

Empresa
País
Proyecto
Descripción

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



CÓDIGO DE PROYECTO EE-2021-115
CÓDIGO DE INFORME EE-EN-2023-1467
REVISIÓN A

10 nov. 23



Este documento **EE-EN-2023-1467-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 109 páginas y ha sido guardado por última vez el 10/11/2023 por Federico García; sus versiones y firmantes digitales se indican a continuación:

Revisión	Fecha	Comentarios	Realizó	Revisó	Aprobó
A	10.11.2023	Para presentar.	FG	FD/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>.



1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	RESUMEN EJECUTIVO.....	6
3	OBJETIVO GENERAL Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA	11
	3.1 Objetivo	11
	3.2 Condiciones de ensayos remotos	11
	3.3 Experto Técnico.....	11
	3.4 Representante empresa generadora	11
	3.5 Representante del Coordinador Eléctrico Nacional.....	12
	3.6 Observador de otro Coordinado.....	12
4	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA	13
	4.1 Descripción general de la planta	13
	4.2 Descripción de la unidad de generación	16
	4.3 Condiciones de referencia y curvas de corrección	21
	4.3.1 Curva de corrección.....	22
	4.3.2 Metodología de corrección.....	23
	4.4 Instrumentación y mediciones.....	23
	4.4.1 Metodología.....	25
	4.4.2 Instrumentación principal	26
	4.4.3 Mediciones complementarias.....	28
	4.5 Estimación de pérdidas y consumos propios de las unidades.....	29
	4.5.1 Consumos propios de los servicios auxiliares	29
	4.5.2 Pérdidas en los transformadores principales.....	30
5	REALIZACIÓN DE LA PRUEBA.....	31
	5.1 Chequeos preliminares	31
	5.2 Desarrollo de las pruebas	31
	5.2.1 Verificaciones previas	31
	5.3 Condiciones previas al inicio de los ensayos	32
	5.4 Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba.....	35
	5.5 Periodo de prueba	36
6	CALCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS	38
	6.1 Reducción de datos y estabilidad.....	38
	6.2 Determinación de la potencia neta (medida).....	38
	6.2.1 Determinación de la potencia de pérdidas y consumos propios	43
	6.3 Correcciones aplicables a la potencia bruta.....	44
	6.4 Cálculo de la potencia neta corregida	49
	6.5 Cálculo del promedio final.....	52
	6.6 Tabla Resumen general.....	54
	6.7 Incertidumbre.....	61
	6.8 Corrección por cota de descarga para la condición a nivel unidad.....	65
	6.8.1 Característica Potencia de la central vs Cota de descarga.....	65
	6.8.2 Potencia bruta.....	67
	6.8.3 Potencia de pérdidas	67
	6.8.4 Potencia Neta	70
	6.8.5 Resultados.....	70
7	CONCLUSIONES.....	72
8	NORMATIVA.....	76
9	ANEXOS	77
	9.1 Datos de las unidades	77
	9.1.1 Datos de placa.....	77
	9.1.2 Curva de capacidad	78
	9.1.3 Transformador principal	79
	9.2 Puntos de medición	86
	9.2.1 Potencia bruta.....	86



9.2.2	Potencia de Servicios Auxiliares	89
9.3	Certificados de calibración de instrumentos de medición	94
9.3.1	Potencia bruta/FP	94
9.3.2	Potencia neta	100
9.4	Actas de ensayos	103



1 INTRODUCCIÓN

El presente documento describe las tareas, ensayos y cálculos realizados para obtener el valor de Potencia Máxima de la Unidad 1, la Unidad 2, la Unidad 3, la Unidad 4, la Unidad 5 y de la central completa para la Central Hidroeléctrica Rapel en los términos establecidos en el “ANEXO TÉCNICO: *Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras*”.

Para la ejecución de las pruebas se siguió el protocolo:

EE-EN-2022-0046-RE_Procedimiento_Potencia_Maxima_CH_Rapel

La Central Hidroeléctrica Rapel pertenece a Enel Generación S.A., está ubicada en la comuna Litueche, Región del Libertador General Bernardo O’Higgins, sobre el río Rapel, está conformada por cinco (5) generadores sincrónicos idénticos impulsados por turbinas Francis. Particularmente las turbinas son marca Hitachi que impulsan generadores sincrónicos marca Hitachi de 76 MVA de potencia aparente.



2 RESUMEN EJECUTIVO

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

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

Debido a que la central no dispone de TT/PP de medida en lado de alta 230 kV de los transformadores de las unidades, no es posible tomar la medida de potencia neta en este punto, por lo tanto, la potencia neta se calcula indirectamente a partir de la medición de la potencia de las pérdidas y consumos propios. La potencia neta calculada se corresponde con el lado de alta tensión del transformador de la unidad.

Las pruebas de la Unidad 1, la Unidad 2, la Unidad 3, la Unidad 4, la Unidad 5 y central completa se realizaron el día 18 de octubre de 2023. Todas las pruebas fueron realizadas en presencia de Cristian Toledo Valdes, Héctor Garcés Rodríguez, Sergio López Neira, Jaime Aguilera Cerda, Juan Carlos Bello Tellez, Fidel Rivera Lizana, Flavio Serey Lizama y Germán Concha Vielma (Enel Generación S.A.) y Federico Deledda como Experto Técnico (Estudios Eléctricos).

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

Nota: Para las pruebas de la Unidad 1, la Unidad 2, la Unidad 3, la Unidad 4, la Unidad 5 y de la central completa no fue posible operar con un factor de potencia de 0.95 debido a las condiciones del Sistema no permitieron aumentar la inyección de reactivos para lograr dicho valor. Por esta razón, se operó en un factor de potencia cercano a 0.99 en toda la prueba.

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.

Cabe mencionar que, observando las condiciones constructivas de la central, las tuberías de alimentación hidráulica a cada una de las unidades son individuales (Figura 4.1) por lo que se puede asumir que no existe pérdida de carga que afecte la potencia de la unidad en una operación conjunta.

Por otro lado, como se detalla en el capítulo 6.8, se observa que el cambio de nivel de cota descarga si afecta a la determinación de potencia a nivel unidad por lo que se acordó corregir por esta variable.

Bajo estas consideraciones, se realizaron las pruebas de manera conjunta en las cinco unidades de la central, con el objetivo de determinar en la misma prueba de central completa la potencia máxima a nivel unidad.

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

Resumen de resultados CH Rapel - Unidad U1		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	72,4427
	Bruta Corregida [MW]	72,3706
	Neta Calculada [MW]	72,0879
	Neta Corregida [MW]	72,0158
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	312,34
	Pérdidas totales [kW]	354,78

Tabla 2.1 – Resumen resultados – Unidad 1

Resumen de resultados CH Rapel – Unidad 1 (Corrección por cota)		
Potencia Máxima	Bruta Corregida [MW]	76,05
	Neta Corregida [MW]	75,66
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	344,91
	Pérdidas totales [kW]	387,35

Tabla 2.2 – Resumen resultados – Unidad 1 (Corrección por cota de descarga)



Resumen de resultados CH Rapel - Unidad U2		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	72,6132
	Bruta Corregida [MW]	72,5422
	Neta Calculada [MW]	72,2584
	Neta Corregida [MW]	72,1874
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	312,34
	Pérdidas totales [kW]	354,78

Tabla 2.3 – Resumen resultados – Unidad 2

Resumen de resultados CH Rapel – Unidad 2 (Corrección por cota)		
Potencia Máxima	Bruta Corregida [MW]	76,22
	Neta Corregida [MW]	75,83
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	344,83
	Pérdidas totales [kW]	387,27

Tabla 2.4 – Resumen resultados – Unidad 2 (Corrección por cota de descarga)

Resumen de resultados CH Rapel - Unidad U3		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	71,8234
	Bruta Corregida [MW]	71,7523
	Neta Calculada [MW]	71,4750
	Neta Corregida [MW]	71,4038
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	305,98
	Pérdidas totales [kW]	348,42

Tabla 2.5 – Resumen resultados – Unidad 3

Resumen de resultados CH Rapel – Unidad 3 (Corrección por cota)		
Potencia Máxima	Bruta Corregida [MW]	75,43
	Neta Corregida [MW]	75,05
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	338,17
	Pérdidas totales [kW]	380,61

Tabla 2.6 – Resumen resultados – Unidad 3 (Corrección por cota de descarga)



Resumen de resultados CH Rapel - Unidad U4		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	71,3725
	Bruta Corregida [MW]	71,3016
	Neta Calculada [MW]	71,0241
	Neta Corregida [MW]	70,9532
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	305,98
	Pérdidas totales [kW]	348,42

Tabla 2.7 – Resumen resultados – Unidad 4

Resumen de resultados CH Rapel – Unidad 4 (Corrección por cota)		
Potencia Máxima	Bruta Corregida [MW]	74,98
	Neta Corregida [MW]	74,60
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	338,38
	Pérdidas totales [kW]	380,82

Tabla 2.8 – Resumen resultados – Unidad 4 (Corrección por cota de descarga)

Resumen de resultados CH Rapel - Unidad U5		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	75,9141
	Bruta Corregida [MW]	75,8400
	Neta Calculada [MW]	75,4985
	Neta Corregida [MW]	75,4244
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	373,14
	Pérdidas totales [kW]	415,57

Tabla 2.9 – Resumen resultados – Unidad 5

Resumen de resultados CH Rapel – Unidad 5 (Corrección por cota)		
Potencia Máxima	Bruta Corregida [MW]	79,52
	Neta Corregida [MW]	79,07
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	410,23
	Pérdidas totales [kW]	452,67

Tabla 2.10 – Resumen resultados – Unidad 5 (Corrección por cota de descarga)



Resumen de resultados CH Rapel - Central completa		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	364,1659
	Bruta Corregida [MW]	363,8066
	Neta Calculada [MW]	362,3439
	Neta Corregida [MW]	361,9847
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	212,18
	Pérdidas en transformares principales [kW]	1609,78
	Pérdidas totales [kW]	1821,96

Tabla 2.11 – 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 remotos

Según lo acordado con el Coordinador y Coordinado, el experto técnico no se presentó en las instalaciones del coordinado, sino que guio y supervisó su desarrollo de forma remota.

Desde planta las pruebas fueron dirigidas, con la supervisión del experto técnico, por el inspector sustituto designado por el Coordinado. Para las pruebas de la Central Hidroeléctrica Rapel los inspectores sustitutos fueron Cristian Toledo Valdes, quien se desempeña como Head of Plant Unit Rapel, Héctor Garcés Rodríguez, quien se desempeña como Especialista en Programación, Jaime Aguilera Cerda, quien se desempeña como Especialista en Sistemas de Control, Juan Carlos Bello Tellez, quien se desempeña como Especialista en Sistemas de Control, Sergio López Neira, quien se desempeña como Jefe en Sistemas de Control, Flavio Serey Lizama, quien se desempeña como Especialista en HV/MV y equipamiento eléctrico, Germán Concha Vielma, quien se desempeña como Especialista en HV/MV y equipamiento eléctrico, y Fidel Rivera Lizana, quien se desempeña como Jefe en HV/MV y equipamiento eléctrico.

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

3.3 Experto Técnico

La empresa Estudios Eléctricos fue seleccionada para llevar adelante los ensayos y tareas relacionadas con la determinación de la Potencia Máxima de la Unidad 1, la Unidad 2, la Unidad 3, la Unidad 4 y la Unidad 5 de la Central Hidroeléctrica Rapel. Los Expertos Técnicos designados fueron el Ing. Federico Deledda y el Ing. Federico García. Ellos fueron los responsables de desarrollar el protocolo de pruebas, supervisar la ejecución de todas las actividades descriptas en el mismo y redactar el presente informe.

3.4 Representante empresa generadora

Por parte de Enel Generación S.A., el Coordinado, estuvieron presente durante las pruebas los inspectores sustitutos Cristian Toledo Valdes, quien se desempeña como Head of Plant Unit Rapel, Héctor Garcés Rodríguez, quien se desempeña como Especialista en Programación, Jaime Aguilera



Cerda, quien se desempeña como Especialista en Sistemas de Control, Juan Carlos Bello Tellez, quien se desempeña como Especialista en Sistemas de Control, Sergio López Neira, quien se desempeña como Jefe en Sistemas de Control, Flavio Serey Lizama, quien se desempeña como Especialista en HV/MV y equipamiento eléctrico, Germán Concha Vielma, quien se desempeña como Especialista en HV/MV y equipamiento eléctrico, y Fidel Rivera Lizana, quien se desempeña como Jefe en HV/MV y equipamiento eléctrico..

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 C.H. Rapel pertenece a Enel Generación S.A., está ubicada en la comuna Litueche, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, sobre el río Rapel, está conformada por cinco (5) generadores sincrónicos idénticos impulsados por turbinas Francis. Particularmente las turbinas son marca Hitachi que impulsan generadores sincrónicos marca Hitachi de 76 MVA de potencia aparente.

A continuación, se presenta el plano de disposición general de la planta



Figura 4.1 – Planta General – CH Rapel

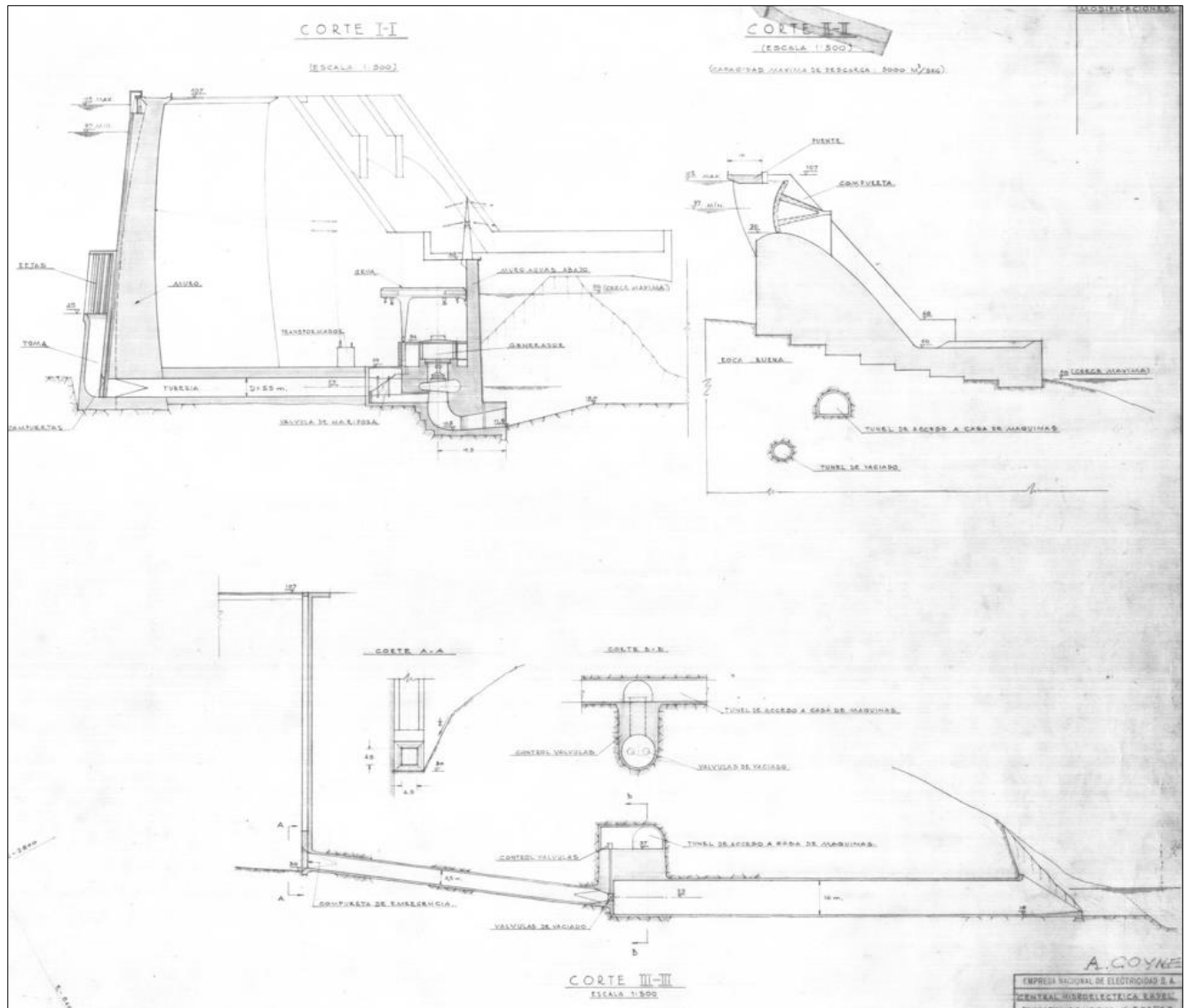


Figura 4.2 – Planta General Cortes – CH Rapel

Se presenta a continuación, el plano de disposición general de la planta y la conexión de las unidades a la Subestación Rapel 220 kV.

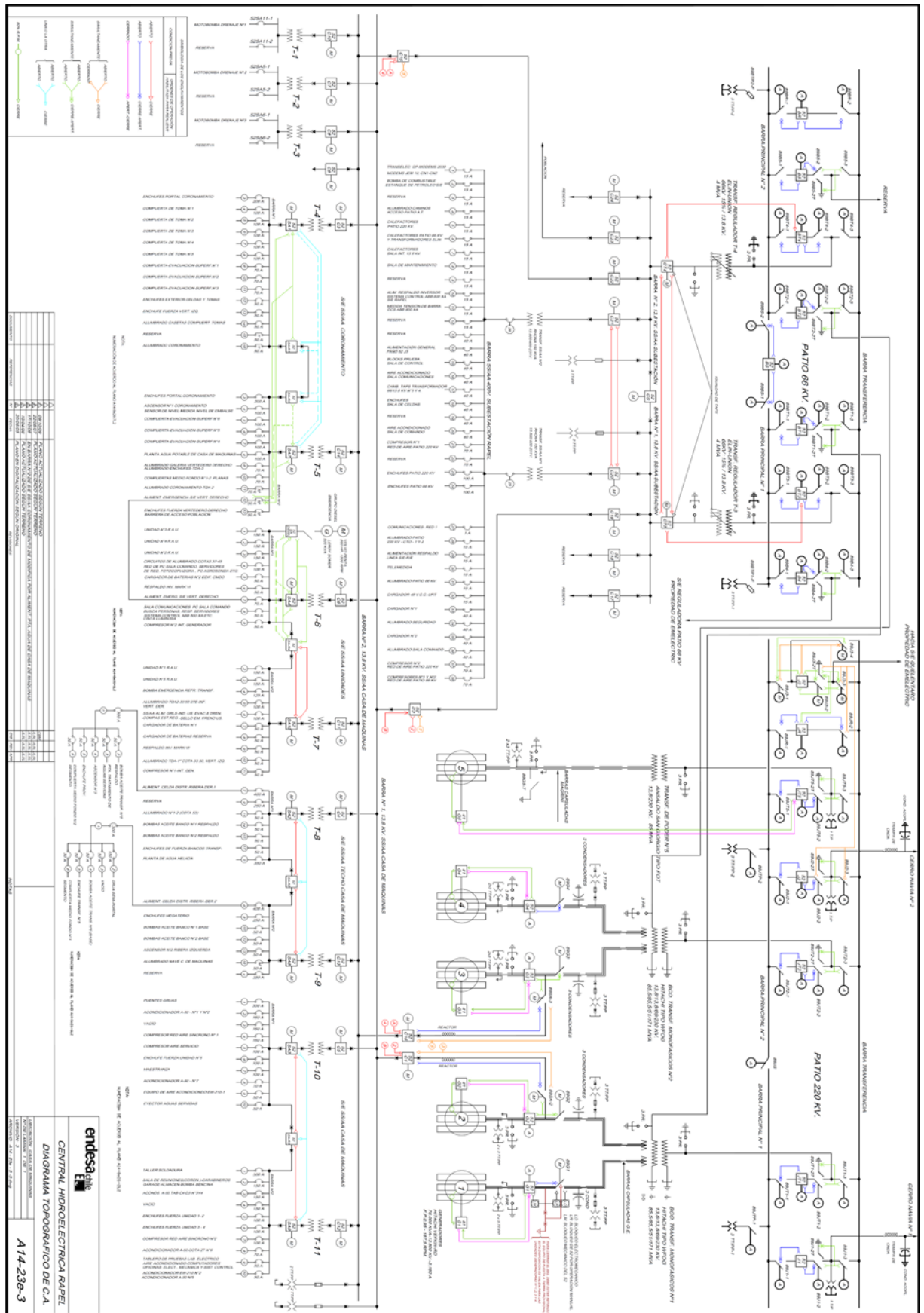


Figura 4.3 - Diagrama unilineal de la central Rapel - SE Rapel



4.2 Descripción de la unidad de generación

Las cinco (5) unidades son de similares características, cada unidad está compuesta por una turbina Francis eje vertical, vinculada a un generador Hitachi. Totalizando una potencia bruta instalada de 378 MW¹ para la Central Rapel. Se presenta a continuación el diagrama unilineal de la central.

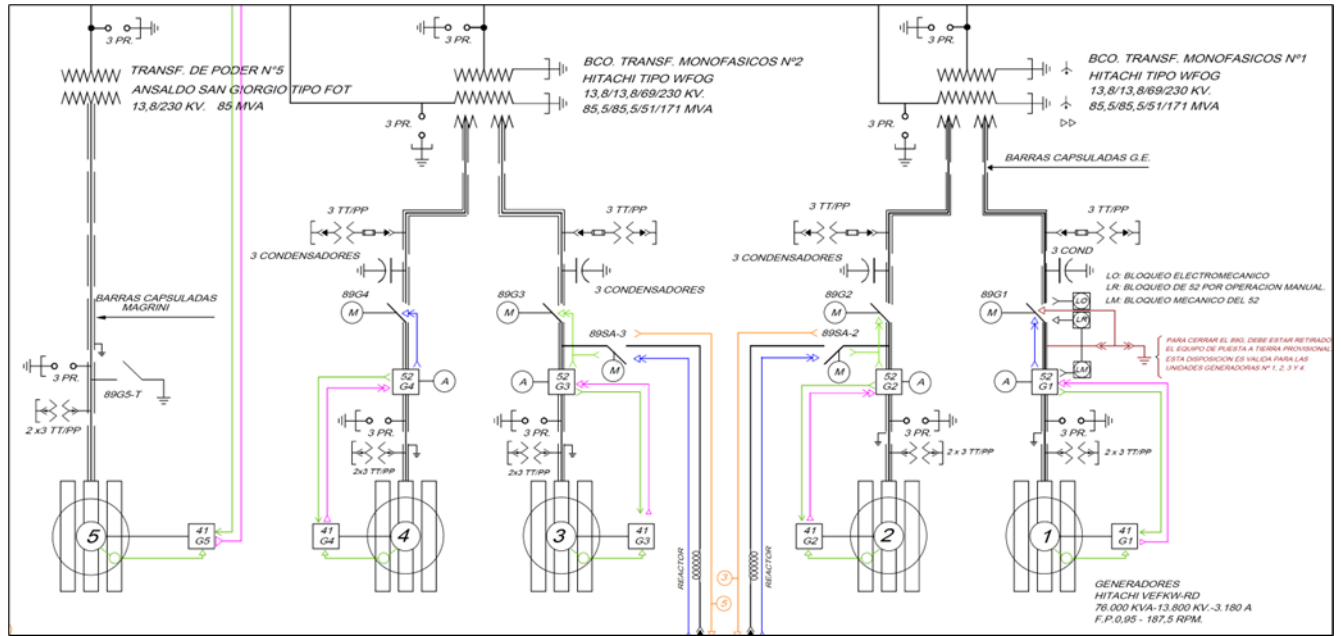


Figura 4.4 - Diagrama unilineal de la Central Rapel - Generación

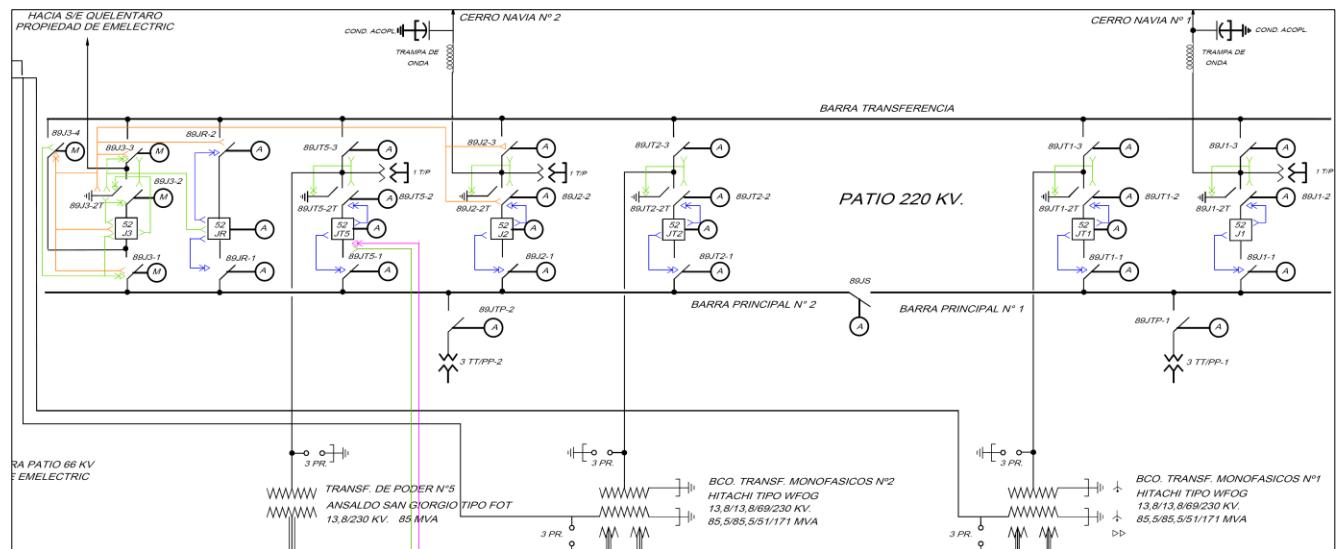


Figura 4.5 - Diagrama unilineal de la Central Rapel - Patio 220 kV

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

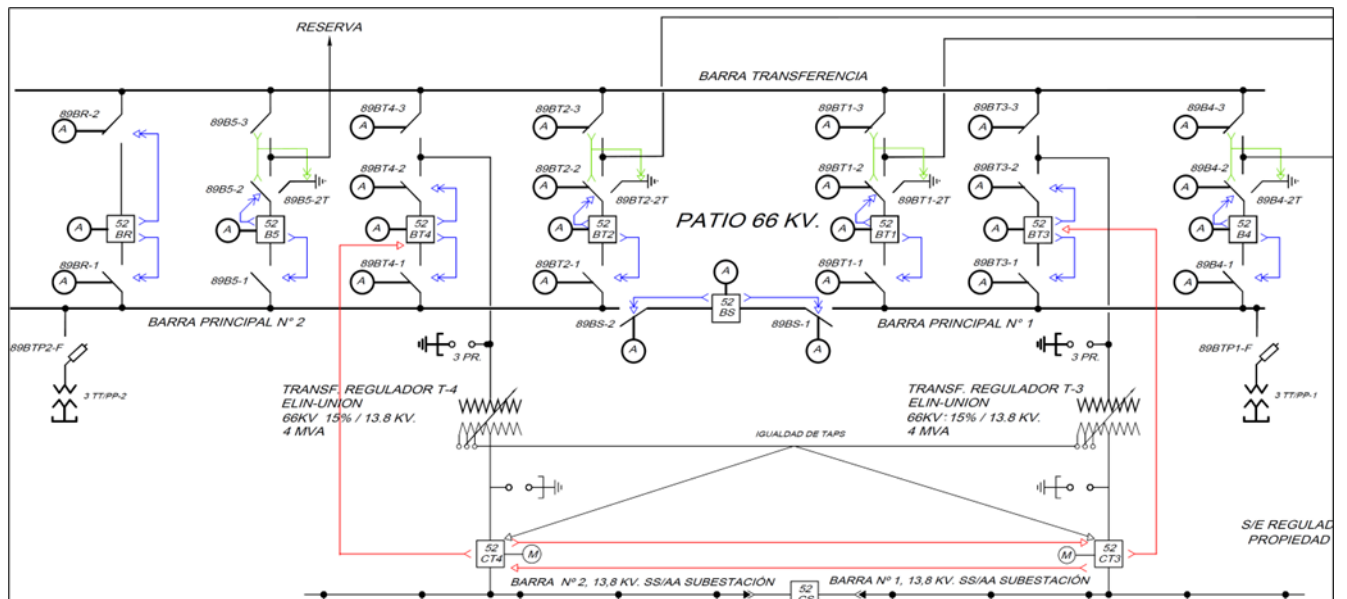


Figura 4.6 – Diagrama unilineal de la Central Rapel – Patio 66 KV

Las unidades U1, U2, U3, U4 y U5 de la central alimentan sus consumos propios desde la barra de 66 kV.

En la siguiente figura se presenta un diagrama unilineal de la distribución de los SS.AA. de planta, donde los alimentadores CT4 y CT3 vinculan los consumos propios de la central.

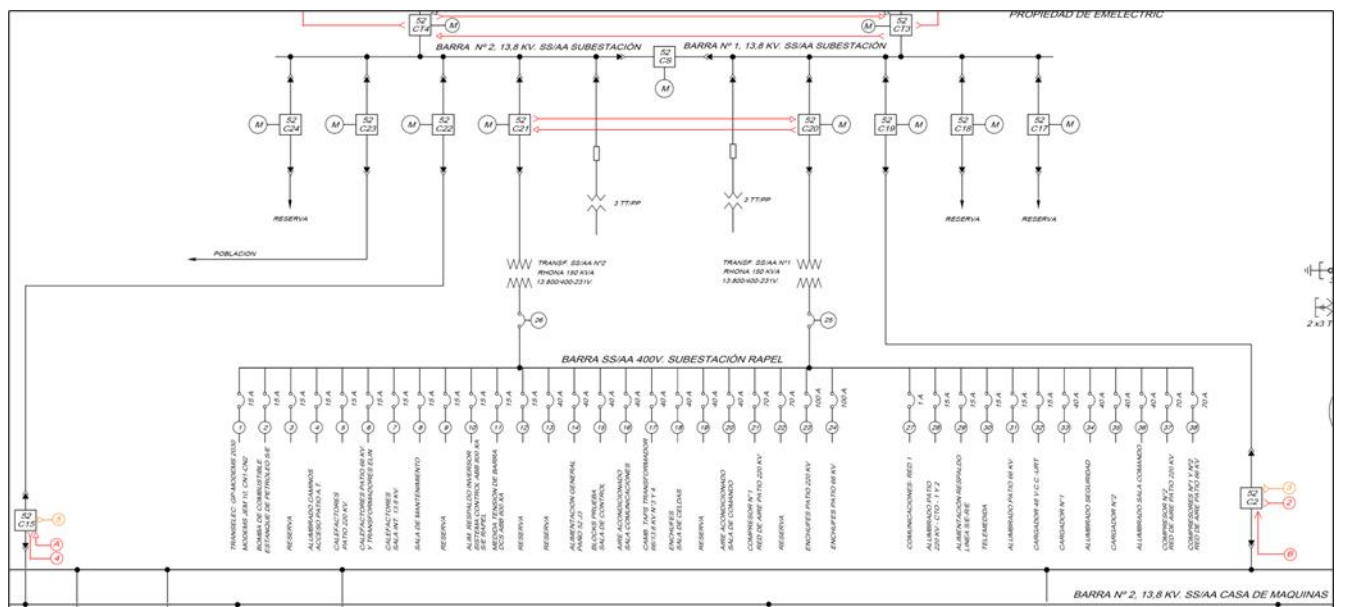


Figura 4.7 – Diagrama Unilineal Servicios Auxiliares



A su vez, los alimentadores C22 y C19 alimentan la Barra SSAA de Casa de Maquinas.

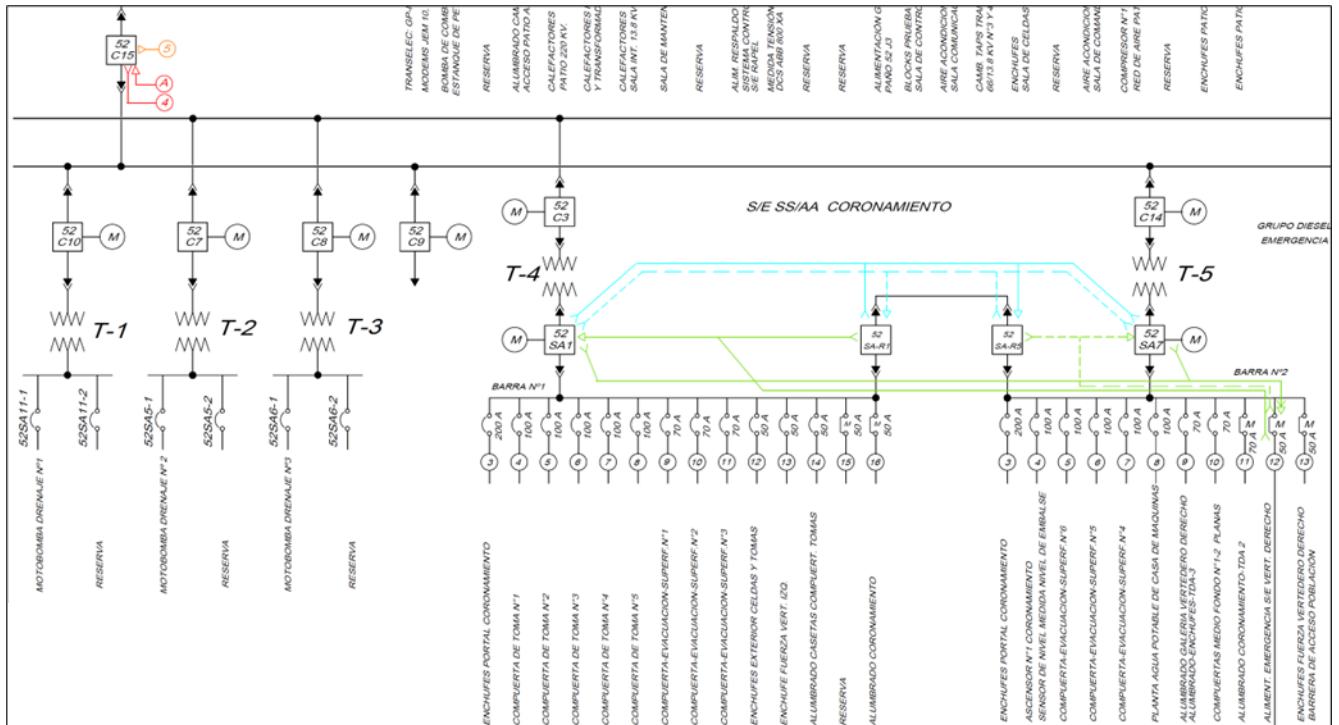


Figura 4.8 – Unifilar de la Barra SS.AA. Casa de Máquinas (1/3)

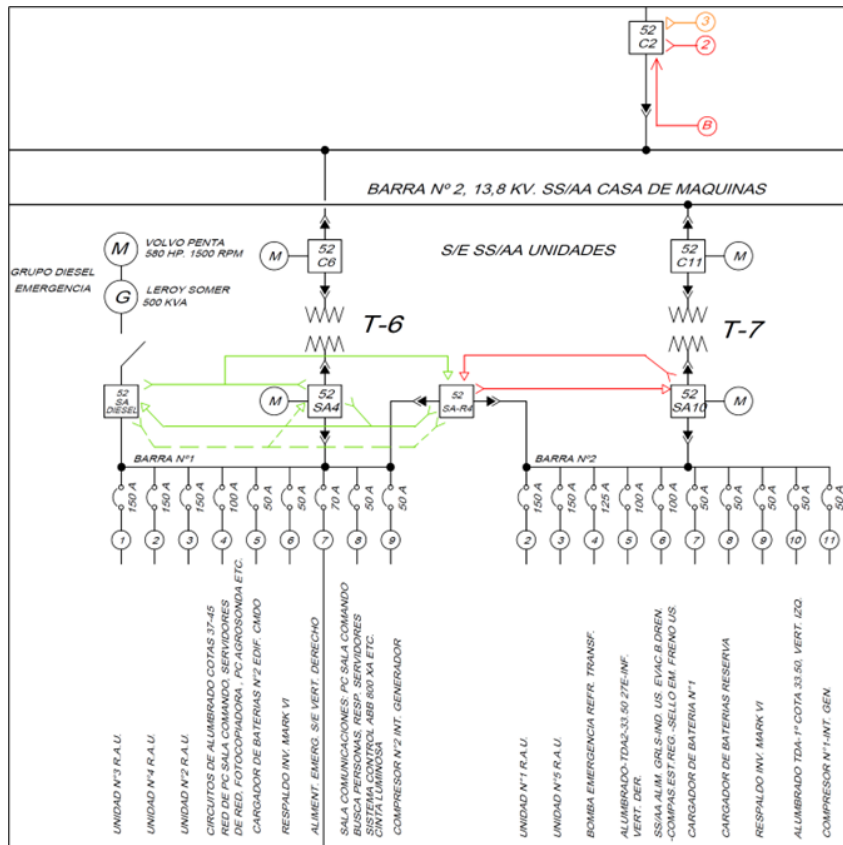


Figura 4.9 – Unifilar de la Barra SS.AA. Casa de Máquinas (2/3) - Continuación

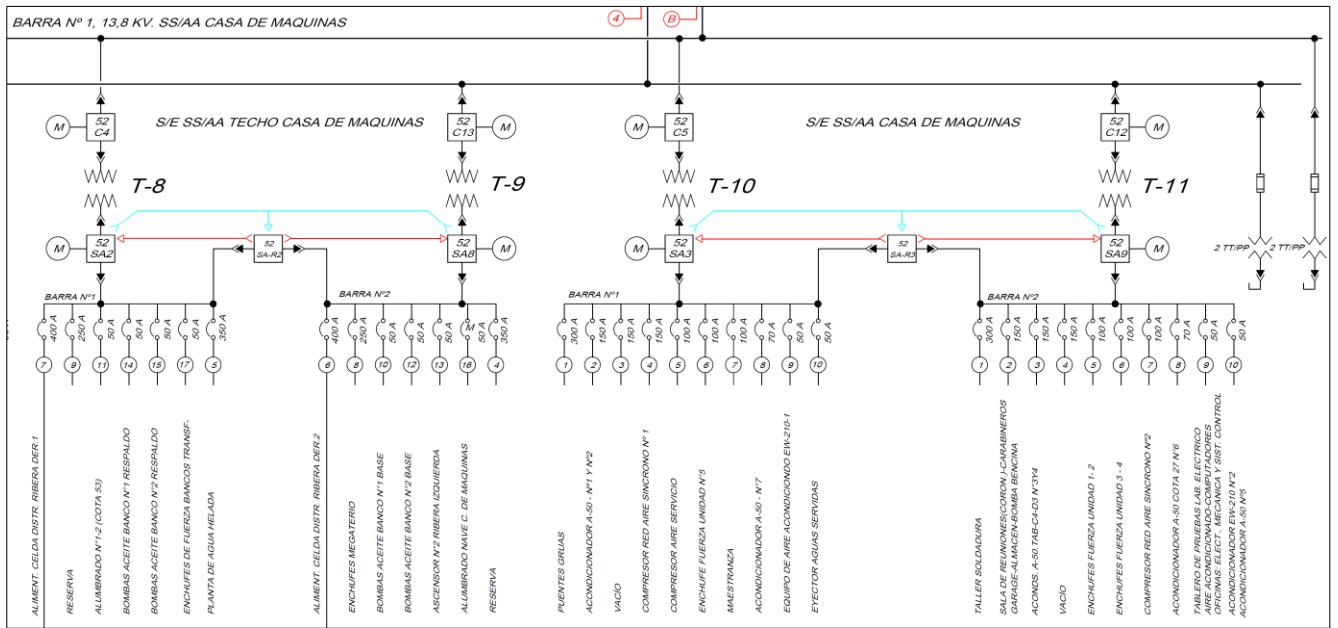


Figura 4.10 – Unifilar de la Barra SS.AA. Casa de Máquinas (3/3) – Continuación



A continuación, se presentan los datos característicos de placa del generador y turbina de una unidad. Considerando que las cinco (5) unidades son de similares características los datos presentados son válidos para de todas las unidades.



Figura 4.11 – Datos de placa de generador



Figura 4.12 – Datos de placa de 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 consideran los siguientes valores de potencia máxima esperables para las unidades de la Central Rapel.

<i>Unidad</i>	<i>Potencia [MW]</i>
Rapel – U1	75.6
Rapel – U2	75.6
Rapel – U3	75.6
Rapel – U4	75.6
Rapel – U5	75.6

Tabla 4.1 – Valores base de potencia para cada unidad

De acuerdo con los parámetros declarados, la potencia máxima bruta esperable de la Central Rapel es de 378 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.

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

Tabla 4.2 – Condiciones nominales de referencia



4.3.1 Curva de corrección

Corrección por Factor de potencia

De acuerdo con la información provista por el fabricante no disponen de curvas de corrección de la potencia por factor de potencia, por lo que se utiliza el antecedente de una máquina similar. Se utilizó la siguiente curva disponible públicamente².

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

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

Tabla 4.3 – Rendimientos del generador según $\cos \phi$

Que gráficamente se representan a continuación:

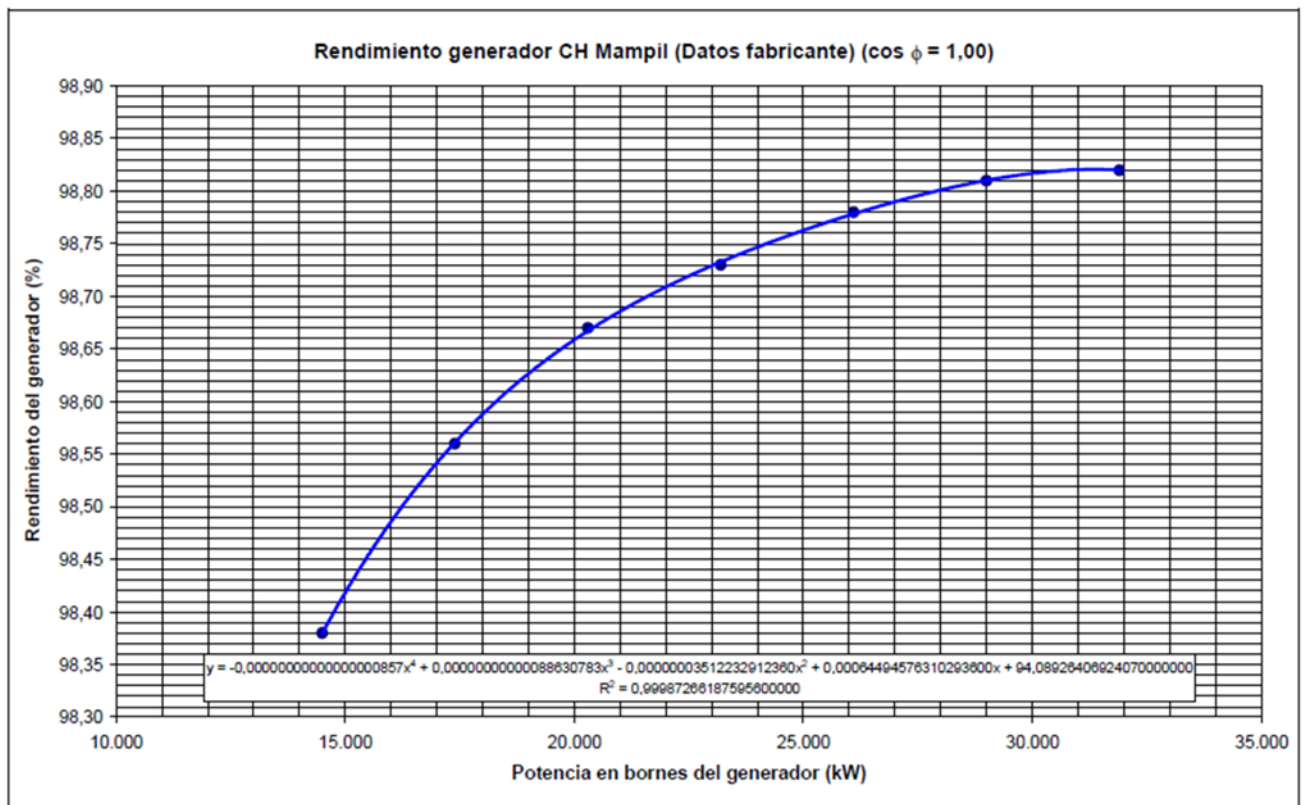


Figura 4.13 – Curva de corrección por factor de potencia

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

4.3.2 Metodología de corrección

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

4.4 Instrumentación y mediciones

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

En la Figura 4.14 se presenta un diagrama unilineal de planta donde se distinguen los elementos disponibles en este caso.

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

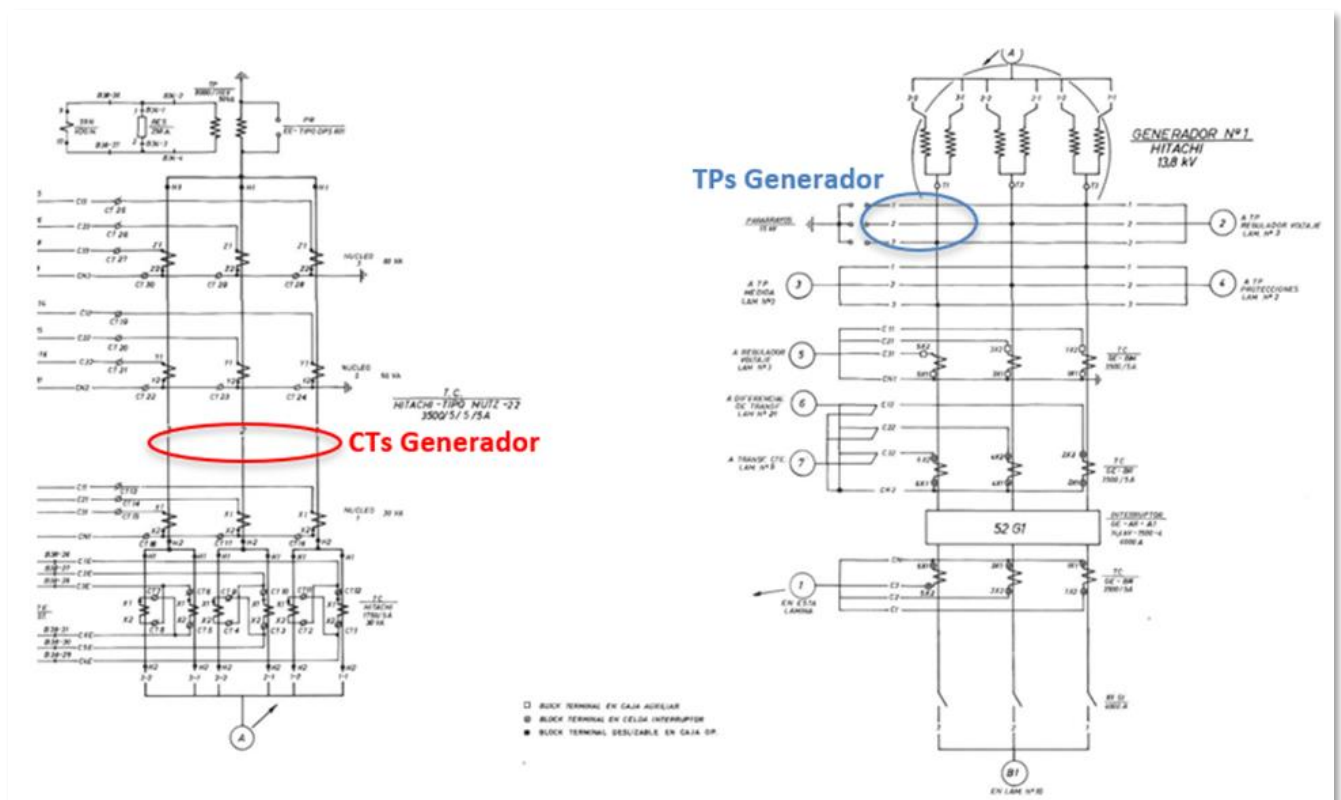


Figura 4.14 – Trifilar de planta – Generadores

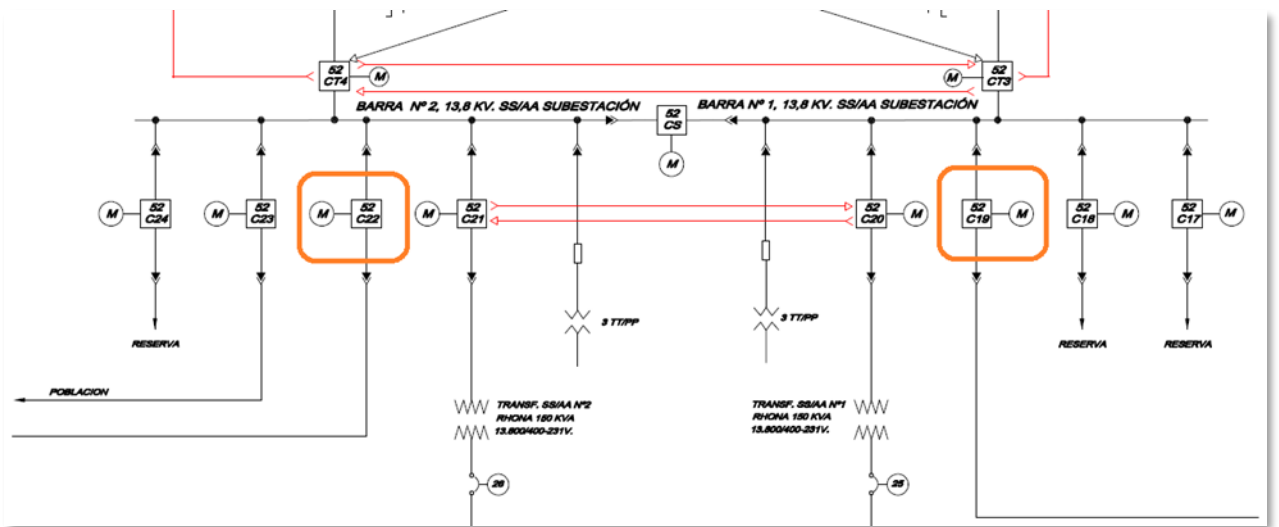


Figura 4.15 – Diagrama Unilineal Servicios Auxiliares – Medición de SSAA



4.4.1 Metodología

Se realizó la medición de potencia bruta y factor de potencia en bornes del generador tal como se solicita en el Anexo Técnico. La potencia de las pérdidas y consumos propios se midió desde los propios medidores de SS.AA.

La central no dispone de TT/PP de medida en lado de alta 230 kV de los transformadores de las unidades, por lo que no es posible tomar la medida de potencia neta en este punto, por lo tanto, la potencia neta se calculó indirectamente a partir de la medición de la potencia de las pérdidas y consumos propios.

Para las mediciones de potencia bruta de cada unidad, se han utilizados los transformadores de instrumentación (PTs, CTs) que son clase 0.2 (Figura 4.14). Para la medición de voltaje se utilizaron transformadores de tensión cuyas relaciones de transformación son 14.4/0.12 kV. Para la medición de corriente se utilizaron transformadores de corriente cuyas relaciones de transformación son 3500/5 A.

La potencia de los servicios auxiliares se midió sobre los alimentadores 52C19 y 52C22 (Figura 4.15). Para las mediciones se utilizaron los transformadores PT y CT clase 0.5, de relación 14.4/0.12 kV y 200/5 A, respectivamente.

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

Para la medición de potencia de los servicios auxiliares se utilizaron equipos de medida externos ION 7650. Los mismos son clase 0.2 y cumplen con las exigencias de precisión requeridas.

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



4.4.2 Instrumentación principal

Se instrumentó tal como se resume en la Tabla 4.4. La misma indica la instrumentación principal utilizada, magnitud medida, tipo y clase, y ubicación.

#	Magnitud	Instrumento	Tipo, clase y muestreo	Propietario y certificado	Ubicación	Tipo de registro
1	Potencia activa bruta Unidad 1	ION 7650 Serie PJ-1203A196-03	A, 0,2, 1 min.	Enel Generación S.A Figura 9.22	Conectado PTs y CTs clase 0.2 del unilineal de la Figura 4.14	Digital
2	Factor de potencia Unidad 1	ION 7650 Serie PJ-1203A196-03	A, 0,2 1 min.	Enel Generación S.A Figura 9.22	Conectado PTs y CTs clase 0.2 del unilineal de la Figura 4.14	Digital
3	Potencia activa bruta Unidad 2	ION 7650 Serie PJ-1102A941-02	A, 0,2, 1 min.	Enel Generación S.A Figura 9.23	Conectado PTs y CTs clase 0.2 del unilineal de la Figura 4.14	Digital
4	Factor de potencia Unidad 2	ION 7650 Serie PJ-1102A941-02	A, 0,2, 1 min.	Enel Generación S.A Figura 9.23	Conectado PTs y CTs clase 0.2 del unilineal de la Figura 4.14	Digital
5	Potencia activa bruta Unidad 3	ION 7650 Serie PJ-1203A189-03	A, 0,2, 1 min.	Enel Generación S.A Figura 9.24	Conectado PTs y CTs clase 0.2 del unilineal de la Figura 4.14	Digital
6	Factor de potencia Unidad 3	ION 7650 Serie PJ-1203A189-03	A, 0,2, 1 min.	Enel Generación S.A Figura 9.24	Conectado PTs y CTs clase 0.2 del unilineal de la Figura 4.14	Digital
7	Potencia activa bruta Unidad 4	ION 7650 Serie PJ-1203A284-03	A, 0,2, 1 min.	Enel Generación S.A Figura 9.25	Conectado PTs y CTs clase 0.2 del unilineal de la Figura 4.14	Digital
8	Factor de potencia Unidad 4	ION 7650 Serie PJ-1203A284-03	A, 0,2, 1 min.	Enel Generación S.A Figura 9.25	Conectado PTs y CTs clase 0.2 del unilineal de la Figura 4.14	Digital
9	Potencia activa bruta Unidad 5	ION 7650 Serie PJ-1012A206-02	A, 0,2, 15 min.	Enel Generación S.A Figura 9.26	Conectado PTs y CTs clase 0.2 del unilineal de la Figura 4.14	Digital
10	Factor de potencia Unidad 5	ION 7650 Serie PJ-1012A206-02	A, 0,2, 15 min.	Enel Generación S.A Figura 9.26	Conectado PTs y CTs clase 0.2 del unilineal de la Figura 4.14	Digital



11	Potencia SSAA Alimentador 52C19	Equipo Externo ION 8600 Serie PT-1012A395-01	A, 0,2, 1 min.	Enel Generación S.A Figura 9.27	Conectado PTs y CTs clase 0.2 del unilineal de la Figura 4.15	Digital
12	Potencia SSAA Alimentador 52C22	Equipo Externo ION 8600 Serie PT-1211A017-01	A, 0,2, 1 min.	Enel Generación S.A Figura 9.28	Conectado PTs y CTs clase 0.2 del unilineal de la Figura 4.15	Digital

Tabla 4.4 – Instrumentación principal de potencia

Las características principales de estos equipos y sus certificados de calibración vigentes a la fecha de los ensayos pueden consultarse en el Anexo 9.3.

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



4.4.3 Mediciones complementarias

Se muestra en la Tabla 4.5 el listado de señales disponibles en el SCADA de la central con los TAGS correspondientes:

Variable Complementaria	TAGS
Potencia activa total del generador [MW]	RAP_TH1_GEN_____P_
Potencia reactiva [Mvar]	RAP_TH1_GEN_____Q_
Frecuencia [Hz]	RAP_TH1_GN_____F_
Tensión del generador [kV]	RAP_TH1_GEN_____V_
Corriente terminal [A]	RAP_TH1_GEN_____I_
Posición distribuidor [%]	RAP_TH1_____PC
Nivel embalse [msnm]	RAP_00__E21LI100__NI
Nivel descarga [msnm]	RAP_00__E21LI200__NI
Temperatura de enrolado generador 9 [°C]	RAP_TH1_GEN_WD09__T_
Temperatura descanso de empuje segm. 7 [°C]	RAP_TH1_TST_BR07__T_
Temperatura descanso turbina segm. 8 [°C]	RAP_TH1_TRB_BR08__T_

Tabla 4.5 – Variables SCADA Central Rapel

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



4.5 Estimación de pérdidas y consumos propios de las unidades

Se pretende estimar de forma teórica los consumos propios y externos que posee cada unidad y las pérdidas ocasionadas en los distintos transformadores de potencia de manera de poder contar con una valorización que permita asegurar que las mediciones indirectas realizadas sean consistentes con estos valores. A continuación, en la Tabla 4.6 se muestra los resultados obtenidos mientras que en los capítulos sucesivos se hará el desglose de cada uno de los consumos:

Consumos	Potencia estimada	
Consumos de SSAA	212.18 kW	
Consumos de SSAA (nivel unidad)	42.44 kW	
Pérdidas por fase en el transformador principal N°1 Unidad U1 y U2	Vacío	Totales
	42 kW	273 kW
Pérdidas por fase en el transformador principal N°2 Unidad U3 y U4	Vacío	Totales
	42 kW	273 kW
Pérdidas en el transformador principal N°5 Unidad U5	Vacío	Totales
	82 kW	447 kW

Tabla 4.6 – Valores teóricos obtenidos de pérdidas y consumos propios

4.5.1 Consumos propios de los servicios auxiliares

Se presenta en la Tabla 4.7 las mediciones de Servicios Auxiliares registradas durante los ensayos. Estos datos fueron registrados en los puntos de medición señalados en la Figura 4.15.

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	Hora		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
P _{SSAA(C19)}	Potencia consumida SSAA - Alimentador C19	[kW]	99,01	97,62	98,00	101,81	98,84	104,49	101,63	101,78	101,62	106,44
P _{SSAA(C22)}	Potencia consumida SSAA - Alimentador C22	[kW]	108,75	93,42	120,50	120,02	92,12	140,07	102,91	92,21	141,52	99,04
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	207,75	191,03	218,50	221,83	190,96	244,56	204,54	193,99	243,13	205,48
	$P_{SSAA} = P_{SSAA(C19)} + P_{SSAA(C22)}$											
	Promedio	[kW]	212,18									

Tabla 4.7 – Mediciones de consumos de SS.AA



4.5.2 Pérdidas en los transformadores principales

Para estimar las pérdidas en los transformadores principales de cada unidad se utilizaron los datos de del fabricante. A continuación, se adjuntan los datos de los transformadores:

1.7. <u>Pérdidas garantizadas.</u>	
- Pérdidas en vacío al aplicar 100% de la tensión nominal	42 kW
- Pérdidas totales con tensión nominal, referidas a 75°C, bajo las condiciones siguientes:	
Potencia nominal en primarios y secundario, terciario a- bierto	273 kW

Tabla 4.8 – Valores medidos de pérdidas (por fase) en los transformadores principales N°1 y N°2

2.7. <u>Pérdidas Garantidas.</u>	
Pérdidas en vacío al aplicar 100% de la tensión nominal	82 kW
Pérdidas totales con tensión y potencia nominales, re- feridas a 75°C	447 kW

Tabla 4.9 – Valores medidos de pérdidas en el transformador principal N°5



5 REALIZACIÓN DE LA PRUEBA

Como se indicó en el capítulo 3.2 el experto técnico no se presentó en las instalaciones del coordinado y, por lo tanto, guio y supervisó su desarrollo de forma remota.

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

5.1 Chequeos preliminares

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

Se verificó:

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

5.2 Desarrollo de las pruebas

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

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. La regulación de frecuencia estuvo deshabilitada ya que el regulador de velocidad se encontraba en modo manual y la potencia activa quedo establecida por el limitador de apertura del distribuidor.
- e. No fue posible operar con un factor de potencia cercano a 0.95 debido a que las condiciones del Sistema no permitieron aumentar la inyección de reactivos para lograr dicho valor. Por esta razón, se operó en un factor de potencia cercano a 0.99.

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

5.3 Condiciones previas al inicio de los ensayos

Previo al inicio de las pruebas se verificaron las condiciones operativas de las unidades. Los servicios auxiliares quedaron alimentados exclusivamente desde los alimentadores 52C19 y 52C22 (ambos interruptores cerrados), los cuales están conectados a las barras 1 y 2 de SSAA. Estas barras se encuentran acopladas por el interruptor de acople 52C5 cerrado y alimentadas por el transformador de SSAA N°4 desde la barra de 66kV.

En las siguientes figuras se presentan las condiciones operativas del central:

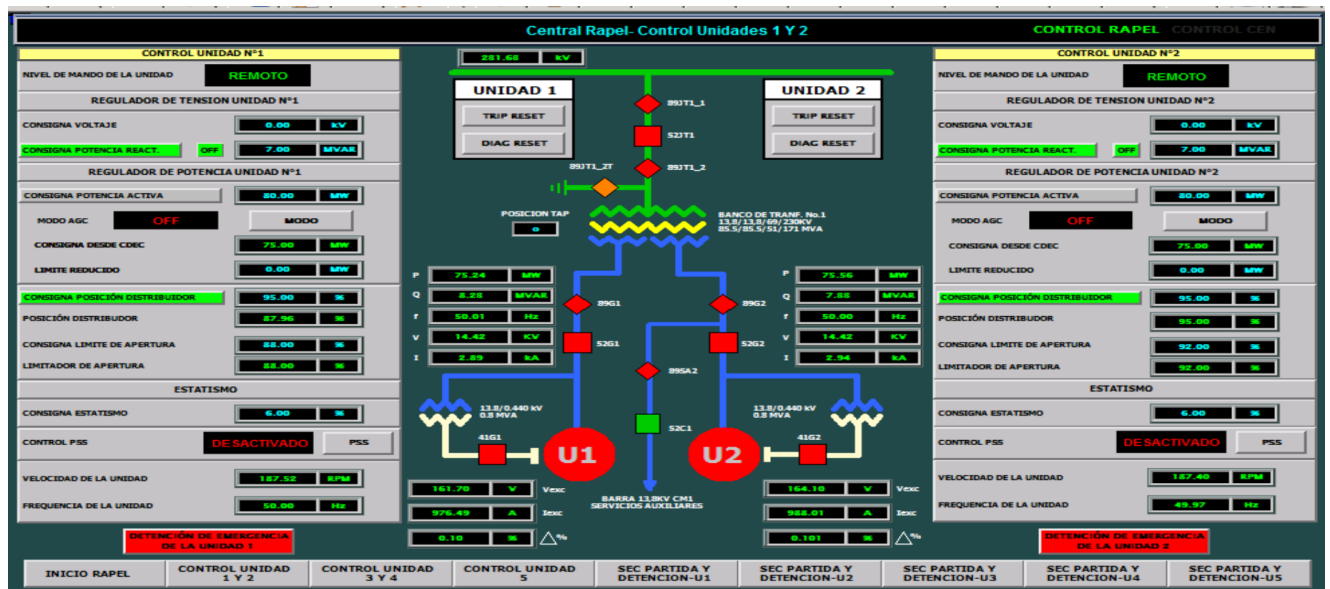


Figura 5.1 – Condiciones operativas durante los ensayos de las unidades U1 y U2

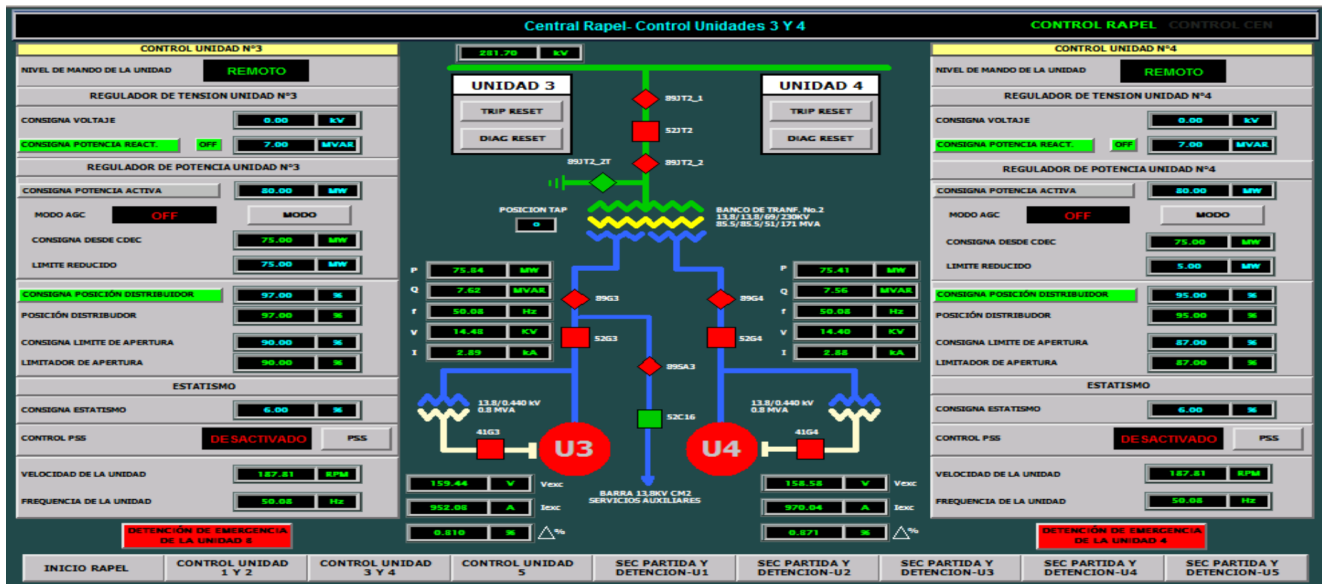


Figura 5.2 – Condiciones operativas durante los ensayos de las unidades U3 y U4

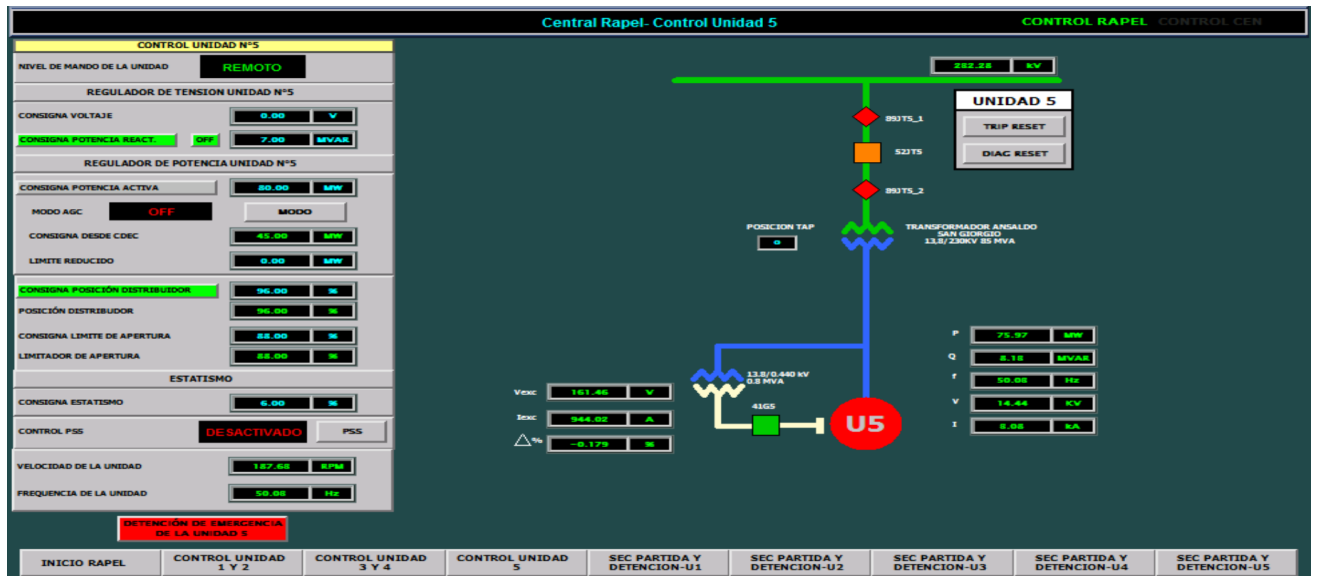


Figura 5.3 – Condiciones operativas durante los ensayos de la unidad U5

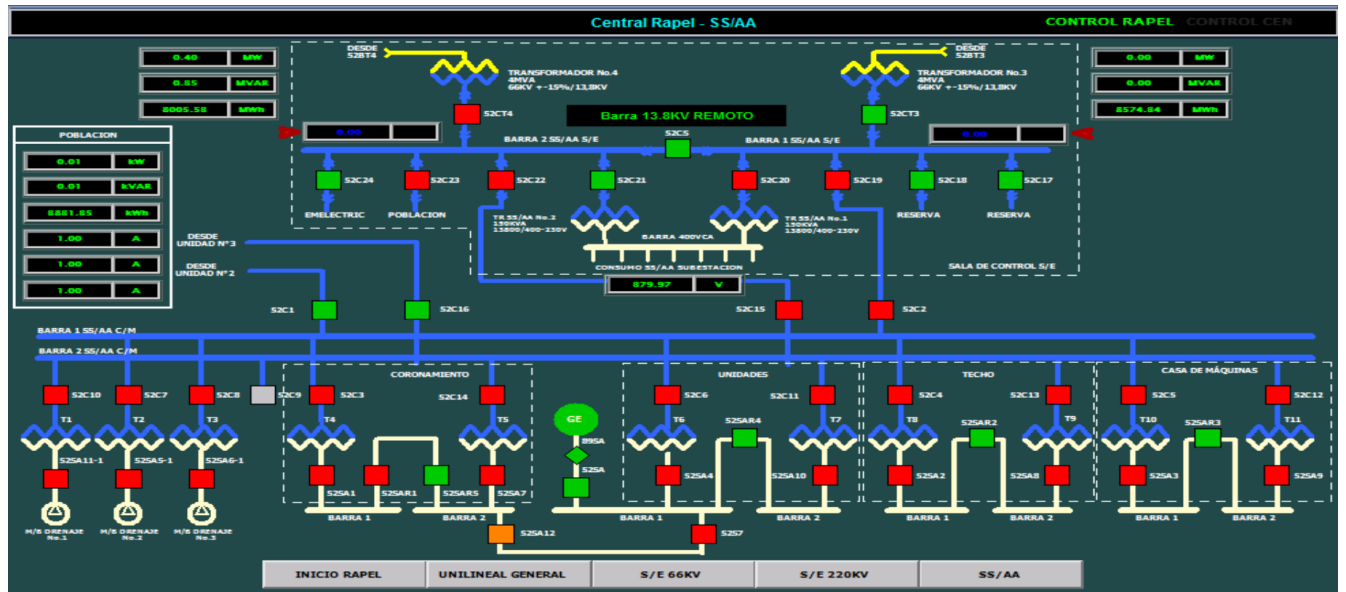


Figura 5.4 – Condiciones operativas durante los ensayos SSAA



5.4 Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba

Observando las condiciones constructivas de la central, las tuberías de alimentación hidráulica a cada una de las unidades son individuales (Figura 4.1) por lo que se puede asumir que no existe pérdida de carga que afecte la potencia de la unidad en una operación conjunta.

Por otro lado, como se detalla en el capítulo 6.8, se observa que el cambio de nivel de cota descarga si afecta a la determinación de potencia a nivel unidad por lo que se acordó corregir por esta variable.

Bajo estas consideraciones, se realizaron las pruebas de manera conjunta en las cinco unidades de la central, con el objetivo de determinar en la misma prueba de central completa la potencia máxima a nivel unidad.

Previo al inicio de las pruebas las cinco unidades se encontraban en servicio. El operador incrementó paulatinamente la carga de cada una de las unidades hasta alcanzar el valor correspondiente a potencia máxima.

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

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

La Tabla 5.1 resume los períodos resultantes del desarrollo de la prueba para la central:

Arranque de la unidad	-
Inicio del período de estabilización	20:06 Hs (18/10/2023)
Fin del período de estabilización	20:45 Hs
Inicio del período de prueba	20:45 Hs
Fin del período de prueba	01:45 Hs (19/10/2023)

Tabla 5.1 – Etapas de la prueba para la Central completa/Nivel unidad



5.5 Período de prueba

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

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

Tabla 5.2 – Máximas variaciones permisibles en las condiciones de operación

La Tabla 5.3 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas para la Unidad 1

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°												
Hora			20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
Verificación de condiciones de estabilidad												
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	2,00%	0,03%	0,04%	0,04%	0,03%	0,04%	0,04%	0,08%	0,01%	0,02%	0,02%
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	1,50%	0,37%	0,34%	0,67%	0,68%	0,58%	0,47%	0,62%	0,23%	0,31%	0,20%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,03%	0,06%	0,07%	0,05%	0,04%	0,05%	0,09%	0,05%	0,04%	0,05%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 5.3 – Verificación de estabilidad para la Unidad 1

La Tabla 5.4 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas para la Unidad 2

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°												
Hora			20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
Verificación de condiciones de estabilidad												
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	2,00%	0,06%	0,03%	0,03%	0,03%	0,06%	0,05%	0,04%	0,01%	0,06%	0,01%
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	1,50%	0,16%	0,28%	0,49%	0,11%	0,10%	0,18%	0,11%	0,09%	0,16%	0,13%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,03%	0,06%	0,07%	0,05%	0,04%	0,05%	0,09%	0,05%	0,04%	0,05%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 5.4 – Verificación de estabilidad para la Unidad 2



La Tabla 5.5 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas para la Unidad 3

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15	
Verificación de condiciones de estabilidad												
FP3	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 3	2,00%	0,04%	0,03%	0,01%	0,03%	0,02%	0,03%	0,04%	0,01%	0,01%	0,02%
P _{BRUTA3}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	1,50%	0,13%	0,09%	0,25%	0,11%	0,09%	0,07%	0,11%	0,11%	0,14%	0,08%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,03%	0,06%	0,07%	0,05%	0,04%	0,05%	0,09%	0,05%	0,04%	0,05%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 5.5 – Verificación de estabilidad para la Unidad 3

La Tabla 5.6 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas para la Unidad 4

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15	
Verificación de condiciones de estabilidad												
FP4	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 4	2,00%	0,05%	0,02%	0,02%	0,03%	0,03%	0,02%	0,03%	0,01%	0,01%	0,02%
P _{BRUTA4}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 4	1,50%	0,14%	0,07%	0,13%	0,11%	0,14%	0,14%	0,14%	0,11%	0,13%	0,12%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,03%	0,06%	0,07%	0,05%	0,04%	0,05%	0,09%	0,05%	0,04%	0,05%
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 4

La Tabla 5.7 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas para la Unidad 5

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15	
Verificación de condiciones de estabilidad												
FP5	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 5	2,00%	0,21%	0,04%	0,06%	0,00%	0,02%	0,01%	0,03%	0,00%	0,01%	0,01%
P _{BRUTA5}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 5	1,50%	0,57%	0,01%	0,03%	0,02%	0,01%	0,02%	0,02%	0,03%	0,00%	0,01%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,03%	0,06%	0,07%	0,05%	0,04%	0,05%	0,09%	0,05%	0,04%	0,05%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 5.7 – Verificación de estabilidad para la Unidad 5

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

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



6 CALCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS

6.1 Reducción de datos y estabilidad

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

6.2 Determinación de la potencia neta (medida)

La potencia neta se calcula indirectamente a partir de las mediciones de potencia bruta de las unidades bajo prueba y de la potencia de las pérdidas y consumos propios. La potencia neta calculada se corresponde con el lado de alta tensión del transformador de la unidad.

$$P_{Neta, No Corr(Ui)} = P_{Bruta, No Corr(Ui)} - (P_{SSAA(Ui)} + P_{Perd, tr_{Ui}})$$

Dónde:

- $P_{Neta, No Corr(Ui)}$: Potencia Neta No Corregida Unidad "i" (i=1, 2, 3, 4 y 5).
- $P_{Bruta, No Corr(Ui)}$: Potencia Bruta No Corregida (medición directa) Unidad "i" (i=1, 2, 3, 4 y 5).
- $P_{SSAA(Ui)}$: Consumos SS.AA. de la unidad bajo pruebas.
- $P_{Perd, tr(Ui)}$: Pérdidas en el transformador principal de la unidad bajo prueba.

Para el caso de la central completa se calcula como:

$$P_{Neta, No Corr} = P_{Bruta, No Corr} - (P_{SSAA, Med} + P_{Perd, tr_{U1}} + P_{Perd, tr_{U2}} + P_{Perd, tr_{U3}} + P_{Perd, tr_{U4}} + P_{Perd, tr_{U5}})$$

Dónde:

- $P_{Neta, No Corr}$: Potencia Neta No Corregida de la Central.
- $P_{Bruta, No Corr}$: Potencia Bruta No Corregida (medición directa) de la Central.
- $P_{SSAA, Med}$: Consumos SS.AA. internos de la planta (medición directa).
- $P_{Perd, tr(Ui)}$: Pérdidas en el transformador principal de cada una de las unidades bajo prueba.



La Tabla 6.1 detalla los cálculos realizados para la Unidad 1

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°			20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
Hora												
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	0,996	0,998	0,998	0,997	0,998	0,997	0,999	0,998	0,998	0,998
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	71,66	71,02	73,06	73,14	71,89	71,82	72,68	73,10	73,14	72,92
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	72,71	72,57	72,47	72,67	72,64	72,69	72,63	72,60	72,60	72,55
P _{BRUTA3}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	[MW]	71,65	71,59	71,77	71,88	71,96	71,93	71,91	71,86	71,82	71,87
P _{BRUTA4}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 4	[MW]	71,43	71,44	71,43	71,38	71,39	71,41	71,31	71,30	71,30	71,33
P _{BRUTA5}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 5	[MW]	75,78	76,02	75,99	75,95	75,95	75,94	75,92	75,88	75,86	75,84
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	207,75	191,03	218,50	221,83	190,96	244,56	204,54	193,99	243,13	205,48
P _{SSAA U1}	Potencia consumida por los servicios auxiliares Unidad 1	[kW]	41,55	38,21	43,70	44,37	38,19	48,91	40,91	38,80	48,63	41,10
P _{NETA U1}	Potencia Neta Unidad 1	[MW]	71,31	70,68	72,70	72,78	71,54	71,46	72,33	72,74	72,77	72,56
Determinación pérdidas totales												
L _{TRAF01}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 1	[MW]	0,310	0,307	0,314	0,315	0,311	0,310	0,313	0,315	0,315	0,314
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	0,352	0,346	0,358	0,359	0,349	0,359	0,354	0,353	0,363	0,355

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

La Tabla 6.2 detalla los cálculos realizados para la Unidad 2

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°			20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
Hora												
Variables Primarias												
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	71,66	71,02	73,06	73,14	71,89	71,82	72,68	73,10	73,14	72,92
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	0,996	0,997	0,997	0,996	0,997	0,996	0,998	0,998	0,998	0,999
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	72,71	72,57	72,47	72,67	72,64	72,69	72,63	72,60	72,60	72,55
P _{BRUTA3}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	[MW]	71,65	71,59	71,77	71,88	71,96	71,93	71,91	71,86	71,82	71,87
P _{BRUTA4}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 4	[MW]	71,43	71,44	71,43	71,38	71,39	71,41	71,31	71,30	71,30	71,33
P _{BRUTA5}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 5	[MW]	75,78	76,02	75,99	75,95	75,95	75,94	75,92	75,88	75,86	75,84
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	207,75	191,03	218,50	221,83	190,96	244,56	204,54	193,99	243,13	205,48
P _{SSAA U2}	Potencia consumida por los servicios auxiliares Unidad 2	[kW]	41,55	38,21	43,70	44,37	38,19	48,91	40,91	38,80	48,63	41,10
P _{NETA U2}	Potencia Neta Unidad 2	[MW]	72,36	72,22	72,11	72,31	72,29	72,33	72,28	72,25	72,24	72,20
Determinación pérdidas totales												
L _{TRAF02}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 2	[MW]	0,310	0,307	0,314	0,315	0,311	0,310	0,313	0,315	0,315	0,314
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	0,352	0,346	0,358	0,359	0,349	0,359	0,354	0,353	0,363	0,355

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



La Tabla 6.3 detalla los cálculos realizados para la Unidad 3

Períodos			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	ref		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
Hora												
Variables Primarias												
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	71,66	71,02	73,06	73,14	71,89	71,82	72,68	73,10	73,14	72,92
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	72,71	72,57	72,47	72,67	72,64	72,69	72,63	72,60	72,60	72,55
FP3	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 3	-	0,995	0,997	0,997	0,996	0,997	0,997	0,998	0,998	0,998	0,998
P _{BRUTA3}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	[MW]	71,65	71,59	71,77	71,88	71,96	71,93	71,91	71,86	71,82	71,87
P _{BRUTA4}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 4	[MW]	71,43	71,44	71,43	71,38	71,39	71,41	71,31	71,30	71,30	71,33
P _{BRUTA5}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 5	[MW]	75,78	76,02	75,99	75,95	75,95	75,94	75,92	75,88	75,86	75,84
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	207,75	191,03	218,50	221,83	190,96	244,56	204,54	193,99	243,13	205,48
P _{SSAA U3}	Potencia consumida por los servicios auxiliares Unidad 3	[kW]	41,55	38,21	43,70	44,37	38,19	48,91	40,91	38,80	48,63	41,10
P _{NETA U3}	Potencia Neta Unidad 3	[MW]	71,30	71,25	71,42	71,53	71,61	71,58	71,56	71,51	71,47	71,52
Determinación pérdidas totales												
L _{TRAFOS}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 3	[MW]	0,306	0,305	0,306	0,306	0,307	0,306	0,306	0,306	0,306	0,306
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	0,347	0,344	0,350	0,351	0,345	0,355	0,347	0,345	0,354	0,347

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

La Tabla 6.4 detalla los cálculos realizados para la Unidad 4

Períodos			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	ref		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
Hora												
Variables Primarias												
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	71,66	71,02	73,06	73,14	71,89	71,82	72,68	73,10	73,14	72,92
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	72,71	72,57	72,47	72,67	72,64	72,69	72,63	72,60	72,60	72,55
P _{BRUTA3}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	[MW]	71,65	71,59	71,77	71,88	71,96	71,93	71,91	71,86	71,82	71,87
FP4	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 4	-	0,995	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997	0,998	0,998	0,998	0,999
P _{BRUTA4}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 4	[MW]	71,43	71,44	71,43	71,38	71,39	71,41	71,31	71,30	71,30	71,33
P _{BRUTA5}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 5	[MW]	75,78	76,02	75,99	75,95	75,95	75,94	75,92	75,88	75,86	75,84
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	207,75	191,03	218,50	221,83	190,96	244,56	204,54	193,99	243,13	205,48
P _{SSAA U4}	Potencia consumida por los servicios auxiliares Unidad 4	[kW]	41,55	38,21	43,70	44,37	38,19	48,91	40,91	38,80	48,63	41,10
P _{NETA U4}	Potencia Neta Unidad 4	[MW]	71,08	71,10	71,08	71,03	71,05	71,06	70,96	70,96	70,94	70,98
Determinación pérdidas totales												
L _{TRAFOS}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 4	[MW]	0,306	0,305	0,306	0,306	0,307	0,306	0,306	0,306	0,306	0,306
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	0,347	0,344	0,350	0,351	0,345	0,355	0,347	0,345	0,354	0,347

Tabla 6.4 – Cálculos de potencia de pérdidas para la Unidad 4



La Tabla 6.5 detalla los cálculos realizados para la Unidad 5

Períodos			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	ref		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
Hora												
Variables Primarias												
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	71,66	71,02	73,06	73,14	71,89	71,82	72,68	73,10	73,14	72,92
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	72,71	72,57	72,47	72,67	72,64	72,69	72,63	72,60	72,60	72,55
P _{BRUTA3}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	[MW]	71,65	71,59	71,77	71,88	71,96	71,93	71,91	71,86	71,82	71,87
P _{BRUTA4}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 4	[MW]	71,43	71,44	71,43	71,38	71,39	71,41	71,31	71,30	71,30	71,33
FP5	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 5	-	0,994	0,996	0,997	0,997	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998
P _{BRUTA5}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 5	[MW]	75,78	76,02	75,99	75,95	75,95	75,94	75,92	75,88	75,86	75,84
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	207,75	191,03	218,50	221,83	190,96	244,56	204,54	193,99	243,13	205,48
P _{SSAA US}	Potencia consumida por los servicios auxiliares Unidad 5	[kW]	41,55	38,21	43,70	44,37	38,19	48,91	40,91	38,80	48,63	41,10
P _{NETA US}	Potencia Neta Unidad 5	[MW]	75,37	75,61	75,58	75,53	75,54	75,52	75,50	75,47	75,43	75,43
Determinación pérdidas totales												
L _{TRAFOS}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 5	[MW]	0,372	0,374	0,374	0,373	0,373	0,373	0,373	0,373	0,373	0,373
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	0,414	0,412	0,417	0,418	0,412	0,422	0,414	0,412	0,421	0,414

Tabla 6.5 – Cálculos de potencia de pérdidas para la Unidad 5



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		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15	
Variables Primarias												
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	0,996	0,998	0,998	0,997	0,998	0,997	0,999	0,998	0,998	0,998
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	71,66	71,02	73,06	73,14	71,89	71,82	72,68	73,10	73,14	72,92
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	0,996	0,997	0,997	0,996	0,997	0,996	0,998	0,998	0,998	0,999
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	72,71	72,57	72,47	72,67	72,64	72,69	72,63	72,60	72,60	72,55
FP3	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 3	-	0,995	0,997	0,997	0,996	0,997	0,997	0,998	0,998	0,998	0,998
P _{BRUTA3}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	[MW]	71,65	71,59	71,77	71,88	71,96	71,93	71,91	71,86	71,82	71,87
FP4	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 4	-	0,995	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997	0,998	0,998	0,998	0,999
P _{BRUTA4}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 4	[MW]	71,43	71,44	71,43	71,38	71,39	71,41	71,31	71,30	71,30	71,33
FP5	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 5	-	0,994	0,996	0,997	0,997	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998
P _{BRUTA5}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 5	[MW]	75,78	76,02	75,99	75,95	75,95	75,94	75,92	75,88	75,86	75,84
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	207,75	191,03	218,50	221,83	190,96	244,56	204,54	193,99	243,13	205,48
P _{NETA}	Potencia Neta Central Completa	[MW]	361,42	360,85	362,88	363,19	362,03	361,95	362,64	362,93	362,86	362,69
Determinación pérdidas totales												
P _{Bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	363,23	362,64	364,72	365,02	363,83	363,80	364,45	364,74	364,72	364,51
P _{Neta, No Corr}	Potencia Neta medida - Total	[MW]	361,42	360,85	362,88	363,19	362,03	361,95	362,64	362,93	362,86	362,69
L _{TRAF01-2}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 1-Unidad 2	[MW]	0,620	0,615	0,628	0,630	0,621	0,621	0,626	0,629	0,629	0,628
L _{TRAF03-4}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 3-Unidad 4	[MW]	0,611	0,611	0,612	0,612	0,613	0,613	0,612	0,612	0,611	0,612
L _{TRAF05}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 5	[MW]	0,372	0,374	0,374	0,373	0,373	0,373	0,373	0,373	0,373	0,373
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	1,81	1,79	1,83	1,84	1,80	1,85	1,82	1,81	1,86	1,82

Tabla 6.6 – Cálculos de potencia de pérdidas para la Central completa



6.2.1 Determinación de la potencia de pérdidas y consumos propios

Considerando que se realizaron las pruebas de manera conjunta en las cinco unidades de la central, con el objetivo de determinar en la misma prueba de central completa la potencia máxima a nivel unidad, la determinación de las pérdidas y consumos propios de la unidad bajo prueba ($P_{SSAA(Ui)}$) se calculan como un prorrateo de la medición total del consumo de SSAA registrada durante la prueba:

$$P_{SSAA(Ui)} = \frac{P_{SSAA,Med}}{5}$$

Dónde:

- $P_{SSAA,Med}$: Pérdidas y consumos internos de la planta (medición directa).
- $P_{SSAA(Ui)}$: Pérdidas y consumos propios de la unidad bajo prueba

Por otra parte, al calcular indirectamente la potencia neta de cada unidad es necesario considerar que las mediciones de consumos de propios no tuvieron en cuenta las pérdidas en el transformador principal. En capítulo 4.5 se presentan los valores de pérdida en vacío y carga de cada transformador principal. Cabe mencionar que el valor de pérdidas en carga está referido a la condición de potencia nominal del equipo y deben ser determinadas en la condición de ensayo.

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

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

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

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

En tanto, el valor total de las pérdidas y consumos internos queda determinado por la siguiente ecuación:

$$L_{TOTALES} = P_{SSAA(Ui)} + P_{Perd,trUi}$$



6.3 Correcciones aplicables a la potencia bruta

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

Según lo establece el anexo técnico pueden aplicarse correcciones por:

1. Corrección por factor de potencia.

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

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

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

Dónde:

- $P_{Bruta,Corr(Ui)}$: Potencia Bruta Corregida Unidad "i" (i=1, 2, 3, 4 y 5)
- $P_{Bruta(Ui)}$: Potencia Bruta Medida Unidad "i" (i=1, 2, 3, 4 y 5)
- LFP: Pérdidas relacionadas a no operar en el factor de potencia (FP) establecido por el Anexo Técnico. Se aplica sólo si durante los ensayos no se logró alcanzar $FP = 0.95$. Se calcula como la diferencia de potencia entre la correspondiente al FP del ensayo menos la potencia correspondiente al FP de referencia, ambos valores obtenidos de las curvas del capítulo 4.3. Para cada unidad (U1, U2, U3, U4 y U5) el factor de potencia que se utilizará como referencia es el indicado por el medidor #2, 4, 6, 8 y 10, respectivamente (Tabla 4.4).



La Tabla 6.7 detalla las correcciones realizadas para la Unidad 1

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°			20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
Hora												
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	0,996	0,998	0,998	0,997	0,998	0,997	0,999	0,998	0,998	0,998
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	71,66	71,02	73,06	73,14	71,89	71,82	72,68	73,10	73,14	72,92
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	72,71	72,57	72,47	72,67	72,64	72,69	72,63	72,60	72,60	72,55
P _{BRUTA3}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	[MW]	71,65	71,59	71,77	71,88	71,96	71,93	71,91	71,86	71,82	71,87
P _{BRUTA4}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 4	[MW]	71,43	71,44	71,43	71,38	71,39	71,41	71,31	71,30	71,30	71,33
P _{BRUTA5}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 5	[MW]	75,78	76,02	75,99	75,95	75,95	75,94	75,92	75,88	75,86	75,84
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	207,75	191,03	218,50	221,83	190,96	244,56	204,54	193,99	243,13	205,48
P _{SSAA U1}	Potencia consumida por los servicios auxiliares Unidad 1	[kW]	41,55	38,21	43,70	44,37	38,19	48,91	40,91	38,80	48,63	41,10
P _{NETA U1}	Potencia Neta Unidad 1	[MW]	71,31	70,68	72,70	72,78	71,54	71,46	72,33	72,74	72,77	72,56
Correcciones a la Potencia bruta												
L _{FP, U1}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 1	[kW]	69,27	70,81	72,42	72,12	72,13	71,44	73,48	73,08	73,09	73,37
P_{Bruta, Corr, U1}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	71,59	70,95	72,98	73,07	71,82	71,75	72,61	73,02	73,06	72,84

Tabla 6.7 – Correcciones a la Potencia Bruta para la Unidad 1

La Tabla 6.8 detalla las correcciones realizadas para la Unidad 2

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°			20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
Hora												
Variables Primarias												
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	71,66	71,02	73,06	73,14	71,89	71,82	72,68	73,10	73,14	72,92
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	0,996	0,997	0,997	0,996	0,997	0,996	0,998	0,998	0,998	0,999
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	72,71	72,57	72,47	72,67	72,64	72,69	72,63	72,60	72,60	72,55
P _{BRUTA3}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	[MW]	71,65	71,59	71,77	71,88	71,96	71,93	71,91	71,86	71,82	71,87
P _{BRUTA4}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 4	[MW]	71,43	71,44	71,43	71,38	71,39	71,41	71,31	71,30	71,30	71,33
P _{BRUTA5}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 5	[MW]	75,78	76,02	75,99	75,95	75,95	75,94	75,92	75,88	75,86	75,84
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	207,75	191,03	218,50	221,83	190,96	244,56	204,54	193,99	243,13	205,48
P _{SSAA U2}	Potencia consumida por los servicios auxiliares Unidad 2	[kW]	41,55	38,21	43,70	44,37	38,19	48,91	40,91	38,80	48,63	41,10
P _{NETA U2}	Potencia Neta Unidad 2	[MW]	72,36	72,22	72,11	72,31	72,29	72,33	72,28	72,25	72,24	72,20
Correcciones a la Potencia bruta												
L _{FP, U2}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 2	[kW]	68,82	70,55	70,92	68,98	70,30	70,05	72,09	71,89	72,57	73,86
P_{Bruta, Corr, U2}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	72,64	72,50	72,40	72,60	72,57	72,62	72,56	72,53	72,53	72,48

Tabla 6.8 – Correcciones a la Potencia Bruta para la Unidad 2



La Tabla 6.9 detalla las correcciones realizadas para la Unidad 3

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°			20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
Hora												
Variables Primarias												
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	71,66	71,02	73,06	73,14	71,89	71,82	72,68	73,10	73,14	72,92
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	72,71	72,57	72,47	72,67	72,64	72,69	72,63	72,60	72,60	72,55
FP3	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 3	-	0,995	0,997	0,997	0,996	0,997	0,997	0,998	0,998	0,998	0,998
P _{BRUTA3}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	[MW]	71,65	71,59	71,77	71,88	71,96	71,93	71,91	71,86	71,82	71,87
P _{BRUTA4}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 4	[MW]	71,43	71,44	71,43	71,38	71,39	71,41	71,31	71,30	71,30	71,33
P _{BRUTA5}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 5	[MW]	75,78	76,02	75,99	75,95	75,95	75,94	75,92	75,88	75,86	75,84
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	207,75	191,03	218,50	221,83	190,96	244,56	204,54	193,99	243,13	205,48
P _{SSAA U3}	Potencia consumida por los servicios auxiliares Unidad 3	[kW]	41,55	38,21	43,70	44,37	38,19	48,91	40,91	38,80	48,63	41,10
P _{NETA U3}	Potencia Neta Unidad 3	[MW]	71,30	71,25	71,42	71,53	71,61	71,58	71,56	71,51	71,47	71,52
Correcciones a la Potencia bruta												
L _{FP, U3}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 3	[kW]	68,16	70,24	71,32	69,72	71,48	70,80	72,07	72,32	72,15	72,92
P_{Bruta, Corr, U3}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	71,58	71,52	71,69	71,81	71,89	71,86	71,84	71,78	71,75	71,79

Tabla 6.9 – Correcciones a la Potencia Bruta para la Unidad 3

La Tabla 6.10 detalla las correcciones realizadas para la Unidad 4

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°			20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
Hora												
Variables Primarias												
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	71,66	71,02	73,06	73,14	71,89	71,82	72,68	73,10	73,14	72,92
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	72,71	72,57	72,47	72,67	72,64	72,69	72,63	72,60	72,60	72,55
P _{BRUTA3}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	[MW]	71,65	71,59	71,77	71,88	71,96	71,93	71,91	71,86	71,82	71,87
FP4	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 4	-	0,995	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997	0,998	0,998	0,998	0,999
P _{BRUTA4}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 4	[MW]	71,43	71,44	71,43	71,38	71,39	71,41	71,31	71,30	71,30	71,33
P _{BRUTA5}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 5	[MW]	75,78	76,02	75,99	75,95	75,95	75,94	75,92	75,88	75,86	75,84
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	207,75	191,03	218,50	221,83	190,96	244,56	204,54	193,99	243,13	205,48
P _{SSAA U4}	Potencia consumida por los servicios auxiliares Unidad 4	[kW]	41,55	38,21	43,70	44,37	38,19	48,91	40,91	38,80	48,63	41,10
P _{NETA U4}	Potencia Neta Unidad 4	[MW]	71,08	71,10	71,08	71,03	71,05	71,06	70,96	70,96	70,94	70,98
Correcciones a la Potencia bruta												
L _{FP, U4}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 4	[kW]	67,92	70,20	70,65	70,66	70,87	70,61	71,93	72,08	71,82	72,52
P_{Bruta, Corr, U4}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	71,36	71,37	71,36	71,31	71,32	71,34	71,24	71,23	71,23	71,25

Tabla 6.10 – Correcciones a la Potencia Bruta para la Unidad 4



La Tabla 6.11 detalla las correcciones realizadas para la Unidad 5

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°			20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
Hora												
Variables Primarias												
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	71,66	71,02	73,06	73,14	71,89	71,82	72,68	73,10	73,14	72,92
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	72,71	72,57	72,47	72,67	72,64	72,69	72,63	72,60	72,60	72,55
P _{BRUTA3}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	[MW]	71,65	71,59	71,77	71,88	71,96	71,93	71,91	71,86	71,82	71,87
P _{BRUTA4}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 4	[MW]	71,43	71,44	71,43	71,38	71,39	71,41	71,31	71,30	71,30	71,33
FP5	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 5	-	0,994	0,996	0,997	0,997	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998
P _{BRUTA5}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 5	[MW]	75,78	76,02	75,99	75,95	75,95	75,94	75,92	75,88	75,86	75,84
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	207,75	191,03	218,50	221,83	190,96	244,56	204,54	193,99	243,13	205,48
P _{SSAA US}	Potencia consumida por los servicios auxiliares Unidad 5	[kW]	41,55	38,21	43,70	44,37	38,19	48,91	40,91	38,80	48,63	41,10
P _{NETA US}	Potencia Neta Unidad 5	[MW]	75,37	75,61	75,58	75,53	75,54	75,52	75,50	75,47	75,43	75,43
Correcciones a la Potencia bruta												
L _{FP, US}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 5	[kW]	69,15	72,26	73,94	74,47	74,72	74,88	75,35	75,41	75,26	75,51
P_{Bruta, Corr, US}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	75,71	75,95	75,92	75,88	75,87	75,87	75,84	75,81	75,78	75,77

Tabla 6.11 – Correcciones a la Potencia Bruta para la Unidad 5

La Tabla 6.12 detalla las correcciones realizadas para la Central completa



Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	Hora		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
Variables Primarias												
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	0,996	0,998	0,998	0,997	0,998	0,997	0,999	0,998	0,998	0,998
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	71,66	71,02	73,06	73,14	71,89	71,82	72,68	73,10	73,14	72,92
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	0,996	0,997	0,997	0,996	0,997	0,996	0,998	0,998	0,998	0,999
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	72,71	72,57	72,47	72,67	72,64	72,69	72,63	72,60	72,60	72,55
FP3	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 3	-	0,995	0,997	0,997	0,996	0,997	0,997	0,998	0,998	0,998	0,998
P _{BRUTA3}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	[MW]	71,65	71,59	71,77	71,88	71,96	71,93	71,91	71,86	71,82	71,87
FP4	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 4	-	0,995	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997	0,998	0,998	0,998	0,999
P _{BRUTA4}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 4	[MW]	71,43	71,44	71,43	71,38	71,39	71,41	71,31	71,30	71,30	71,33
FP5	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 5	-	0,994	0,996	0,997	0,997	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998
P _{BRUTA5}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 5	[MW]	75,78	76,02	75,99	75,95	75,95	75,94	75,92	75,88	75,86	75,84
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	207,75	191,03	218,50	221,83	190,96	244,56	204,54	193,99	243,13	205,48
P _{NETA}	Potencia Neta Central Completa	[MW]	361,42	360,85	362,88	363,19	362,03	361,95	362,64	362,93	362,86	362,69
Correcciones a la Potencia bruta												
L _{FP, U1}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 1	[kW]	69,27	70,81	72,42	72,12	72,13	71,44	73,48	73,08	73,09	73,37
L _{FP, U2}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 2	[kW]	68,82	70,55	70,92	68,98	70,30	70,05	72,09	71,89	72,57	73,86
L _{FP, U3}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 3	[kW]	68,16	70,24	71,32	69,72	71,48	70,80	72,07	72,32	72,15	72,92
L _{FP, U4}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 4	[kW]	67,92	70,20	70,65	70,66	70,87	70,61	71,93	72,08	71,82	72,52
L _{FP, U5}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 5	[kW]	69,15	72,26	73,94	74,47	74,72	74,88	75,35	75,41	75,26	75,51
P _{Bruta, Corr, U1}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	71,59	70,95	72,98	73,07	71,82	71,75	72,61	73,02	73,06	72,84
P _{Bruta, Corr, U2}		[MW]	72,64	72,50	72,40	72,60	72,57	72,62	72,56	72,53	72,53	72,48
P _{Bruta, Corr, U3}		[MW]	71,58	71,52	71,69	71,81	71,89	71,86	71,84	71,78	71,75	71,79
P _{Bruta, Corr, U4}		[MW]	71,36	71,37	71,36	71,31	71,32	71,34	71,24	71,23	71,23	71,25
P _{Bruta, Corr, U5}		[MW]	75,71	75,95	75,92	75,88	75,87	75,87	75,84	75,81	75,78	75,77

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



6.4 Cálculo de la potencia neta corregida

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

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

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

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

Dónde:

- $P_{Neta,Corr(Ui)}$: Potencia Neta Corregida Unidad “i” (i=1, 2, 3, 4 y 5).
- $P_{Neta,No\ Corr(Ui)}$: Potencia Neta No Corregida Unidad “i” (i=1, 2, 3, 4 y 5).
- $P_{Bruta,Corr(Ui)}$: Potencia Bruta Corregida Unidad “i” (i=1, 2, 3, 4 y 5).
- $P_{Bruta, No\ Corr(Ui)}$: Potencia Bruta No Corregida (medición directa) Unidad “i” (i=1, 2, 3, 4 y 5).
- $P_{SSAA(Ui)}$: Consumos SS.AA. de la unidad bajo prueba.
- $P_{Perd,tr(Ui)}$: Pérdidas en el transformador principal de la unidad bajo prueba.

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		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15	
Determinación pérdidas totales												
L _{TRAF01}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 1	[MW]	0,310	0,307	0,314	0,315	0,311	0,310	0,313	0,315	0,315	0,314
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	0,352	0,346	0,358	0,359	0,349	0,359	0,354	0,353	0,363	0,355
Cálculo promedio final												
P _{Bruta,corr}	Valores utilizados para	[MW]	71,59	70,95	72,98	73,07	71,82	71,75	72,61	73,02	73,06	72,84
P _{Neta,corr}	cálculo de promedio final	[MW]	71,24	70,61	72,63	72,71	71,47	71,39	72,25	72,67	72,70	72,49

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		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15	
Determinación pérdidas totales												
L _{TRAF02}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 2	[MW]	0,310	0,307	0,314	0,315	0,311	0,310	0,313	0,315	0,315	0,314
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	0,352	0,346	0,358	0,359	0,349	0,359	0,354	0,353	0,363	0,355
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, corr}	Valores utilizados para	[MW]	72,64	72,50	72,40	72,60	72,57	72,62	72,56	72,53	72,53	72,48
P _{Neta, corr}	cálculo de promedio final	[MW]	72,29	72,15	72,04	72,24	72,22	72,26	72,21	72,17	72,17	72,12

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

La Tabla 6.15 detalla los cálculos realizados para la Unidad 3

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15	
Determinación pérdidas totales												
L _{TRAF03}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 3	[MW]	0,306	0,305	0,306	0,306	0,307	0,306	0,306	0,306	0,306	0,306
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	0,347	0,344	0,350	0,351	0,345	0,355	0,347	0,345	0,354	0,347
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, corr}	Valores utilizados para	[MW]	71,58	71,52	71,69	71,81	71,89	71,86	71,84	71,78	71,75	71,79
P _{Neta, corr}	cálculo de promedio final	[MW]	71,23	71,18	71,34	71,46	71,54	71,50	71,49	71,44	71,40	71,45

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

La Tabla 6.16 detalla los cálculos realizados para la Unidad 4

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15	
Determinación pérdidas totales												
L _{TRAF04}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 4	[MW]	0,306	0,305	0,306	0,306	0,307	0,306	0,306	0,306	0,306	0,306
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	0,347	0,344	0,350	0,351	0,345	0,355	0,347	0,345	0,354	0,347
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, corr}	Valores utilizados para	[MW]	71,36	71,37	71,36	71,31	71,32	71,34	71,24	71,23	71,23	71,25
P _{Neta, corr}	cálculo de promedio final	[MW]	71,01	71,03	71,01	70,96	70,98	70,98	70,89	70,89	70,87	70,91

Tabla 6.16 – Cálculos de Potencia Neta corregida para la Unidad 4



La Tabla 6.17 detalla los cálculos realizados para la Unidad 5

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°												
Hora			20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
Determinación pérdidas totales												
L _{TRAFOS}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 5	[MW]	0,372	0,374	0,374	0,373	0,373	0,373	0,373	0,373	0,373	0,373
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	0,414	0,412	0,417	0,418	0,412	0,422	0,414	0,412	0,421	0,414
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	75,71	75,95	75,92	75,88	75,87	75,87	75,84	75,81	75,78	75,77
P _{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	75,30	75,54	75,50	75,46	75,46	75,45	75,43	75,40	75,36	75,36

Tabla 6.17 – Cálculos de Potencia Neta corregida para la Unidad 5

La Tabla 6.18 detalla los cálculos realizados para la Central completa

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°												
Hora			20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
Determinación pérdidas totales												
L _{TRAF01-2}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 1-Unidad 2	[MW]	0,620	0,615	0,628	0,630	0,621	0,621	0,626	0,629	0,629	0,628
L _{TRAF03-4}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 3-Unidad 4	[MW]	0,611	0,611	0,612	0,612	0,613	0,613	0,612	0,612	0,611	0,612
L _{TRAFOS}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 5	[MW]	0,372	0,374	0,374	0,373	0,373	0,373	0,373	0,373	0,373	0,373
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	1,81	1,79	1,83	1,84	1,80	1,85	1,82	1,81	1,86	1,82
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	362,89	362,29	364,36	364,67	363,47	363,44	364,09	364,38	364,35	364,14
P _{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	361,08	360,50	362,53	362,83	361,67	361,59	362,27	362,57	362,50	362,32

Tabla 6.18 – 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: **72,37 MW**
- Unidad 2: **72,54 MW**
- Unidad 3: **71,75 MW**
- Unidad 4: **71,30 MW**
- Unidad 5: **75,84 MW**
- Central completa: **363,81 MW**

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

- Unidad 1: **72,02 MW**
- Unidad 2: **72,19 MW**
- Unidad 3: **71,40 MW**
- Unidad 4: **70,95 MW**
- Unidad 5: **75,42 MW**
- Central completa: **361,98 MW**

La Tabla 6.19 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		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15	
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	71,59	70,95	72,98	73,07	71,82	71,75	72,61	73,02	73,06	72,84
P _{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	71,24	70,61	72,63	72,71	71,47	71,39	72,25	72,67	72,70	72,49
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	72,37									
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	72,02									

Tabla 6.19 – Promedio Final para la Unidad 1



La Tabla 6.20 detalla los valores utilizados para el cálculo del promedio de la Unidad 2

Períodos											
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
Cálculo promedio final											
P _{Bruta, corr}	Valores utilizados para	[MW]	72,64	72,50	72,40	72,60	72,57	72,62	72,56	72,53	72,48
P _{Neta, corr}	cálculo de promedio final	[MW]	72,29	72,15	72,04	72,24	72,22	72,26	72,21	72,17	72,12
P_{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	72,54								
P_{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	72,19								

Tabla 6.20 – Promedio Final para la Unidad 2

La Tabla 6.21 detalla los valores utilizados para el cálculo del promedio de la Unidad 3

Períodos											
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
Cálculo promedio final											
P _{Bruta, corr}	Valores utilizados para	[MW]	71,58	71,52	71,69	71,81	71,89	71,86	71,84	71,78	71,75
P _{Neta, corr}	cálculo de promedio final	[MW]	71,23	71,18	71,34	71,46	71,54	71,50	71,49	71,44	71,40
P_{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	71,75								
P_{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	71,40								

Tabla 6.21 – Promedio Final para la Unidad 3

La Tabla 6.22 detalla los valores utilizados para el cálculo del promedio de la Unidad 4

Períodos											
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
Cálculo promedio final											
P _{Bruta, corr}	Valores utilizados para	[MW]	71,36	71,37	71,36	71,31	71,32	71,34	71,24	71,23	71,25
P _{Neta, corr}	cálculo de promedio final	[MW]	71,01	71,03	71,01	70,96	70,98	70,98	70,89	70,89	70,91
P_{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	71,30								
P_{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	70,95								

Tabla 6.22 – Promedio Final para la Unidad 4



La Tabla 6.23 detalla los valores utilizados para el cálculo del promedio de la Unidad 5

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15	
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	75,71	75,95	75,92	75,88	75,87	75,87	75,84	75,81	75,78	75,77
P _{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	75,30	75,54	75,50	75,46	75,46	75,45	75,43	75,40	75,36	75,36
P_{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	75,84									
P_{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	75,42									

Tabla 6.23 – Promedio Final para la Unidad 5

La Tabla 6.24 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		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15	
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	362,89	362,29	364,36	364,67	363,47	363,44	364,09	364,38	364,35	364,14
P _{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	361,08	360,50	362,53	362,83	361,67	361,59	362,27	362,57	362,50	362,32
P_{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	363,81									
P_{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	361,98									

Tabla 6.24 – Promedio Final para la Central completa

6.6 Tabla Resumen general

Todos los cálculos presentados anteriormente se resumen a continuación.



Períodos	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15	
Horas											
VARIABLES PRIMARIAS											
Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	0,996	0,998	0,997	0,998	0,997	0,998	0,997	0,999	0,998	0,998	0,998
Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1 [MW]	71,66	71,02	73,06	73,14	71,89	71,82	72,68	73,10	73,14	73,14	72,92
Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2 [MW]	72,71	72,57	72,47	72,67	72,64	72,69	72,63	72,60	72,60	72,60	72,55
Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3 [MW]	71,65	71,59	71,77	71,88	71,96	71,93	71,91	71,86	71,82	71,82	71,87
Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 4 [MW]	71,43	71,44	71,43	71,38	71,39	71,41	71,31	71,30	71,30	71,30	71,33
Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 5 [MW]	75,78	76,02	75,99	75,95	75,95	75,94	75,92	75,88	75,86	75,86	75,84
Potencia total consumida por los servicios auxiliares [kW]	207,75	191,03	218,50	221,83	190,96	244,56	204,54	193,99	243,13	205,48	205,48
Potencia consumida por los servicios auxiliares Unidad 1 [kW]	41,55	38,21	43,70	44,37	38,19	48,91	40,91	38,80	48,63	41,10	41,10
Potencia Neta Unidad 1 [MW]	71,31	70,68	72,70	72,78	71,54	71,46	72,33	72,74	72,77	72,77	72,56
VARIABLES SECUNDARIAS											
Altura bruta del nivel de laguna [msnm]	104,010	103,995	103,985	103,971	103,959	103,950	103,941	103,928	103,911	103,903	103,903
Velocidad de Rotación - Para estabilidad [Hz]	50,04	50,09	50,15	49,98	50,10	50,12	50,06	50,03	50,03	50,03	50,05
VERIFICACIÓN DE CONDICIONES DE ESTABILIDAD											
Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	2,00%	0,03%	0,04%	0,04%	0,03%	0,04%	0,04%	0,08%	0,01%	0,02%	0,02%
Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	1,50%	0,37%	0,34%	0,67%	0,68%	0,58%	0,47%	0,62%	0,23%	0,31%	0,20%
Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%
Velocidad de Rotación	0,50%	0,03%	0,06%	0,07%	0,05%	0,04%	0,05%	0,09%	0,05%	0,04%	0,05%
Estabilidad		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
DETERMINACIÓN PÉRDIDAS TOTALES											
Pérdidas en el transformador principal - Unidad 1 [MW]	0,310	0,307	0,314	0,315	0,311	0,310	0,313	0,315	0,315	0,315	0,314
Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA) [MW]	0,352	0,346	0,358	0,359	0,349	0,359	0,354	0,353	0,363	0,363	0,355
CORRECCIONES A LA POTENCIA BRUTA											
Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 1 [kW]	69,27	70,81	72,42	72,12	72,13	71,44	73,48	73,08	73,09	73,09	73,37
Cálculo promedio final											
P _{Bruta, corr, U1} [MW]	71,59	70,95	72,98	73,07	71,82	71,75	72,61	73,02	73,06	73,06	72,84
P _{Bruta, corr} [MW]	71,24	70,61	72,63	72,71	71,47	71,39	72,25	72,67	72,70	72,70	72,49
P _{MAX, Bruta} [MW]											
P _{MAX, Neta} [MW]											

Tabla 6.25 – Resumen general para la Unidad 1



Períodos	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
Variabes Primarias											
P _{BRUTA1}	[MW]	71,66	71,02	73,06	73,14	71,89	71,82	72,68	73,10	73,14	72,92
FP2	-	0,996	0,997	0,997	0,996	0,997	0,996	0,998	0,998	0,998	0,999
P _{BRUTA2}	[MW]	72,71	72,57	72,47	72,67	72,64	72,69	72,63	72,60	72,60	72,55
P _{BRUTA3}	[MW]	71,65	71,59	71,77	71,88	71,96	71,93	71,91	71,86	71,82	71,87
P _{BRUTA4}	[MW]	71,43	71,44	71,43	71,38	71,39	71,41	71,31	71,30	71,30	71,33
P _{BRUTA5}	[MW]	75,78	76,02	75,99	75,95	75,95	75,94	75,92	75,88	75,86	75,84
P _{SSAA}	[KW]	207,75	191,03	218,50	221,83	190,96	244,56	204,54	193,99	243,13	205,48
P _{SSAA U2}	[KW]	41,55	38,21	43,70	44,37	38,19	48,91	40,91	38,80	48,63	41,10
P _{NETA U2}	[MW]	72,36	72,22	72,11	72,31	72,29	72,33	72,28	72,25	72,24	72,20
Variabes Secundarias											
Nivel	[msnm]	104,010	103,995	103,985	103,971	103,959	103,950	103,941	103,928	103,911	103,903
Frec	[Hz]	50,04	50,09	50,15	49,98	50,10	50,12	50,06	50,03	50,03	50,05
Verificación de condiciones de estabilidad											
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	0,06%	0,03%	0,03%	0,03%	0,06%	0,05%	0,04%	0,01%	0,06%	0,01%
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	0,16%	0,28%	0,49%	0,11%	0,10%	0,18%	0,11%	0,09%	0,16%	0,13%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%
Frec	Velocidad de Rotación	0,03%	0,06%	0,07%	0,05%	0,04%	0,05%	0,09%	0,05%	0,04%	0,05%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Determinación pérdidas totales											
L _{TRAF02}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 2	0,310	0,307	0,314	0,315	0,311	0,310	0,313	0,315	0,315	0,314
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	0,352	0,346	0,358	0,359	0,349	0,359	0,354	0,353	0,363	0,355
Correcciones a la Potencia bruta											
L _{FP, U2}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 2	68,82	70,55	70,92	68,98	70,30	70,05	72,09	71,89	72,57	73,86
P _{Bruta, Corr, U2}	Potencia bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	72,64	72,50	72,40	72,60	72,57	72,62	72,56	72,53	72,53	72,48
Cálculo promedio final											
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW] 72,64	[MW] 72,50	[MW] 72,40	[MW] 72,60	[MW] 72,57	[MW] 72,62	[MW] 72,56	[MW] 72,53	[MW] 72,53	[MW] 72,48
P _{Neta, corr}		[MW] 72,29	[MW] 72,15	[MW] 72,04	[MW] 72,24	[MW] 72,22	[MW] 72,26	[MW] 72,21	[MW] 72,17	[MW] 72,17	[MW] 72,12
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW] 72,54									
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW] 72,19									

Tabla 6.26 – Resumen general para la Unidad 2



Períodos	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15	
Horas											
VARIABLES PRIMARIAS											
P _{BRUTA1}	[MW]	71,66	71,02	73,06	73,14	71,89	71,82	72,68	73,10	73,14	72,92
P _{BRUTA2}	[MW]	72,71	72,57	72,47	72,67	72,64	72,69	72,63	72,60	72,60	72,55
FP3	-	0,995	0,997	0,997	0,996	0,997	0,997	0,998	0,998	0,998	0,998
P _{BRUTA3}	[MW]	71,65	71,59	71,77	71,88	71,96	71,93	71,91	71,86	71,82	71,87
P _{BRUTA4}	[MW]	71,43	71,44	71,43	71,38	71,39	71,41	71,31	71,30	71,30	71,33
P _{BRUTA5}	[MW]	75,78	76,02	75,99	75,95	75,95	75,94	75,92	75,88	75,86	75,84
P _{SSAA}	[KW]	207,75	191,03	218,50	221,83	190,96	244,56	204,54	193,99	243,13	205,48
P _{SSAA U3}	[KW]	41,55	38,21	43,70	44,37	38,19	48,91	40,91	38,80	48,63	41,10
P _{NETA U3}	[MW]	71,30	71,25	71,42	71,53	71,61	71,58	71,56	71,51	71,47	71,52
VARIABLES SECUNDARIAS											
Nivel	[msnm]	104,010	103,995	103,985	103,971	103,959	103,950	103,941	103,928	103,911	103,903
Frec	[Hz]	50,04	50,09	50,15	49,98	50,10	50,12	50,06	50,03	50,03	50,05
VERIFICACIÓN DE CONDICIONES DE ESTABILIDAD											
FP3	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 3	2,00%	0,04%	0,03%	0,03%	0,02%	0,03%	0,04%	0,01%	0,01%	0,02%
P _{BRUTA3}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	1,50%	0,13%	0,09%	0,11%	0,09%	0,07%	0,11%	0,11%	0,14%	0,08%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,03%	0,06%	0,05%	0,04%	0,05%	0,09%	0,05%	0,04%	0,05%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
DETERMINACIÓN PÉRDIDAS TOTALES											
L _{TRAFO3}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 3	[MW]	0,306	0,305	0,306	0,306	0,307	0,306	0,306	0,306	0,306
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	0,347	0,344	0,350	0,351	0,345	0,347	0,345	0,354	0,347
CORRECCIONES A LA POTENCIA BRUTA											
L _{FP, U3}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 3	[KW]	68,16	70,24	71,32	69,72	71,48	72,07	72,32	72,15	72,92
P _{BRUTA, Corr, U3}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	71,58	71,52	71,69	71,81	71,89	71,84	71,78	71,75	71,79
CÁLCULO PROMEDIO FINAL											
P _{BRUTA, Corr}	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	71,58	71,52	71,69	71,81	71,89	71,84	71,78	71,75	71,79
P _{NETA, Corr}		[MW]	71,23	71,18	71,34	71,46	71,54	71,49	71,44	71,40	71,45
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	71,75								
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	71,40								

Tabla 6.27 – Resumen general para la Unidad 3



Períodos	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
Horas											
Variables Primarias											
P _{BRUTA1}	[MW]	71,66	71,02	73,06	73,14	71,89	71,82	72,68	73,10	73,14	72,92
P _{BRUTA2}	[MW]	72,71	72,57	72,47	72,67	72,64	72,69	72,63	72,60	72,60	72,55
P _{BRUTA3}	[MW]	71,65	71,59	71,77	71,88	71,96	71,93	71,91	71,86	71,82	71,87
FP4	-	0,995	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997	0,998	0,998	0,998	0,999
P _{BRUTA4}	[MW]	71,43	71,44	71,43	71,38	71,39	71,41	71,31	71,30	71,30	71,33
P _{BRUTA5}	[MW]	75,78	76,02	75,99	75,95	75,95	75,94	75,92	75,88	75,86	75,84
P _{SSAA}	[kW]	207,75	191,03	218,50	221,83	190,96	244,56	204,54	193,99	243,13	205,48
P _{SSAA U4}	[kW]	41,55	38,21	43,70	44,37	38,19	48,91	40,91	38,80	48,63	41,10
P _{NETA U4}	[MW]	71,08	71,10	71,08	71,03	71,05	71,06	70,96	70,96	70,94	70,98
$P_{NETA U4} = P_{BRUTA U4} - (P_{SSAA U4} + P_{TRAFO U4})$											
Variables Secundarias											
Nivel	[msnm]	104,010	103,995	103,985	103,971	103,959	103,950	103,941	103,928	103,911	103,903
Frec	[Hz]	50,04	50,09	50,15	49,98	50,10	50,12	50,06	50,03	50,03	50,05
Verificación de condiciones de estabilidad											
FP4	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 4	2,00%	0,05%	0,02%	0,02%	0,03%	0,02%	0,03%	0,01%	0,01%	0,02%
P _{BRUTA4}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 4	1,50%	0,14%	0,07%	0,11%	0,14%	0,14%	0,14%	0,11%	0,13%	0,12%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,03%	0,06%	0,05%	0,04%	0,05%	0,09%	0,05%	0,04%	0,05%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Determinación pérdidas totales											
L _{TRAFO4}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 4	[MW]	0,306	0,305	0,306	0,306	0,307	0,306	0,306	0,306	0,306
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	0,347	0,344	0,350	0,351	0,345	0,347	0,345	0,354	0,347
Correcciones a la Potencia bruta											
L _{FP, U4}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 4	[kW]	67,92	70,20	70,65	70,66	70,87	71,93	72,08	71,82	72,52
P _{Bruta, Corr, U4}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	71,36	71,37	71,36	71,31	71,32	71,24	71,23	71,23	71,25
Cálculo promedio final											
P _{Bruta, corr}	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	71,36	71,37	71,36	71,31	71,32	71,34	71,23	71,23	71,25
P _{Bruta, corr}		[MW]	71,01	71,03	71,01	70,96	70,98	70,89	70,89	70,87	70,91
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	71,30								
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	70,95								

Tabla 6.28 – Resumen general para la Unidad 4



Periodos	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	20:45	21:02	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15
Horas											
Variables Primarias											
PBRUT1	[MW]	71,66	71,02	73,06	73,14	71,89	71,82	72,68	73,10	73,14	72,92
PBRUT2	[MW]	72,71	72,57	72,47	72,67	72,64	72,69	72,63	72,60	72,60	72,55
PBRUT3	[MW]	71,65	71,59	71,77	71,88	71,96	71,93	71,91	71,86	71,82	71,87
PBRUT4	[MW]	71,43	71,44	71,43	71,38	71,39	71,41	71,31	71,30	71,30	71,33
FP5	-	0,994	0,996	0,997	0,997	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998
PBRUT5	[MW]	75,78	76,02	75,99	75,95	75,95	75,94	75,92	75,88	75,86	75,84
PSSAA	[KW]	207,75	191,03	218,50	221,83	190,96	244,56	204,54	193,99	243,13	205,48
PSSAA US	[KW]	41,55	38,21	43,70	44,37	38,19	48,91	40,91	38,80	48,63	41,10
PNETA US	[MW]	75,37	75,61	75,58	75,53	75,54	75,52	75,50	75,47	75,43	75,43
Variables Secundarias											
Nivel	[msrm]	104,010	103,995	103,985	103,971	103,959	103,950	103,941	103,928	103,911	103,903
Frec	[Hz]	50,04	50,09	50,15	49,98	50,10	50,12	50,06	50,03	50,03	50,05
Verificación de condiciones de estabilidad											
FP5	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 5	2,00%	0,21%	0,04%	0,06%	0,00%	0,02%	0,01%	0,03%	0,00%	0,01%
PBRUT5	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 5	1,50%	0,57%	0,01%	0,03%	0,02%	0,01%	0,02%	0,03%	0,00%	0,01%
PNET5	Potencia Neta medida en Alta - Unidad 5	1,50%	0,16%	0,14%	0,18%	0,12%	0,10%	0,20%	0,16%	0,17%	0,14%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,03%	0,06%	0,07%	0,05%	0,04%	0,05%	0,05%	0,04%	0,05%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Determinación pérdidas totales											
LTRAOS	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 5	[MW]	0,372	0,374	0,374	0,373	0,373	0,373	0,373	0,373	0,373
LTRALES	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	0,414	0,412	0,417	0,418	0,412	0,422	0,414	0,421	0,414
Correcciones a la Potencia bruta											
LFP, US	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 5	[KW]	69,15	72,26	73,94	74,47	74,72	74,88	75,35	75,41	75,51
P _{Bruta, Corr, US}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	75,71	75,95	75,92	75,88	75,87	75,84	75,81	75,78	75,77
Cálculo promedio final											
P _{Bruta, corr}	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	75,71	75,95	75,92	75,88	75,87	75,84	75,81	75,78	75,77
P _{Neta, corr}		[MW]	75,30	75,54	75,50	75,46	75,45	75,43	75,40	75,36	75,36
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	75,84								
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	75,42								

Tabla 6.29 – Resumen general para la Unidad 5



Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	01:15	
Variables Primarias												
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	0,996	0,998	0,998	0,997	0,998	0,997	0,999	0,998	0,998	0,998
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	71,66	71,02	73,06	73,14	71,89	71,82	72,68	73,10	73,14	72,92
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	0,996	0,997	0,997	0,996	0,997	0,996	0,998	0,998	0,998	0,999
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	72,71	72,57	72,47	72,67	72,64	72,69	72,63	72,60	72,60	72,55
FP3	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 3	-	0,995	0,997	0,997	0,996	0,997	0,997	0,998	0,998	0,998	0,998
P _{BRUTA3}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	[MW]	71,65	71,59	71,77	71,88	71,96	71,93	71,91	71,86	71,82	71,87
FP4	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 4	-	0,995	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997	0,998	0,998	0,998	0,999
P _{BRUTA4}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 4	[MW]	71,43	71,44	71,43	71,38	71,39	71,41	71,31	71,30	71,30	71,33
FP5	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 5	-	0,994	0,996	0,997	0,997	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998
P _{BRUTA5}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 5	[MW]	75,78	76,02	75,99	75,95	75,95	75,94	75,92	75,88	75,86	75,84
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	207,75	191,03	218,50	221,83	190,96	244,56	204,54	193,99	243,13	205,48
P _{NETA}	Potencia Neta Central Completa	[MW]	361,42	360,85	362,88	363,19	362,03	361,95	362,64	362,93	362,86	362,69
$P_{NETA} = (P_{BRUTA1} + P_{BRUTA2} + P_{BRUTA3} + P_{BRUTA4} + P_{BRUTA5}) - (P_{SSAA} + P_{TRAFOS-U1-U2} + P_{TRAFOS-U3-U4} + P_{TRAFOS-U5})$												
Variables Secundarias												
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	[msnm]	104,010	103,995	103,985	103,971	103,959	103,950	103,941	103,928	103,911	103,903
Frec	Velocidad de Rotación - Para estabilidad	[Hz]	50,04	50,09	50,15	49,98	50,10	50,12	50,06	50,03	50,03	50,05
Verificación de condiciones de estabilidad												
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	2,00%	0,03%	0,04%	0,04%	0,03%	0,04%	0,04%	0,08%	0,01%	0,02%	0,02%
P _{BRUTA1}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	1,50%	0,37%	0,34%	0,67%	0,68%	0,58%	0,47%	0,62%	0,23%	0,31%	0,20%
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	2,00%	0,06%	0,03%	0,03%	0,03%	0,06%	0,05%	0,04%	0,01%	0,06%	0,01%
P _{BRUTA2}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	1,50%	0,16%	0,28%	0,49%	0,11%	0,10%	0,18%	0,11%	0,09%	0,16%	0,13%
FP3	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 3	2,00%	0,04%	0,03%	0,01%	0,03%	0,02%	0,03%	0,04%	0,01%	0,01%	0,02%
P _{BRUTA3}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 3	1,50%	0,13%	0,09%	0,25%	0,11%	0,09%	0,07%	0,11%	0,11%	0,14%	0,08%
FP4	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 4	2,00%	0,05%	0,02%	0,02%	0,03%	0,03%	0,02%	0,03%	0,01%	0,01%	0,02%
P _{BRUTA4}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 4	1,50%	0,14%	0,07%	0,13%	0,11%	0,14%	0,14%	0,14%	0,11%	0,13%	0,12%
FP5	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 5	2,00%	0,21%	0,04%	0,06%	0,00%	0,02%	0,01%	0,03%	0,00%	0,01%	0,01%
P _{BRUTA5}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 5	1,50%	0,57%	0,01%	0,03%	0,02%	0,01%	0,02%	0,02%	0,03%	0,00%	0,01%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna	1,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,03%	0,06%	0,07%	0,05%	0,04%	0,05%	0,09%	0,05%	0,04%	0,05%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Determinación pérdidas totales												
L _{TRAFOS-2}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 1-Unidad 2	[MW]	0,620	0,615	0,628	0,630	0,621	0,621	0,626	0,629	0,629	0,628
L _{TRAFOS-4}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 3-Unidad 4	[MW]	0,611	0,611	0,612	0,612	0,613	0,613	0,612	0,612	0,611	0,612
L _{TRAFOS-5}	Pérdidas en el transformador principal - Unidad 5	[MW]	0,372	0,374	0,374	0,373	0,373	0,373	0,373	0,373	0,373	0,373
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	1,81	1,79	1,83	1,84	1,80	1,85	1,82	1,81	1,86	1,82
$L_{TOTALES} = P_{SSAA} + L_{TRAFOS-2} + L_{TRAFOS-4} + L_{TRAFOS-5}$												
Correcciones a la Potencia bruta												
L _{FP, U1}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 1	[kW]	69,27	70,81	72,42	72,12	72,13	71,44	73,48	73,08	73,09	73,37
L _{FP, U2}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 2	[kW]	68,82	70,55	70,92	68,98	70,30	70,05	72,09	71,89	72,57	73,86
L _{FP, U3}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 3	[kW]	68,16	70,24	71,32	69,72	71,48	70,80	72,07	72,32	72,15	72,92
L _{FP, U4}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 4	[kW]	67,92	70,20	70,65	70,66	70,87	70,61	71,93	72,08	71,82	72,52
L _{FP, U5}	Diferencia en pérdidas por FP - Unidad 5	[kW]	69,15	72,26	73,94	74,47	74,72	74,88	75,35	75,41	75,26	75,51
P _{Bruta, Corr, U1}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	71,59	70,95	72,98	73,07	71,82	71,75	72,61	73,02	73,06	72,84
P _{Bruta, Corr, U2}		[MW]	72,64	72,50	72,40	72,60	72,57	72,62	72,56	72,53	72,53	72,48
P _{Bruta, Corr, U3}		[MW]	71,58	71,52	71,69	71,81	71,89	71,86	71,84	71,78	71,75	71,79
P _{Bruta, Corr, U4}		[MW]	71,36	71,37	71,36	71,31	71,32	71,34	71,24	71,23	71,23	71,25
P _{Bruta, Corr, U5}		[MW]	75,71	75,95	75,92	75,88	75,87	75,87	75,84	75,81	75,78	75,77
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	362,89	362,29	364,36	364,67	363,47	363,44	364,09	364,38	364,35	364,14
P _{Neta, Corr}		[MW]	361,08	360,50	362,53	362,83	361,67	361,59	362,27	362,57	362,50	362,32
$P_{Neta, Corr} = P_{Bruta, Corr} - L_{TOTALES}$												
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	363,81									
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	361,98									

Tabla 6.30 – 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 6.31 y en la Tabla 6.32 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 ($Bx*\theta*ts,v$)	Incertidumbre aleatoria ($Sx*\theta*ts,v$)	
$P_{BRUTA-U1}$	[kW]	72442,71	324,171	30	2,042	250,949	59,185	1,026	525,59	123,96	
FP_{U1}	[-]	0,998	0,0003	25	2,060	0,003	0,0001	-538,65	-3,84	-0,08	
									U_R	540,02	[kW]

Tabla 6.31 – 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 ($Bx*\theta*ts,v$)	Incertidumbre aleatoria ($Sx*\theta*ts,v$)	
$P_{BRUTA-U1}$	[kW]	72442,71	324,171	30	2,042	250,949	59,185	1,026	525,59	123,96	
FP_{U1}	[-]	0,998	0,0003	25	2,060	0,003	0,0001	-538,655	-3,84	-0,08	
P_{SSAA}	[kW]	42,44	4,244	26	2,056	0,312	0,832	-1,000	-0,64	-1,71	
									U_R	540,02	[kW]

Tabla 6.32 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la Unidad 1

En la Tabla 6.33 y en la Tabla 6.34 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 ($Bx*\theta*ts,v$)	Incertidumbre aleatoria ($Sx*\theta*ts,v$)	
$P_{BRUTA-U2}$	[kW]	72613,20	130,584	29	2,045	251,540	24,249	1,037	533,19	51,40	
FP_{U2}	[-]	0,997	0,0004	30	2,042	0,003	0,0001	-546,47	-3,85	-0,08	
									U_R	535,67	[kW]

Tabla 6.33 – 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 ($Bx*\theta*ts,v$)	Incertidumbre aleatoria ($Sx*\theta*ts,v$)
P _{BRUTA-U2}	[kW]	72613,20	130,584	29	2,045	251,540	24,249	1,037	533,19	51,40
FP _{U2}	[-]	0,997	0,0004	30	2,042	0,003	0,0001	-546,474	-3,85	-0,08
P _{SSAA}	[kW]	42,44	4,244	26	2,056	0,312	0,832	-1,000	-0,64	-1,71
U_R									535,67	[kW]

Tabla 6.34 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la Unidad 2

En la Tabla 6.35 y en la Tabla 6.36 se presenta el cálculo de incertidumbre para la **Potencia Bruta Corregida** y la **Potencia Neta Corregida** respectivamente para la Unidad 3, en ambos casos se ha considerado una certeza del 95%.

Cálculo de incertidumbre - Potencia Bruta										
Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad (θ)	Incertidumbre sistémica ($Bx*\theta*ts,v$)	Incertidumbre aleatoria ($Sx*\theta*ts,v$)
P _{BRUTA-U3}	[kW]	71823,38	85,671	29	2,045	248,803	15,909	1,029	523,75	33,49
FP _{U3}	[-]	0,997	0,0002	30	2,042	0,003	0,0000	-547,24	-3,86	-0,05
U_R									524,83	[kW]

Tabla 6.35 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Bruta corregida de la Unidad 3

Cálculo de incertidumbre - Potencia Neta										
Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad (θ)	Incertidumbre sistémica ($Bx*\theta*ts,v$)	Incertidumbre aleatoria ($Sx*\theta*ts,v$)
P _{BRUTA-U3}	[kW]	71823,38	85,671	29	2,045	248,803	15,909	1,029	523,75	33,49
FP _{U3}	[-]	0,997	0,0002	30	2,042	0,003	0,0000	-547,236	-3,86	-0,05
P _{SSAA}	[kW]	42,44	4,244	26	2,056	0,312	0,832	-1,000	-0,64	-1,71
U_R									524,84	[kW]

Tabla 6.36 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la Unidad 3

En la Tabla 6.37 y en la Tabla 6.38 se presenta el cálculo de incertidumbre para la **Potencia Bruta Corregida** y la **Potencia Neta Corregida** respectivamente para la Unidad 4, en ambos casos se ha considerado una certeza del 95%.



Cálculo de incertidumbre - Potencia Bruta											
Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad (θ)	Incertidumbre sistémica (Bx*θ*ts,v)	Incertidumbre aleatoria (Sx*θ*ts,v)	
P _{BRUTA-U4}	[kW]	71372,51	87,782	30	2,042	247,242	16,027	1,006	508,12	32,94	
FP _{U4}	[-]	0,997	0,0002	30	2,042	0,003	0,0000	-519,17	-3,66	-0,05	
									U_R	509,20	[kW]

Tabla 6.37 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Bruta corregida de la Unidad 4

Cálculo de incertidumbre - Potencia Neta											
Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad (θ)	Incertidumbre sistémica (Bx*θ*ts,v)	Incertidumbre aleatoria (Sx*θ*ts,v)	
P _{BRUTA-U4}	[kW]	71372,51	87,782	30	2,042	247,242	16,027	1,006	508,12	32,94	
FP _{U4}	[-]	0,997	0,0002	30	2,042	0,003	0,0000	-519,175	-3,66	-0,05	
P _{SSAA}	[kW]	42,44	4,244	26	2,056	0,312	0,832	-1,000	-0,64	-1,71	
									U_R	509,20	[kW]

Tabla 6.38 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la Unidad 4

En la Tabla 6.39 y en la Tabla 6.40 se presenta el cálculo de incertidumbre para la **Potencia Bruta Corregida** y la **Potencia Neta Corregida** respectivamente para la Unidad 5, en ambos casos se ha considerado una certeza del 95%.

Cálculo de incertidumbre - Potencia Bruta											
Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad (θ)	Incertidumbre sistémica (Bx*θ*ts,v)	Incertidumbre aleatoria (Sx*θ*ts,v)	
P _{BRUTA-US}	[kW]	75914,09	55,270	3	3,182	262,974	31,910	1,062	888,38	107,80	
FP _{US}	[-]	0,997	0,0004	3	3,182	0,003	0,0002	-565,21	-6,21	-0,41	
									U_R	894,92	[kW]

Tabla 6.39 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Bruta corregida de la Unidad 5

Cálculo de incertidumbre - Potencia Neta											
Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad (θ)	Incertidumbre sistémica (Bx*θ*ts,v)	Incertidumbre aleatoria (Sx*θ*ts,v)	
P _{BRUTA-US}	[kW]	75914,09	55,270	3	3,182	262,974	31,910	1,062	888,38	107,80	
FP _{US}	[-]	0,997	0,0004	3	3,182	0,003	0,0002	-565,211	-6,21	-0,41	
P _{SSAA}	[kW]	42,44	4,244	26	2,056	0,312	0,832	-1,000	-0,64	-1,71	
									U_R	894,92	[kW]

Tabla 6.40 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la Unidad 5



En la Tabla 6.41 y en la Tabla 6.42 se presenta el cálculo de incertidumbre para la **Potencia Bruta Corregida** y la **Potencia Neta Corregida** respectivamente para la Central completa, en ambos casos se ha considerado una certeza del 95%.

Cálculo de incertidumbre - Potencia Bruta											
Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad (θ)	Incertidumbre sistémica ($Bx*\theta*ts,v$)	Incertidumbre aleatoria ($Sx*\theta*ts,v$)	
P _{BRUTA-U1}	[kW]	72442,71	324,171	30	2,042	250,949	59,185	1,026	525,59	123,96	
FP _{U1}	[-]	0,998	0,0003	25	2,060	0,003	0,0001	-538,65	-3,84	-0,08	
P _{BRUTA-U2}	[kW]	72613,20	130,584	29	2,045	251,540	24,249	1,037	533,19	51,40	
FP _{U2}	[-]	0,997	0,0004	30	2,042	0,003	0,0001	-546,47	-3,85	-0,08	
P _{BRUTA-U3}	[kW]	71823,38	85,671	29	2,045	248,803	15,909	1,029	523,75	33,49	
FP _{U3}	[-]	0,997	0,0002	30	2,042	0,003	0,0000	-547,24	-3,86	-0,05	
P _{BRUTA-U4}	[kW]	71372,51	87,782	30	2,042	247,242	16,027	1,006	508,12	32,94	
FP _{U4}	[-]	0,997	0,0002	30	2,042	0,003	0,0000	-519,17	-3,66	-0,05	
P _{BRUTA-U5}	[kW]	75914,09	55,270	3	3,182	262,974	31,910	1,062	888,38	107,80	
FP _{U5}	[-]	0,997	0,0004	3	3,182	0,003	0,0002	-565,21	-6,21	-0,41	
									U_R	1383,54	[kW]

Tabla 6.41 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Bruta corregida de la Central completa

Cálculo de incertidumbre - Potencia Neta											
Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad (θ)	Incertidumbre sistémica ($Bx*\theta*ts,v$)	Incertidumbre aleatoria ($Sx*\theta*ts,v$)	
P _{BRUTA-U1}	[kW]	72442,71	324,171	30	2,042	250,949	59,185	1,026	525,59	123,96	
FP _{U1}	[-]	0,998	0,0003	25	2,060	0,003	0,0001	-538,655	-3,84	-0,08	
P _{BRUTA-U2}	[kW]	72613,20	130,584	29	2,045	251,540	24,249	1,037	533,19	51,40	
FP _{U2}	[-]	0,997	0,0004	30	2,042	0,003	0,0001	-546,474	-3,85	-0,08	
P _{BRUTA-U3}	[kW]	71823,38	85,671	29	2,045	248,803	15,909	1,029	523,75	33,49	
FP _{U3}	[-]	0,997	0,0002	30	2,042	0,003	0,0000	-547,236	-3,86	-0,05	
P _{BRUTA-U4}	[kW]	71372,51	87,782	30	2,042	247,242	16,027	1,006	508,12	32,94	
FP _{U4}	[-]	0,997	0,0002	30	2,042	0,003	0,0000	-519,175	-3,66	-0,05	
P _{BRUTA-U5}	[kW]	75914,09	55,270	3	3,182	262,974	31,910	1,062	888,38	107,80	
FP _{U5}	[-]	0,997	0,0004	3	3,182	0,003	0,0002	-565,211	-6,21	-0,41	
P _{SSAA}	[kW]	212,18	21,218	26	2,056	1,559	4,161	-1,000	-3,21	-8,56	
									U_R	1383,57	[kW]

Tabla 6.42 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la Central completa



6.8 Corrección por cota de descarga para la condición a nivel unidad

Observando las condiciones constructivas de la central, las tuberías de alimentación hidráulica a cada una de las unidades son individuales (Figura 4.1) por lo que se puede asumir que no existe pérdida de carga que afecte la potencia de la unidad en una operación conjunta.

Por otro lado, como se detalla en este capítulo, se observa que el cambio de nivel de cota descarga si afecta a la determinación de potencia a nivel unidad por lo que se acordó corregir por esta variable.

Se analiza mediante registros de planta, como la cota de descarga varía significativamente entre la operación de una única unidad y de la central completa, afectando al salto neto y reflejando un cambio en la potencia desarrollada a nivel unidad.

6.8.1 Característica Potencia de la central vs Cota de descarga

A partir de los datos históricos de planta (del 01/06/23 al 30/09/23), se presenta en el siguiente gráfico la curva de cota de descarga en función de la generación de Central Rapel, informada por el Coordinado.

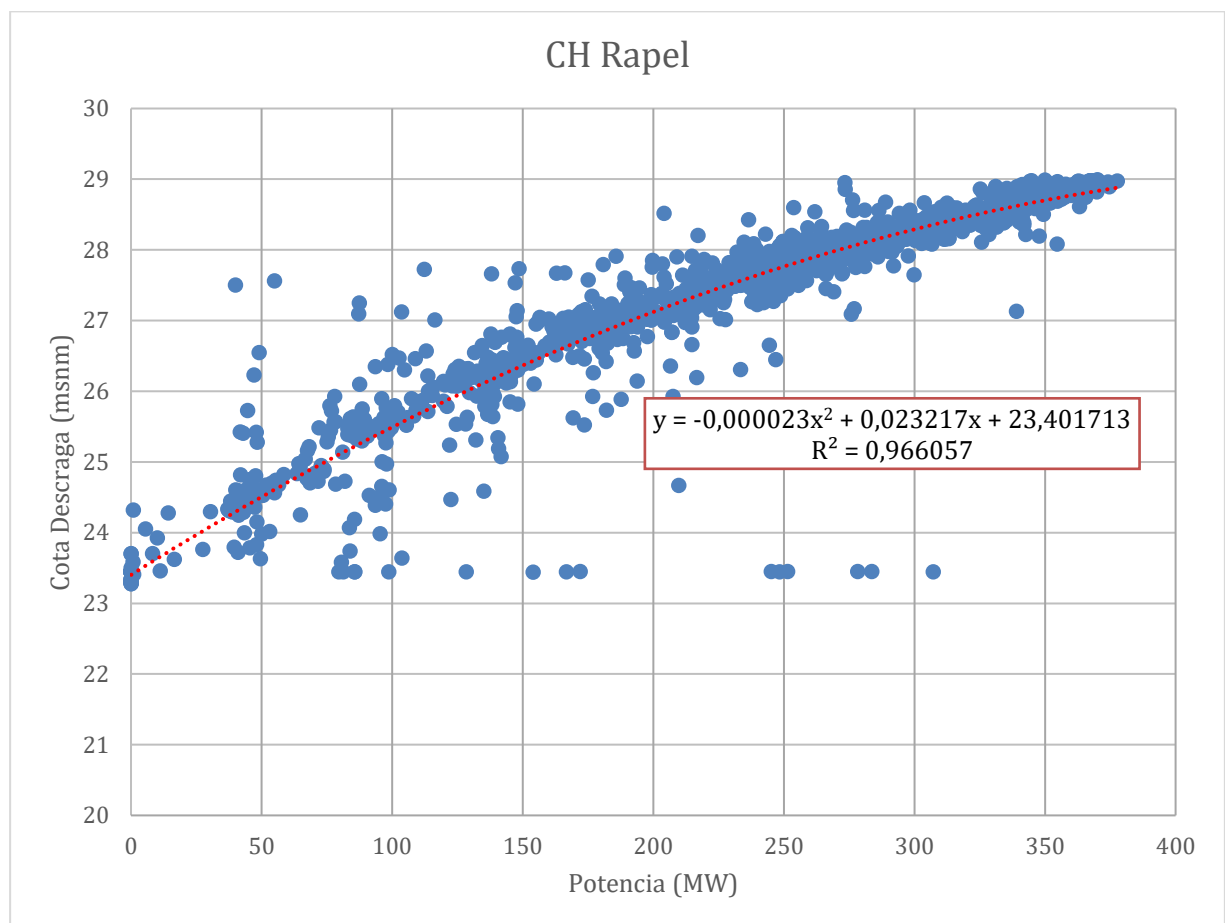


Figura 6.1 – Cota de descarga vs. Potencia total de la central – CH Rapel



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

$$D_{(x)} = -0.000023x^2 + 0.023217x + 23.401713$$

Utilizando la función polinómica de cota de descarga se estiman los valores cota de descarga que tendría la central para los valores de potencia de referencia definidos en el capítulo 4.3, siendo para una unidad de 75.6 MW y central completa de 378 MW.

$$D_{(75.6MW)} = 25.03 \text{ msnm}$$

$$D_{(378MW)} = 28.89 \text{ msnm}$$

$$\Delta D = D_{(378MW)} - D_{(75.6MW)} = 3.86 \text{ m}$$

Como puede observarse, es apreciable la variación de la cota de descarga (3.86 m) entre la operación de una única unidad y de la central completa. Por lo que se determina que la potencia bruta máxima a nivel unidad debería ser corregida por cota de descarga.

Considerando el valor de altura neta de caída “normal” de placa de turbina (75.5 m), la variación de la cota de descarga de 3.86 m representan 5.1% de la altura neta de generación y un valor equivalente linealmente en potencia. Esta variación en la altura neta de 5.1%, equivale a una variación de potencia de 18.41 MW, lo que a nivel unidad representa 3.68 MW (se consideró como valor de potencia nominal el valor de placa del generador 72.2 MW).

$$\Delta P_{(U_i, i=1,2,3,4,5)} = 3.68 \text{ MW}$$



6.8.2 Potencia bruta

La corrección por cota de se realiza considerando la diferencia de potencia activa determinada en el capítulo anterior. Esta diferencia o salto de potencia se suma al valor final de **Potencia Máxima Bruta Corregida** a nivel unidad ($P_{MAX,Bruta,Corr(Ui)}$), detallados en las Tabla 2.1 (U1), Tabla 2.3 (U2), Tabla 2.5 (U3), Tabla 2.7 (U4) y Tabla 2.9 (U5).

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

$$P_{MAX,Bruta,Corr,Cota(Ui)} = P_{MAX,Bruta,Corr(Ui)} + \Delta P_{(Ui)}$$

$$P_{MAX,Bruta,Corr,Cota(U1)} = 72.37 \text{ MW} + 3.68 \text{ MW} = 76.05 \text{ MW}$$

$$P_{MAX,Bruta,Corr,Cota(U2)} = 72.54 \text{ MW} + 3.68 \text{ MW} = 76.22 \text{ MW}$$

$$P_{MAX,Bruta,Corr,Cota(U3)} = 71.75 \text{ MW} + 3.68 \text{ MW} = 75.43 \text{ MW}$$

$$P_{MAX,Bruta,Corr,Cota(U4)} = 71.30 \text{ MW} + 3.68 \text{ MW} = 74.98 \text{ MW}$$

$$P_{MAX,Bruta,Corr,Cota(U5)} = 75.84 \text{ MW} + 3.68 \text{ MW} = 79.52 \text{ MW}$$

6.8.3 Potencia de pérdidas

El cálculo de la Potencia de pérdidas a nivel unidad ($L_{TOTALES(Ui)}$) se realizó considerando la siguiente ecuación (1) y los resultados están detallados en las Tabla 2.1 (U1), Tabla 2.3 (U2), Tabla 2.5 (U3), Tabla 2.7 (U4) y Tabla 2.9 (U5):

$$L_{TOTALES(U1)} = 354.78 \text{ kW}$$

$$L_{TOTALES(U2)} = 354.78 \text{ kW}$$

$$L_{TOTALES(U3)} = 348.42 \text{ kW}$$

$$L_{TOTALES(U4)} = 348.42 \text{ kW}$$

$$L_{TOTALES(U5)} = 415.57 \text{ kW}$$



Este valor de pérdidas totales considera las pérdidas en carga en el transformador principal de la unidad bajo prueba y la potencia asociada a los consumos internos.

$$L_{TOTALS(Ui)} = P_{SSAA(Ui)} + P_{Perd,trUi} \quad (1)$$

Los valores de Potencia asociadas a los consumos internos ($P_{SSAA(Ui)}$) se consideran como constantes y no dependen del despacho de la unidad. En base a lo presentado en la Tabla 4.6, se debe considerar a nivel unidad el consumo de potencia de servicios auxiliares estimado en 42.44 kW.

$$P_{SSAA(Ui,i=1,2,3,4,5)} = 42.44 \text{ kW}$$

La potencia de pérdida en cada transformador ($P_{Perd,trUi}$) fue estimada en el capítulo 6.2.1 y los resultados están detallados en las Tabla 2.1 (U1), Tabla 2.3 (U2), Tabla 2.5 (U3), Tabla 2.7 (U4) y Tabla 2.9 (U5):

$$P_{Perd,trU1} = 312.34 \text{ kW}$$

$$P_{Perd,trU2} = 312.34 \text{ kW}$$

$$P_{Perd,trU3} = 305.98 \text{ kW}$$

$$P_{Perd,trU4} = 305.98 \text{ kW}$$

$$P_{Perd,trU5} = 373.14 \text{ kW}$$

Estos valores de pérdidas deben ser corregido para el despacho en escenario de **Potencia Máxima Bruta Corregida por cota** a nivel unidad. La siguiente expresión muestra la **Potencia de Pérdidas en carga en el transformador principal corregida** a nivel unidad ($P_{Perd,Corr,trUi}$)

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

$$P_{Perd,Corr,trU1} = 312.34 \text{ kW} \times \left(\frac{76.05 \text{ MW}}{72.37 \text{ MW}} \right)^2 = 344.91 \text{ kW}$$

$$P_{Perd,Corr,trU2} = 312.34 \text{ kW} \times \left(\frac{76.22 \text{ MW}}{72.54 \text{ MW}} \right)^2 = 344.83 \text{ kW}$$



$$P_{Perd,Corr,trU_3} = 305.98 \text{ kW} \times \left(\frac{75.43 \text{ MW}}{71.75 \text{ MW}} \right)^2 = 338.17 \text{ kW}$$

$$P_{Perd,Corr,trU_4} = 305.98 \text{ kW} \times \left(\frac{74.98 \text{ MW}}{71.30 \text{ MW}} \right)^2 = 338.38 \text{ kW}$$

$$P_{Perd,Corr,trU_5} = 373.14 \text{ kW} \times \left(\frac{79.52 \text{ MW}}{75.84 \text{ MW}} \right)^2 = 410.23 \text{ kW}$$

Entonces el valor total de **Pérdidas corregida a nivel unidad** ($L_{TOTALES,Corr(Ui)}$) queda determinado por la siguiente expresión:

$$L_{TOTALES,Corr(Ui)} = P_{Perd,Corr,trUi} + P_{SSAA(Ui)}$$

$$L_{TOTALES,Corr(U1)} = 344.91 \text{ kW} + 42.44 \text{ kW} = 387.35 \text{ kW}$$

$$L_{TOTALES,Corr(U2)} = 344.83 \text{ kW} + 42.44 \text{ kW} = 387.27 \text{ kW}$$

$$L_{TOTALES,Corr(U3)} = 338.17 \text{ kW} + 42.44 \text{ kW} = 380.61 \text{ kW}$$

$$L_{TOTALES,Corr(U4)} = 338.38 \text{ kW} + 42.44 \text{ kW} = 380.82 \text{ kW}$$

$$L_{TOTALES,Corr(U5)} = 410.23 \text{ kW} + 42.44 \text{ kW} = 452.67 \text{ kW}$$



6.8.4 Potencia Neta

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

$$P_{MAX,Neta,Corr,Cota(Ui)} = P_{MAX,Bruta,Corr,Cota(Ui)} - L_{TOTALES,Corr(Ui)}$$

$$P_{MAX,Neta,Corr,Cota(U1)} = 76.05 \text{ MW} - 387.35 \text{ kW} = 75.66 \text{ MW}$$

$$P_{MAX,Neta,Corr,Cota(U2)} = 76.22 \text{ MW} - 387.27 \text{ kW} = 75.83 \text{ MW}$$

$$P_{MAX,Neta,Corr,Cota(U3)} = 75.43 \text{ MW} - 380.61 \text{ kW} = 75.05 \text{ MW}$$

$$P_{MAX,Neta,Corr,Cota(U4)} = 74.98 \text{ MW} - 380.82 \text{ kW} = 74.60 \text{ MW}$$

$$P_{MAX,Neta,Corr,Cota(U5)} = 79.52 \text{ MW} - 452.67 \text{ kW} = 79.07 \text{ MW}$$

6.8.5 Resultados

En base a los cálculos presentados en las secciones precedentes, se muestra a continuación las tablas que resumen los resultados corregidos a nivel unidad:

Resumen de resultados CH Rapel – Unidad 1 (Corrección por cota)		
Potencia Máxima	Bruta Corregida [MW]	76,05
	Neta Corregida [MW]	75,66
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	344,91
	Pérdidas totales [kW]	387,35

Tabla 6.43 – Resumen resultados – Unidad 1 (Corrección por cota de descarga)

Resumen de resultados CH Rapel – Unidad 2 (Corrección por cota)		
Potencia Máxima	Bruta Corregida [MW]	76,22
	Neta Corregida [MW]	75,83
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	344,83
	Pérdidas totales [kW]	387,27

Tabla 6.44 – Resumen resultados – Unidad 2 (Corrección por cota de descarga)



Resumen de resultados CH Rapel – Unidad 3 (Corrección por cota)		
Potencia Máxima	Bruta Corregida [MW]	75,43
	Neta Corregida [MW]	75,05
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	338,17
	Pérdidas totales [kW]	380,61

Tabla 6.45 – Resumen resultados – Unidad 3 (Corrección por cota de descarga)

Resumen de resultados CH Rapel – Unidad 4 (Corrección por cota)		
Potencia Máxima	Bruta Corregida [MW]	74,98
	Neta Corregida [MW]	74,60
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	338,38
	Pérdidas totales [kW]	380,82

Tabla 6.46 – Resumen resultados – Unidad 4 (Corrección por cota de descarga)

Resumen de resultados CH Rapel – Unidad 5 (Corrección por cota)		
Potencia Máxima	Bruta Corregida [MW]	79,52
	Neta Corregida [MW]	79,07
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	410,23
	Pérdidas totales [kW]	452,67

Tabla 6.47 – Resumen resultados – Unidad 5 (Corrección por cota de descarga)



7 CONCLUSIONES

Se realizaron con éxito las pruebas de Potencia Máxima de la Unidad 1, la Unidad 2, la Unidad 3, la Unidad 4, la Unidad 5 y de la Central completa para la Central Hidroeléctrica Rapel.

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 Rapel con el siguiente desglose de valores:

Resumen de resultados CH Rapel - Unidad U1		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	72,4427
	Bruta Corregida [MW]	72,3706
	Neta Calculada [MW]	72,0879
	Neta Corregida [MW]	72,0158
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	312,34
	Pérdidas totales [kW]	354,78

Tabla 7.1 – Resumen resultados – Unidad 1

Resumen de resultados CH Rapel – Unidad 1 (Corrección por cota)		
Potencia Máxima	Bruta Corregida [MW]	76,05
	Neta Corregida [MW]	75,66
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	344,91
	Pérdidas totales [kW]	387,35

Tabla 7.2 – Resumen resultados – Unidad 1 (Corrección por cota de descarga)



Resumen de resultados CH Rapel - Unidad U2		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	72,6132
	Bruta Corregida [MW]	72,5422
	Neta Calculada [MW]	72,2584
	Neta Corregida [MW]	72,1874
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	312,34
	Pérdidas totales [kW]	354,78

Tabla 7.3 – Resumen resultados – Unidad 2

Resumen de resultados CH Rapel – Unidad 2 (Corrección por cota)		
Potencia Máxima	Bruta Corregida [MW]	76,22
	Neta Corregida [MW]	75,83
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	344,83
	Pérdidas totales [kW]	387,27

Tabla 7.4 – Resumen resultados – Unidad 2 (Corrección por cota de descarga)

Resumen de resultados CH Rapel - Unidad U3		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	71,8234
	Bruta Corregida [MW]	71,7523
	Neta Calculada [MW]	71,4750
	Neta Corregida [MW]	71,4038
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	305,98
	Pérdidas totales [kW]	348,42

Tabla 7.5 – Resumen resultados – Unidad 3

Resumen de resultados CH Rapel – Unidad 3 (Corrección por cota)		
Potencia Máxima	Bruta Corregida [MW]	75,43
	Neta Corregida [MW]	75,05
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	338,17
	Pérdidas totales [kW]	380,61

Tabla 7.6 – Resumen resultados – Unidad 3 (Corrección por cota de descarga)



Resumen de resultados CH Rapel - Unidad U4		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	71,3725
	Bruta Corregida [MW]	71,3016
	Neta Calculada [MW]	71,0241
	Neta Corregida [MW]	70,9532
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	305,98
	Pérdidas totales [kW]	348,42

Tabla 7.7 – Resumen resultados – Unidad 4

Resumen de resultados CH Rapel – Unidad 4 (Corrección por cota)		
Potencia Máxima	Bruta Corregida [MW]	74,98
	Neta Corregida [MW]	74,60
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	338,38
	Pérdidas totales [kW]	380,82

Tabla 7.8 – Resumen resultados – Unidad 4 (Corrección por cota de descarga)

Resumen de resultados CH Rapel - Unidad U5		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	75,9141
	Bruta Corregida [MW]	75,8400
	Neta Calculada [MW]	75,4985
	Neta Corregida [MW]	75,4244
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	373,14
	Pérdidas totales [kW]	415,57

Tabla 7.9 – Resumen resultados – Unidad 5

Resumen de resultados CH Rapel – Unidad 5 (Corrección por cota)		
Potencia Máxima	Bruta Corregida [MW]	79,52
	Neta Corregida [MW]	79,07
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	42,44
	Pérdidas en transformares principales [kW]	410,23
	Pérdidas totales [kW]	452,67

Tabla 7.10 – Resumen resultados – Unidad 5 (Corrección por cota de descarga)



Resumen de resultados CH Rapel - Central completa		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	364,1659
	Bruta Corregida [MW]	363,8066
	Neta Calculada [MW]	362,3439
	Neta Corregida [MW]	361,9847
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	212,18
	Pérdidas en transformares principales [kW]	1609,78
	Pérdidas totales [kW]	1821,96

Tabla 7.11 – Resumen resultados – Central completa



8 NORMATIVA

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



9 ANEXOS

9.1 Datos de las unidades

9.1.1 Datos de placa

Considerando que las cinco (5) unidades son de similares características los datos de placa presentados a continuación son válidos para de todas las unidades



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



9.1.2 Curva de capacidad

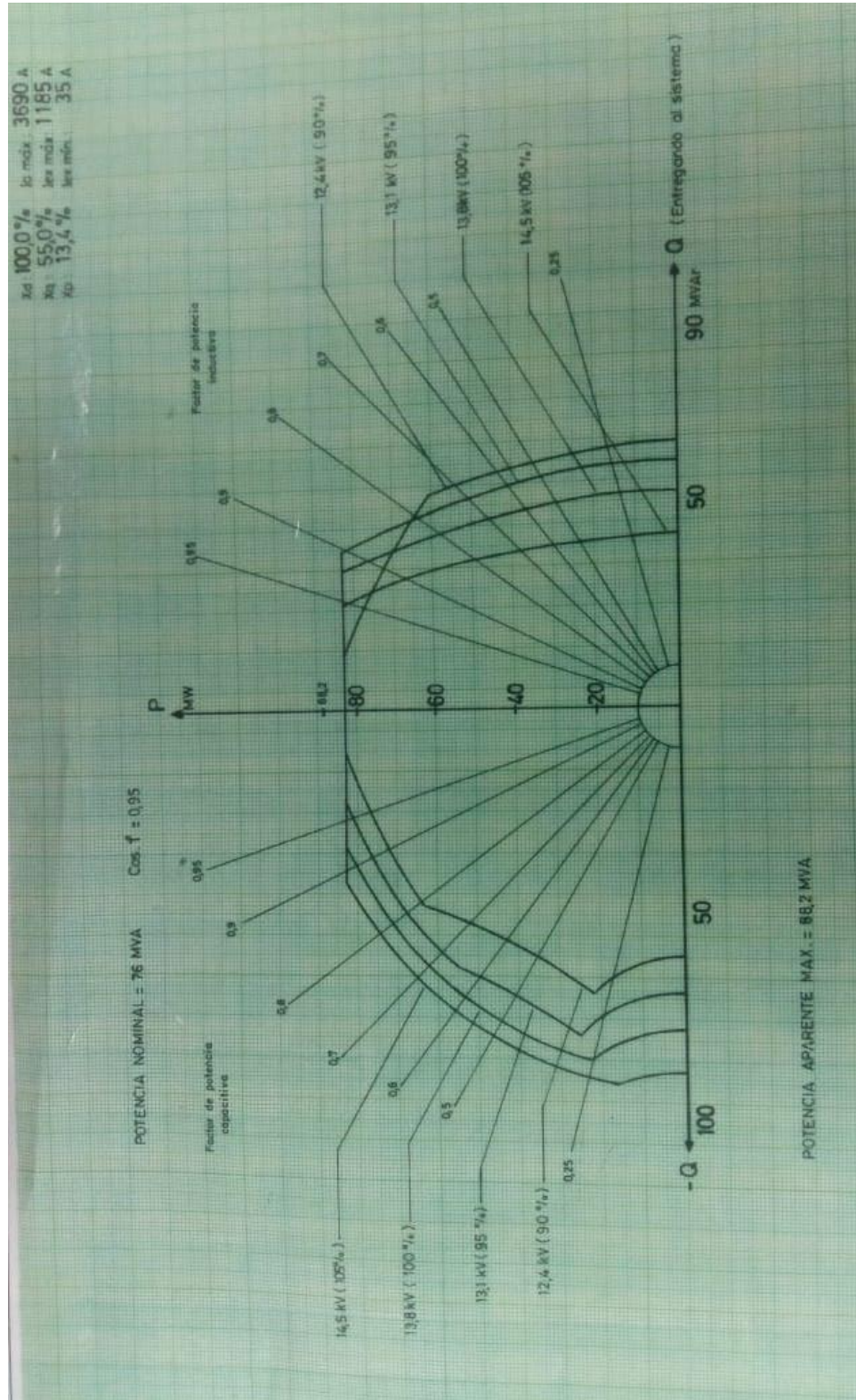


Figura 9.2 - Curva de capacidad



9.1.3 Transformador principal

Banco de Transformadores N°1 (Unidades U1-U2)

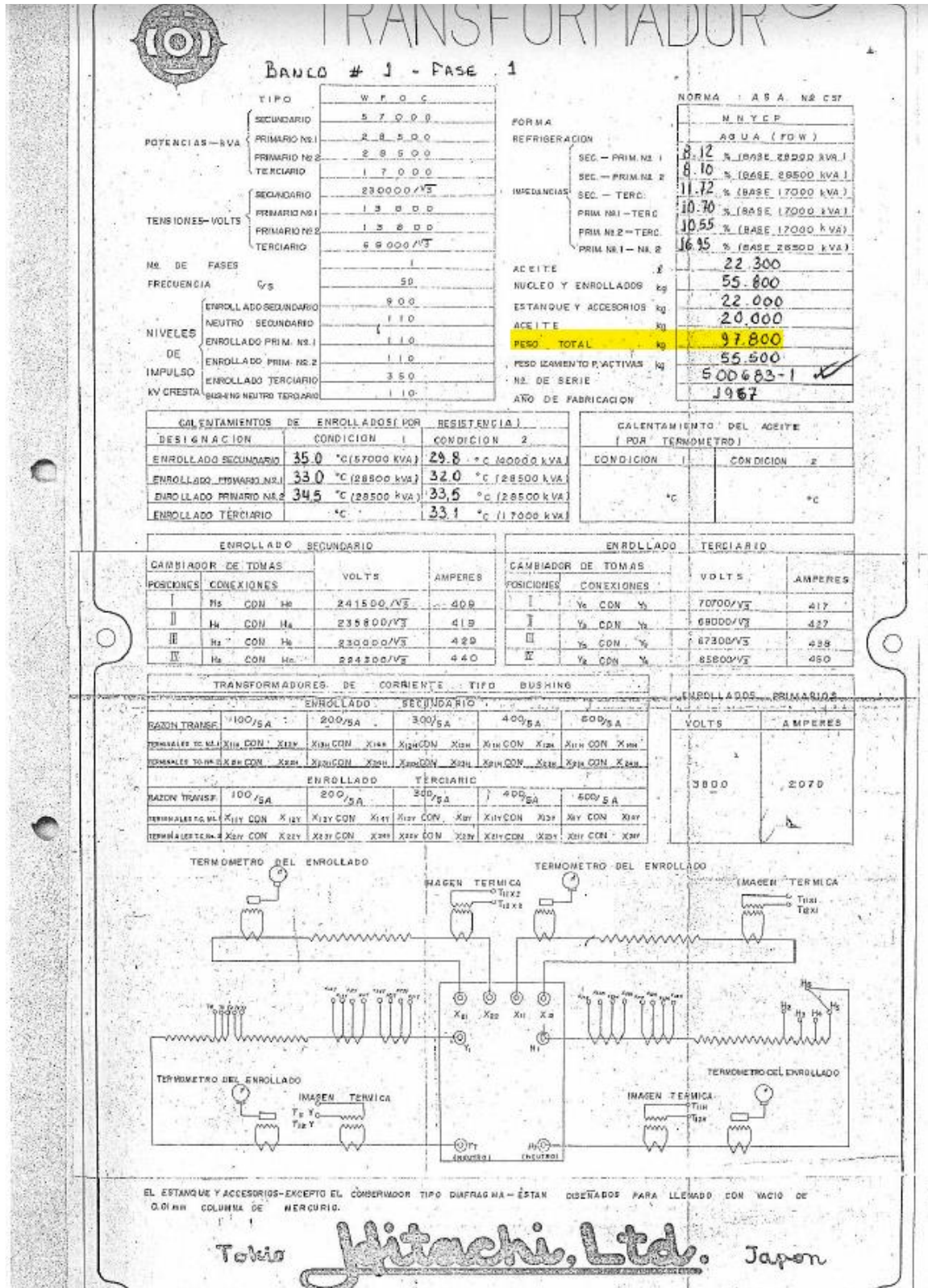


Figura 9.3 - Transformador N°1 (Banco 1, Fase 1)

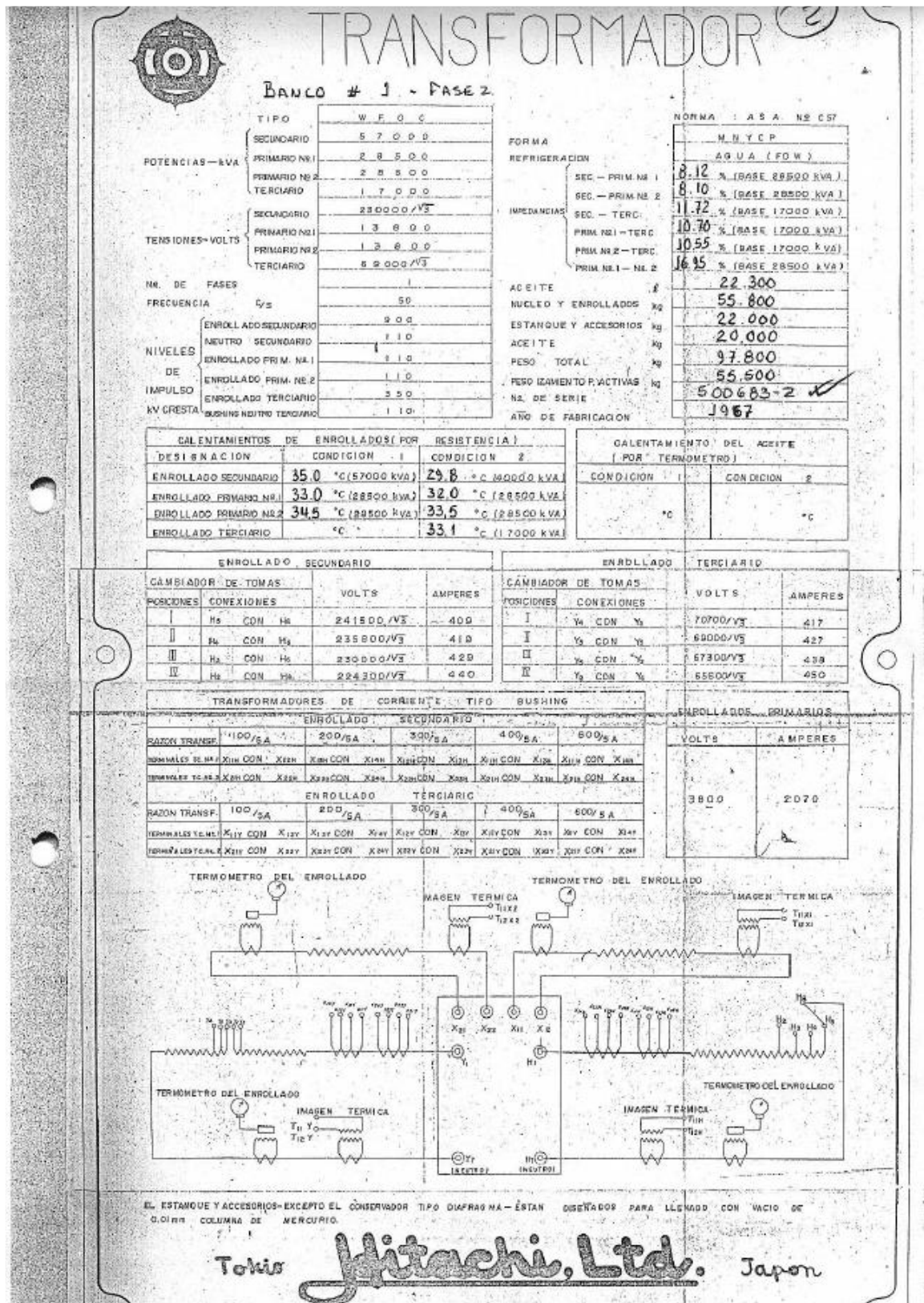


Figura 9.4 - Transformador N°1 (Banco 1, Fase 2)

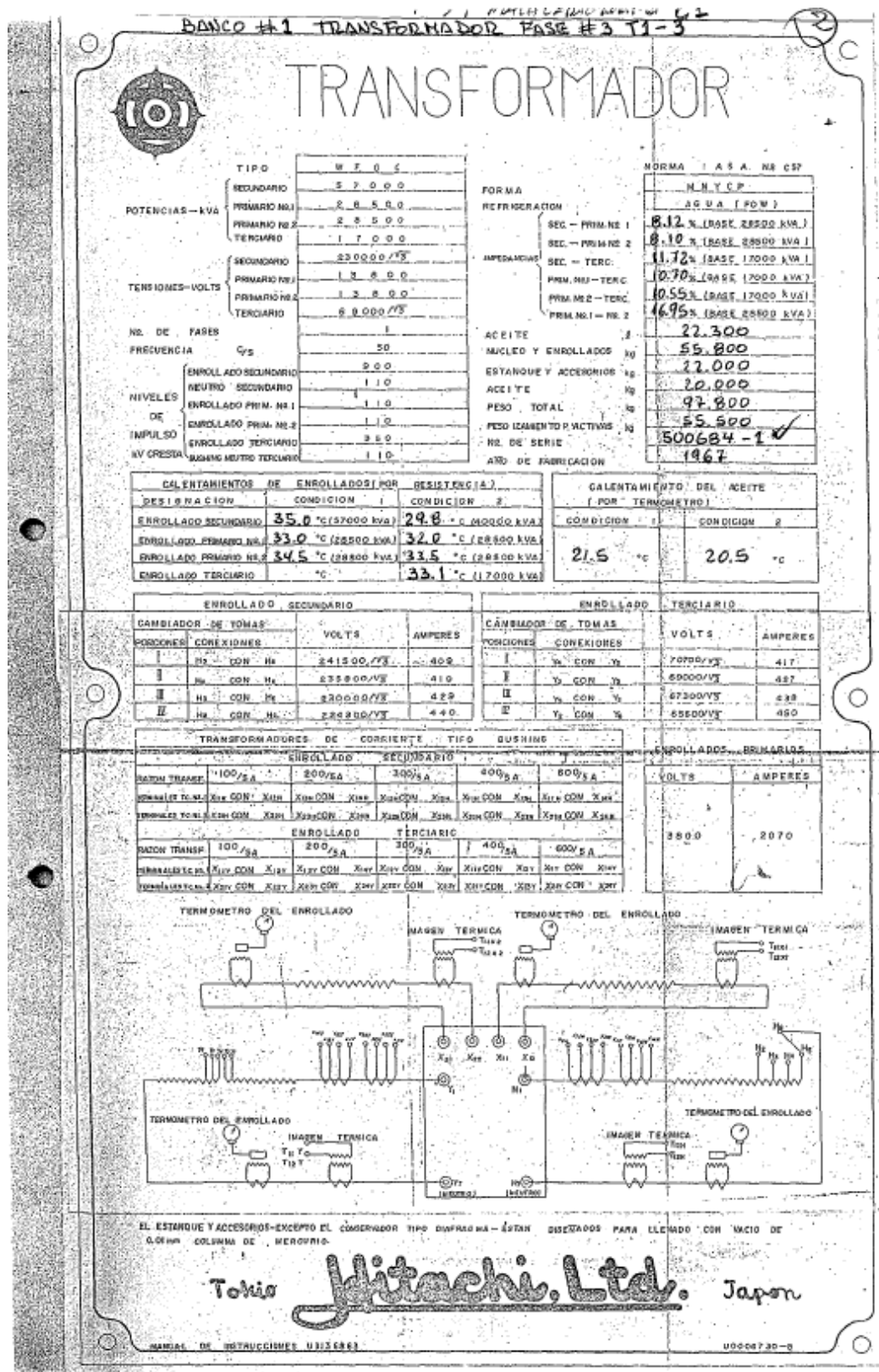


Figura 9.5 - Transformador N°1 (Banco 1, Fase 3)



Banco de Transformadores N°2 (Unidades U3-U4)

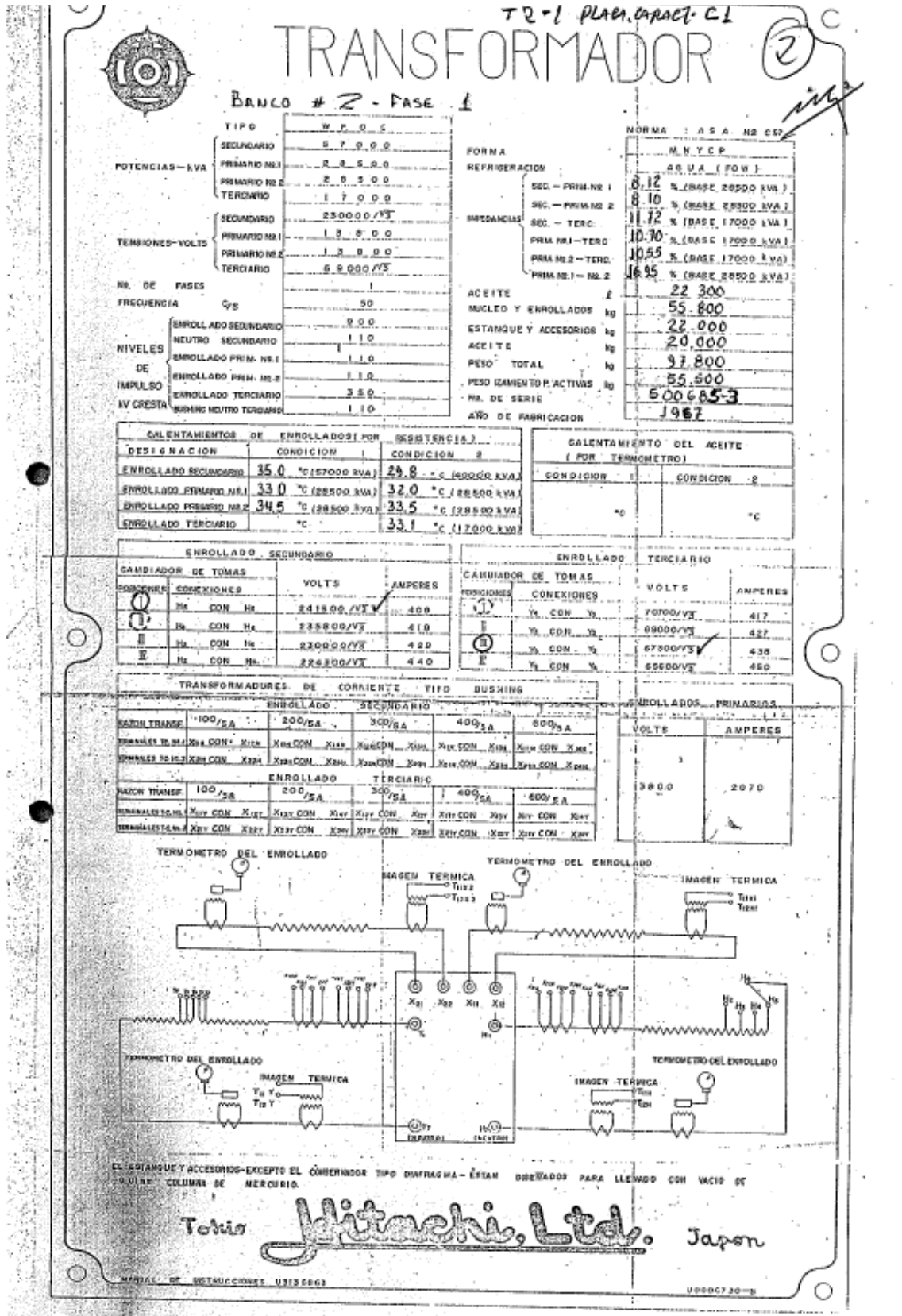


Figura 9.6 - Transformador N°2 (Banco 2, Fase 1)

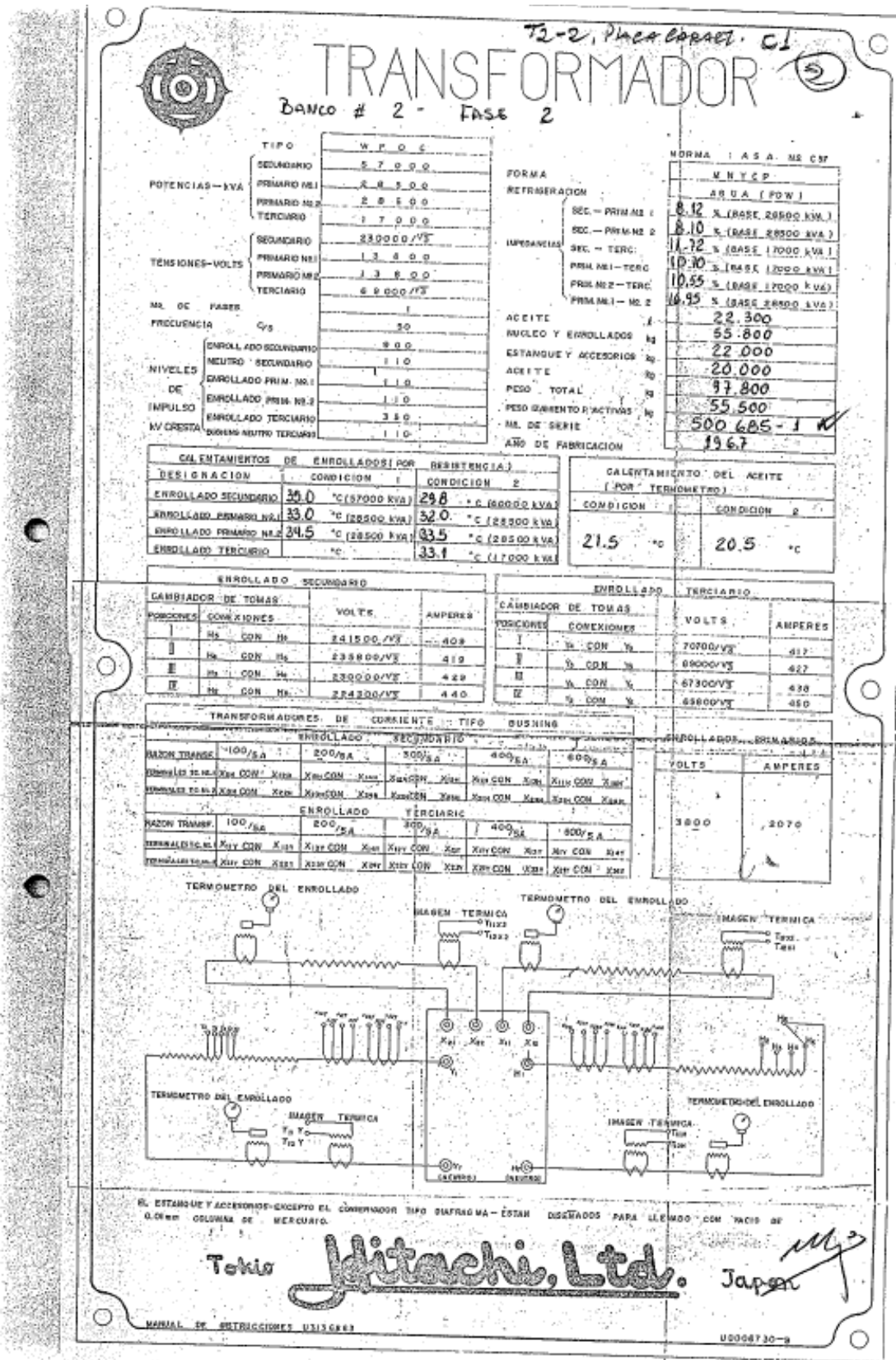


Figura 9.7 - Transformador N°2 (Banco 2, Fase 2)

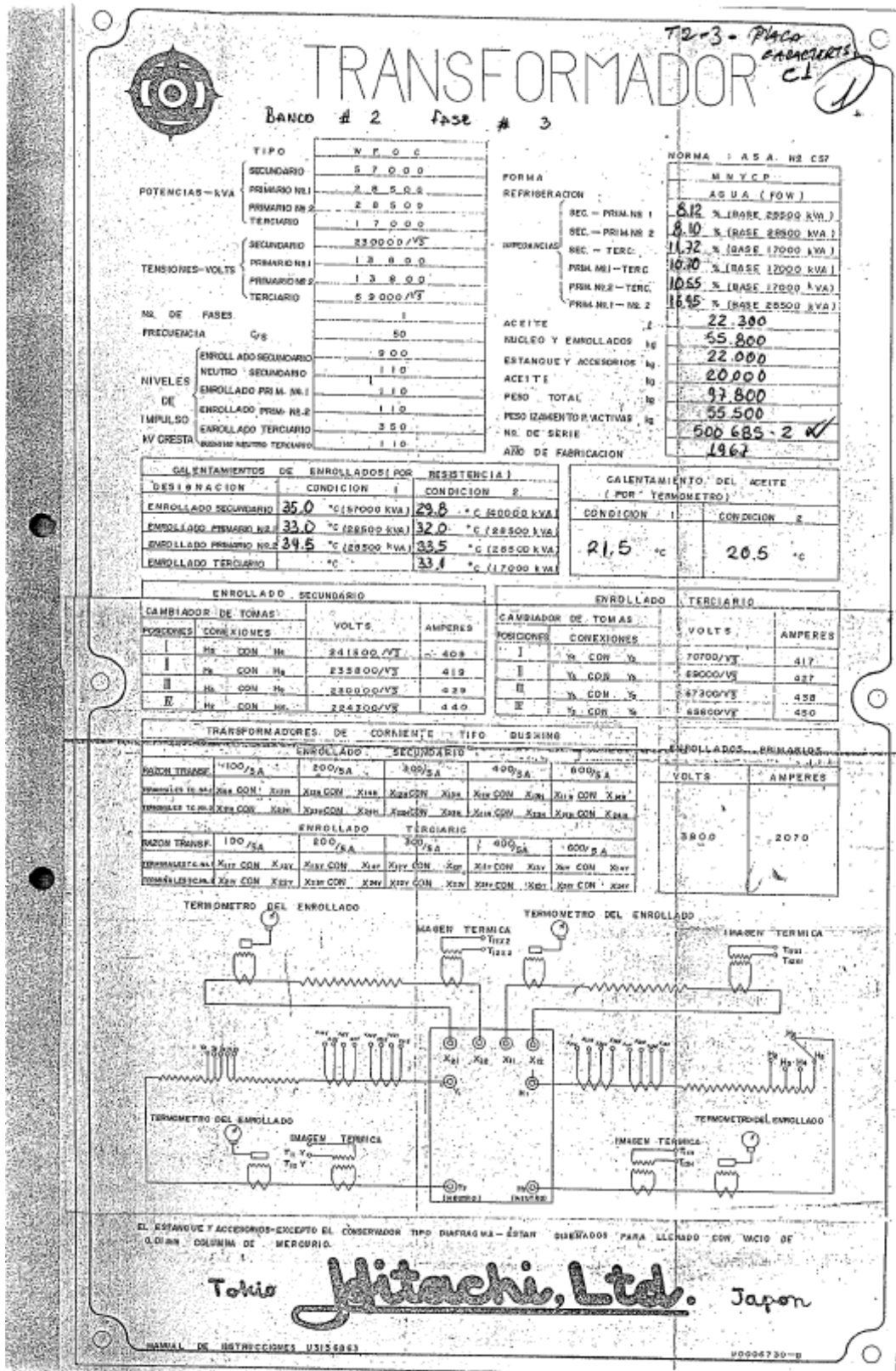


Figura 9.8 - Transformador N°2 (Banco 2, Fase 3)



Transformador N°5 (Unidad U5)

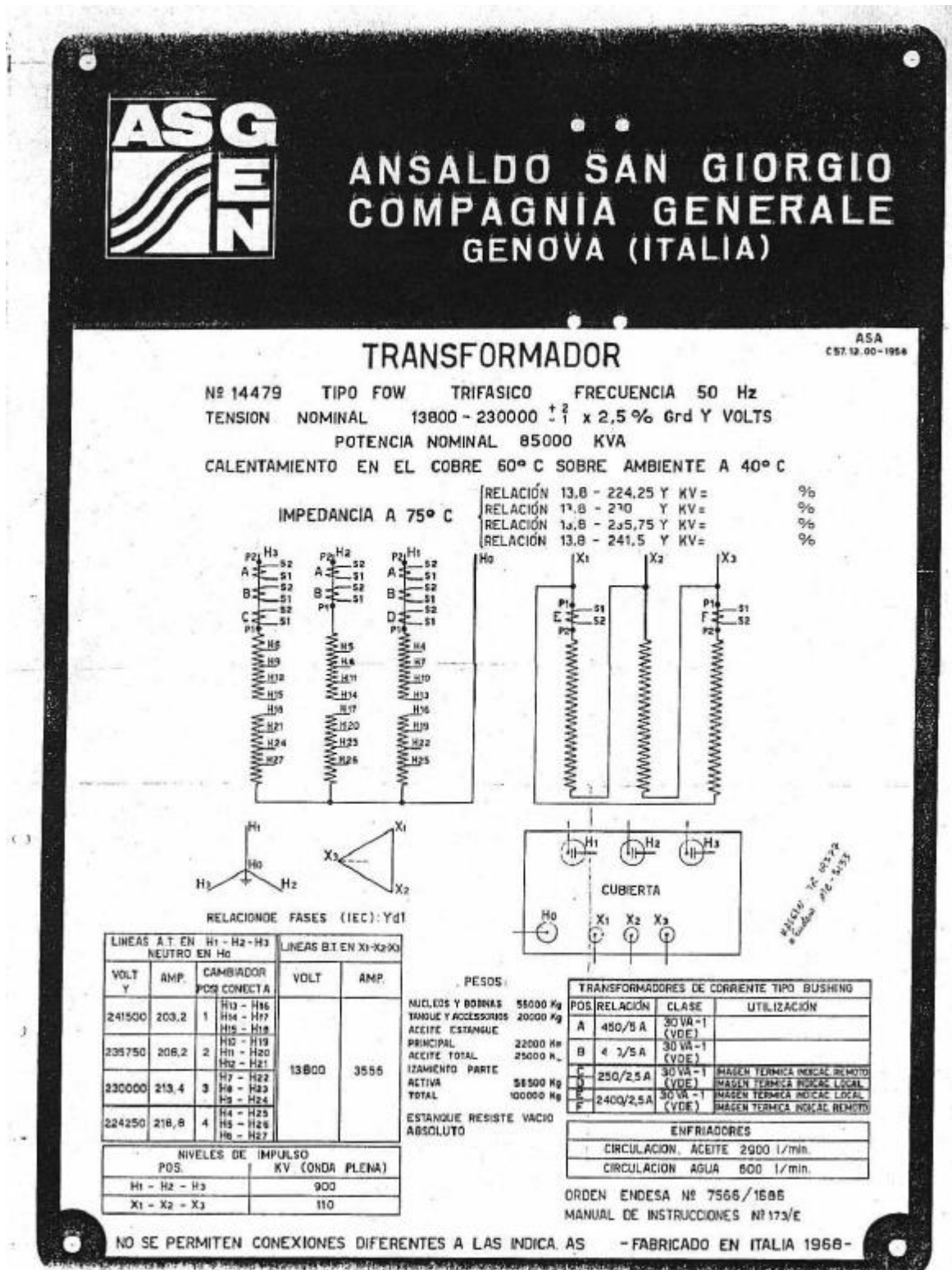


Figura 9.9 - Transformador N°5

9.2 Puntos de medición

9.2.1 Potencia bruta

Para la medición de potencia bruta se utilizó el medidor ION 7650, que el Coordinado posee instalado en sus instalaciones. Para las mediciones ha informado que utilizará los transformadores TTCC y TTPP, clases 0.2. La relación de transformación del TTCC 3500/5 y la relación del TTPP es de 14400/120 V.

En el siguiente trifilar se pueden identificar los puntos de medición de la potencia bruta, los cuales son análogos para todas las unidades

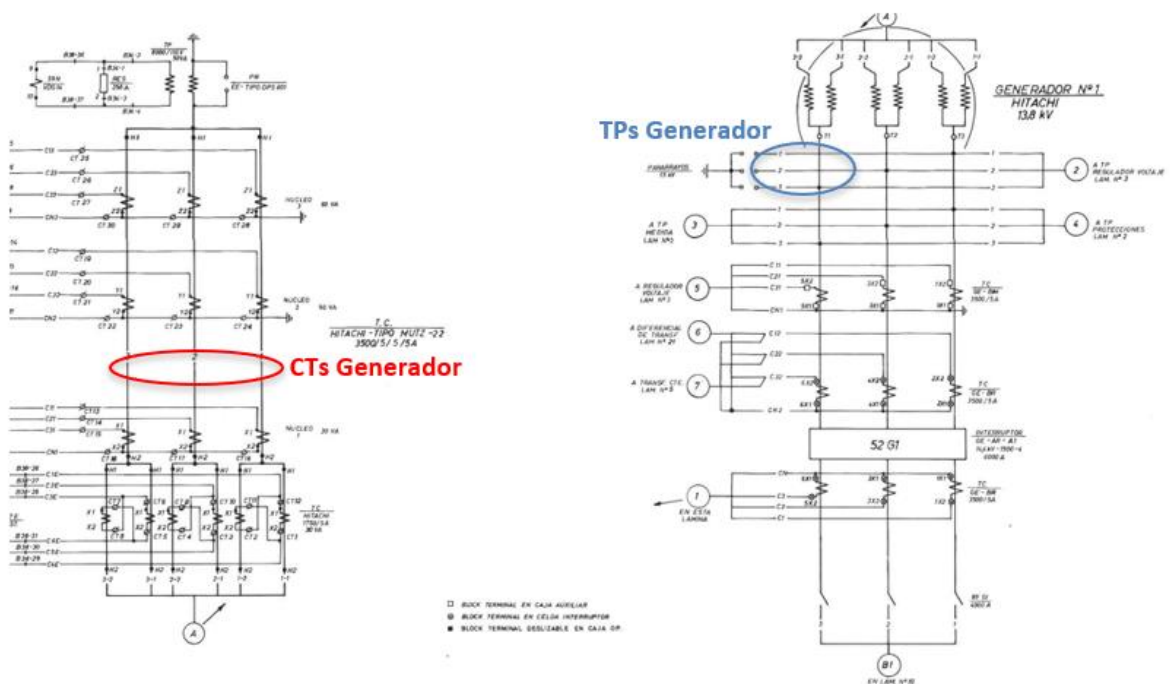


Figura 9.10 – Puntos de medición de tensión y corriente para medidor de potencia bruta y factor de potencia

En las siguientes figuras se presentan las características de los transformadores de potencial y corriente TTPP y TTCC.



REVISA REVISA REVISA REVISA REVISA REVISA REVISA REVISA REVISA REVISA				
DATA: 06/04/2020 REV. 04: DATA ENTREGA - CLIENTE				
4ª VIA TESTE		CLIENTE		
Nº PEDIDO 022512		Nº OF 200078		FECHA 10/02/2020
1- CLIENTE				
NOMBRE INCOPEL PAINEIS ELETRICOS LTDA				
ORDEN DE COMPRA 34.258	ITEM VFI-15	ITEM CLIENTE 4	CÓDIGO CLIENTE 000248	CÓDIGO MATERIAL 0029636
DIRECCIÓN/CIUDAD/PAÍS PARA ENTREGA AV.COMENDADOR WOLTERS 15 CAPUAVA 09380200 MAUA SP		CNPJ 62.546.098/0001-34		IE 442.090.010,111
DIRECCIÓN/CIUDAD/PAÍS PARA PAGO AV.COMENDADOR WOLTERS 15 CAPUAVA 09380200 MAUA SP		CNPJ 62.546.098/0001-34		IE 442.090.010,111
DIRECCIÓN/CIUDAD/PAÍS PARA ENTREGA AVENIDA COMENDADOR WOLTERS,15, CAPUAVA, 09380200, MAUA, SP		CNPJ 62.546.098/0001-34		IE 442090010111
2- EQUIPO INTERIOR TRANSFORMADOR DE POTENCIAL INDUCTIVO				
CANTIDAD 12	TENSIÓN PRIM. NOMINAL (V) 14400/V3	TENSIÓN SECUND. NOMINAL (V) 120/V3		RELACION NOMINAL
TIPO VFI-15	NORMA IEC-61869.3/11	TENSIÓN MÁXIMA (kV) 17,5	CLASE Y POTENCIA DE PRECISIÓN 30VA CL. 0,2	
FRECUENCIA (Hz) 50	POTENCIA TÉRMICA (VA) 300VA TOTAL	G.L.FST -/1,2 (Cont)/1,5 (30s)		
TENSIÓN SUP. A LA FREQ INDUSTRIAL (kV) PRIM 3 SEC 3	BL (kV) 95	TENSIÓN INDUCIDA NORMA		
OBS EMB.BBE000018V01; DOCS EM ESPANHOL SEACG/SEFAT: VER COF ANEXA			ENTREGA FOT FABRICA 27/05/2020	COTIZACIÓN 190823A04
			FCA SP CAPITAL / /	REPRESENTANTE STANLEY
			CIP 28/05/2020	INSPECCIÓN NAO DT CONV / /
			TRANSPORTE RODOVIARIO	CONTRATO CLIENTE NAO
3- PRUEBAS				
EQUIPO(S) Nº(S) 200078 - 01 a 12				
1 - PRUEBA A LA FRECUENCIA INDUSTRIAL (TIEMPO DE DURACIÓN - 60 SEG.)				
A - TENSIÓN APLICADA ENTRE PRIMARIO Y SECUNDARIO OK				
B - TENSIÓN APLICADA ENTRE SECUNDARIO(S) Y TIERRA OK				
C - TENSIÓN APLICADA ENTRE ARROLLAMIENTOS DEL PRIMARIOS -				
2- VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD OK				
3 - VERIFICACIÓN DE LA RELACIÓN OK				
4 - PRUEBAS DE TENSIÓN INDUCIDA EN LA FRECUENCIA OK				
<p>Eng. Diego César Lopes IF-EL SNQC 30028 MAYO 2020 REVIEWED</p>				
FECHA	26/04/2020	DGQ	FECHA	INSPECTOR

Figura 9.11 - Certificado TTPP Unidades 1, 2, 3 y 4



Testcertificate/Prüfprotokoll : 20010177 ✓			
Client/Kunde	Incopel Paineis Eletricos Ltda. Av. Comendador Wolthers. 15 Capuava-Maua-Sp 09380-200 BRA	Specification ELEQ Ratio/Nennübersetz. Class/Klasse Burden/Bürde	132502 GSK250 B 160 3500/5A 0.2 FS10 7.5VA
ELEQ Ref Position	20-01-207 4	Freq. Ith Insulation/Isolation	50Hz 100kA/1s 0.72/3-kV

Testcertificate/Prüfprotokoll : 20010179 ✓			
Client/Kunde	Incopel Paineis Eletricos Ltda. Av. Comendador Wolthers. 15 Capuava-Maua-Sp 09380-200 BRA	Specification ELEQ Ratio/Nennübersetz. Class/Klasse Burden/Bürde	132502 GSK250 B 160 3500/5A 0.2 FS10 7.5VA
ELEQ Ref Position	20-01-207 4	Freq. Ith Insulation/Isolation	50Hz 100kA/1s 0.72/3-kV

Testcertificate/Prüfprotokoll : 20010181 ✓			
Client/Kunde	Incopel Paineis Eletricos Ltda. Av. Comendador Wolthers. 15 Capuava-Maua-Sp 09380-200 BRA	Specification ELEQ Ratio/Nennübersetz. Class/Klasse Burden/Bürde	132502 GSK250 B 160 3500/5A 0.2 FS10 7.5VA
ELEQ Ref Position	20-01-207 4	Freq. Ith Insulation/Isolation	50Hz 100kA/1s 0.72/3-kV

Figura 9.12 – Certificado TTCC Unidad 3

Testcertificate/Prüfprotokoll : 20010182 ✓			
Client/Kunde	Incopel Paineis Eletricos Ltda. Av. Comendador Wolthers. 15 Capuava-Maua-Sp 09380-200 BRA	Specification ELEQ Ratio/Nennübersetz. Class/Klasse Burden/Bürde	132502 GSK250 B 160 3500/5A 0.2 FS10 7.5VA
ELEQ Ref Position	20-01-207 4	Freq. Ith Insulation/Isolation	50Hz 100kA/1s 0.72/3-kV

Testcertificate/Prüfprotokoll : 20010184 ✓			
Client/Kunde	Incopel Paineis Eletricos Ltda. Av. Comendador Wolthers. 15 Capuava-Maua-Sp 09380-200 BRA	Specification ELEQ Ratio/Nennübersetz. Class/Klasse Burden/Bürde	132502 GSK250 B 160 3500/5A 0.2 FS10 7.5VA
ELEQ Ref Position	20-01-207 4	Freq. Ith Insulation/Isolation	50Hz 100kA/1s 0.72/3-kV

Testcertificate/Prüfprotokoll : 20010188 ✓			
Client/Kunde	Incopel Paineis Eletricos Ltda. Av. Comendador Wolthers. 15 Capuava-Maua-Sp 09380-200 BRA	Specification ELEQ Ratio/Nennübersetz. Class/Klasse Burden/Bürde	132502 GSK250 B 160 3500/5A 0.2 FS10 7.5VA
ELEQ Ref Position	20-01-207 4	Freq. Ith Insulation/Isolation	50Hz 100kA/1s 0.72/3-kV

Figura 9.13 – Certificado TTCC Unidad 4

9.2.2 Potencia de Servicios Auxiliares

Para la medición potencia de los servicios auxiliares el Coordinado instaló un equipo de medida externo. El equipo se conectó a los núcleos de los transformadores PT y CT clase 0.5, de relación 14.4/0.12 kV y 200/5 A, respectivamente.

Las mediciones se realizaron en los alimentadores, 52C19 y 52C22. En los siguientes trifilares se pueden identificar para cada uno de los alimentadores 52C19 y 52C22 los puntos de medición de los consumos auxiliares de la central:

- Alimentador 52C19: SS.AA. N°1
- Alimentador 52C22: SS.AA. N°2

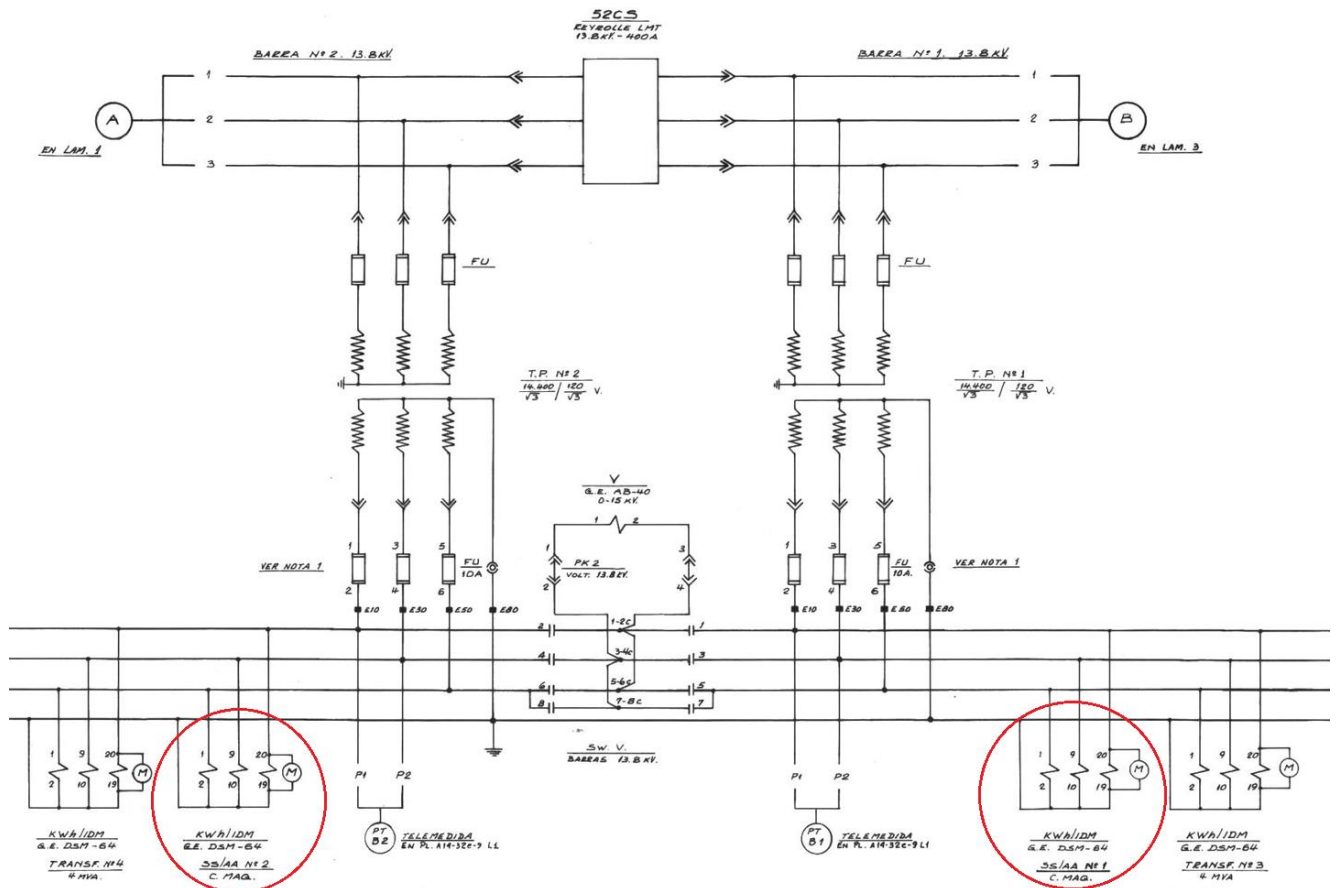


Figura 9.14 – Medidores de consumos de SSAA – Puntos de medida

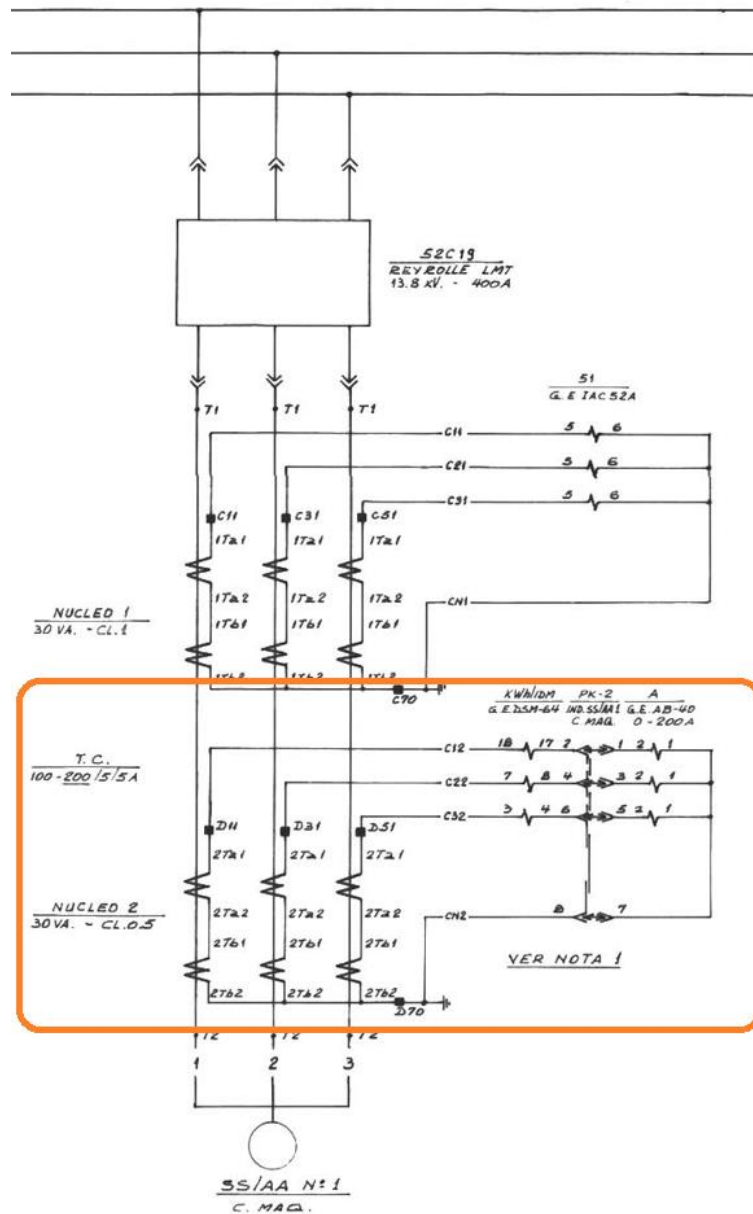


Figura 9.15 – Medidores de consumos de SS.AA. – CT Alimentador 52C19

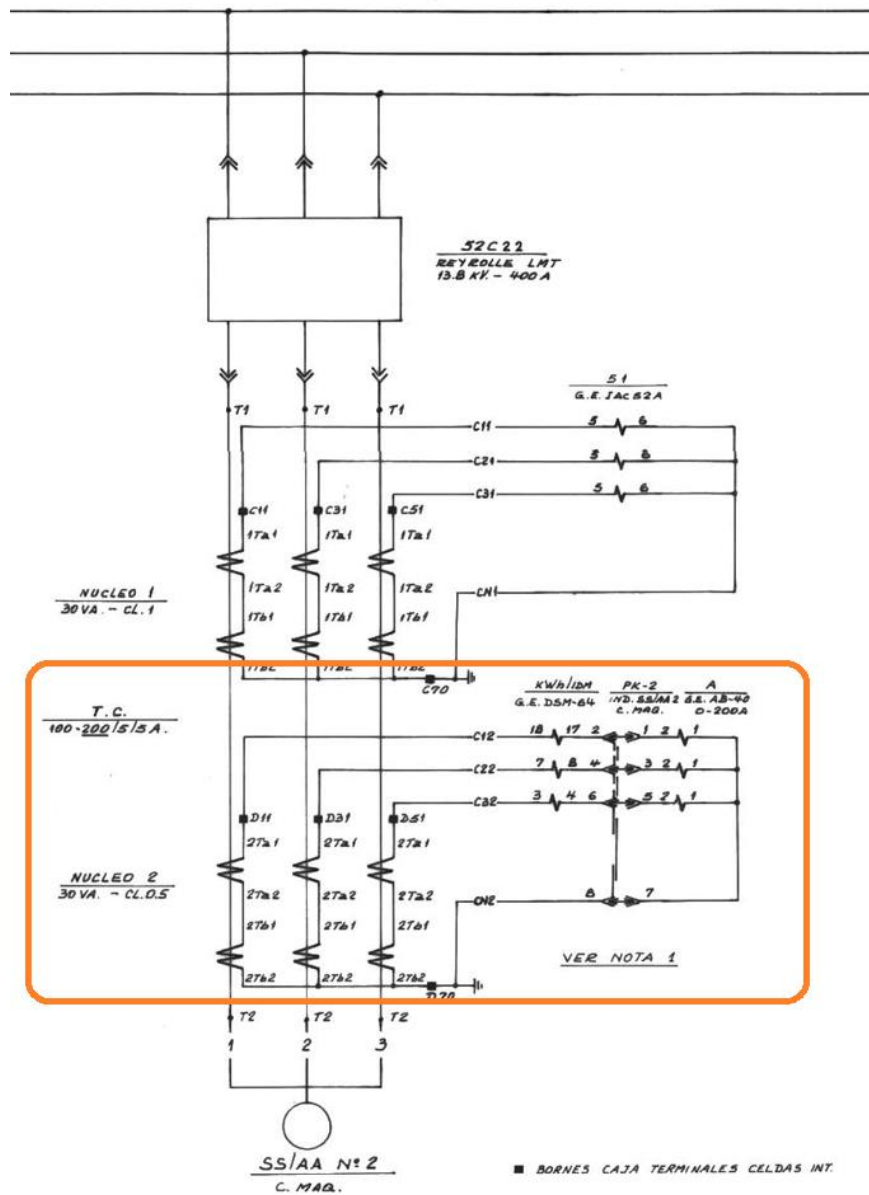


Figura 9.16 - Medidores de consumos de SS.AA. - CT Alimentador 52C22

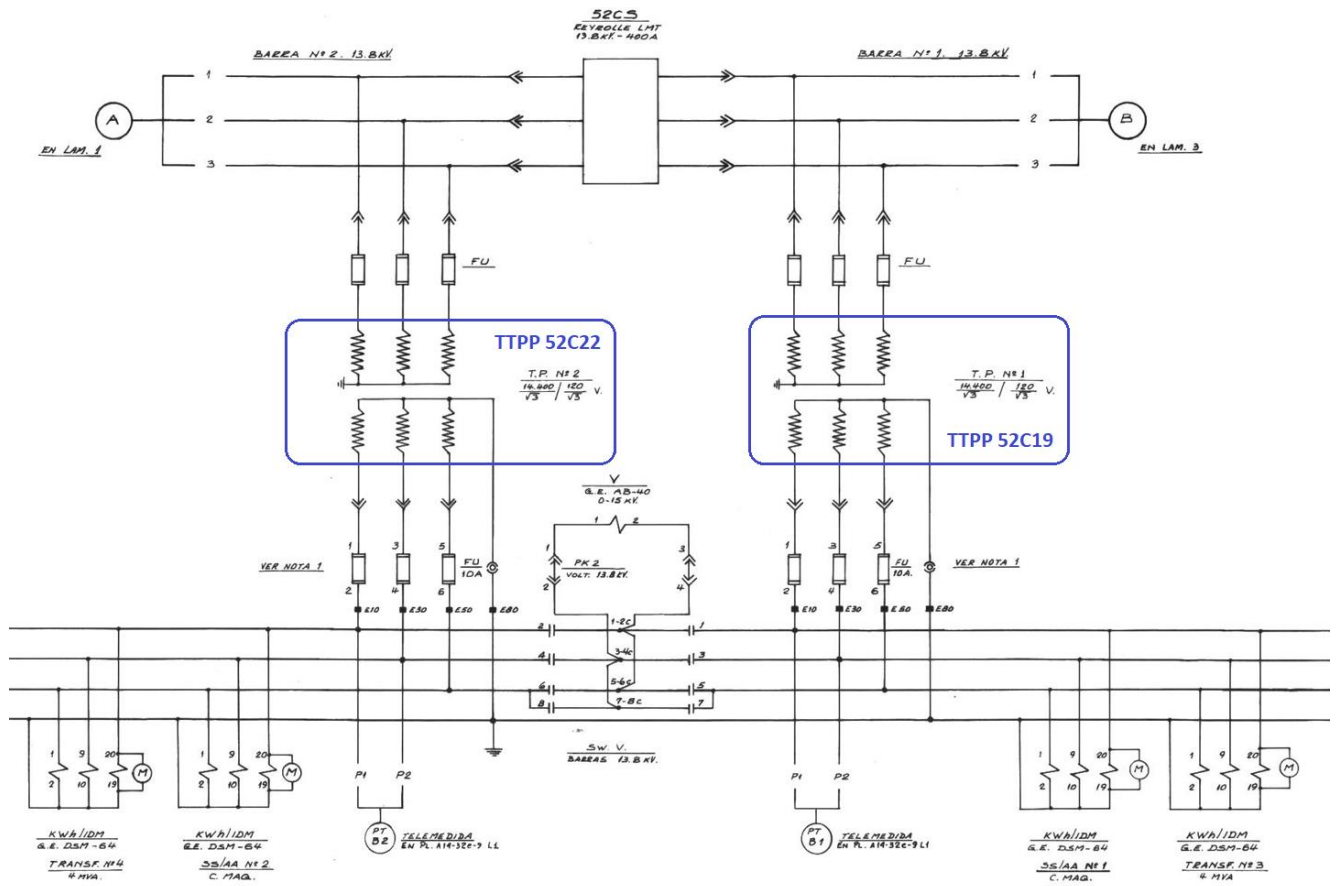


Figura 9.17 – Medidores de consumos de SS.AA. – TP Barra N°1 (52C19) y Barra N°2 (52C22)

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



Figura 9.18 – Datos de placa CT – Alimentador 52C19

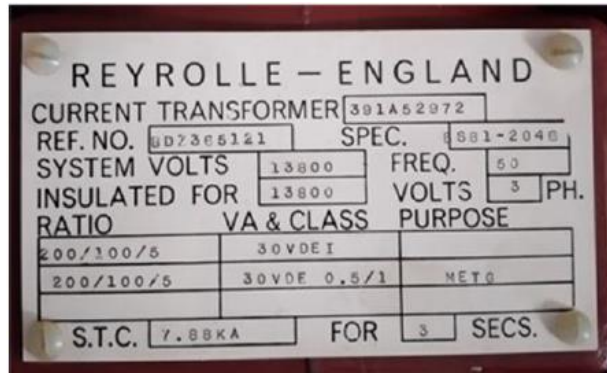


Figura 9.19 - Datos de placa CT - Alimentador 52C22

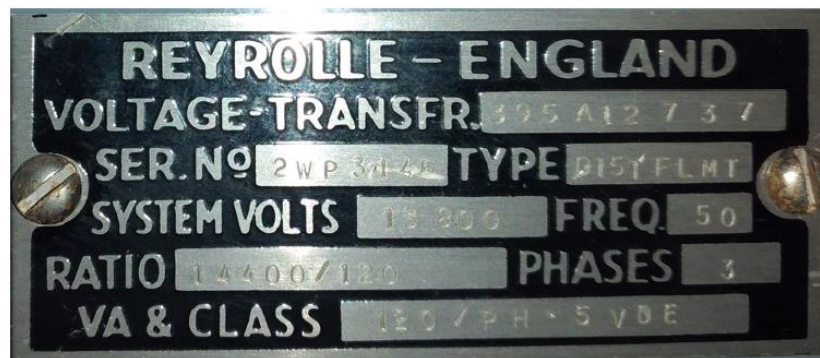


Figura 9.20 - Datos de placa PT - Barra N°1 (Alimentador 52C19)



Figura 9.21 - Datos de placa PT - Barra N°2 (Alimentador 52C22)



9.3 Certificados de calibración de instrumentos de medición

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

9.3.1 Potencia bruta/FP

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

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

A continuación, se incluye el certificado de calibración.



FT-LAB-7.8c		CERTIFICADO DE EXACTITUD					
		LABORATORIO DE TECNORED S.A.					
		MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA					
FOLIO: 39490							
ANTECEDENTES DEL CLIENTE				RESULTADOS DE LA COMPONENTE			
N° / Fecha de Solicitud : JA10091650 / 28.10.2021 Fecha Calibración : 24.04.2023 Medidor : ION 7650 Cliente : Enel Chile S.A. Instalación : Paño G1 Subestación : Central Rapel				ACTIVA			
				Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,079	± 0,2	-0,077	± 0,2
2	123	100	0,5	-0,102	± 0,3	-0,100	± 0,3
3	123	10	1	-0,075	± 0,2	-0,072	± 0,2
4	123	10	0,5	-0,106	± 0,3	-0,104	± 0,3
5	1	100	1	-0,098	± 0,3	-0,096	± 0,3
6	2	100	1	-0,037	± 0,3	-0,037	± 0,3
7	3	100	1	-0,092	± 0,3	-0,093	± 0,3
8	1	100	0,5	-0,144	± 0,4	-0,136	± 0,4
9	2	100	0,5	-0,076	± 0,4	-0,070	± 0,4
10	3	100	0,5	-0,093	± 0,4	-0,096	± 0,4
ANTECEDENTES DEL MEDIDOR				RESULTADOS DE LA COMPONENTE			
Marca : Schneider Electric Modelo : P7650A0C0B5E0A0E N° de Serie : PJ-1203A196-03 Estado : En Servicio Año Fabricación : 2012 Clase Exactitud (%) : 0,2 Constante Med. : 1				REACTIVA			
				Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,086	± 2,0	-0,089	± 2,0
2	123	100	0,5	-0,112	± 2,0	-0,106	± 2,0
3	123	10	1	-0,081	± 2,0	-0,087	± 2,0
4	123	10	0,5	-0,111	± 2,0	-0,112	± 2,0
5	1	100	1	-0,085	± 3,0	-0,088	± 3,0
6	2	100	1	-0,065	± 3,0	-0,064	± 3,0
7	3	100	1	-0,107	± 3,0	-0,114	± 3,0
8	1	100	0,5	-0,113	± 3,0	-0,113	± 3,0
9	2	100	0,5	-0,071	± 3,0	-0,071	± 3,0
10	3	100	0,5	-0,160	± 3,0	-0,157	± 3,0
PATRON DE CALIBRACIÓN							
Marca : MTE Modelo : PTS 3.3C N° Serie : 49089 Clase de Exactitud : 0,05 Trazabilidad : Laboratorio Tecnoled							
CONDICIONES DE MEDIDA							
Lugar de Calibración : Central Rapel Tipo de Medida : W. ESTRELLA/ACTIVO Tensión Aplicada : 63,5 (V) Corriente Nominal : 5 (A) N° de Elementos : 3 Método Calibración : Comparación Directa Frecuencia (Hz) : 50 (HZ) Temperatura (C°) : 22.1 Humedad (%) : 43.2 Calibrador : B.Figueroa - N.Valenzuela							
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES							
Los errores encontrados cumplen con la Normativa Vigente IEC 62053-22 (ITEM 8.1). Tecnoled S.A., declina toda responsabilidad por el uso indebido que se hicieran de este certificado. Este documento no puede ser reproducido en forma parcial.							
							 Jaime Eduardo Garcia Collao Jefe Área Laboratorio y Medidas
TECNORED S.A. Cerro El Plomo 3819 Barrio Industrial Curauma, Valparaíso Fono: 56-32-2452580 fax: 56-32-2452571 www.tecnored.cl ventas@tecnored.cl							

Figura 9.22 – Certificado de calibración medidor de potencia bruta y factor de potencia (Unidad 1)



FT-LAB-7.8c



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

FOLIO: 39491

ANTECEDENTES DEL CLIENTE	
N° / Fecha de Solicitud	: JA10091650 / 28.10.2021
Fecha Calibración	: 24.04.2023
Medidor	: ION 7650
Cliente	: Enel Chile S.A.
Instalación	: Paño G2
Subestación	: Central Rapel

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR	
Marca	: Schneider Electric
Modelo	: P7650A0C0B5E0A0E
N° de Serie	: PJ-1102A941-02
Estado	: En Servicio
Año Fabricación	: 2011
Clase Exactitud (%)	: 0,2
Constante Med.	: 1

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

CONDICIONES DE MEDIDA	
Lugar de Calibración	: Central Rapel
Tipo de Medida	: W,ESTRELLA/ACTIVO
Tensión Aplicada	: 63,5 (V)
Corriente Nominal	: 5 (A)
N° de Elementos	: 3
Método Calibración	: Comparación Directa
Frecuencia (Hz)	: 50 (HZ)
Temperatura (C°)	: 22.3
Humedad (%)	: 31.4
Calibrador	: B.Figueroa - N.Valenzuela

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	-0,030	± 0,2	-0,031	± 0,2
2	123	100	0,5	-0,028	± 0,3	-0,015	± 0,3
3	123	10	1	-0,050	± 0,2	-0,051	± 0,2
4	123	10	0,5	-0,049	± 0,3	-0,051	± 0,3
5	1	100	1	-0,039	± 0,3	-0,040	± 0,3
6	2	100	1	-0,009	± 0,3	-0,007	± 0,3
7	3	100	1	-0,040	± 0,3	-0,043	± 0,3
8	1	100	0,5	-0,056	± 0,4	-0,053	± 0,4
9	2	100	0,5	-0,018	± 0,4	-0,013	± 0,4
10	3	100	0,5	-0,018	± 0,4	-0,021	± 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	-0,040	± 2,0	-0,044	± 2,0
2	123	100	0,5	-0,037	± 2,0	-0,036	± 2,0
3	123	10	1	-0,060	± 2,0	-0,058	± 2,0
4	123	10	0,5	-0,052	± 2,0	-0,058	± 2,0
5	1	100	1	-0,025	± 3,0	-0,027	± 3,0
6	2	100	1	-0,034	± 3,0	-0,039	± 3,0
7	3	100	1	-0,056	± 3,0	-0,058	± 3,0
8	1	100	0,5	-0,021	± 3,0	-0,018	± 3,0
9	2	100	0,5	-0,018	± 3,0	-0,013	± 3,0
10	3	100	0,5	-0,077	± 3,0	-0,083	± 3,0

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

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

Jaime Eduardo 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 9.23 – Certificado de calibración medidor de potencia bruta y factor de potencia (Unidad 2)



FT-LAB-7.8c



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

FOLIO: 39492

ANTECEDENTES DEL CLIENTE	
N° / Fecha de Solicitud	: JA10091650 / 28.10.2021
Fecha Calibración	: 25.04.2023
Medidor	: ION 7650
Cliente	: Enel Chile S.A.
Instalación	: Paño G3
Subestación	: Central Rapel

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR	
Marca	: Schneider Electric
Modelo	: P7650A0C0B5E0A0E
N° de Serie	: PJ-1203A189-03
Estado	: En Servicio
Año Fabricación	: 2012
Clase Exactitud (%)	: 0,2
Constante Med.	: 1

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

CONDICIONES DE MEDIDA	
Lugar de Calibración	: Central Rapel
Tipo de Medida	: W,ESTRELLA/ACTIVO
Tensión Aplicada	: 63,5 (V)
Corriente Nominal	: 5 (A)
N° de Elementos	: 3
Método Calibración	: Comparación Directa
Frecuencia (Hz)	: 50 (HZ)
Temperatura (C°)	: 22.3
Humedad (%)	: 34.2
Calibrador	: B.Figueroa - N.Valenzuela

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	-0,089	± 0,2	-0,090	± 0,2
2	123	100	0,5	-0,117	± 0,3	-0,116	± 0,3
3	123	10	1	-0,082	± 0,2	-0,085	± 0,2
4	123	10	0,5	-0,110	± 0,3	-0,118	± 0,3
5	1	100	1	-0,150	± 0,3	-0,148	± 0,3
6	2	100	1	-0,039	± 0,3	-0,041	± 0,3
7	3	100	1	-0,067	± 0,3	-0,065	± 0,3
8	1	100	0,5	-0,189	± 0,4	-0,191	± 0,4
9	2	100	0,5	-0,084	± 0,4	-0,087	± 0,4
10	3	100	0,5	-0,076	± 0,4	-0,070	± 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	-0,100	± 2,0	-0,096	± 2,0
2	123	100	0,5	-0,132	± 2,0	-0,125	± 2,0
3	123	10	1	-0,092	± 2,0	-0,094	± 2,0
4	123	10	0,5	-0,123	± 2,0	-0,124	± 2,0
5	1	100	1	-0,132	± 3,0	-0,135	± 3,0
6	2	100	1	-0,071	± 3,0	-0,070	± 3,0
7	3	100	1	-0,086	± 3,0	-0,086	± 3,0
8	1	100	0,5	-0,163	± 3,0	-0,158	± 3,0
9	2	100	0,5	-0,086	± 3,0	-0,092	± 3,0
10	3	100	0,5	-0,129	± 3,0	-0,133	± 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 Garcia Collao
Jefe Área Laboratorio y Medidas

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

Figura 9.24 – Certificado de calibración medidor de potencia bruta y factor de potencia (Unidad 3)



FT-LAB-7.8c				CERTIFICADO DE EXACTITUD			
				LABORATORIO DE TECNORED S.A.			
				MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA			
FOLIO: 39493							
ANTECEDENTES DEL CLIENTE				RESULTADOS DE LA COMPONENTE			
N° / Fecha de Solicitud : JA10091650 / 28.10.2021 Fecha Calibración : 25.04.2023 Medidor : ION 7650 Cliente : Enel Chile S.A. Instalación : Paño G4 Subestación : Central Rapel				ACTIVA			
				Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,025	± 0,2	-0,030	± 0,2
2	123	100	0,5	-0,041	± 0,3	-0,044	± 0,3
3	123	10	1	-0,014	± 0,2	-0,011	± 0,2
4	123	10	0,5	-0,029	± 0,3	-0,027	± 0,3
5	1	100	1	-0,058	± 0,3	-0,059	± 0,3
6	2	100	1	-0,036	± 0,3	-0,031	± 0,3
7	3	100	1	0,003	± 0,3	0,002	± 0,3
8	1	100	0,5	-0,086	± 0,4	-0,083	± 0,4
9	2	100	0,5	-0,056	± 0,4	-0,058	± 0,4
10	3	100	0,5	0,019	± 0,4	0,016	± 0,4
ANTECEDENTES DEL MEDIDOR				RESULTADOS DE LA COMPONENTE			
Marca : Schneider Electric Modelo : P7650A0C0B5E0A0E N° de Serie : PJ-1203A284-03 Estado : En Servicio Año Fabricación : 2012 Clase Exactitud (%) : 0,2 Constante Med. : 1				REACTIVA			
				Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,038	± 2,0	-0,036	± 2,0
2	123	100	0,5	-0,052	± 2,0	-0,048	± 2,0
3	123	10	1	-0,025	± 2,0	-0,024	± 2,0
4	123	10	0,5	-0,038	± 2,0	-0,037	± 2,0
5	1	100	1	-0,045	± 3,0	-0,040	± 3,0
6	2	100	1	-0,062	± 3,0	-0,057	± 3,0
7	3	100	1	-0,011	± 3,0	-0,013	± 3,0
8	1	100	0,5	-0,053	± 3,0	-0,059	± 3,0
9	2	100	0,5	-0,061	± 3,0	-0,061	± 3,0
10	3	100	0,5	-0,039	± 3,0	-0,038	± 3,0
PATRON DE CALIBRACIÓN							
Marca : MTE Modelo : PTS 3.3C N° Serie : 49089 Clase de Exactitud : 0,05 Trazabilidad : Laboratorio Tecnored							
CONDICIONES DE MEDIDA							
Lugar de Calibración : Central Rapel Tipo de Medida : W,ESTRELLA/ACTIVO Tensión Aplicada : 63,5 (V) Corriente Nominal : 5 (A) N° de Elementos : 3 Método Calibración : Comparación Directa Frecuencia (Hz) : 50 (HZ) Temperatura (C°) : 22.3 Humedad (%) : 43.2 Calibrador : B.Figueroa - N.Valenzuela							
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 9.25 – Certificado de calibración medidor de potencia bruta y factor de potencia (Unidad 4)



FT-LAB-7.8c 				CERTIFICADO DE EXACTITUD LABORATORIO DE TECNORED S.A. MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA				FOLIO: 39494																																																																																																							
ANTECEDENTES DEL CLIENTE N° / Fecha de Solicitud : JA10091650 / 28.10.2021 Fecha Calibración : 26.04.2023 Medidor : ION 7650 Cliente : Enel Chile S.A. Instalación : Paño G5 Subestación : Central Rapel				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="8" style="text-align: center;">RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA</th> </tr> <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>-0,069</td><td>± 0,2</td><td>-0,071</td><td>± 0,2</td></tr> <tr><td>2</td><td>123</td><td>100</td><td>0,5</td><td>-0,068</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>-0,070</td><td>± 0,2</td><td>-0,072</td><td>± 0,2</td></tr> <tr><td>4</td><td>123</td><td>10</td><td>0,5</td><td>-0,074</td><td>± 0,3</td><td>-0,075</td><td>± 0,3</td></tr> <tr><td>5</td><td>1</td><td>100</td><td>1</td><td>-0,097</td><td>± 0,3</td><td>-0,098</td><td>± 0,3</td></tr> <tr><td>6</td><td>2</td><td>100</td><td>1</td><td>-0,051</td><td>± 0,3</td><td>-0,051</td><td>± 0,3</td></tr> <tr><td>7</td><td>3</td><td>100</td><td>1</td><td>-0,061</td><td>± 0,3</td><td>-0,061</td><td>± 0,3</td></tr> <tr><td>8</td><td>1</td><td>100</td><td>0,5</td><td>-0,115</td><td>± 0,4</td><td>-0,116</td><td>± 0,4</td></tr> <tr><td>9</td><td>2</td><td>100</td><td>0,5</td><td>-0,062</td><td>± 0,4</td><td>-0,064</td><td>± 0,4</td></tr> <tr><td>10</td><td>3</td><td>100</td><td>0,5</td><td>-0,038</td><td>± 0,4</td><td>-0,034</td><td>± 0,4</td></tr> </tbody> </table>								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	-0,069	± 0,2	-0,071	± 0,2	2	123	100	0,5	-0,068	± 0,3	-0,073	± 0,3	3	123	10	1	-0,070	± 0,2	-0,072	± 0,2	4	123	10	0,5	-0,074	± 0,3	-0,075	± 0,3	5	1	100	1	-0,097	± 0,3	-0,098	± 0,3	6	2	100	1	-0,051	± 0,3	-0,051	± 0,3	7	3	100	1	-0,061	± 0,3	-0,061	± 0,3	8	1	100	0,5	-0,115	± 0,4	-0,116	± 0,4	9	2	100	0,5	-0,062	± 0,4	-0,064	± 0,4	10	3	100	0,5	-0,038	± 0,4	-0,034	± 0,4
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	-0,069	± 0,2	-0,071	± 0,2																																																																																																								
2	123	100	0,5	-0,068	± 0,3	-0,073	± 0,3																																																																																																								
3	123	10	1	-0,070	± 0,2	-0,072	± 0,2																																																																																																								
4	123	10	0,5	-0,074	± 0,3	-0,075	± 0,3																																																																																																								
5	1	100	1	-0,097	± 0,3	-0,098	± 0,3																																																																																																								
6	2	100	1	-0,051	± 0,3	-0,051	± 0,3																																																																																																								
7	3	100	1	-0,061	± 0,3	-0,061	± 0,3																																																																																																								
8	1	100	0,5	-0,115	± 0,4	-0,116	± 0,4																																																																																																								
9	2	100	0,5	-0,062	± 0,4	-0,064	± 0,4																																																																																																								
10	3	100	0,5	-0,038	± 0,4	-0,034	± 0,4																																																																																																								
ANTECEDENTES DEL MEDIDOR Marca : Schneider Electric Modelo : P7650A0C0B5E0A0E N° de Serie : PJ-1012A206-02 Estado : En Servicio Año Fabricación : 2010 Clase Exactitud (%) : 0,2 Constante Med. : 1				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="8" style="text-align: center;">RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA</th> </tr> <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>-0,084</td><td>± 2,0</td><td>-0,080</td><td>± 2,0</td></tr> <tr><td>2</td><td>123</td><td>100</td><td>0,5</td><td>-0,081</td><td>± 2,0</td><td>-0,084</td><td>± 2,0</td></tr> <tr><td>3</td><td>123</td><td>10</td><td>1</td><td>-0,082</td><td>± 2,0</td><td>-0,083</td><td>± 2,0</td></tr> <tr><td>4</td><td>123</td><td>10</td><td>0,5</td><td>-0,081</td><td>± 2,0</td><td>-0,089</td><td>± 2,0</td></tr> <tr><td>5</td><td>1</td><td>100</td><td>1</td><td>-0,089</td><td>± 3,0</td><td>-0,089</td><td>± 3,0</td></tr> <tr><td>6</td><td>2</td><td>100</td><td>1</td><td>-0,080</td><td>± 3,0</td><td>-0,082</td><td>± 3,0</td></tr> <tr><td>7</td><td>3</td><td>100</td><td>1</td><td>-0,079</td><td>± 3,0</td><td>-0,079</td><td>± 3,0</td></tr> <tr><td>8</td><td>1</td><td>100</td><td>0,5</td><td>-0,093</td><td>± 3,0</td><td>-0,087</td><td>± 3,0</td></tr> <tr><td>9</td><td>2</td><td>100</td><td>0,5</td><td>-0,062</td><td>± 3,0</td><td>-0,067</td><td>± 3,0</td></tr> <tr><td>10</td><td>3</td><td>100</td><td>0,5</td><td>-0,098</td><td>± 3,0</td><td>-0,095</td><td>± 3,0</td></tr> </tbody> </table>								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	-0,084	± 2,0	-0,080	± 2,0	2	123	100	0,5	-0,081	± 2,0	-0,084	± 2,0	3	123	10	1	-0,082	± 2,0	-0,083	± 2,0	4	123	10	0,5	-0,081	± 2,0	-0,089	± 2,0	5	1	100	1	-0,089	± 3,0	-0,089	± 3,0	6	2	100	1	-0,080	± 3,0	-0,082	± 3,0	7	3	100	1	-0,079	± 3,0	-0,079	± 3,0	8	1	100	0,5	-0,093	± 3,0	-0,087	± 3,0	9	2	100	0,5	-0,062	± 3,0	-0,067	± 3,0	10	3	100	0,5	-0,098	± 3,0	-0,095	± 3,0
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	-0,084	± 2,0	-0,080	± 2,0																																																																																																								
2	123	100	0,5	-0,081	± 2,0	-0,084	± 2,0																																																																																																								
3	123	10	1	-0,082	± 2,0	-0,083	± 2,0																																																																																																								
4	123	10	0,5	-0,081	± 2,0	-0,089	± 2,0																																																																																																								
5	1	100	1	-0,089	± 3,0	-0,089	± 3,0																																																																																																								
6	2	100	1	-0,080	± 3,0	-0,082	± 3,0																																																																																																								
7	3	100	1	-0,079	± 3,0	-0,079	± 3,0																																																																																																								
8	1	100	0,5	-0,093	± 3,0	-0,087	± 3,0																																																																																																								
9	2	100	0,5	-0,062	± 3,0	-0,067	± 3,0																																																																																																								
10	3	100	0,5	-0,098	± 3,0	-0,095	± 3,0																																																																																																								
PATRON DE CALIBRACIÓN Marca : MTE Modelo : PTS 3.3C N° Serie : 49089 Clase de Exactitud : 0,05 Trazabilidad : Laboratorio Tecnoled				OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES Los errores encontrados cumplen con la Normativa Vigente IEC 62053-22 (ITEM 8.1). Tecnoled S.A., declina toda responsabilidad por el uso indebido que se hicieran de este certificado. Este documento no puede ser reproducido en forma parcial.																																																																																																											
CONDICIONES DE MEDIDA Lugar de Calibración : Central Rapel Tipo de Medida : W,ESTRELLA/ACTIVO Tensión Aplicada : 63,5 (V) Corriente Nominal : 5 (A) N° de Elementos : 3 Método Calibración : Comparación Directa Frecuencia (Hz) : 50 (HZ) Temperatura (C°) : 22.3 Humedad (%) : 36.5 Calibrador : B.Figueroa - N.Valenzuela																																																																																																															
(Empty space for additional data)				<div style="text-align: right; margin-right: 50px;"> Jaime Eduardo Garcia Collao Jefe Área Laboratorio y Medidas </div>																																																																																																											
(Empty space for additional data)				<div style="text-align: center;"> 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 </div>																																																																																																											

Figura 9.26 – Certificado de calibración medidor de potencia bruta y factor de potencia (Unidad 5)



9.3.2 Potencia neta

El Coordinado instaló dos equipos de medidas externos.

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

A continuación, se incluye el certificado de calibración.



FT-LAB-7.8c		CERTIFICADO DE EXACTITUD	
		LABORATORIO DE TECNORED S.A.	
		MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA	
Fecha de Emisión de Certificado: 11.02.2023		FOLIO: 510310	

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">ANTECEDENTES DEL CLIENTE</th> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">N° / Fecha de Solicitud</td> <td style="padding: 2px;">: 0679_10.02.2023</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Fecha Calibración</td> <td style="padding: 2px;">: 11.02.2023</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Medidor</td> <td style="padding: 2px;">: ION 8600</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Cliente</td> <td style="padding: 2px;">: Tecnoled S.A.</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Instalación</td> <td style="padding: 2px;">:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Subestación</td> <td style="padding: 2px;">:</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">ANTECEDENTES DEL MEDIDOR</th> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Marca</td> <td style="padding: 2px;">: Schneider Electric</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Modelo</td> <td style="padding: 2px;">: P8600A4C0H5E0B0B</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">N° de Serie</td> <td style="padding: 2px;">: PT-1012A395-01</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Estado</td> <td style="padding: 2px;">: Usado</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Año Fabricación</td> <td style="padding: 2px;">: 2010</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Clase Exactitud (%)</td> <td style="padding: 2px;">: 0.2</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Constante Med.</td> <td style="padding: 2px;">: 1</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">PATRON DE CALIBRACION</th> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Marca</td> <td style="padding: 2px;">: Clou</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Modelo</td> <td style="padding: 2px;">: C13115</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">N° Serie</td> <td style="padding: 2px;">: 20171801</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Clase de Exactitud</td> <td style="padding: 2px;">: 0,05</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Trazabilidad</td> <td style="padding: 2px;">: Laboratorio Tecnoled</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">CONDICIONES DE MEDIDA</th> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Lugar de Calibración</td> <td style="padding: 2px;">: Laboratorio Tecnoled</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Tipo de Medida</td> <td style="padding: 2px;">: W. ESTRELLA/ACTIVO</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Tensión Aplicada</td> <td style="padding: 2px;">: 63,5 (V)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Corriente Nominal</td> <td style="padding: 2px;">: 5 (A)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">N° de Elementos</td> <td style="padding: 2px;">: 3</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Método Calibración</td> <td style="padding: 2px;">: Comparación Directa</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Frecuencia (Hz)</td> <td style="padding: 2px;">: 50 (HZ)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Temperatura (C°)</td> <td style="padding: 2px;">: 22.3</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Humedad (%)</td> <td style="padding: 2px;">: 43.2</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Calibrador</td> <td style="padding: 2px;">: E.López</td> </tr> </table>	ANTECEDENTES DEL CLIENTE		N° / Fecha de Solicitud	: 0679_10.02.2023	Fecha Calibración	: 11.02.2023	Medidor	: ION 8600	Cliente	: Tecnoled S.A.	Instalación	:	Subestación	:	ANTECEDENTES DEL MEDIDOR		Marca	: Schneider Electric	Modelo	: P8600A4C0H5E0B0B	N° de Serie	: PT-1012A395-01	Estado	: Usado	Año Fabricación	: 2010	Clase Exactitud (%)	: 0.2	Constante Med.	: 1	PATRON DE CALIBRACION		Marca	: Clou	Modelo	: C13115	N° Serie	: 20171801	Clase de Exactitud	: 0,05	Trazabilidad	: Laboratorio Tecnoled	CONDICIONES DE MEDIDA		Lugar de Calibración	: Laboratorio Tecnoled	Tipo de Medida	: W. ESTRELLA/ACTIVO	Tensión Aplicada	: 63,5 (V)	Corriente Nominal	: 5 (A)	N° de Elementos	: 3	Método Calibración	: Comparación Directa	Frecuencia (Hz)	: 50 (HZ)	Temperatura (C°)	: 22.3	Humedad (%)	: 43.2	Calibrador	: E.López	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="8" style="text-align: center;">RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA</th> </tr> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: center;">N</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Fase</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Cte. %</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Factor</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">Componente Activa Directa</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">Componente Activa Reversa</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Error (%)</th> <th style="text-align: center;">Limite Norma (%)</th> <th style="text-align: center;">Error(%)</th> <th style="text-align: center;">Limite Norma (%)</th> </tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">123</td><td style="text-align: center;">100</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">-0.027</td><td style="text-align: center;">± 0.2</td><td style="text-align: center;">-0.043</td><td style="text-align: center;">± 0.2</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">123</td><td style="text-align: center;">100</td><td style="text-align: center;">0.5</td><td style="text-align: center;">-0.064</td><td style="text-align: center;">± 0.3</td><td style="text-align: center;">-0.059</td><td style="text-align: center;">± 0.3</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">123</td><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">-0.048</td><td style="text-align: center;">± 0.2</td><td style="text-align: center;">-0.046</td><td style="text-align: center;">± 0.2</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">123</td><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">0.5</td><td style="text-align: center;">-0.087</td><td style="text-align: center;">± 0.3</td><td style="text-align: center;">-0.076</td><td style="text-align: center;">± 0.3</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">100</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">-0.037</td><td style="text-align: center;">± 0.3</td><td style="text-align: center;">-0.036</td><td style="text-align: center;">± 0.3</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">100</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">-0.072</td><td style="text-align: center;">± 0.3</td><td style="text-align: center;">-0.072</td><td style="text-align: center;">± 0.3</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">100</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">-0.037</td><td style="text-align: center;">± 0.3</td><td style="text-align: center;">-0.022</td><td style="text-align: center;">± 0.3</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">100</td><td style="text-align: center;">0.5</td><td style="text-align: center;">-0.012</td><td style="text-align: center;">± 0.4</td><td style="text-align: center;">-0.055</td><td style="text-align: center;">± 0.4</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">100</td><td style="text-align: center;">0.5</td><td style="text-align: center;">-0.037</td><td style="text-align: center;">± 0.4</td><td style="text-align: center;">-0.073</td><td style="text-align: center;">± 0.4</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">100</td><td style="text-align: center;">0.5</td><td style="text-align: center;">-0.049</td><td style="text-align: center;">± 0.4</td><td style="text-align: center;">-0.031</td><td style="text-align: center;">± 0.4</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <th colspan="8" style="text-align: center;">RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA</th> </tr> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: center;">N</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Fase</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Cte. %</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Factor</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">Componente Reactiva Directa</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">Componente Reactiva Reversa</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Error (%)</th> <th style="text-align: center;">Limite Norma (%)</th> <th style="text-align: center;">Error(%)</th> <th style="text-align: center;">Limite Norma (%)</th> </tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">123</td><td style="text-align: center;">100</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">-0.044</td><td style="text-align: center;">± 2.0</td><td style="text-align: center;">-0.034</td><td style="text-align: center;">± 2.0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">123</td><td style="text-align: center;">100</td><td style="text-align: center;">0.5</td><td style="text-align: center;">-0.031</td><td style="text-align: center;">± 2.0</td><td style="text-align: center;">-0.016</td><td style="text-align: center;">± 2.0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">123</td><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">-0.071</td><td style="text-align: center;">± 2.0</td><td style="text-align: center;">-0.031</td><td style="text-align: center;">± 2.0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">123</td><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">0.5</td><td style="text-align: center;">-0.055</td><td style="text-align: center;">± 2.0</td><td style="text-align: center;">0.004</td><td style="text-align: center;">± 2.0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">100</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">-0.020</td><td style="text-align: center;">± 3.0</td><td style="text-align: center;">-0.004</td><td style="text-align: center;">± 3.0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">100</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">-0.061</td><td style="text-align: center;">± 3.0</td><td style="text-align: center;">-0.049</td><td style="text-align: center;">± 3.0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">100</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">-0.034</td><td style="text-align: center;">± 3.0</td><td style="text-align: center;">-0.002</td><td style="text-align: center;">± 3.0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">100</td><td style="text-align: center;">0.5</td><td style="text-align: center;">-0.055</td><td style="text-align: center;">± 3.0</td><td style="text-align: center;">-0.024</td><td style="text-align: center;">± 3.0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">100</td><td style="text-align: center;">0.5</td><td style="text-align: center;">-0.054</td><td style="text-align: center;">± 3.0</td><td style="text-align: center;">0.010</td><td style="text-align: center;">± 3.0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">100</td><td style="text-align: center;">0.5</td><td style="text-align: center;">-0.021</td><td style="text-align: center;">± 3.0</td><td style="text-align: center;">0.077</td><td style="text-align: center;">± 3.0</td></tr> </table>	RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA								N	Fase	Cte. %	Factor	Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa		Error (%)	Limite Norma (%)	Error(%)	Limite Norma (%)	1	123	100	1	-0.027	± 0.2	-0.043	± 0.2	2	123	100	0.5	-0.064	± 0.3	-0.059	± 0.3	3	123	10	1	-0.048	± 0.2	-0.046	± 0.2	4	123	10	0.5	-0.087	± 0.3	-0.076	± 0.3	5	1	100	1	-0.037	± 0.3	-0.036	± 0.3	6	2	100	1	-0.072	± 0.3	-0.072	± 0.3	7	3	100	1	-0.037	± 0.3	-0.022	± 0.3	8	1	100	0.5	-0.012	± 0.4	-0.055	± 0.4	9	2	100	0.5	-0.037	± 0.4	-0.073	± 0.4	10	3	100	0.5	-0.049	± 0.4	-0.031	± 0.4	RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA								N	Fase	Cte. %	Factor	Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa		Error (%)	Limite Norma (%)	Error(%)	Limite Norma (%)	1	123	100	1	-0.044	± 2.0	-0.034	± 2.0	2	123	100	0.5	-0.031	± 2.0	-0.016	± 2.0	3	123	10	1	-0.071	± 2.0	-0.031	± 2.0	4	123	10	0.5	-0.055	± 2.0	0.004	± 2.0	5	1	100	1	-0.020	± 3.0	-0.004	± 3.0	6	2	100	1	-0.061	± 3.0	-0.049	± 3.0	7	3	100	1	-0.034	± 3.0	-0.002	± 3.0	8	1	100	0.5	-0.055	± 3.0	-0.024	± 3.0	9	2	100	0.5	-0.054	± 3.0	0.010	± 3.0	10	3	100	0.5	-0.021	± 3.0	0.077	± 3.0
ANTECEDENTES DEL CLIENTE																																																																																																																																																																																																																																																																									
N° / Fecha de Solicitud	: 0679_10.02.2023																																																																																																																																																																																																																																																																								
Fecha Calibración	: 11.02.2023																																																																																																																																																																																																																																																																								
Medidor	: ION 8600																																																																																																																																																																																																																																																																								
Cliente	: Tecnoled S.A.																																																																																																																																																																																																																																																																								
Instalación	:																																																																																																																																																																																																																																																																								
Subestación	:																																																																																																																																																																																																																																																																								
ANTECEDENTES DEL MEDIDOR																																																																																																																																																																																																																																																																									
Marca	: Schneider Electric																																																																																																																																																																																																																																																																								
Modelo	: P8600A4C0H5E0B0B																																																																																																																																																																																																																																																																								
N° de Serie	: PT-1012A395-01																																																																																																																																																																																																																																																																								
Estado	: Usado																																																																																																																																																																																																																																																																								
Año Fabricación	: 2010																																																																																																																																																																																																																																																																								
Clase Exactitud (%)	: 0.2																																																																																																																																																																																																																																																																								
Constante Med.	: 1																																																																																																																																																																																																																																																																								
PATRON DE CALIBRACION																																																																																																																																																																																																																																																																									
Marca	: Clou																																																																																																																																																																																																																																																																								
Modelo	: C13115																																																																																																																																																																																																																																																																								
N° Serie	: 20171801																																																																																																																																																																																																																																																																								
Clase de Exactitud	: 0,05																																																																																																																																																																																																																																																																								
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnoled																																																																																																																																																																																																																																																																								
CONDICIONES DE MEDIDA																																																																																																																																																																																																																																																																									
Lugar de Calibración	: Laboratorio Tecnoled																																																																																																																																																																																																																																																																								
Tipo de Medida	: W. ESTRELLA/ACTIVO																																																																																																																																																																																																																																																																								
Tensión Aplicada	: 63,5 (V)																																																																																																																																																																																																																																																																								
Corriente Nominal	: 5 (A)																																																																																																																																																																																																																																																																								
N° de Elementos	: 3																																																																																																																																																																																																																																																																								
Método Calibración	: Comparación Directa																																																																																																																																																																																																																																																																								
Frecuencia (Hz)	: 50 (HZ)																																																																																																																																																																																																																																																																								
Temperatura (C°)	: 22.3																																																																																																																																																																																																																																																																								
Humedad (%)	: 43.2																																																																																																																																																																																																																																																																								
Calibrador	: E.López																																																																																																																																																																																																																																																																								
RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA																																																																																																																																																																																																																																																																									
N	Fase	Cte. %	Factor	Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa																																																																																																																																																																																																																																																																			
				Error (%)	Limite Norma (%)	Error(%)	Limite Norma (%)																																																																																																																																																																																																																																																																		
1	123	100	1	-0.027	± 0.2	-0.043	± 0.2																																																																																																																																																																																																																																																																		
2	123	100	0.5	-0.064	± 0.3	-0.059	± 0.3																																																																																																																																																																																																																																																																		
3	123	10	1	-0.048	± 0.2	-0.046	± 0.2																																																																																																																																																																																																																																																																		
4	123	10	0.5	-0.087	± 0.3	-0.076	± 0.3																																																																																																																																																																																																																																																																		
5	1	100	1	-0.037	± 0.3	-0.036	± 0.3																																																																																																																																																																																																																																																																		
6	2	100	1	-0.072	± 0.3	-0.072	± 0.3																																																																																																																																																																																																																																																																		
7	3	100	1	-0.037	± 0.3	-0.022	± 0.3																																																																																																																																																																																																																																																																		
8	1	100	0.5	-0.012	± 0.4	-0.055	± 0.4																																																																																																																																																																																																																																																																		
9	2	100	0.5	-0.037	± 0.4	-0.073	± 0.4																																																																																																																																																																																																																																																																		
10	3	100	0.5	-0.049	± 0.4	-0.031	± 0.4																																																																																																																																																																																																																																																																		
RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA																																																																																																																																																																																																																																																																									
N	Fase	Cte. %	Factor	Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa																																																																																																																																																																																																																																																																			
				Error (%)	Limite Norma (%)	Error(%)	Limite Norma (%)																																																																																																																																																																																																																																																																		
1	123	100	1	-0.044	± 2.0	-0.034	± 2.0																																																																																																																																																																																																																																																																		
2	123	100	0.5	-0.031	± 2.0	-0.016	± 2.0																																																																																																																																																																																																																																																																		
3	123	10	1	-0.071	± 2.0	-0.031	± 2.0																																																																																																																																																																																																																																																																		
4	123	10	0.5	-0.055	± 2.0	0.004	± 2.0																																																																																																																																																																																																																																																																		
5	1	100	1	-0.020	± 3.0	-0.004	± 3.0																																																																																																																																																																																																																																																																		
6	2	100	1	-0.061	± 3.0	-0.049	± 3.0																																																																																																																																																																																																																																																																		
7	3	100	1	-0.034	± 3.0	-0.002	± 3.0																																																																																																																																																																																																																																																																		
8	1	100	0.5	-0.055	± 3.0	-0.024	± 3.0																																																																																																																																																																																																																																																																		
9	2	100	0.5	-0.054	± 3.0	0.010	± 3.0																																																																																																																																																																																																																																																																		
10	3	100	0.5	-0.021	± 3.0	0.077	± 3.0																																																																																																																																																																																																																																																																		

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos están relacionados únicamente al ítem calibrado y descrito en "Antecedentes del Medidor", Los resultados cumplen con la norma IEC 62053-22 (ITEM 8.1 y 8.3). Tecnoled S.A., declina toda responsabilidad por el uso indebido que se hicieran de este certificado. Este documento no puede ser reproducido en forma parcial.

Jaime Eduardo García Collao
Jefe Área Certificación 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 9.27 – Certificado de calibración medidor de potencia de SSAA - Alimentador 52C19



FT-LAB-7.8c



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

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME :

10-07-2023

FOLIO: 39719


ANTECEDENTES DEL CLIENTE				RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
N° / Fecha de Solicitud	: Correo			N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
Fecha Calibración	: 03.07.2023							Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
Medidor	: ION 8600			1	123	100	1	-0,066	± 0,2	-0,054	± 0,2
Cliente	: Tecnored S.A.			2	123	100	0,5	-0,064	± 0,3	-0,072	± 0,3
Instalación	: Remarcador			3	123	10	1	-0,078	± 0,2	-0,069	± 0,2
Subestación	: Remarcador			4	123	10	0,5	-0,092	± 0,3	-0,071	± 0,3
ANTECEDENTES DEL MEDIDOR				5	1	100	1	-0,057	± 0,3	-0,084	± 0,3
Marca	: Schneider Electric			6	2	100	1	-0,090	± 0,3	-0,011	± 0,3
Modelo	: P8600A4C0J5E1B0A			7	3	100	1	-0,056	± 0,3	-0,088	± 0,3
N° de Serie	: PT-1211A017-01			8	1	100	0,5	-0,073	± 0,4	-0,060	± 0,4
Estado	: En Servicio			9	2	100	0,5	-0,043	± 0,4	-0,030	± 0,4
Año Fabricación	: 2012			10	3	100	0,5	-0,053	± 0,4	-0,053	± 0,4
Clase Exactitud (%)	: 0,2										
Constante Med.	: 1										
PATRON DE CALIBRACIÓN				RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
Marca	: Applied Precision			N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
Modelo	: PTE 2300							Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
N° Serie	: 2615020128			1	123	100	1	-0,043	± 2,0	-0,034	± 2,0
Clase de Exactitud	: 0,05			2	123	100	0,5	-0,057	± 2,0	-0,058	± 2,0
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnored			3	123	10	1	-0,081	± 2,0	-0,075	± 2,0
CONDICIONES DE MEDIDA				4	123	10	0,5	-0,062	± 2,0	-0,045	± 2,0
Lugar de Calibración	: SE Los Villares			5	1	100	1	-0,041	± 3,0	-0,039	± 3,0
Tipo de Medida	: W,ESTRELLA/ACTIVO			6	2	100	1	-0,030	± 3,0	-0,006	± 3,0
Tensión Aplicada	: 63,5 (V)			7	3	100	1	-0,075	± 3,0	-0,037	± 3,0
Corriente Nominal	: 5 (A)			8	1	100	0,5	-0,037	± 3,0	-0,037	± 3,0
N° de Elementos	: 3			9	2	100	0,5	-0,052	± 3,0	0,030	± 3,0
Método Calibración	: Comparación Directa			10	3	100	0,5	-0,032	± 3,0	-0,021	± 3,0
Frecuencia (Hz)	: 50 (HZ)										
Temperatura (C°)	: 21.1										
Humedad (%)	: 32.3										
Calibrador	: C. Colarte										
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	
<p style="text-align: center;">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</p>											

Figura 9.28 – Certificado de calibración medidor de potencia de SSAA - Alimentador 52C22



9.4 Actas de ensayos

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




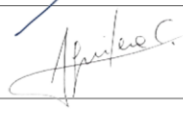

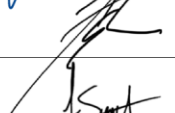





ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Fecha	18/10/2023	Empresa	ENEL Generación S.A.
ID Proyecto	EE-2021-115	Ubicación	Litueche, Región de O'Higgins, Chile
Central	Central Hidráulica Rapel		
Denominación de la unidad	Unidad 1, Unidad 2, Unidad 3, Unidad 4 y Unidad 5 (Central completa)		

Responsables durante la prueba

Empresa	Nombre	Firmas
ENEL Generación S.A. (Coordinado)	Cristian Toledo Valdes – Head of Plant Unit Rapel	
	Héctor Garcés Rodríguez – Especialista Sr de Programación	
	Sergio López Neira – Head of Control Syst. & Power Electronic	
	Jaime Aguilera Cerda – Especialista Sr. Control Syst. & Power Electronic	
	Juan Carlos Bello Tellez – Especialista Sr. Control Syst. & Power Electronic	
	Fidel Rivera Lizana – Head of HV/MV and Electrical Equipment.	
	Flavio Serey Lizama – Especialista Sr. HV/MV and Electrical Equipment	
	Germán Concha Vielma – Especialista Sr. HV/MV and Electrical Equipment	
Estudios Eléctricos	Federico Deledda – Experto Técnico	 Deledda, Federico

www.estudios-electricos.com

Figura 9.29 – Acta de tareas (1 de 5)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Datos de las unidades

Potencia aparente nominal [MVA]	76	Corriente de estator nominal [A]	3180
Tensión de estator nominal [kV]	13.8	Factor de potencia nominal	0.95
Potencia activa máxima [MW]	75.6 <i>Declarado CEN</i>	Corriente de excitación nominal [A]	1100
Mínimo Técnico [MW]	-	Tensión de excitación nominal [V]	250

Datos de la prueba

Estado previo de las unidades	<i>Despachadas</i>	Arranque de la unidad (fecha-hora)	18/10/2023 -
Inicio del período de estabilización	20:06 Hs	Fin del período de estabilización	20:45 Hs
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	20:45 Hs	Fin del período de prueba Potencia Máxima	01:45 Hs (19/10/2023)
Protocolo aplicable	EE-EN-2022-0046 Rev E	Desvíos del protocolo	Si

Instrumental

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia bruta y factor de potencia	ION 7650 - N° Serie: PJ-1203A196-03 - Unidad 1 ION 7650 - N° Serie: PJ-1102A941-02 - Unidad 2 ION 7650 - N° Serie: PJ-1203A189-03 - Unidad 3 ION 7650 - N° Serie: PJ-1203A284-03 - Unidad 4 ION 7650 - N° Serie: PJ-1012A206-02 - Unidad 5 ¹ ION 7650 - N° Serie: PJ-1402A804-04 - Unidad 5
Potencia neta	No se mide
Potencia SSAA	ION 7650 - N° Serie: PJ-1012A206-02 - SSAA Alimentador 52C19 ION 7650 - N° Serie: PJ-1012A206-02 - SSAA Alimentador 52C22

¹Medidor con problemas de configuración. No permite obtener registros con una tasa de guardado de un minuto.

Figura 9.30 - Acta de tareas (2 de 5)



ESTUDIOS ELÉCTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Valores preliminares

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

Período	1	2	3	4	5
Potencia Bruta Unidad 1 [MW]	71,341	73,099	71,855	72,889	73,027
Potencia Bruta Unidad 2 [MW]	72,638	72,569	72,664	72,615	72,577
Potencia Bruta Unidad 3 [MW]	71,619	71,823	71,945	71,883	71,844
Potencia Bruta Unidad 4 [MW]	71,436	71,404	71,402	71,307	71,311
Potencia Bruta Unidad 5 [MW]²	75,671	75,659	75,644	75,580	75,597
Potencia Bruta Central [MW]	362,705	364,554	363,51	364,274	364,356

Observaciones

Desvíos del protocolo: Por problemas de configuración en el medidor de potencia bruta de la unidad U5 no se pudieron obtener los datos registrados cada un minuto. Para ello se utilizó el medidor de potencia ubicado en el lado de alta tensión del transformador elevador. Personal de ENEL Generación comparte el certificado de calibración vigente de dicho medidor.

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

Durante el desarrollo de las pruebas la central operó a una potencia máxima dada por la condición de nivel del embalse Rapel. La regulación de frecuencia estuvo deshabilitada ya que el regulador de velocidad se encontraba en modo manual y la potencia activa quedo establecida por el limitador de apertura del distribuidor. En todas las unidades se consignan a una posición de distribuidor de 95% estando la consigna del limitador de apertura entre 88% y 92%. Por otra parte, debido a las condiciones del sistema a la hora de realizar el ensayo no se pudo inyectar potencia reactiva más allá de un valor de 5 a 7 MVAR, obteniéndose en cada unidad un factor de potencia de aproximadamente 0.99.

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

Comentarios: Se verificó sincronización horaria. Los medidores de potencia bruta de cada unidad y de SSAA se encuentran sincronizados. Se verificó la tasa de muestreo de 1 minuto en todos los medidores.

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

² La potencia medida de la Unidad 5 se ve afectada por las pérdidas en el transformador elevador. En el informe técnico se realizarán las correcciones correspondientes.

Figura 9.31 – Acta de tareas (3 de 5)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Para las mediciones de las variables complementarias, obtenidas desde el sistema SCADA de planta, se utilizan los siguientes tags:

RAP_00_E21LI100_NI - Nivel Embalse [msnm]
RAP_00_E21LI200_NI - Nivel Descarga [msnm]

RAP_TH1_GEN_____P_ - POTENCIA ACTIVA GEN [MW]
RAP_TH1_GEN_____Q_ - POTENCIA REACTIVA GEN [MVAR]
RAP_TH1_GN_____F_ - FRECUENCIA GEN [Hz]
RAP_TH1_GEN_____V_ - VOLTAJE BORNES GEN [KV]
RAP_TH1_GEN_____I_ - CORRIENTE GEN [kA]
RAP_TH1_____PC - POSICION DISTRIBUIDOR [%]
RAP_TH1_GEN_WD09__T_ - TEMP. DE ENROLLADO GENERADOR 9 [°C]
RAP_TH1_TST_BR07__T_ - TEMP DESCANSO DE EMPUJE SEGM.7 [°C]
RAP_TH1_TRB_BR08__T_ - TEMP. DESCANSO TURBINA SEGM.8 [°C]

RAP_TH2_GEN_____P_ - POTENCIA ACTIVA GEN [MW]
RAP_TH2_GEN_____Q_ - POTENCIA REACTIVA GEN [MVAR]
RAP_TH2_GN_____F_ - FRECUENCIA GEN [Hz]
RAP_TH2_GEN_____V_ - VOLTAJE BORNES GEN [KV]
RAP_TH2_GEN_____I_ - CORRIENTE GEN [kA]
RAP_TH2_____PC - POSICION DISTRIBUIDOR [%]
RAP_TH2_GEN_WD09__T_ - TEMP. DE ENROLLADO GENERADOR 9 [°C]
RAP_TH2_TST_BR07__T_ - TEMP DESCANSO DE EMPUJE SEGM.7 [°C]
RAP_TH2_TRB_BR08__T_ - TEMP. DESCANSO TURBINA SEGM.8 [°C]

RAP_TH3_GEN_____P_ - POTENCIA ACTIVA GEN [MW]
RAP_TH3_GEN_____Q_ - POTENCIA REACTIVA GEN [MVAR]
RAP_TH3_GN_____F_ - FRECUENCIA GEN [Hz]
RAP_TH3_GEN_____V_ - VOLTAJE BORNES GEN [KV]
RAP_TH3_GEN_____I_ - CORRIENTE GEN [kA]
RAP_TH3_____PC - POSICION DISTRIBUIDOR [%]
RAP_TH3_GEN_WD09__T_ - TEMP. DE ENROLLADO GENERADOR 9 [°C]
RAP_TH3_TST_BR07__T_ - TEMP DESCANSO DE EMPUJE SEGM.7 [°C]
RAP_TH3_TRB_BR08__T_ - TEMP. DESCANSO TURBINA SEGM.8 [°C]

RAP_TH4_GEN_____P_ - POTENCIA ACTIVA GEN [MW]
RAP_TH4_GEN_____Q_ - POTENCIA REACTIVA GEN [MVAR]
RAP_TH4_GN_____F_ - FRECUENCIA GEN [Hz]
RAP_TH4_GEN_____V_ - VOLTAJE BORNES GEN [KV]
RAP_TH4_GEN_____I_ - CORRIENTE GEN [kA]
RAP_TH4_____PC - POSICION DISTRIBUIDOR [%]
RAP_TH4_GEN_WD09__T_ - TEMP. DE ENROLLADO GENERADOR 9 [°C]
RAP_TH4_TST_BR07__T_ - TEMP DESCANSO DE EMPUJE SEGM.7 [°C]
RAP_TH4_TRB_BR08__T_ - TEMP. DESCANSO TURBINA SEGM.8 [°C]

RAP_TH5_GEN_____P_ - POTENCIA ACTIVA GEN [MW]
RAP_TH5_GEN_____Q_ - POTENCIA REACTIVA GEN [MVAR]
RAP_TH5_GN_____F_ - FRECUENCIA GEN [Hz]
RAP_TH5_GEN_____V_ - VOLTAJE BORNES GEN [KV]
RAP_TH5_GEN_____I_ - CORRIENTE GEN [kA]
RAP_TH5_____PC - POSICION DISTRIBUIDOR [%]
RAP_TH5_GEN_WD09__T_ - TEMP. DE ENROLLADO GENERADOR 9 [°C]
RAP_TH5_TST_BR07__T_ - TEMP DESCANSO DE EMPUJE SEGM.7 [°C]
RAP_TH5_TRB_BR08__T_ - TEMP. DESCANSO TURBINA SEGM.8 [°C]

www.estudios-electricos.com

Figura 9.32 - Acta de tareas (4 de 5)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Los servicios auxiliares quedaron alimentados exclusivamente desde los alimentadores 52C19 y 52C22 (ambos interruptores cerrados), los cuales están conectados a las barras 1 y 2 de SSAA. Estas barras se encuentran acopladas por el interruptor de acople 52C5 cerrado y alimentadas por el transformador de SSAA N°4 desde la barra de 66kV.

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

www.estudios-electricos.com

Figura 9.33 – Acta de tareas (5 de 5)



Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente.