firmas	
GPE S.A. (Coordinado)	María Luisa Orellana – Encargada Comercial GPE S.A.		
	Félix Arancibia – Ingeniero de Servicios y Planificación GPE S.A.		
	Ángel Muñoz – Jefe de Planta Central Embalse Ancoa.		
	Julio Norambuena – Operador de turno Central Embalse Ancoa.		
	Álvaro Castillo – Operador de turno Central Embalse Ancoa.		
Coordinador Eléctrico Nacional	Sin participantes durante las pruebas.		-
www.estudios-electricos.com			

Figura 9.20 – Acta de pruebas Central completa (1 de 4)



ESTUDIOS ELECTRICOS  ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA		
Estudios Eléctricos	Gonzalo Espinoza – Experto Técnico	

www.estudios-electricos.com

Figura 9.21 – Acta de pruebas Central completa (2 de 4)



ESTUDIOS ELECTRICOS			
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA			
<u>Datos de las unidades</u>			
Potencia aparente nominal [MVA]	16.0	Corriente de estator nominal [A]	669
Tensión de estator nominal [kV]	13.8	Factor de potencia nominal	0.9
Potencia activa máxima U1 [MW]	13.508 <i>Declarado CEN</i>	Corriente de excitación nominal [A]	720
Potencia activa máxima U2 [MW]	13.347 <i>Declarado CEN</i>	Tensión de excitación nominal [V]	65
<u>Datos de la prueba</u>			
Estado previo de las unidades	Despachadas	Arranque de la unidad (fecha-hora)	12/11/2024 -
Inicio del período de estabilización	22:30 Hs	Fin del período de estabilización	23:10 Hs
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	23:10 Hs	Fin del período de prueba Potencia Máxima	13/11/2024 04:10 Hs
Protocolo aplicable	EE-EN-2024-1107 Rev B	Desvíos del protocolo	No
<u>Instrumental</u>			
Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión		
Potencia neta	ION 8600 – N° Serie: PT-0608A417-01. Equipo de medida de planta clase 0.2.		
Potencia bruta y factor de potencia	ION 8600 – N° Serie: PT-0903A661-01. ION 8600 – N° Serie: PT-1210A085-01. Equipo de medida de planta clase 0.2.		
Potencia SSAA	-		
www.estudios-electricos.com			

Figura 9.22 – Acta de pruebas Central completa (3 de 4)



ESTUDIOS ELECTRICOS
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 pruebas obtenidos durante el desarrollo de las pruebas de potencia máxima:

Período	1	2	3	4	5
Potencia Bruta Unidad 1 [MW]	12.762	12.744	12.755	12.746	12.751
Potencia Bruta Unidad 2 [MW]	12.857	12.845	12.848	12.846	12.845
Potencia Bruta Central [MW]	25.619	25.589	25.603	25.592	25.596

Observaciones

Desvíos del protocolo: No se registraron desvíos.

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

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

Durante el desarrollo de las pruebas las unidades operaron a máxima potencia dada por la condición de nivel del embalse. La regulación de frecuencia estuvo operativa con un estatismo configurado de 10% en ambas unidades.

Por otra parte, debido a limitaciones del Sistema de transmisión, las unidades no pudieron inyectar suficiente potencia reactiva al Sistema, obteniéndose en cada unidad un factor de potencia de aproximadamente de 1 durante toda la prueba.

No fue necesaria la apertura de válvulas para verter agua del embalse durante el desarrollo de la prueba.

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

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

Los servicios auxiliares quedan alimentados por ambas unidades a través del transformador de SSAA TR-SA.

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

www.estudios-electricos.com

Figura 9.23 – Acta de pruebas Central completa (4 de 4)



Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente.