

Empresa: Coordinador Eléctrico Nacional

País: Chile

Proyecto: Central Térmica Nahuenco I

Descripción: Informe de Pruebas de Potencia Máxima - Diésel

Código de Proyecto: EE-2020-113

Código de Informe: EE-EN-2021-0145

Revisión: A



2 de febrero de 2021



Este documento EE-EN-2021-0145-RA fue preparado para Coordinador Eléctrico Nacional por Estudios Eléctricos. Para consultas técnicas respecto del contenido del presente comunicarse con:

Ing. César Colignon
Departamento de Ensayos e Ingeniería
cesar.colignon@estudios-electricos.com

Ing. Andrés Capalbo
Coordinador Dpto. Ensayos e Ingeniería
andres.capalbo@estudios-electricos.com

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

www.estudios-electricos.com

Este documento contiene 93 páginas y ha sido guardado por última vez el 02/02/2021 por César Colignon, sus versiones y firmantes digitales se indican a continuación:

Rev	Fecha	Comentarios	Realizó	Revisó	Aprobó
A	2/Feb/2021	Informe para entregar	CiC	AC	PR
B					
C					
D					

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



Índice

1	INTRODUCCIÓN.....	6
2	RESUMEN EJECUTIVO.....	7
3	OBJETIVO GENERAL Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA.....	8
3.1	Objetivo.....	8
3.2	Condiciones Particulares.....	8
3.3	Experto Técnico.....	8
3.4	Representante empresa generadora.....	8
3.5	Representante del Coordinador Eléctrico Nacional.....	9
3.6	Observador de otro Coordinado.....	9
4	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA.....	10
4.1	Descripción general de la planta.....	10
4.2	Descripción de las unidades de generación.....	11
4.3	Condiciones de referencia y curvas de corrección.....	15
4.3.1	Operación con gas natural.....	16
4.3.2	Operación con diésel.....	18
4.3.3	Curvas del generador aplicables a todas las configuraciones.....	19
4.3.4	Metodología de corrección.....	20
4.4	Instrumentación y mediciones.....	21
4.4.1	Metodología.....	22
4.4.2	Instrumentación principal.....	23
4.4.3	Mediciones complementarias.....	25
4.5	Toma de muestras del combustible.....	26
5	REALIZACIÓN DE LA PRUEBA.....	27
5.1	Chequeos preliminares.....	27
5.2	Desarrollo de las pruebas.....	27
5.2.1	Verificaciones previas.....	27
5.3	Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba.....	28
5.4	Período de prueba.....	30
6	METODOLOGÍAS APLICABLES Y RESULTADOS.....	32
6.1	Reducción de datos y estabilidad.....	32



6.2	Determinación de la potencia de pérdidas totales (SSAA)	32
6.2.1	Configuración ciclo abierto	32
6.2.2	Configuración ciclo cerrado	33
6.3	Correcciones aplicables a la potencia bruta	34
6.3.1	Configuración ciclo abierto	34
6.3.2	Configuración ciclo cerrado	36
6.4	Calculo referencial de la potencia neta	38
6.4.1	Configuración ciclo abierto	38
6.4.2	Configuración ciclo combinado	39
6.5	Cálculo del promedio final	40
6.6	Tablas de resumen general	41
6.7	Incertidumbre	43
7	CONCLUSIONES	44
8	NORMATIVA	45
9	ANEXOS	46
9.1	Antecedentes de generadores	46
9.1.1	Hoja de datos de generador – Unidad TG	46
9.1.2	Hoja de datos de generador – Unidad TV	49
9.2	Puntos de medición	52
9.2.1	Potencia bruta	52
9.2.2	Potencia neta	65
9.2.3	Temperatura ambiente y Humedad relativa	69
9.3	Instrumentos de medición	70
9.3.1	Potencia bruta/FP	70
9.3.2	Potencia neta	72
9.3.3	Temperatura ambiente y Humedad relativa	75
9.4	Curvas de corrección	79
9.4.1	Configuraciones CA y CC con gas y diésel	81
9.4.2	Configuración CC + FA con gas	83
9.5	Actas de ensayos	85
9.5.1	Configuración ciclo abierto con diésel	85
9.5.2	Configuración ciclo cerrado con diésel	88



9.6	Análisis de combustible.....	91
9.6.1	Configuración ciclo abierto diésel	91
9.6.2	Configuración ciclo combinado diésel.....	92



1 INTRODUCCIÓN

El presente documento describe las tareas, ensayos y cálculos realizados para obtener el valor de **Potencia Máxima de la unidad de la Central Térmica Nehuenco I operando en combustible diésel** 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-2020-1811-RD_Procedimiento_Potencia_Maxima_CT_Nehuenco_I

Las configuraciones consideradas en el presente informe son las siguientes:

- Ciclo abierto: TG operando con diésel
- Ciclo combinado: TG+TV operando con diésel

La Central Térmica Nehuenco I, perteneciente a Colbún S.A., está ubicada en la comuna de Quillota en la región de Valparaíso y consta de un ciclo combinado compuesto por una turbina de gas junto a una turbina de vapor, ambas de marca SIEMENS.



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*” y la norma aplicable ASME PTC46.

Finalmente, se diseñó una alternativa que permitió realizar la determinación buscada en las mejores condiciones técnicas posibles. Para esto, el Coordinado contrató a la empresa Tecnored para la instalación de medidores externos de potencia bruta. En tanto, la potencia neta, la temperatura ambiente y la humedad relativa fueron medidas con equipamiento permanente de planta.

Las pruebas se ejecutaron entre los días 7 y 8 de enero de 2021 en presencia de Mitchell Zúñiga por parte del Coordinado (Colbún S.A.) y Andrés Capalbo como Experto Técnico (Estudios Eléctricos).

Para cada una de las configuraciones mostradas en el presente informe se verificó que, durante el período de las pruebas, la central logra controlar en forma estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. En total se registraron 5 Hs en condiciones de potencia máxima, luego de finalizado el período de estabilización. Durante el desarrollo de las pruebas se operó la unidad en carga base y se buscó obtener un factor de potencia lo más cercano posible a 0.95, utilizando el modo de control de tensión del AVR.

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, temperatura y humedad relativa del aire, tal como indica el Anexo Técnico.

Finalmente, se determinaron los siguientes valores de **Potencia Máxima Bruta** para la central utilizando como combustible diésel:

- Ciclo abierto: **206.3 MW**
- Ciclo combinado: **315.4 MW**



3 OBJETIVO GENERAL Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA

3.1 Objetivo

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

3.2 Condiciones Particulares

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

Desde planta las pruebas fueron dirigidas, con la supervisión del experto técnico, por el inspector sustituto designado por el Coordinado. Para las pruebas de la Central Térmica Nehuenco I el inspector sustituto fue **Mitchell Zúñiga**, quién se desempeña como Ingeniero de Procesos de la central.

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 de la Central Térmica Nehuenco I. El Experto Técnico designado fue el Ing. Andrés Capalbo y fue el responsable de desarrollar el protocolo de pruebas, supervisar la ejecución de todas las actividades descritas en el mismo y redactar el presente informe.

3.4 Representante empresa generadora

Por parte de Colbún S.A., el Coordinado, estuvo presente durante las pruebas el Sr. Mitchell Zúñiga como inspector sustituto. Él fue el responsable de coordinar al personal bajo su mando en la operación de la central generadora, y de corroborar que exista personal calificado en la central de forma de poder efectuar íntegramente la prueba tal lo establecido en el protocolo. Adicionalmente, se contó con el soporte del Ing. Julián Larrea.



3.5 Representante del Coordinador Eléctrico Nacional

Los Sres. Jorge Da Costa y Eduardo González se hicieron presentes de forma remota durante el desarrollo de las pruebas.

3.6 Observador de otro Coordinado

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



4.2 Descripción de las unidades de generación

La unidad TG presenta una potencia bruta declarada de 220MW, en tanto para la unidad TV se declaran 115MW¹. Ambas unidades se componen de generadores y turbinas SIEMENS, cuyas placas de datos se muestran de las Figura 4.4 a Figura 4.8.

Se presenta a continuación los diagramas unilineales de las unidades TG y TV.

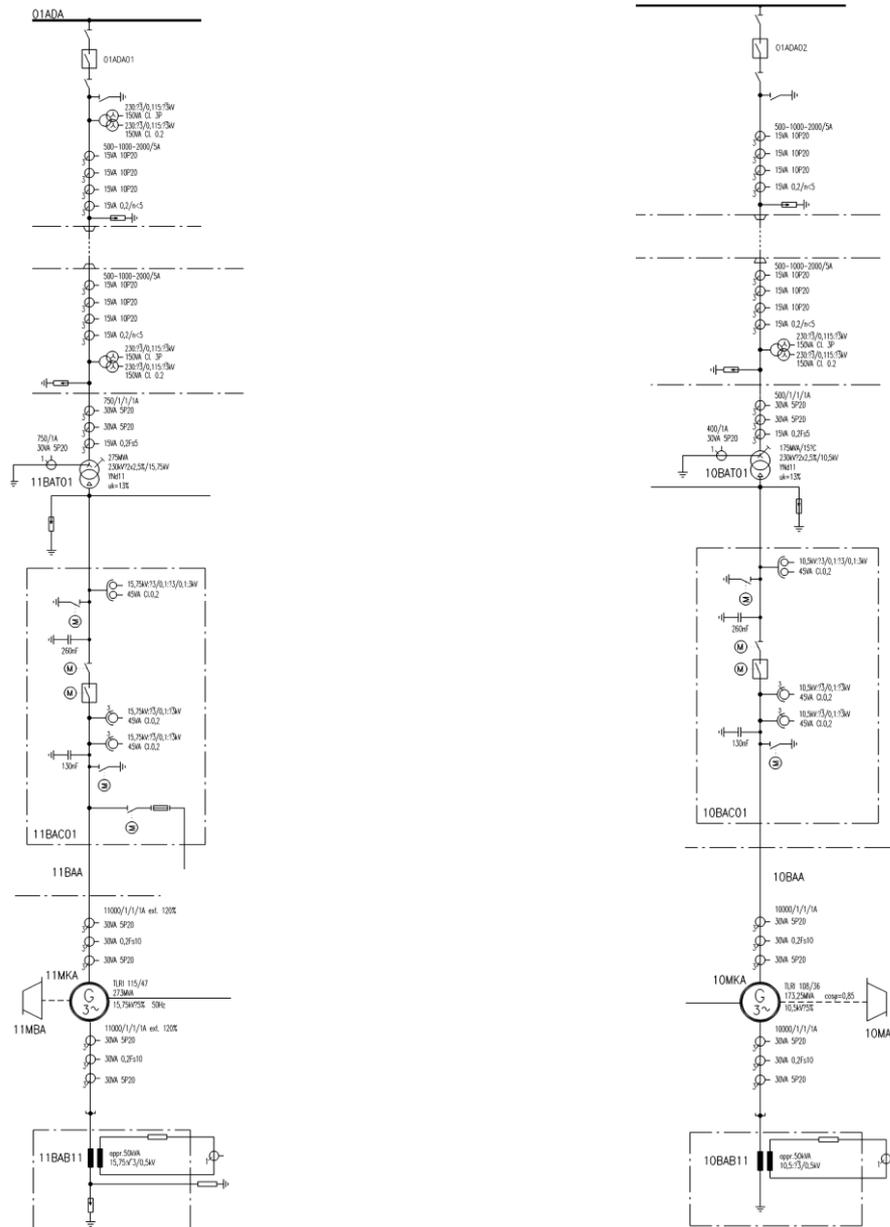


Figura 4.2 – Diagramas unilineales unidades TG y TV

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



En la siguiente figura se presenta diagrama unilineal de los servicios auxiliares de la Central Térmica Nehuenco I.

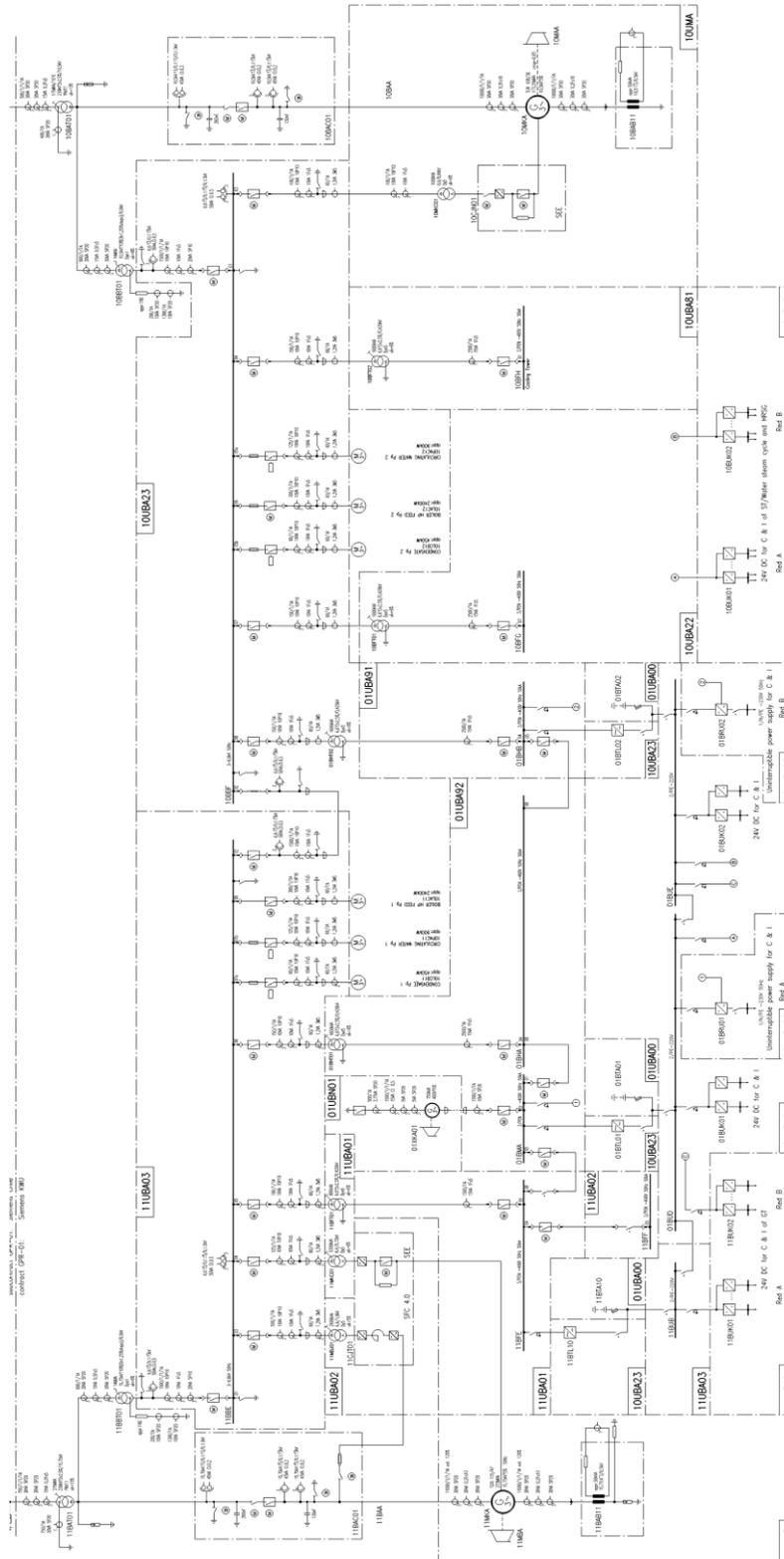


Figura 4.3 – Diagrama unilineal de servicios auxiliares



A continuación, se presentan los datos de placa de ambos generadores. En el anexo 9.1 se puede encontrar la hoja de datos completa de los generadores.

Número de fabricación del estator: 127831

SIEMENS		
Generador	M127831	1997
TLRI 115 / 47	50 s ⁻¹	Derecha
3 ~	YY	U1 V1 W1
15 750 V ± 5 %	10 007 A	S1
273 000 kVA	cos φ = 0,85	
Excitación independiente	466 V	1003 A
Clase de aislamiento: F	IM 7325	IP54
Refrigeración de aire	Aire frío: 29 °C	
Peso des transporte estator:	234 Mg	VDE0530/IEC34
Peso des transporte rotor:	53 Mg	
Siemens AG · Bereich Energieerzeugung (KWU)		

Figura 4.4 – Datos de placa generador (Unidad TG)

Número de fabricación del estator: 127693

SIEMENS		
Generador	M127693	1997
TLRI 108 / 36	50 s ⁻¹	Derecha
3 ~	YY	U1 V1 W1
10500 V ± 525 V	9623 A	S1
175 000 kVA	cos φ = 0,85	
Excitación independiente	418 V	950 A
Clase de aislamiento: F	IM 7215	IP54
Refrigeración de aire	Aire frío: 29 °C	
Peso des transporte estator:	170 Mg	VDE0530/IEC34
Peso des transporte rotor:	37 Mg	
Siemens AG · Bereich Energieerzeugung (KWU)		

Figura 4.5 – Datos de placa generador (Unidad TV)



En la Figura 4.6 se presenta los datos de placa de turbina de la unidad TG y en la Figura 4.7 los datos característicos para la operación con gas natural y combustible líquido. En la Figura 4.8 se presenta los de la turbina de la unidad TV.

SIEMENS			
Gas Turbine			
Serial - No.:	800335	Year of manufacture:	1996
Speed:	50 s ⁻¹	Type No.:	V94.3A
Rated capacity:	232 MW		
Air inlet conditions:	15 °C	1.013 bar	
MADE IN GERMANY			
Siemens AG Energieerzeugung KWU			

Figura 4.6 – Datos de placa de turbina (Unidad TG)

Type: V94.3A	Unit	Base load		
		Natural gas		Oil
Fuel	--			
Low heat value LHV	kJ/kg	46905		42504
Nominal output at generator terminals	MW	227	231	221
Nominal efficiency at generator terminals	%	37.1	36.8	36.7
Exhaust gas flow	kg/s	618	621	619
Exhaust gas temperature	°C	574	574	574
Exhaust gas enthalpy	kJ/kg	630	633	622
Fuel consumption	kg/s	13.0	13.3	14.1
Fuel temperature	°C	----	----	----
Water consumption	kg/s	----	2.7	----
Inlet guide vanes	%	100		
Reference conditions:				
– Speed	rpm	3000		
– Ambient temperature	°C	15		
– Barometric pressure	mbar	1003.7		
– Relative humidity	%	60		
– Pressure loss at compressor inlet	mbar	10		
– Pressure loss at turbine outlet	mbar	10		
– Nominal power factor	--	0.85		
– Nominal excitation power losses ca.	MW	0.4		

Figura 4.7 – Datos característicos de turbina (Unidad TG) – Operación gas y diésel



SIEMENS			
Turbina de vapor			
No. de pedido:	117885	Año de construcción:	1997
Presión del vapor:	123,1 bar	Temperatura del vapor:	547,4 °C
Velocidad de rotación:	50 s ⁻¹	Potencia:	148 MW
Presión a la salida del vapor: 0,0406 bar			
<hr/> Siemens AG · Bereich Energieerzeugung (KWU)			

Figura 4.8 – Datos de placa de turbina (Unidad TV)

4.3 Condiciones de referencia y curvas de corrección

A partir de los resultados de las pruebas de Performance Test presentados en el documento “Performance test. Nehuenco I-Nov 2000.pdf”, se consideran los siguientes valores de potencia máxima esperables para las configuraciones Ciclo Abierto, Ciclo Combinado (con y sin fuegos adicionales) operando con Gas Natural.

Configuración	Combustible	Potencia [kW]
Ciclo Abierto (TG)	Gas Natural	232.000
Ciclo Combinado (TG+TV) Sin fuegos adicionales	Gas Natural	351.222
Ciclo Combinado (TG+TV+FA) Con fuegos adicionales	Gas Natural	372.059
Ciclo Abierto (TG)	Diésel	221.000
Ciclo Combinado (TG+TV) Sin fuegos adicionales	Diésel	-

Tabla 4.1 – Valores base de potencia máxima esperables

En la Tabla 4.2 se muestran las condiciones nominales asociadas a las curvas de corrección mostradas en el documento “Performance test. Nehuenco I-Nov 2000.pdf”. Cabe mencionar que solo se presentan los parámetros de corrección que se deben considerar en base a lo estipulado en el Anexo Técnico.

Parámetro de corrección	Valor nominal
Temperatura ambiente	15 °C
Humedad relativa del aire	60.0%
Factor de potencia	0.85 (lagging)

Tabla 4.2 – Condiciones nominales para operación con gas



4.3.1 Operación con gas natural

En comunicación con el Coordinador, se ha acordado el uso de las curvas de corrección consideradas en el proceso de auditoría de consumo específico ya realizado para la operación de la central con gas natural. Dichas pruebas se describen en el documento “IFE-CRDEN-20190320-COLBUN-NH-I-CEN-R0.pdf” y fueron realizadas en las siguientes configuraciones:

- Ciclo abierto: TG operando con gas natural
- Ciclo combinado: TG+TV operando con gas natural
- Ciclo combinado: TG+TV operando con gas natural y fuegos adicionales

Cabe mencionar que, tal como se describe en el documento “IFE-CRDEN-20190320-COLBUN-NH-I-CEN-R0.pdf”, se ha utilizado el mismo conjunto de curvas para las configuraciones de ciclo abierto y ciclo combinado (Figura 4.9 y Figura 4.10). En tanto, las curvas presentadas en la Figura 4.11 y Figura 4.12 son consideradas para la corrección del ciclo combinado con fuegos adicionales.

A continuación, se presentan las curvas utilizadas para la corrección de potencia en las configuraciones de ciclo abierto y ciclo cerrado sin considerar los fuegos adicionales.

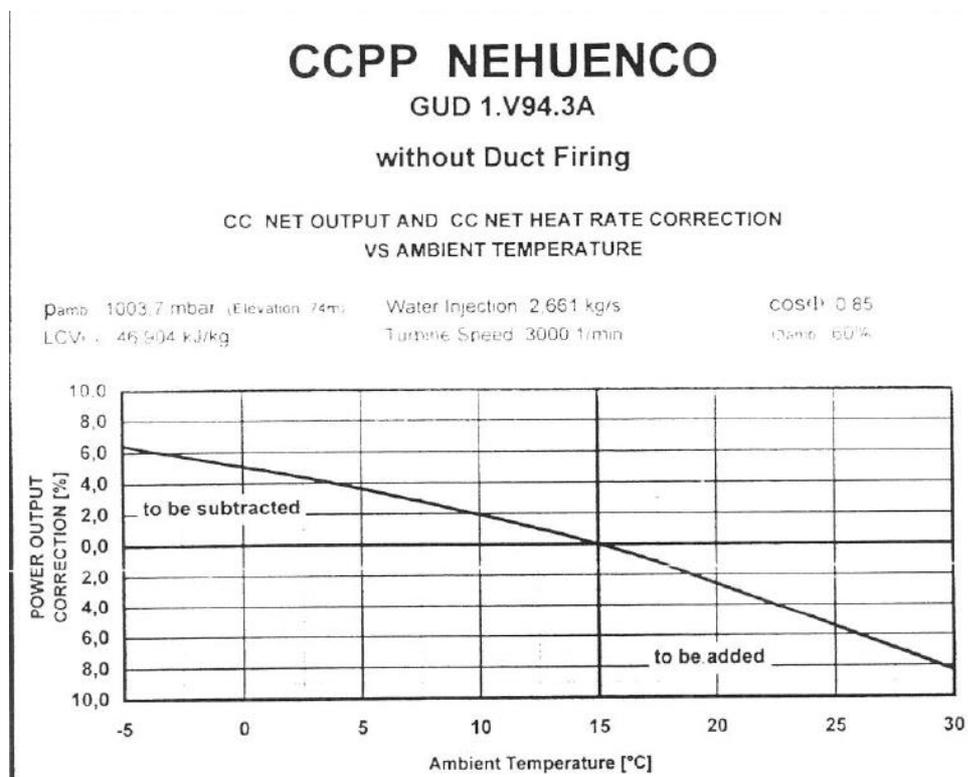


Figura 4.9 – Curva de corrección por temperatura ambiente para operación con gas – Configuraciones CA y CC

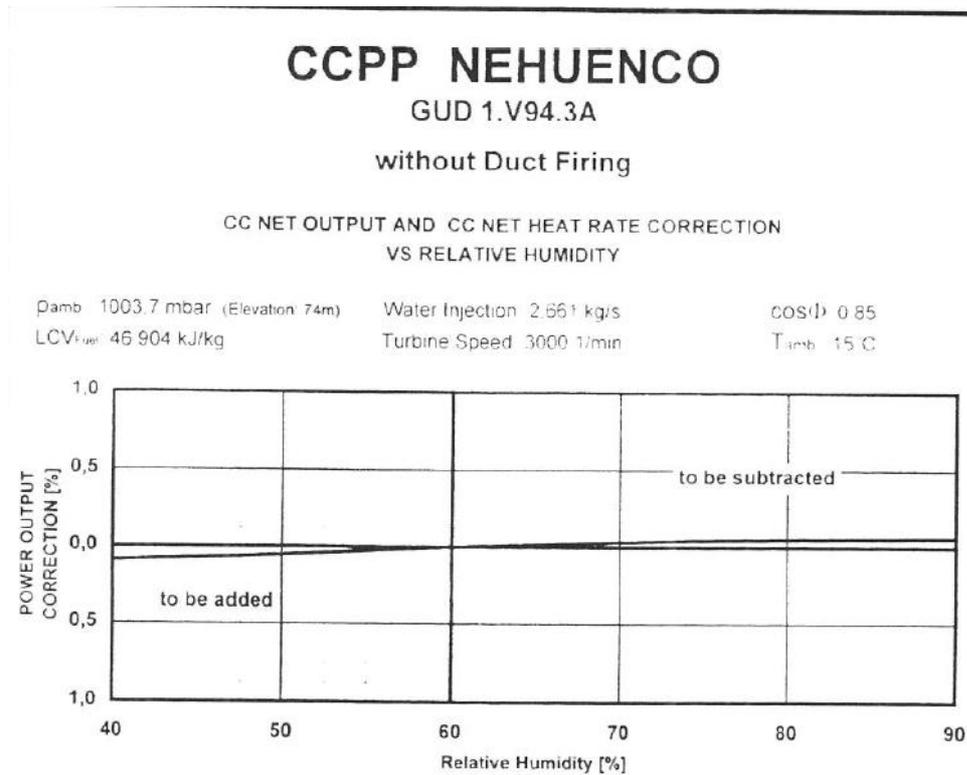


Figura 4.10 – Curva de corrección por humedad relativa para operación con gas - Configuraciones CA y CC

Para la configuración de ciclo cerrado con fuegos adicionales, se deben considerar las curvas mostradas a continuación.

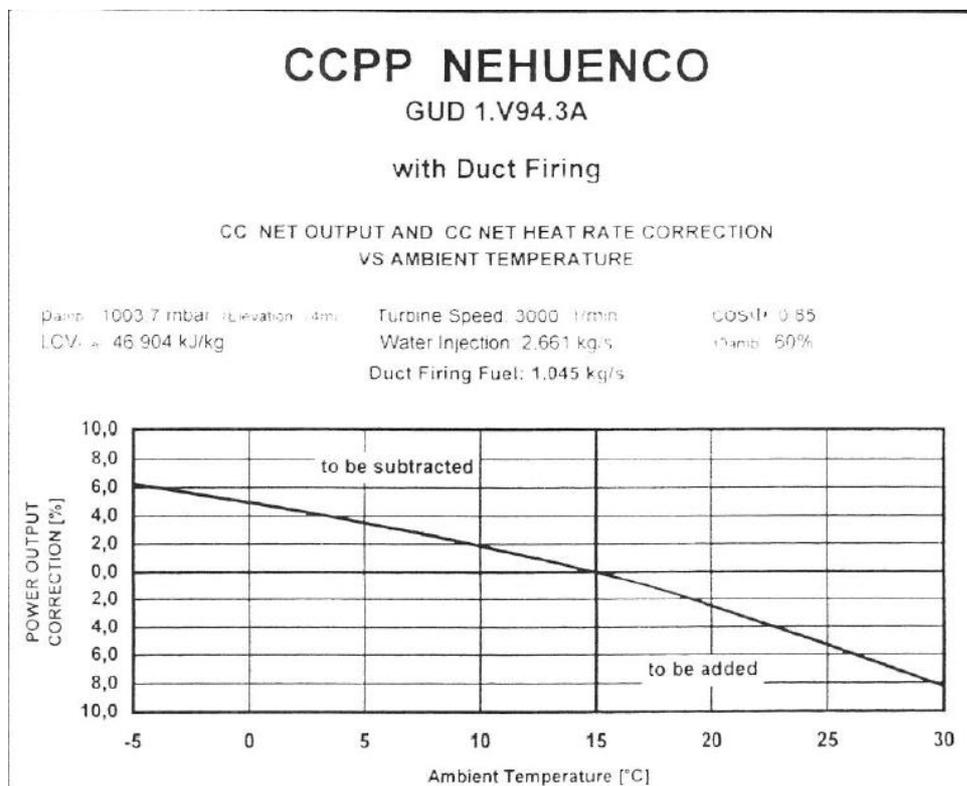


Figura 4.11 – Curva de corrección por temperatura ambiente para operación con gas – Configuración CC+FA



CCPP NEHUENCO

GUD 1.V94.3A

with Duct Firing

CC NET OUTPUT AND CC NET HEAT RATE CORRECTION
VS RELATIVE HUMIDITY

P_{amb} : 1003.7 mbar (Elevation: 34m) Turbine Speed: 3000 1/min $\cos(\Phi)$: 0.85
 L_{CV} : 46.904 kJ/kg Water Injection: 2.661 kg/s T_{amb} : 15 °C
 Duct Firing Fuel: 1.045 kg/s

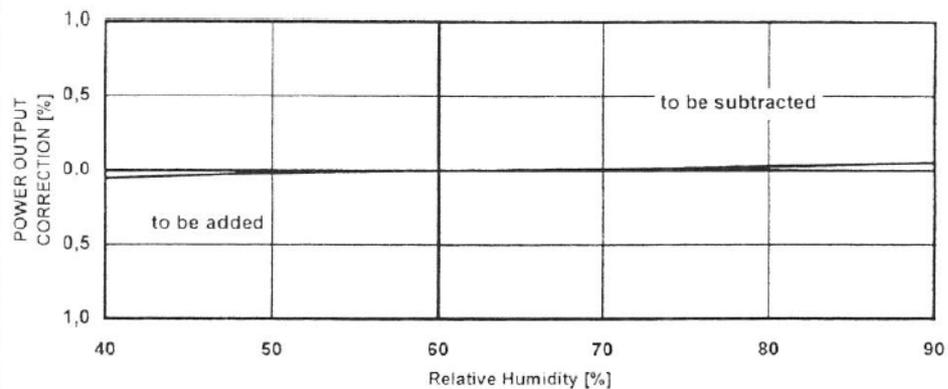


Figura 4.12 – Curva de corrección por humedad relativa para operación con gas – Configuración CC+FA

4.3.2 Operación con diésel

Según ha confirmado el Coordinado, no se dispone de curvas de corrección para la operación con combustible líquido.

Frente a esto, y en concordancia a las pruebas de consumo específico realizadas utilizando combustible líquido, se considerará el mismo conjunto de curvas presentadas en la sección 4.3.2 para la operación con gas.



4.3.3 Curvas del generador aplicables a todas las configuraciones

Las curvas siguientes permiten calcular las pérdidas en el generador y son utilizadas para la corrección por factor de potencia (de corresponder). Las mismas son válidas para todas las configuraciones del presente procedimiento (ciclo cerrado/abierto-gas/Diésel)

Job name	Nehuenco GTG	$S_N = 273,0$	MVA	P.F. = 0,85
Job No.	12-7831	$U_N = 15,75$	kV	$f_N = 50$ Hz
Generator type	TLRI 115/47	$I_N = 10,007$	kA	$n_N = 50$ s ⁻¹

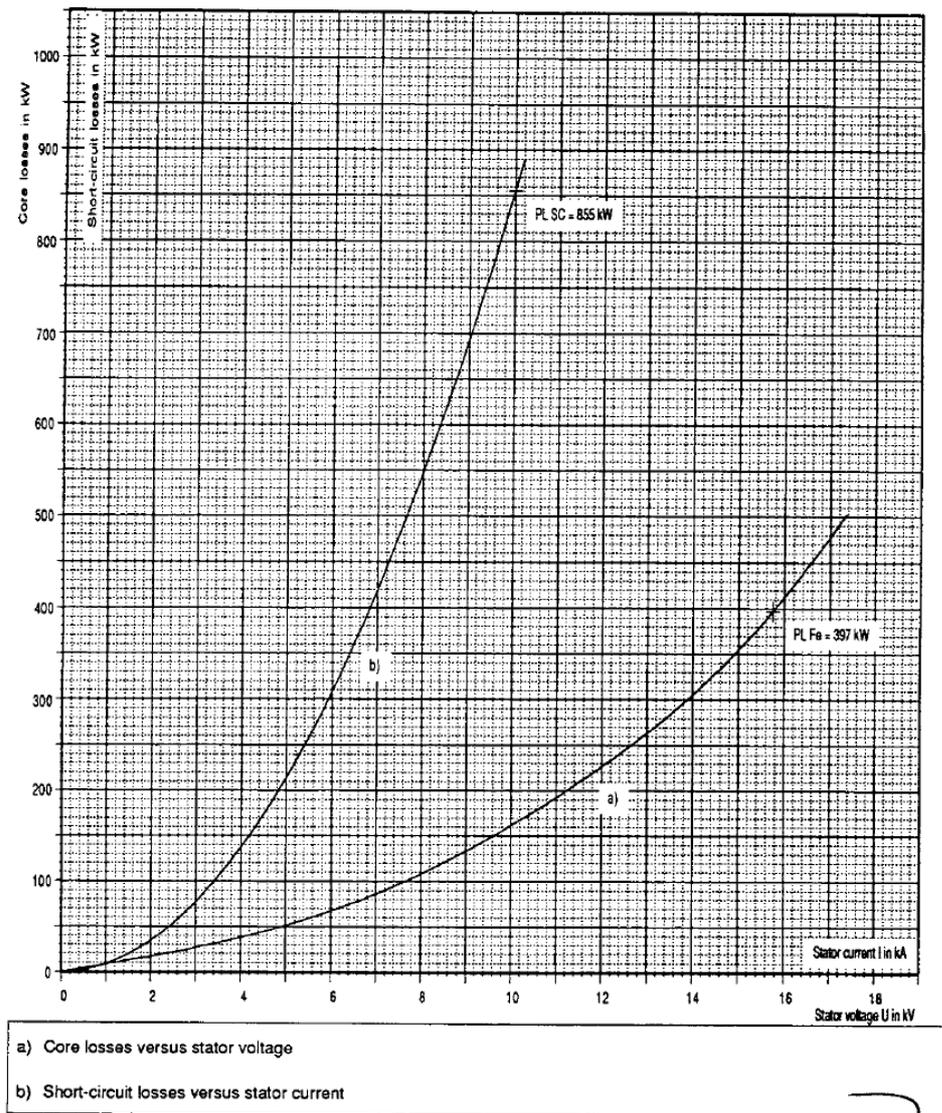


Figura 4.13 – Curva de pérdidas en el núcleo y de cortocircuito (Unidad TG)



Job name	Nehuenco STG	$S_N = 175,0$	MVA	P.F. = 0,85
Job No.	12-7693	$U_N = 10,50$	kV	$f_N = 50$ Hz
Generator type	TLRI 108/36	$I_N = 9,623$	kA	$n_N = 50$ s ⁻¹

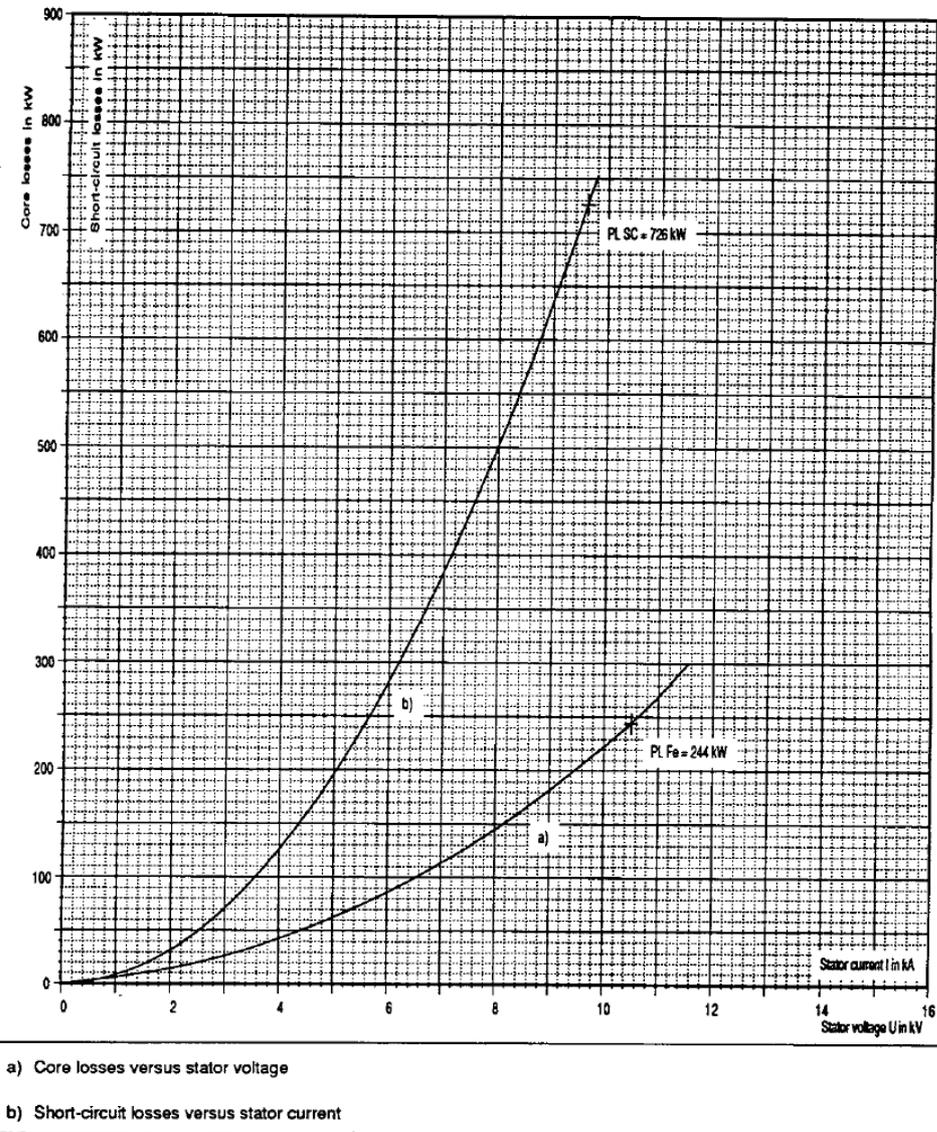


Figura 4.14 – Curva de pérdidas en el núcleo y de cortocircuito (Unidad TV)

4.3.4 Metodología de corrección

Para las correcciones del valor de potencia bruta se utilizará, cuando corresponda, las condiciones de referencia junto con las curvas mostradas anteriormente y un factor de potencia de 0.95 tal lo solicitado por el Anexo Técnico.



4.4 Instrumentación y mediciones

Según lo establecido en el Artículo 31 del Anexo Técnico, las mediciones de potencia y factor de potencia deberán realizarse con instrumentos clase 0.2, mientras que la norma ASME PTC 46 establece que la clase de los transformadores de instrumentación debe ser 0.3 o mejor.

En la Figura 4.15 se presenta un diagrama unilineal simplificado de planta donde se distinguen los elementos de interés.

Considerando este diagrama junto con el levantamiento de información realizado, los requerimientos del Anexo Técnico y la norma ASME PTC 46 se describe la metodología propuesta.

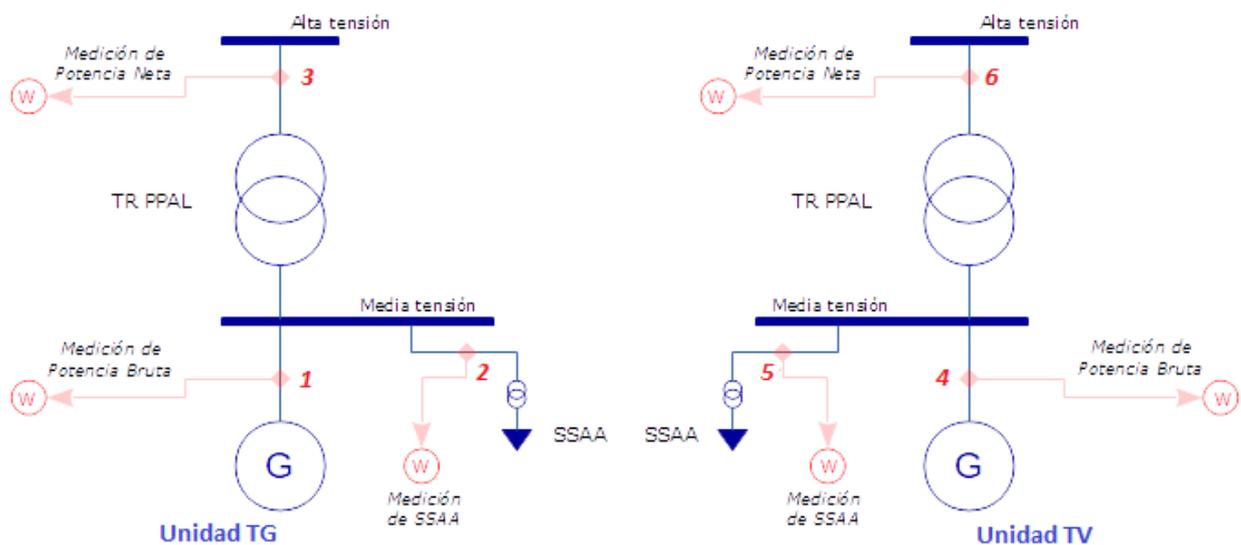


Figura 4.15 – Unilineal de planta esquemático



4.4.1 Metodología

Se realizó la medición de potencia bruta y factor de potencia en bornes del generador tal como se solicita en el Anexo Técnico. La potencia de los servicios auxiliares se calculó indirectamente a partir de la medición de la potencia neta.

Los transformadores de instrumentación (PTs,CTs) son clase 0.3 o mejor, tanto para la medición de potencia bruta como para la de potencia neta (puntos “1” y “3” para unidad TG, puntos “4” y “6” para unidad TV en la Figura 4.15).

Para la medición de potencia neta de cada unidad se utilizó el medidor de facturación respectivo, el cual cumple con los requerimientos establecidos en el anexo técnico.

El Coordinado no cuenta dentro de su instalación permanente con instrumentos de medición de clase 0.2 para la medición de potencia bruta de ambas unidades. Para subsanar este punto el Coordinado ha contratado el servicio de medición, el cual cumple con las exigencias de precisión requeridas y ha enviado los antecedentes necesarios (especificaciones técnicas y certificados de calibración).

Para la medición de la temperatura y humedad relativa se utilizó el equipamiento permanente de la instalación, el cual cumple con las exigencias requeridas y ha enviado el certificado de calibración vigente.

Según se informa en la norma PTC 46, la máxima incertidumbre de medición permitida para la variable de temperatura es de 1°F (0.6°C), en tanto, para la humedad relativa del aire es del 2%.

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

#	Magnitud	Instrumento	Tipo, clase y muestreo	Propietario y certificado	Ubicación	Tipo de registro
1	Potencia activa bruta (TG)	ION 8650 Serie: PT-1012A395-01	A, 0.2, 1 min (o superior)	Tencored S.A Figura 9.29	Conectado a PTs CTs clase 0.2 en punto 1 del unilineal de la Figura 4.15. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.2	Digital
2	Factor de potencia (TG)	ION 8650 Serie: PT-1012A395-01	A, 0.2, 1 min (o superior)	Tencored S.A Figura 9.29	Conectado a PTs CTs clase 0.2 en punto 1 del unilineal de la Figura 4.15. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.2	Digital
3	Potencia activa neta (TG)	ION 7650 Serie: PJ-0911A504-02	A, 0.2, 1 min (o superior)	Colbún S.A Figura 9.31	Conectado a PTs CTs clase 0.2 en punto 3 del unilineal de la Figura 4.15. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.2.	Digital
4	Temperatura ambiente	VAISALA PTU303 Serie: R4230157	0.2°C	Colbún S.A Figura 9.33 Figura 9.34 Figura 9.35	Estación meteorológica de instalación permanente.	Digital
5	Humedad relativa	VAISALA PTU303 Serie: R4230157	1%	Colbún S.A Figura 9.33 Figura 9.34 Figura 9.35	Estación meteorológica de instalación permanente.	Digital
6	Potencia activa bruta (TV)	ION 8650 Serie: PT-1106B209-11	A, 0.2, 1 min (o superior)	Tencored S.A Figura 9.30	Conectado a PTs CTs clase 0.2 en punto 4 del unilineal de la Figura 4.15. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.2	Digital
7	Factor de potencia (TV)	ION 8650 Serie: PT-1106B209-11	A, 0.2, 1 min (o superior)	Tencored S.A Figura 9.30	Conectado a PTs CTs clase 0.2 en punto 4 del unilineal de la Figura 4.15. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.2	Digital
8	Potencia activa neta (TV)	ION 7650 Serie: PJ-0911A481-02	A, 0.2, 1 min (o superior)	Colbún S.A Figura 9.32	Conectado a PTs CTs clase 0.2 en punto 6 del unilineal de la Figura 4.15. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.2.	Digital

Tabla 4.3 – Instrumentación principal



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

Los puntos físicos de conexión están identificados en los trifilares del anexo 9.2 y se corresponden con los indicados en la Figura 4.15.

Los equipos medidores de potencia bruta y neta serán instalados, configurados y operados por el Coordinado o el propietario de los equipos. Se requerirá la entrega de los registros digitales de las pruebas durante y luego de la ejecución de las mismas. Deberá estar presente personal idóneo para estas tareas durante todo el transcurso de las pruebas.

Asimismo, el Coordinado será responsable de entregar los registros digitales correspondientes a las variables de temperatura aire entrada y humedad relativa durante y luego de la ejecución de las pruebas. Deberá estar presente personal idóneo para estas tareas durante todo el transcurso de las pruebas.



4.4.3 Mediciones complementarias

Se utilizará el sistema de registro de planta para tomar las siguientes variables durante el período de pruebas:

- **Unidad TG:**

1. Potencia activa y reactiva en bornes de la unidad
2. Factor de potencia en bornes de la unidad.
3. Velocidad del rotor.
4. Tensión.
5. Frecuencia.
6. Consumos propios.
7. Temperatura de gases de escape.
8. Temperatura del combustible.
9. Temperatura de aire de ingreso al compresor.
10. Presión de descarga del compresor.
11. Presión de ingreso del fluido de trabajo.
12. Potencia neta
13. Potencia de SSAA
14. Presión barométrica
15. Temperatura ambiente
16. Humedad relativa
17. Caudal de combustible

- **Unidad TV:**

1. Potencia activa y reactiva en bornes de la unidad
2. Factor de potencia en bornes de la unidad.
3. Velocidad del rotor.
4. Tensión.
5. Frecuencia.
6. Consumos propios.
7. Presión de vapor principal.
8. Temperatura de vapor principal.
9. Caudal de vapor principal.
10. Temperatura y presión del vapor sobrecalentado.
11. Presión de extracciones de vapor de turbina.
12. Presión del vapor de entrada de condensador.



13. Temperatura del agua de enfriamiento que ingresa al condensador.
14. Temperatura del agua de enfriamiento a la salida del condensador.
15. Temperatura y presión del vapor recalentado caliente.
16. Flujo del agua de refrigeración.
17. Presión en el condensador.
18. Caudal de condensado.
19. Caudal de agua de alimentación.
20. Temperatura de condensado.
21. Temperatura de agua de alimentación.
22. Temperatura de los gases de escape a la entrada de la caldera de recuperación.
23. Potencia neta.
24. Potencia de SSAA
25. Presión barométrica
26. Temperatura ambiente
27. Humedad relativa

Finalizadas las pruebas se requerirá al Coordinado la entrega del registro digital de datos correspondiente.

4.5 Toma de muestras del combustible

A solicitud del Coordinador, el Coordinado fue el responsable del muestreo y análisis del combustible.

Los resultados entregados se incluyen en el anexo 9.6.



5 REALIZACIÓN DE LA PRUEBA

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

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

5.1 Chequeos preliminares

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

Se verificó:

1. Disposición de los medidores, números de serie y certificados de calibración.
2. Lectura de los equipos de medición principales.
3. Sincronización horaria entre los distintos equipos de medición.
4. Se confirmó que el sistema de adquisición de datos de planta esté operativo.

5.2 Desarrollo de las pruebas

Lo indicado en el presente apartado aplica por igual a las pruebas a desarrollar en las dos configuraciones mostradas en este informe.

5.2.1 Verificaciones previas

1. El experto técnico, inspector sustituto, operador de planta y representantes del Coordinador estaba listos para dar comienzo a la prueba.
2. Se verificó que se cumplan las condiciones de prueba establecidas:
 - a. Todas las protecciones deben estar operativas y sin falla.
 - b. No deben existir alarmas relevantes.
 - c. La unidad disponible para operar a máxima potencia.



- d. El control de frecuencia (CPF) fue insensibilizado aumentando el valor de banda muerta según indicaciones de SIEMENS.
- e. Se operó en el modo de control de tensión, ajustando el valor de tensión con tal de obtener un factor de potencia lo más cercano posible a 0.95.

5.3 Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba

El orden de las configuraciones ensayadas en la Central Térmica Nehuenco I, considerando la operación con diésel, fue el siguiente:

1. Ciclo abierto.
2. Ciclo combinado.

Previo al inicio de las pruebas la unidad TG se encontraba en servicio, una vez finalizada la prueba en configuración de ciclo abierto el operador dio orden de partida a la unidad TV y se incrementó la carga del ciclo hasta el valor correspondiente a Carga Base.

En dicho punto se verificaron las condiciones de prueba establecidas en el apartado 4.1 del procedimiento, las cuales son: lazo de control activo correspondiente a limitación por temperatura, se insensibilizó el Control Primario de Frecuencia, se ajustó el factor de potencia a 0.95 operando ambas unidades en modo de control de tensión.

Finalizados estos ajustes se dio inicio al período de estabilización de la unidad. 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 para la configuración **ciclo abierto**.

Arranque de la unidad	7/ene/2021 N/A
Inicio del período de estabilización	04:00 Hs
Fin del período de estabilización	04:15 Hs
Inicio del período de prueba	04:15 Hs
Fin del período de prueba	09:15 Hs

Tabla 5.1 – Etapas de la prueba para la configuración ciclo abierto

La Tabla 5.2 resume los períodos resultantes para la configuración **ciclo combinado**.

Arranque de la unidad	7/ene/2021 19:00 Hs (TV)
Inicio del período de estabilización	19:50 Hs
Fin del período de estabilización	20:15 Hs
Inicio del período de prueba	20:15 Hs
Fin del período de prueba	01:15 Hs

Tabla 5.2 – Etapas de la prueba para la configuración ciclo combinado

La operación durante las pruebas descritas fue utilizando diésel.



5.4 Período de prueba

Finalmente, la prueba de cada configuración se extendió por un período total de 5 horas, dividido en 10 test run de 30 minutos. En cada uno de los mismos se verificó la estabilidad de la unidad según lo establecido por la norma ASME PTC 46:

Parámetros	Desviación estándar durante el periodo
Potencia eléctrica de salida	0.65%
Factor de potencia	0.65%
Torque	0.65%
Presión barométrica	0.16%
Temperatura de aire de entrada	1.3 °F (0.7 °C)
Flujo de combustible	0.65%
Velocidad de rotación de la Turbina	0.33%

Tabla 5.3 – Máximas variaciones permisibles en las condiciones de operación

La Tabla 5.4 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas para la configuración **ciclo abierto**.

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°												
Verificación de condiciones de estabilidad												
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	0,65%	0,23%	0,14%	0,13%	0,24%	0,19%	0,24%	0,23%	0,16%	0,18%	0,18%
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	0,65%	0,20%	0,22%	0,17%	0,21%	0,20%	0,17%	0,24%	0,16%	0,21%	0,19%
P _{atm}	Presión Atmosférica	0,16%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
T _{AA}	Temperatura aire aspiración	0,7°C	0,1°C									
Frec	Velocidad de Rotación	0,33%	0,05%	0,05%	0,06%	0,07%	0,09%	0,14%	0,11%	0,10%	0,10%	0,10%
Fuel Flow	Caudal de combustible	0,65%	0,20%	0,18%	0,15%	0,16%	0,18%	0,16%	0,20%	0,16%	0,19%	0,18%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI									

Tabla 5.4 – Verificación de estabilidad para la configuración ciclo abierto



La Tabla 5.5 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas para la configuración **ciclo combinado**.

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	Hora		20:15	20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45
Verificación de condiciones de estabilidad												
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	0,65%	0,30%	0,24%	0,18%	0,17%	0,14%	0,15%	0,22%	0,16%	0,19%	0,13%
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	0,65%	0,25%	0,18%	0,15%	0,15%	0,21%	0,15%	0,19%	0,15%	0,13%	0,13%
P _{atm}	Presión Atmosférica	0,16%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%
T _{AA}	Temperatura aire aspiración	0,7°C	0,3°C	0,1°C	0,0°C	0,2°C	0,4°C	0,1°C	0,2°C	0,4°C	0,1°C	0,3°C
Frec	Velocidad de Rotación	0,33%	0,08%	0,06%	0,09%	0,05%	0,08%	0,08%	0,08%	0,08%	0,06%	0,06%
Fuel Flow	Caudal de combustible	0,65%	0,21%	0,19%	0,16%	0,18%	0,19%	0,21%	0,19%	0,17%	0,18%	0,16%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI									

Tabla 5.5 – Verificación de estabilidad para la configuración ciclo combinado

Según se puede extraer de las tablas presentadas, todos los test run registrados verifican las condiciones de estabilidad y, por lo tanto, todos serán utilizados para el cálculo final de los resultados asociados a cada configuración.

Finalizada cada una de las pruebas se elaboró un acta, las cuales pueden ser consultadas en el anexo 9.5.



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

6.2 Determinación de la potencia de pérdidas totales (SSAA)

6.2.1 Configuración ciclo abierto

Considerando que se cuenta con la medición de potencia bruta y potencia neta, pueden calcularse las pérdidas totales como:

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

Donde:

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

La Tabla 6.1 detalla los cálculos realizados para la unidad TG, considerando la operación de la central en configuración de ciclo abierto.

Períodos			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	ref											
Hora			04:15	04:45	05:15	05:45	06:15	06:45	07:15	07:45	08:15	08:45
Variables Primarias												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,948	0,947	0,946	0,948	0,951	0,943	0,938	0,944	0,942	0,937
P_{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	205,21	205,94	206,12	206,38	206,64	206,77	206,87	206,93	207,05	206,82
P_{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	202,76	203,55	203,66	203,80	204,04	204,13	204,16	204,39	204,53	204,28
$T_{ambiente}$	Temperatura Ambiente	[°C]	14,57	14,38	14,92	14,88	15,07	15,33	15,43	15,37	14,84	15,06
RH	Humedad relativa	[%]	81,22	84,08	82,96	83,07	82,50	80,99	80,38	80,63	83,13	82,43
Determinación pérdidas totales												
$L_{TOTALES}$	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	2,45	2,40	2,47	2,57	2,59	2,64	2,70	2,54	2,52	2,55

Tabla 6.1 – Cálculos de potencia de pérdidas para la configuración ciclo abierto



6.2.2 Configuración ciclo cerrado

Para las configuraciones donde ambas unidades se encuentran en servicio, la metodología de cálculo de pérdidas totales aplicada es igual a la presentada en 6.2.1, pero debe aplicarse por separado a ambas unidades, según la siguiente expresión:

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

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

Dónde:

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

La Tabla 6.2 detalla los cálculos realizados para la central en su configuración de ciclo combinado.

Cabe mencionar que los valores de potencia mostrados corresponden al total del ciclo combinado, es decir, a la suma de las potencias de la unidad TG y la unidad TV. Esta aclaración es válida para todas las tablas que presentan cálculos asociados a la configuración de ciclo combinado.

Períodos			ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°				20:15	20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45
Variables Primarias													
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-		0,950	0,952	0,948	0,953	0,953	0,950	0,954	0,959	0,954	0,955
P_{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]		309,89	311,13	311,90	312,21	312,80	313,21	313,72	314,72	315,09	314,75
P_{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]		301,24	302,60	303,13	303,72	304,28	304,58	305,17	306,28	306,51	306,29
$T_{ambiente}$	Temperatura Ambiente	[°C]		18,10	17,22	16,82	17,15	17,47	16,84	16,51	16,48	15,68	16,24
RH	Humedad relativa	[%]		73,97	78,51	80,51	76,87	74,24	79,75	80,97	76,52	80,77	78,54
Determinación pérdidas totales													
$L_{TOTALES}$	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]		8,65	8,53	8,77	8,49	8,53	8,64	8,55	8,43	8,57	8,46

Tabla 6.2 – Cálculo de potencia de pérdidas para la configuración ciclo combinado



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 temperatura de aire de aspiración.
2. Corrección por factor de potencia.
3. Corrección por humedad relativa.

Los factores de corrección de cada una de las magnitudes antes mencionadas, y para cada período, se obtuvieron de las curvas indicadas en el apartado 4.3 (anexo 9.4).

6.3.1 Configuración ciclo abierto

La Potencia Bruta Corregida de la unidad TG a ciclo abierto se calculará según la siguiente ecuación:

$$P_{Bruta,Corr,TG} = (P_{Bruta,TG} - L_{FP,TG}) \times \frac{F_{Temp_rated,TG}}{F_{Temp_meas,TG}} \times \frac{F_{RH_rated,TG}}{F_{RH_meas,TG}}$$

Dónde:

- $P_{Bruta,Corr,TG}$: Potencia Bruta Corregida (Unidad TG)
- $P_{Bruta,TG}$: Potencia Bruta Medida (Unidad TG)
- $L_{FP,TG}$: 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. El factor de potencia que se utilizará como referencia es el indicado por el medidor #2 de la Tabla 4.3 (Unidad TG)
- $F_{Temp_rated,TG}$: Factor de corrección de la potencia activa por temperatura del aire obtenido de las curvas del capítulo 4.3 (Unidad TG) referido al valor nominal
- $F_{Temp_meas,TG}$: Factor de corrección de la potencia activa por temperatura del aire obtenido de las curvas del capítulo 4.3 (Unidad TG) referido al valor medido
- $F_{RH_rated,TG}$: Factor de corrección de la potencia activa por Humedad Relativa obtenido de las curvas del capítulo 4.3 (Unidad TG) referido al valor nominal
- $F_{RH_meas,TG}$: Factor de corrección de la potencia activa por Humedad Relativa obtenido de las curvas del capítulo 4.3 (Unidad TG) referido al valor medido



La Tabla 6.3 detalla las correcciones realizadas para la unidad TG, considerando la operación de la central en configuración de ciclo abierto.

Períodos			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	ref		04:15	04:45	05:15	05:45	06:15	06:45	07:15	07:45	08:15	08:45
Variables Primarias												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,948	0,947	0,946	0,948	0,951	0,943	0,938	0,944	0,942	0,937
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	205,21	205,94	206,12	206,38	206,64	206,77	206,87	206,93	207,05	206,82
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	202,76	203,55	203,66	203,80	204,04	204,13	204,16	204,39	204,53	204,28
T _{ambiente}	Temperatura Ambiente	[°C]	14,57	14,38	14,92	14,88	15,07	15,33	15,43	15,37	14,84	15,06
RH	Humedad relativa	[%]	81,22	84,08	82,96	83,07	82,50	80,99	80,38	80,63	83,13	82,43
Correcciones a la Potencia bruta												
L _{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	1,31	1,65	2,43	0,65	-2,45	5,88	11,49	4,57	7,69	13,10
1 / F _{TEMP_meas}	Factor de corrección por temperatura	-	0,9979	0,9970	0,9995	0,9994	1,0002	1,0014	1,0018	1,0016	0,9992	1,0002
1 / F _{RH_meas}	Factor de corrección por humedad	-	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994
P_{Bruta, Corr}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	204,65	205,20	205,90	206,12	206,56	206,93	207,11	207,13	206,74	206,72

Tabla 6.3 – Correcciones a la potencia bruta para la configuración ciclo abierto



6.3.2 Configuración ciclo cerrado

La Potencia Bruta Corregida del Ciclo Combinado se calculará según la siguiente ecuación:

$$P_{Bruta,Corr,CC} = \left((P_{Bruta,TG} + P_{Bruta,TV}) - (L_{FP,TG} + L_{FP,TV}) \right) \times \frac{F_{Temp_rated,CC}}{F_{Temp_meas,CC}} \times \frac{F_{RH_rated,CC}}{F_{RH_meas,CC}}$$

Dónde:

- $P_{Bruta,Corr,CC}$: Potencia Bruta Corregida (Ciclo Combinado)
- $P_{Bruta,TG}$: Potencia Bruta Medida (Unidad TG)
- $P_{Bruta,TV}$: Potencia Bruta Medida (Unidad TV)
- $L_{FP,TG}$: 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. El factor de potencia que se utilizará como referencia es el indicado por el medidor #2 de la Tabla 4.3 (Unidad TG)
- $L_{FP,TV}$: 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. El factor de potencia que se utilizará como referencia es el indicado por el medidor #7 de la Tabla 4.3 (Unidad TV)
- $F_{Temp_rated,CC}$: Factor de corrección de la potencia activa por temperatura del aire obtenido de las curvas del capítulo 4.3 (Ciclo Combinado) referido al valor nominal
- $F_{Temp_meas,CC}$: Factor de corrección de la potencia activa por temperatura del aire obtenido de las curvas del capítulo 4.3 (Ciclo Combinado) referido al valor medido
- $F_{RH_rated,CC}$: Factor de corrección de la potencia activa por Humedad Relativa obtenido de las curvas del capítulo 4.3 (Ciclo Combinado) referido al valor nominal
- $F_{RH_meas,CC}$: Factor de corrección de la potencia activa por Humedad Relativa obtenido de las curvas del capítulo 4.3 (Ciclo Combinado) referido al valor medido



La Tabla 6.4 detalla las correcciones realizadas para la configuración de ciclo combinado. Las correcciones se aplican sobre la potencia total del ciclo, es decir, a la suma de las potencias de la unidad TG y la unidad TV.

Períodos			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	ref		20:15	20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45
Variables Primarias												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,950	0,952	0,948	0,953	0,953	0,950	0,954	0,959	0,954	0,955
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	309,89	311,13	311,90	312,21	312,80	313,21	313,72	314,72	315,09	314,75
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	301,24	302,60	303,13	303,72	304,28	304,58	305,17	306,28	306,51	306,29
T _{ambiente}	Temperatura Ambiente	[°C]	18,10	17,22	16,82	17,15	17,47	16,84	16,51	16,48	15,68	16,24
RH	Humedad relativa	[%]	73,97	78,51	80,51	76,87	74,24	79,75	80,97	76,52	80,77	78,54
Correcciones a la Potencia bruta												
L _{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	0,37	-2,74	1,08	-1,19	1,43	4,65	-2,13	-7,99	-2,64	-5,55
1 / F _{TEMP_meas}	Factor de corrección por temperatura	-	1,0153	1,0102	1,0083	1,0099	1,0115	1,0084	1,0068	1,0066	1,0029	1,0054
1 / F _{RH_meas}	Factor de corrección por humedad	-	0,9995	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9994	0,9994	0,9995	0,9994	0,9994
P Bruta, Corr	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	314,47	314,13	314,28	315,13	316,24	315,64	315,65	316,63	315,82	316,27

Tabla 6.4 – Correcciones a la potencia bruta para la configuración ciclo combinado



6.4 Calculo referencial de la potencia neta

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.

6.4.1 Configuración ciclo abierto

La Potencia Neta Corregida de la Unidad TG a ciclo abierto se calcula usando la siguiente ecuación:

$$P_{Neta,Corr,TG} = P_{Bruta,Corr,TG} - L_{Totales,TG} \quad L_{Totales,TG} = P_{Bruta,NoCorr,TG} - P_{Neta,NoCorr,TG}$$

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

Dónde:

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

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Test Run n°											
Hora			04:15	04:45	05:15	05:45	06:15	06:45	07:15	07:45	08:15
Determinación pérdidas totales											
$L_{TOTALES}$	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	2,45	2,40	2,47	2,57	2,59	2,64	2,70	2,54	2,52
Cálculo promedio final											
$P_{Bruta, Corr}$	Valores utilizados para	[MW]	204,65	205,20	205,90	206,12	206,56	206,93	207,11	207,13	206,74
$P_{Neta, Corr}$	cálculo de promedio final	[MW]	202,21	202,80	203,43	203,54	203,96	204,29	204,41	204,59	204,22

Tabla 6.5 – Cálculo de la potencia neta corregida para la configuración ciclo abierto



6.4.2 Configuración ciclo combinado

La Potencia Neta Corregida del Ciclo Combinado se calcula usando la siguiente ecuación:

$$P_{Neta,Corr,CC} = P_{Bruta,Corr,CC} - (L_{Totales,TG} + L_{Totales,TV})$$

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

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

Dónde:

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

Períodos

Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		20:15	20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45

Determinación pérdidas totales

$L_{TOTALES}$	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	8,65	8,53	8,77	8,49	8,53	8,64	8,55	8,43	8,57	8,46
---------------	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Cálculo promedio final

$P_{Bruta, Corr}$	Valores utilizados para	[MW]	314,47	314,13	314,28	315,13	316,24	315,64	315,65	316,63	315,82	316,27
$P_{Neta, Corr}$	cálculo de promedio final	[MW]	305,82	305,61	305,51	306,64	307,72	307,01	307,10	308,20	307,24	307,81

Tabla 6.6 – Cálculo de la potencia neta corregida para la configuración ciclo combinado



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**:

- Configuración ciclo abierto: **206.3 MW**
- Configuración ciclo combinado: **315.4 MW**

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

- Configuración ciclo abierto: **203.8 MW**
- Configuración ciclo combinado: **306.9 MW**

Las Tabla 6.7 y Tabla 6.8 detallan los valores utilizados para el cálculo de promedios finales para las configuraciones de ciclo abierto y ciclo combinado respectivamente.

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		04:15	04:45	05:15	05:45	06:15	06:45	07:15	07:45	08:15	08:45	
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	204,65	205,20	205,90	206,12	206,56	206,93	207,11	207,13	206,74	206,72
P _{Neta, Corr}		[MW]	202,21	202,80	203,43	203,54	203,96	204,29	204,41	204,59	204,22	204,17

P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	206,3
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	203,8

Tabla 6.7 – Promedio final para la configuración ciclo abierto

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		20:15	20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45	
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	314,47	314,13	314,28	315,13	316,24	315,64	315,65	316,63	315,82	316,27
P _{Neta, Corr}		[MW]	305,82	305,61	305,51	306,64	307,72	307,01	307,10	308,20	307,24	307,81

P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	315,4
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	306,9

Tabla 6.8 – Promedio final para la configuración ciclo combinado



6.6 Tablas de resumen general

Todos los cálculos presentados anteriormente se resumen a continuación.

Periodos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	04:15	04:45	05:15	05:45	06:15	06:45	07:15	07:45	08:15	08:45
Variables Primarias										
Factor de potencia en bornes de máquina	0,948	0,947	0,946	0,948	0,951	0,943	0,938	0,944	0,942	0,937
P _{Bruta} [MW]	205,21	205,94	206,12	206,38	206,64	206,77	206,87	206,93	207,05	206,82
P _{Neta} [MW]	202,76	203,55	203,66	203,80	204,04	204,13	204,16	204,39	204,53	204,28
T _{ambiente} [°C]	14,57	14,38	14,92	14,88	15,07	15,33	15,43	15,37	14,84	15,06
RH [%]	81,22	84,08	82,96	83,07	82,50	80,99	80,38	80,63	83,13	82,43
Variables Secundarias										
P _{atm} [hPa]	1006,659	1006,683	1006,808	1006,936	1007,135	1007,277	1007,402	1007,604	1007,778	1007,848
Frec [Hz]	49,98	49,98	49,93	49,90	49,96	49,84	49,92	49,92	49,89	49,92
FFlow [kg/s]	61,61	61,53	61,38	61,45	61,42	61,49	61,31	61,34	61,08	62,56
T _{AA} [°C]	20,45	20,68	20,93	21,12	21,36	21,60	21,83	22,04	22,24	22,45
Verificación de condiciones de estabilidad										
P _{Neta}	0,23%	0,14%	0,13%	0,24%	0,19%	0,24%	0,23%	0,16%	0,18%	0,18%
P _{Bruta}	0,20%	0,22%	0,17%	0,21%	0,20%	0,17%	0,24%	0,16%	0,21%	0,19%
P _{atm}	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
T _{AA}	0,1°C									
Frec	0,05%	0,05%	0,06%	0,07%	0,09%	0,14%	0,11%	0,10%	0,10%	0,10%
Fuel Flow	0,20%	0,18%	0,15%	0,16%	0,18%	0,16%	0,20%	0,16%	0,19%	0,18%
Estabilidad	SI									
Determinación pérdidas totales										
L _{TOTALES} [MW]	2,45	2,40	2,47	2,57	2,59	2,64	2,70	2,54	2,52	2,55
Correcciones a la Potencia Bruta										
L _{FP} [kW]	1,31	1,65	2,43	0,65	-2,45	5,88	11,49	4,57	7,69	13,10
1 / F _{TEMP_mesas}	0,9979	0,9970	0,9995	0,9994	1,0002	1,0014	1,0018	1,0016	0,9992	1,0002
1 / F _{RH_mesas}	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994
P_{Bruta, Corr} [MW]	204,65	205,20	205,90	206,12	206,56	206,93	207,11	207,13	206,74	206,72
Cálculo promedio final										
P _{Bruta, corr} [MW]	204,65	205,20	205,90	206,12	206,56	206,93	207,11	207,13	206,74	206,72
P _{Neta, corr} [MW]	202,21	202,80	203,43	203,54	203,96	204,29	204,41	204,59	204,22	204,17
P_{MAX, Bruta} [MW]	206,3									
P_{MAX, Neta} [MW]	203,8									

Tabla 6.9 – Resumen general para la configuración ciclo abierto



Periodos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	20:15	20:45	21:15	21:45	22:15	22:45	23:15	23:45	00:15	00:45
ref										
Variables Primarias										
Factor de potencia en bornes de maquina	0,950	0,952	0,948	0,953	0,953	0,950	0,954	0,959	0,954	0,955
Potencia Bruta medida en bornes de maquina	309,89	311,13	311,90	312,21	312,80	313,21	313,72	314,72	315,09	314,75
Potencia Neta medida en Alta	301,24	302,60	303,13	303,72	304,28	304,58	305,17	306,28	306,51	306,29
T _{ambiente}	18,10	17,22	16,82	17,15	17,47	16,84	16,51	16,48	15,68	16,24
RH	73,97	78,51	80,51	76,87	74,24	79,75	80,97	76,52	80,77	78,54
Variables Secundarias										
P _{atm}	1007,365	1007,640	1007,953	1008,172	1008,359	1008,393	1008,304	1008,154	1007,993	1007,724
Frec	49,95	49,96	49,91	50,01	49,92	49,93	49,93	49,92	49,98	49,98
FFlow	62,43	62,32	62,27	62,36	62,36	62,35	62,33	62,42	62,34	62,42
T _{aa}	17,81	17,29	17,12	17,27	16,99	16,75	16,46	15,42	15,31	15,49
Verificación de condiciones de estabilidad										
P _{neto}	0,30%	0,24%	0,18%	0,17%	0,14%	0,15%	0,22%	0,16%	0,19%	0,13%
P _{bruta}	0,25%	0,18%	0,15%	0,15%	0,21%	0,15%	0,19%	0,15%	0,13%	0,13%
P _{atm}	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%
T _{aa}	0,3°C	0,1°C	0,0°C	0,2°C	0,4°C	0,1°C	0,2°C	0,4°C	0,1°C	0,3°C
Frec	0,08%	0,06%	0,09%	0,05%	0,08%	0,08%	0,08%	0,08%	0,06%	0,06%
Fuel Flow	0,21%	0,19%	0,16%	0,18%	0,19%	0,21%	0,19%	0,17%	0,18%	0,16%
Estabilidad	SI									
Determinación pérdidas totales										
L _{TOTALES}	8,65	8,53	8,77	8,49	8,53	8,64	8,55	8,43	8,57	8,46
Correcciones a la Potencia bruta										
L _{FP}	0,37	-2,74	1,08	-1,19	1,43	4,65	-2,13	-7,99	-2,64	-5,55
1 / F _{Temp_meas}	-	1,0102	1,0083	1,0099	1,0115	1,0084	1,0068	1,0066	1,0029	1,0054
1 / F _{RH_meas}	-	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9994	0,9994	0,9995	0,9994	0,9994
P_{Bruta, Corr}	314,47	314,13	314,28	315,13	316,24	315,64	315,65	316,63	315,82	316,27
Cálculo promedio final										
P _{bruta, corr}	314,47	314,13	314,28	315,13	316,24	315,64	315,65	316,63	315,82	316,27
P _{neto, corr}	305,82	305,61	305,51	306,64	307,72	307,01	307,10	308,20	307,24	307,81
P_{MAX, Bruta}	315,4									
P _{MAX, Neta}	306,9									

Tabla 6.10 – Resumen general para la configuración ciclo combinado



6.7 Incertidumbre

En la presente sección se detallan los resultados del cálculo de incertidumbre realizado para cada una de las configuraciones mostradas en este informe.

La Tabla 6.11 muestra el detalle de cálculos realizado para determinar la incertidumbre en el resultado de potencia bruta para la central, operando en configuración de ciclo abierto.

Variable	Unidad	Valores medidos			Medidores	Incertidumbre			Sensibilidad					
		Valor Medio	Desvío Std / Media			Sistemática Bx	Aleatoria Sx	Sx _{t₉₅}	θ	$(B*\theta)^2$	$(Sx_{t_{95}}*\theta)^2$			
P _{BRUTA}	MW	206,87	0,24%	0,35%	0,7166	0,092	0,189	1,0012	0,514794	0,035630				
FP	-	0,94	0,28%	0,35%	0,0032	0,000	0,001	-1,1061	0,000013	0,000001				
T _{ambiente}	°C	15,43	1,103%	0,1	0,1000	0,031	0,063	-0,4408	0,001943	0,000783				
RH	%	80,38	1,15%	1%	0,0100	0,169	0,345	0,0008	0,000000	0,000000				
N		30									Σ	0,5167	0,0364	
t ₉₅		2,042									U _R		0,74	MW

Tabla 6.11 – Cálculo de incertidumbre para configuración ciclo abierto

La Tabla 6.12 muestra el detalle de cálculos realizado para determinar la incertidumbre en el resultado de potencia bruta para la central, operando en configuración de ciclo combinado.

Variable	Unidad	Valores medidos			Medidores	Incertidumbre			Sensibilidad					
		Valor Medio	Desvío Std / Media			Sistemática Bx	Aleatoria Sx	Sx _{t₉₅}	θ	$(B*\theta)^2$	$(Sx_{t_{95}}*\theta)^2$			
P _{BRUTA}	MW	309,89	0,25%	0,35%	1,0735	0,143	0,292	1,0148	1,186676	0,087902				
FP	-	0,95	0,37%	0,35%	0,0033	0,001	0,001	-1,0976	0,000013	0,000002				
T _{ambiente}	°C	18,10	1,249%	0,1	0,1000	0,041	0,084	-0,5812	0,003378	0,002399				
RH	%	73,97	1,57%	1%	0,0100	0,212	0,433	0,0024	0,000000	0,000001				
N		30									Σ	1,1901	0,0903	
t ₉₅		2,042									U _R		1,13	MW

Tabla 6.12 – Cálculo de incertidumbre para configuración ciclo cerrado



7 CONCLUSIONES

Se realizó con éxito la prueba de Potencia Máxima en la unidad la Central Térmica Nehuenco utilizando como combustible diésel.

La central fue capaz de sostener en forma estable la potencia en sus bornes de salida por un período de tiempo superior a las 5 horas, para cada una de las configuraciones ensayadas.

Se presentan a continuación los valores de Potencia Máxima Bruta obtenidos:

- Configuración ciclo abierto: **206.3 MW**
- Configuración ciclo combinado: **315.4 MW**



8 NORMATIVA

- Anexo Técnico: “Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras”.
- Norma ASME PTC 46 “Overall Plant Performance”
- Norma ASME PTC 19.1 “Test Uncertainty”



9 ANEXOS

9.1 Antecedentes de generadores

9.1.1 Hoja de datos de generador – Unidad TG

Turbogeneradores Descripción	Datos Técnicos Características y datos eléctricos
Características	
Proyecto	Nehuenco CCPP
Tipo de generador	TLRI 115/47
Año de fabricación	1997
Número de fabricación del estator	M 127831
Número de fabricación del rotor	M 127831
Número de identificación del árbol del rotor	950 85 65
Valores nominales y potencias	
Potencia aparente	273 MVA
Potencia activa	232,05 MW
Intensidad	10,007 kA
Tensión	15,75 kV \pm 5 %
Velocidad	50 s ⁻¹
Frecuencia	50 Hz
Factor de potencia $\cos \varphi$	0,85
Conexión interna del devanado del estator/número de ranuras	YY/54
Carga desequilibrada permanentemente admisible	10 %
Intensidad de excitación nominal para potencia nominal	1003 A
Tensión de excitación	466 V
La máquina está diseñada según las normas VDE 0530 y debe operarse también según estas normas. El dato de la intensidad de excitación no representa, en ningún caso, una medida de la capacidad de carga del turbogenerador.	

Figura 9.1 – Hoja de datos del generador (1 de 3)



Data Sheet for Synchronous Machines Gas Turbine Generator

designation	abbreviation	unit	impedances refered on U_n^2/S_n	
			value unsaturated	saturated
Nominal data				
rated apparent power	S_n	MVA	273.	
rated active power	P_n	MW		
rated voltage	U_n	kV	15.75	
power-factor	$\cos \Phi_n$		0.85	
efficiency	η_n			
rated speed	n_n	min^{-1}	3000.	
frequency	f_n	Hz	50.	
inertia or persistence moment	T_A I	sec tm^2		33.91
stator resistance	r_s	p.u.		
aperiodic time constant	T_g	sec	0.58	
stator leakage reactance	$X_{s\sigma}$	p.u.	0.1614	
Original data according to the equivalent circuit-diagram				
Direct (-d-) Axis				
field resistance	r_{fd}	p.u.		
field leakage reactance	$X_{fd\sigma}$	p.u.		
damper resistance	r_{dd}	p.u.		
damped leakage reactance	$X_{dd\sigma}$	p.u.		
magnetizing reactance	X_{hd}	p.u.		
field-damper coupling reactance	X_{fd}	p.u.		
Quadrature (-q-) Axis				
field resistance	r_{fq}	p.u.		
field leakage reactance	$X_{fq\sigma}$	p.u.		
damper resistance	r_{dq}	p.u.		
damped leakage reactance	$X_{dq\sigma}$	p.u.		
magnetizing reactance	X_{hq}	p.u.		
field-damper coupling reactance	X_{fdq}	p.u.		
From the equivalent-circuit-diagram derived data (alternative to the original data)				
Direct (-d-) Axis				
subtransient short-circuit time-constante	T_d''	sec	.0305	
subtransient reactance	X_d''	p.u.	.1872	
transient short-circuit time-constante	T_d'	sec	1.222	
transient reactance	X_d'	p.u.	.2598	
synchronous reactance	X_d	p.u.	2.585	
Quadrature (-q-) Axis				
subtransient short-circuit time-constante	T_q''	sec	.0702	
subtransient reactance	X_q''	p.u.	.2059	
transient short-circuit time-constante	T_q'	sec	.4474	
transient reactance	X_q'	p.u.	.5319	
synchronous reactance	X_q	p.u.	2.456	

Figura 9.2 – Hoja de datos del generador (2 de 3)



Tipo de generador: TLRI 115/47

Potencia aparente nominal $S_N = 273,000$ MVA
 Potencia activa nominal $P_N = 232,050$ MW
 Tensión nominal $U_N = 15,750$ kV
 Intensidad nominal $I_N = 10,007$ kA

Frecuencia nominal $f_N = 50$ Hz
 Factor de potencia $\cos \varphi = 0,85$
 Temperatura del aire frío $T_K = 29$ °C
 Velocidad $n_N = 50$ s⁻¹

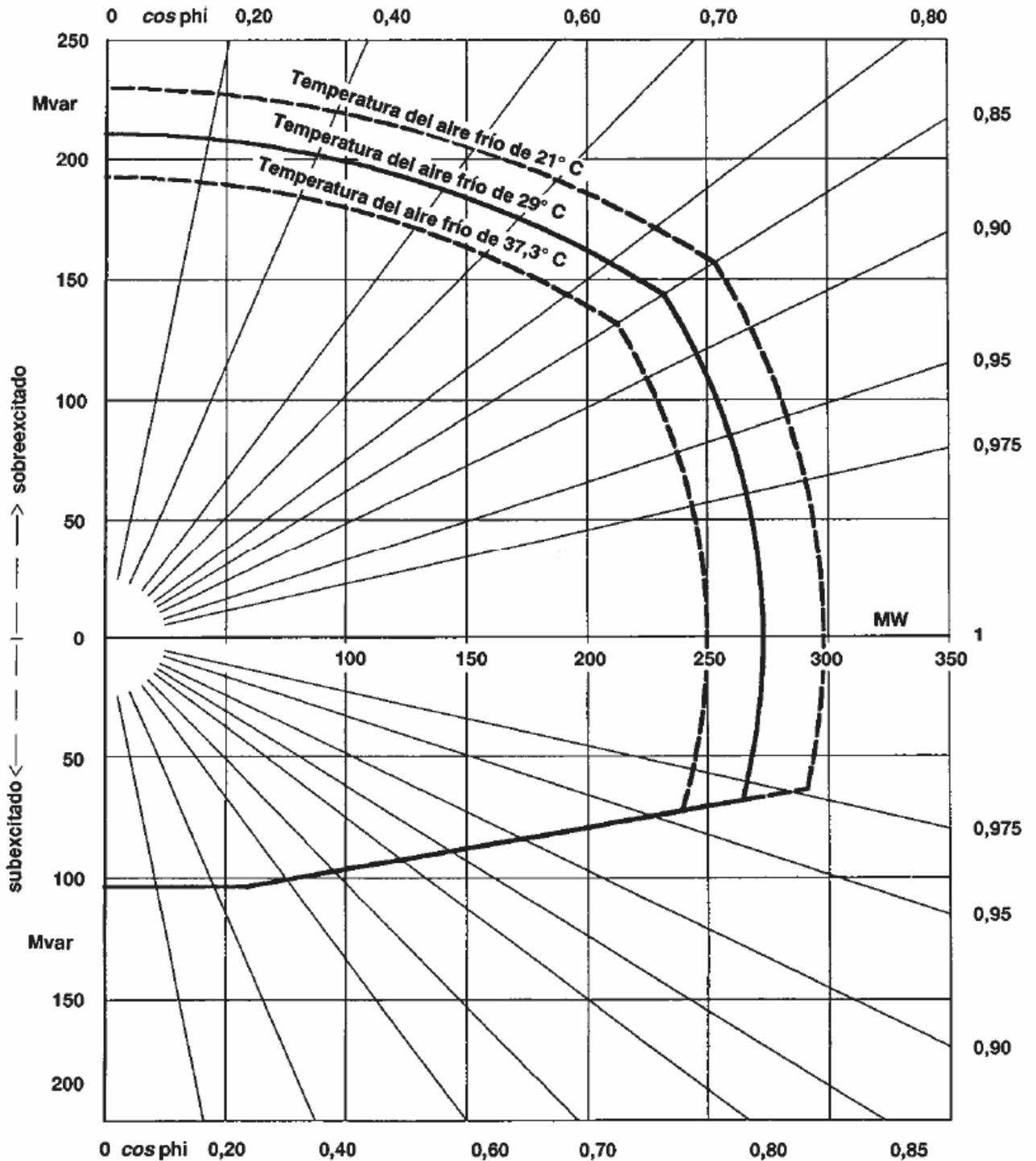


Figura 9.3 – Hoja de datos del generador (3 de 3)



9.1.2 Hoja de datos de generador – Unidad TV

Turbogeneradores
Descripción

Datos Técnicos
Características y datos eléctricos

Características	
Proyecto	Nehuenco CCGP
Tipo de generador	TLRI 108/36
Año de fabricación	1997
Número de fabricación del estator	M 127693
Número de fabricación del rotor	M 127693
Número de identificación del árbol del rotor	930 4366

Valores nominales y potencias	Generador
Potencia aparente	175 MVA
Potencia activa	148,7 MW
Intensidad	9,623 kA
Tensión	10,5 kV ± 525 V
Velocidad	50 s ⁻¹
Frecuencia	50 Hz
Factor de potencia $\cos \varphi$	0,85
Conexión interna del devanado del estator/número de ranuras	YY/54
Carga desequilibrada permanentemente admisible	10 %
Intensidad de excitación nominal para potencia nominal	950 A
Tensión de excitación	418 V

La máquina está diseñada según las normas VDE 0530 y debe operarse también según estas normas.
 El dato de la intensidad de excitación no representa, en ningún caso, una medida de la capacidad de carga del turbogenerador.

Figura 9.4 – Hoja de datos del generador (1 de 3)



Data Sheet for Synchronous Machines Steam Turbine Generator

designation	abbreviation	unit	impedances refered on U_n^2/S_n	
			unsaturated	saturated
Nominal data				
rated apparent power	S_n	MVA	175	
rated active power	P_n	MW		
rated voltage	U_n	kV	10.5	
power-factor	$\cos \Phi_n$		0.85	
efficiency	η_n			
rated speed	n_n	min ⁻¹	3000.	
frequency	f_n	Hz	50.	
inertia or persistence moment	T_A	sec		
	I	tm ²	21.13	
stator resistance	r_s	p.u.		
aperiodic time constant	T_g	sec	0.51	
stator leakage reactance	$x_{s\sigma}$	p.u.	0.1836	
Original data according to the equivalent circuit-diagram				
Direct (-d-) Axis				
field resistance	r_{fd}	p.u.		
field leakage reactance	$x_{fd\sigma}$	p.u.		
damper resistance	r_{Dd}	p.u.		
damped leakage reactance	$x_{Dd\sigma}$	p.u.		
magnetizing reactance	x_{hd}	p.u.		
field-damper coupling reactance	x_{Dd}	p.u.		
Quadrature (-q-) Axis				
field resistance	r_{fq}	p.u.		
field leakage reactance	$x_{fq\sigma}$	p.u.		
damper resistance	r_{Dq}	p.u.		
damped leakage reactance	$x_{Dq\sigma}$	p.u.		
magnetizing reactance	x_{hq}	p.u.		
field-damper coupling reactance	x_{Dq}	p.u.		
From the equivalent-circuit-diagram derived data (alternative to the original data)				
Direct (-d-) Axis				
subtransient short-circuit time-constante	T_d''	sec	.0306	
subtransient reactance	x_d''	p.u.	.2112	
transient short-circuit time-constante	T_d'	sec	1.168	
transient reactance	x_d'	p.u.	.3180	
synchronous reactance	x_d	p.u.	2.570	
Quadrature (-q-) Axis				
subtransient short-circuit time-constante	T_q''	sec	.0693	
subtransient reactance	x_q''	p.u.	.2323	
transient short-circuit time-constante	T_q'	sec	.5149	
transient reactance	x_q'	p.u.	.5872	
synchronous reactance	x_q	p.u.	2.441	

Figura 9.5 – Hoja de datos del generador (2 de 3)



Tipo de generador: TLRI 108/36

Potencia aparente nominal $S_N = 175,000$ MVA
 Potencia activa nominal $P_N = 147,700$ MW
 Tensión nominal $U_N = 10,500$ kV
 Intensidad nominal $I_N = 9,622$ kA

Frecuencia nominal $f_N = 50$ Hz
 Factor de potencia $\cos \varphi = 0,85$
 Temperatura del aire frío $T_K = 29$ °C
 Velocidad $n_N = 50$ s⁻¹

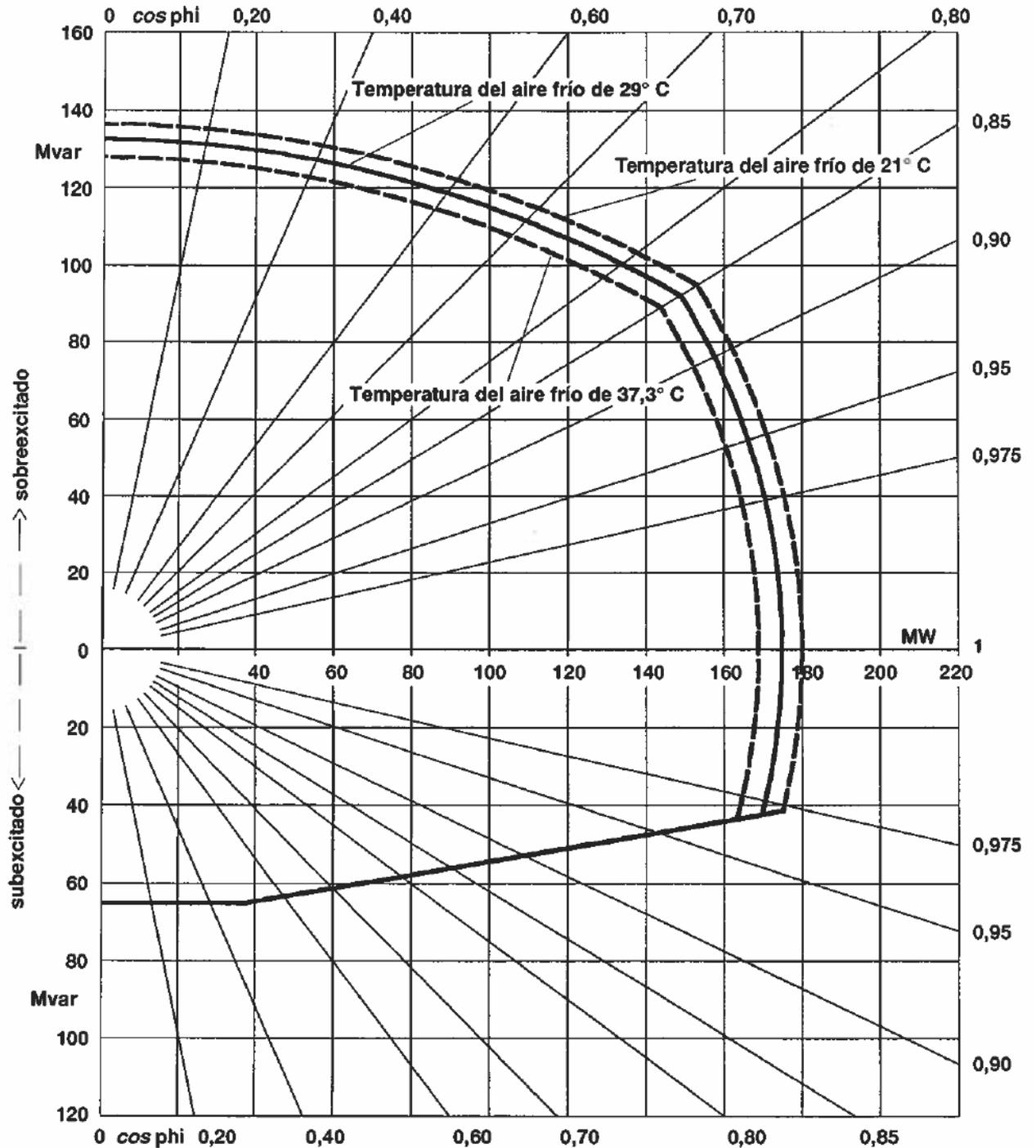


Figura 9.6 – Hoja de datos del generador (3 de 3)



9.2 Puntos de medición

9.2.1 Potencia bruta

En los siguientes unilineales se pueden identificar los puntos de medición de la potencia bruta, para ambas unidades. Se muestran en rojo los núcleos de los transformadores de corriente y tensión de clase 0.2.

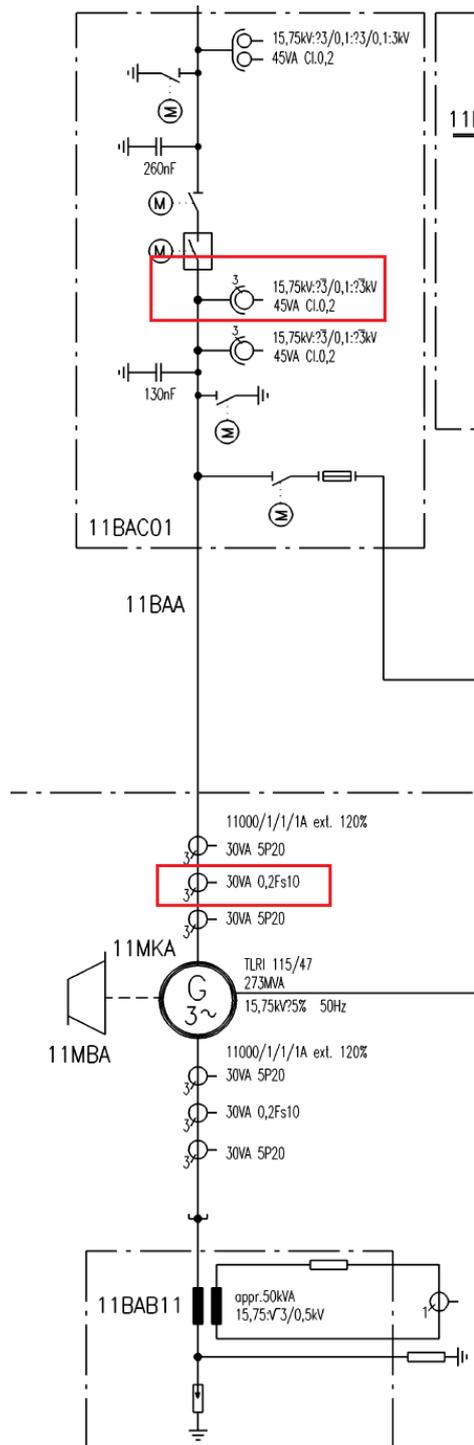


Figura 9.7 – Unilineal para mediciones de potencia bruta (Unidad TG)

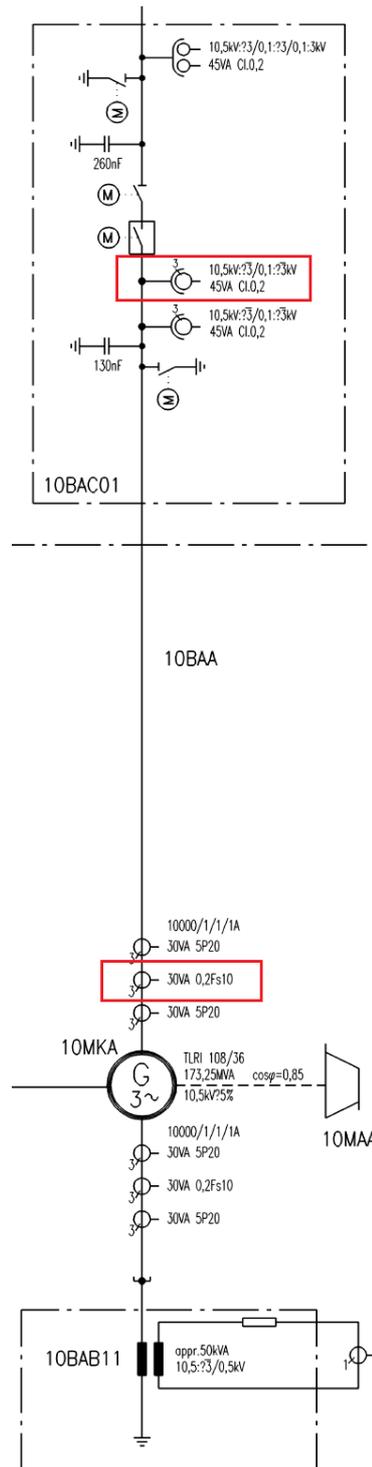


Figura 9.8 – Unilineal para mediciones de potencia bruta (Unidad TV)



A continuación, se muestran los diagramas trifilares correspondientes a la medición de potencia bruta de las unidades TG y TV.

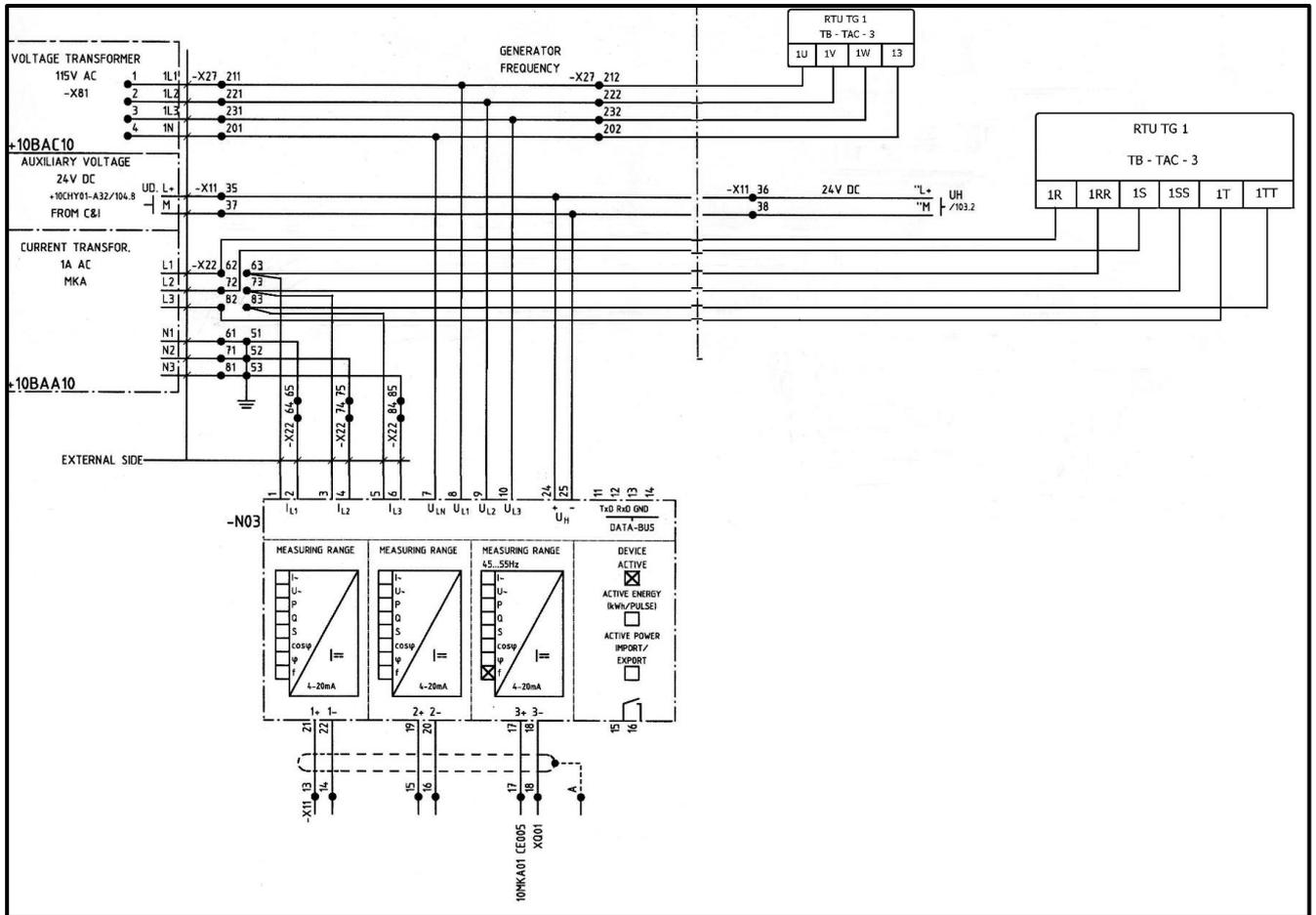


Figura 9.9 – Puntos de medición para medidor de Potencia bruta y Factor de potencia – Unidad TG

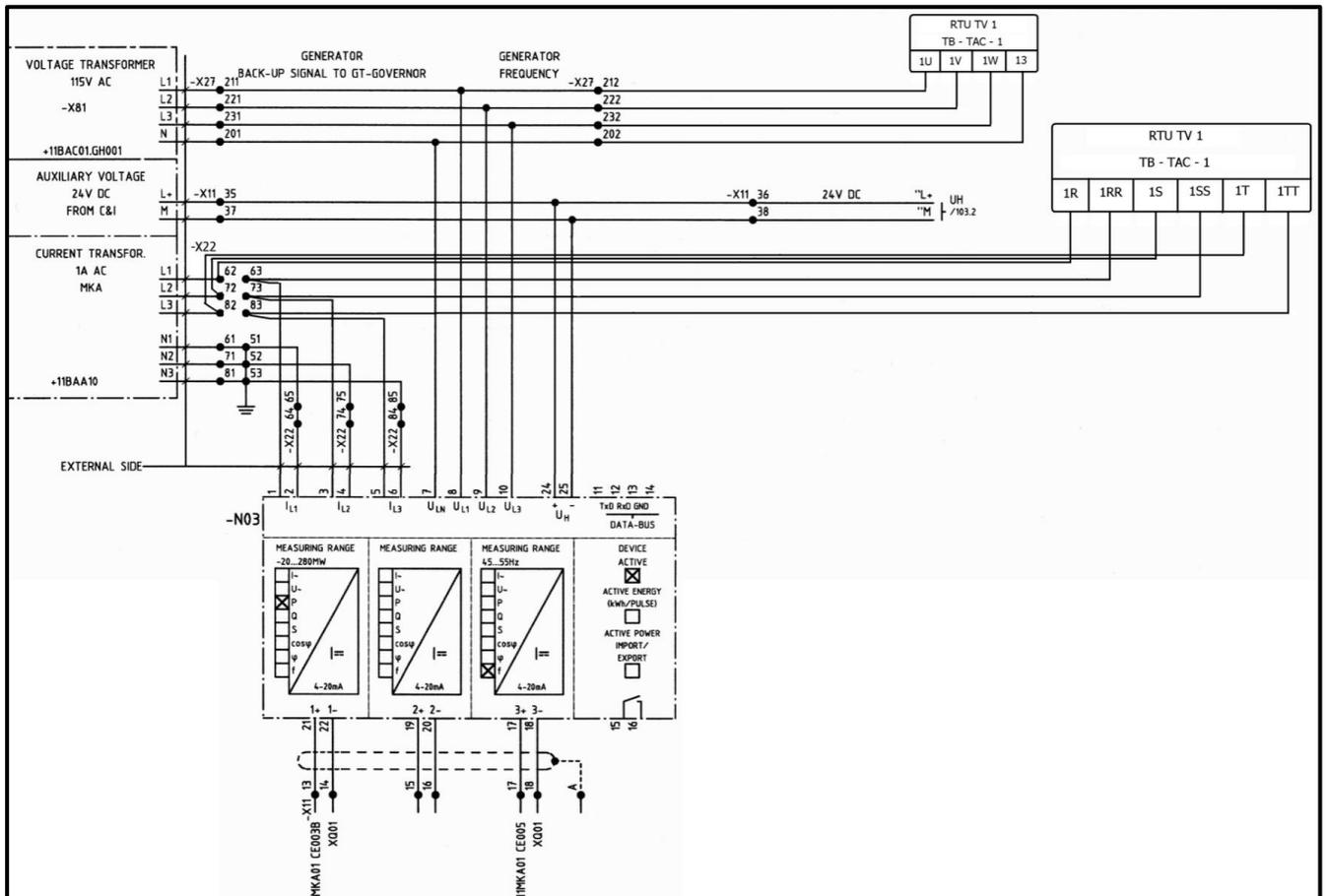


Figura 9.10 – Puntos de medición para medidor de Potencia bruta y Factor de potencia – Unidad TV

Finalmente se presentan los datos de placa y hoja de datos de los transformadores de medida de corriente y tensión, asociados a las unidades TG y TV.



		RITZ Meßwandler Hamburg															
Routine - Testreport for Current Transformer																	
CURRENT TRANSFORMER																	
		IRB 260 No.: 97/020333 - 335															
ins.level 0.72 / 3 KV		Kn 11000/ 1/1/1 A															
1 A	30 VA	Cl 5P20	2S1 - 2S2														
1 A	30 VA	Cl 0.2	FS 10														
1 A	30 VA	Cl 5P20	1S1 - 1S2														
1 th 1000 kA		ins .cl. F	50 Hz														
IEC 44 - 1																	
Client : Siemens AG KWU		RITZ Order No.: 268259.02															
Order - No.:		Specification: IEC 44 - 1															
Power-frequency test on secondary windings: 3 KV 1min. 50 Hz																	
All cores have been demagnetized before the accuracy measurement.																	
Test for interturn insulation on secondary windings: $U_s \leq 4.5$ KV 1 min. 50 Hz																	
Accuracy measurement																	
core	ratio	burden [VA]	$\cos\phi$	5 % Ir		20 % Ir		100 % Ir		120 % Ir		Resistances		sec. lim. emf			
				F%	δ	F%	δ	F%	δ	F%	δ	20 °C		U_s	I_b		
				%	min	%	min	%	min	%	min	%	min	[Ω]		[V]	[mA]
Serial No.: 97/0203 33																	
1S1-1S2	11000/1 A	30	0.8					0.00	0.1					40.0		1500	3.0
2S1-2S2	11000/1 A	30	0.8					0.10	0.0					40.1		1500	4.5
3S1-3S2	11000/1 A	30	0.8	0.13	-0.1	0.12	-0.5	0.12	-0.3	0.12	-0.3			32.7			
		7.5	0.8					0.13	-0.2								
Serial No.: 97/0203 34																	
1S1-1S2	11000/1 A	30	0.8					0.06	0.1					40.5		1500	4.0
2S1-2S2	11000/1 A	30	0.8					0.05	0.0					40.5		1500	3.8
3S1-3S2	11000/1 A	30	0.8	0.14	-0.4	0.14	-0.7	0.14	-0.4	0.11	-0.2			33.5			
		7.5	0.8					0.14	-0.3								
Serial No.: 97/0203 35																	
1S1-1S2	11000/1 A	30	0.8					0.00	0.1					40.3		1500	4.2
2S1-2S2	11000/1 A	30	0.8					0.01	0.1					38.6		1500	4.3
3S1-3S2	11000/1 A	30	0.8	0.13	-0.3	0.13	-0.5	0.13	-0.3	0.13	-0.3			34.1			
		7.5	0.8					0.13	-0.2								
Remarks:												Hamburg, den 27.8. 1997 Testing Laboratory					

Figura 9.11 – Datos de placa y hoja de datos TTCC – Unidad TG

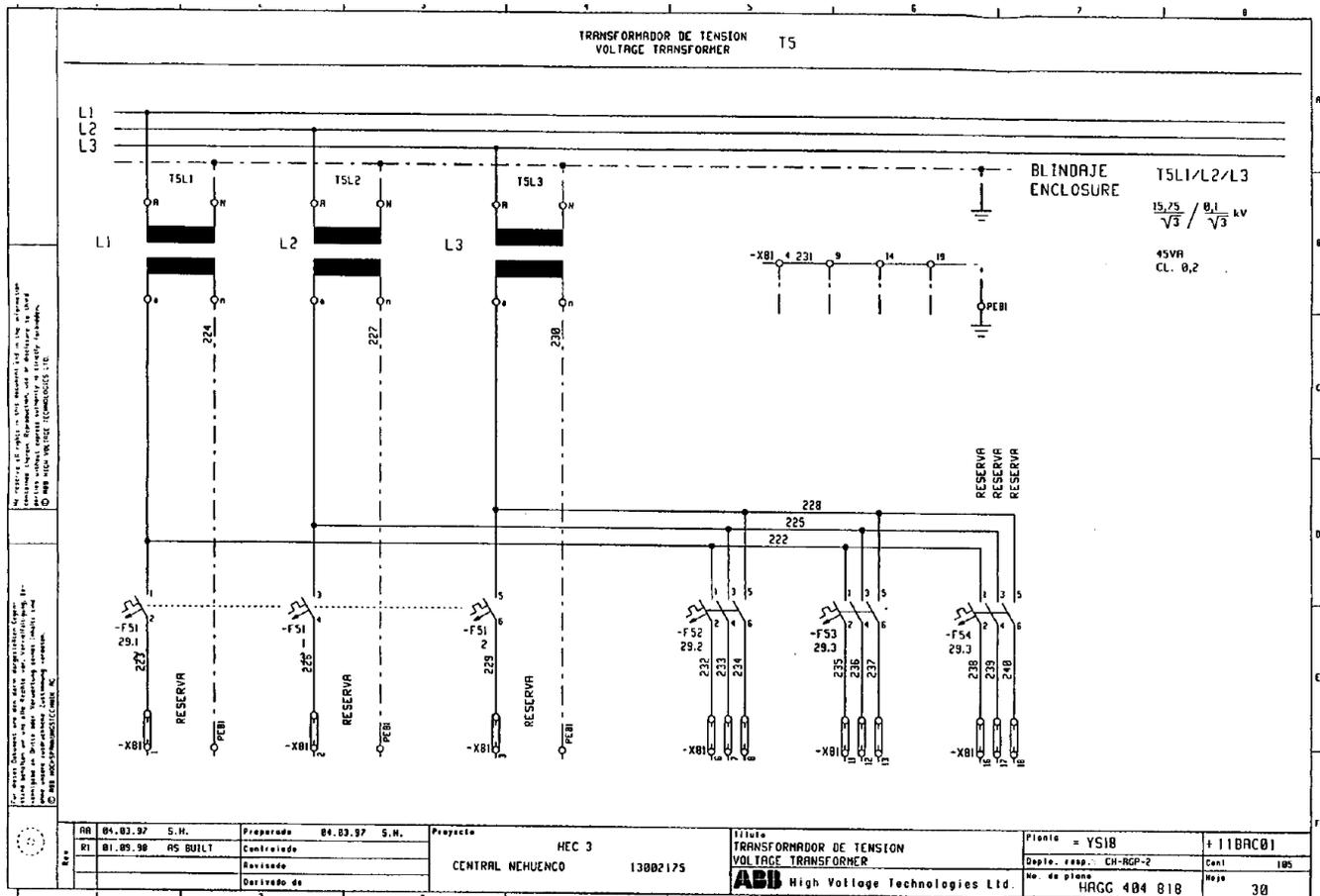


Figura 9.12 – Datos de placa y hoja de datos TTPP – Unidad TG



Wattsud		MEASURING TRANSFORMER										
LAVORAZIONI ELETTROMECCANICHE DI PRECISIONE S.p.A. 80020 CASAVATORE (NA) ITALY		RATIO AND PHASE ERRORS - TEST CERTIFICATES										
TYPE	CT Nr	CUSTOMER	ORDER	O.I.	DATE							
EPR20Z	9704085-91	ABB - HIGH VOLTAGE	402-102442	161/97/1	21/04/97							
RATIO	BURDEN	ACCURACY										
15750:V3/V3	45VA	0,2	24/60/125kv 50#Z			Nº 6						
CT Nr	BURDEN VA	RATIO ERRORS %					PHASE ANGLE ERRORS %					V _W PC 15,2kv
		%	80%	100%	120%	%	%	80%	100%	120%	%	
9704085	11,25 45	0,18	0,17	0,17			-2,1'	-3,1'	-3,2'		±2	
9704087	11,25 45	0,18		0,01			-2,6'		-5,7'		±5	
9704088	11,25 45	0,18			0,02		-2,4'		-5,1'		±2	
9704089	11,25 45	0,17			-0,01		-2,8'		-5,5'		±2	
9704090	11,25 45	0,18			0,01		-2,7'		-5,7'		±2	
9704091	11,25 45	0,18			0,01		-2,5'		-5,4'		±5	

<p>ROUTINE TEST</p> <p>1) Verification of terminal markings OK</p> <p>2) Power - frequency tests on primary windings 60kVx1'</p> <p>3) Power - frequency tests on secondary windings 3kVx1'</p> <p>4) Over-voltage inter-turn test</p> <p>5) Partial discharge measurements tests ok</p> <p>6) Tests for accuracy OK</p> <p>Date 02.06.97</p>	<p>NORME SPECIFICHE DI RIFERIMENTO</p> <p>STANDARDS/SPECIFICATIONS REFERENCE</p> <p><input type="checkbox"/> IEC 186</p> <p>Wattsud</p>
--	--

Figura 9.13 - Datos de placa y hoja de datos TTPP - Unidad TG



Wattsud LAVORAZIONI ELETTROMECCANICHE DI PRECISIONE S.p.A. 80020 CASAVATORE (NA) ITALY		MEASURING TRANSFORMER RATIO AND PHASE ERRORS - TEST CERTIFICATES										
TYPE EPR20Z	CT Nr 9704092 ÷ 94	CUSTOMER ABB-HIGH-VOLTAGE	ORDER 402-102442	O.I. 161/97/2	DATE 21/04/97							
RATIO 15750:√3/√3	BURDEN 3	45 VA-6A×8A	ACCURACY 0,2	24/60/125kV 50Hz	Nº3							
CT Nr	BURDEN VA	RATIO ERRORS %					PHASE ANGLE ERRORS %					V _{PC} 15,2kV
		5%	80%	100%	120%	150%	5%	80%	100%	120%	150%	
9704092	100 √3	11,25		0,17	0,17	0,15		-2,2'	-2,4'	-2,8'		±5
	45		-0,01	-0,01	-0,02		-4,1'	-4,3'	-4,6'			
"	100 3	50	1,65		1,62	1,60	4,3'		1,4'		1,6'	
	200		-0,47		-0,49	-0,53	4,3'		4,7'		5,2'	
9704093	100 √3	11,25		0,17				-2,5'				±5
	45					-0,01				-4,3'		
"	100 3	200								6,7'		
					-0,46							
9704094	100 √3	11,25		0,18				-2,6'				±5
	45					-0,01				-4,8'		
"	100 3	200								8,4'		
					-0,61							
ROUTINE TEST		NORME SPECIFICHE DI RIFERIMENTO										
1) Verification of terminal markings OK		STANDARDS/SPECIFICATIONS REFERENCE										
2) Power - frequency tests on primary windings 60kVA		<input checked="" type="checkbox"/> IEC - 186										
3) Power - frequency tests on secondary windings 3kVA												
4) Over voltage inter-turn test												
5) Partial discharge measurements tests OK												
6) Tests for accuracy OK												
Date	06/06/97											
Wattsud												

Figura 9.14 - Datos de placa y hoja de datos TTPP - Unidad TG

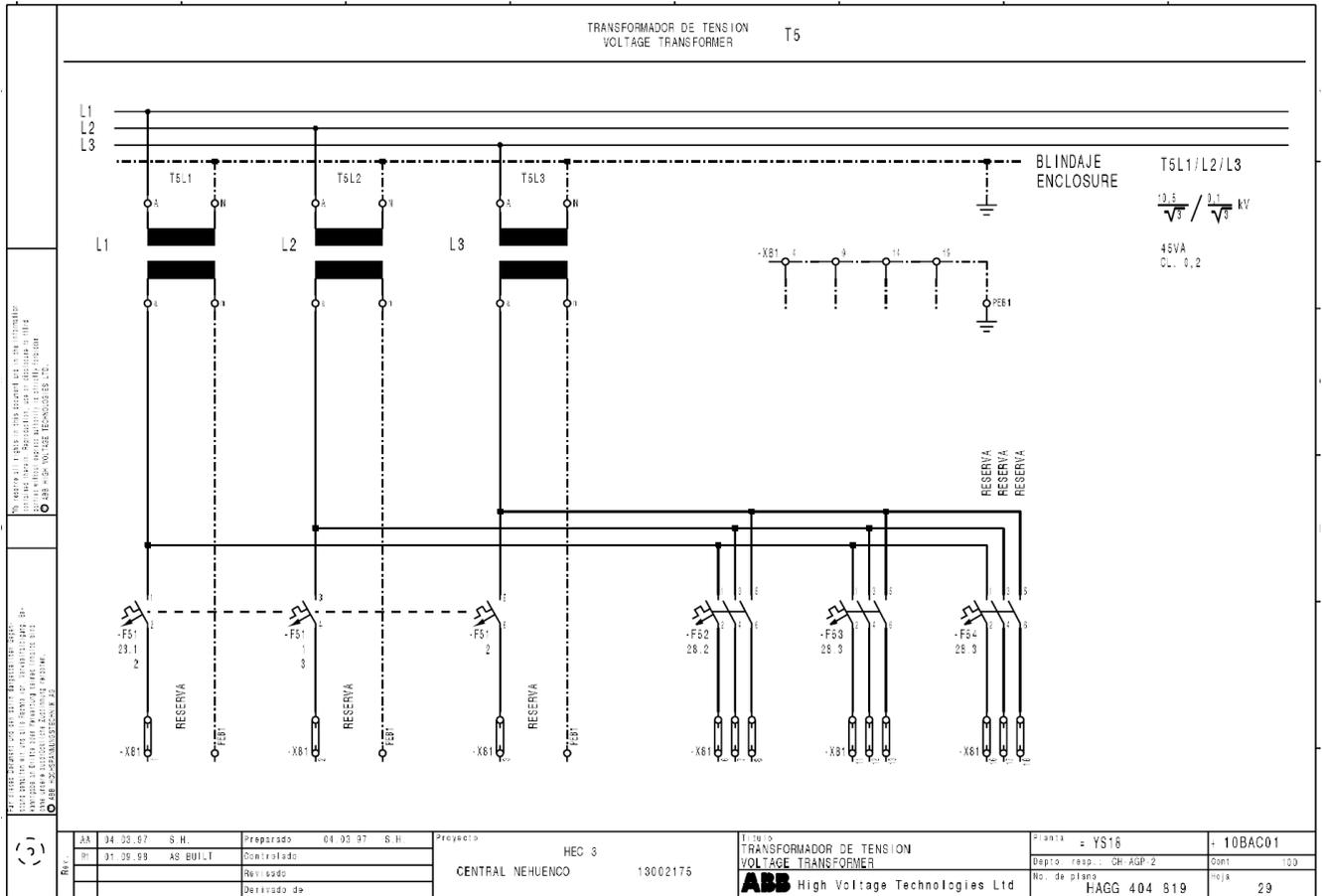


Figura 9.15 – Datos de placa y hoja de datos TTPP – Unidad TV



 LAVORAZIONI ELETTROMECCANICHE DI PRECISIONE S.p.A. 80020 CASAVATORE (NA) ITALY		MEASURING TRANSFORMER RATIO AND PHASE ERRORS - TEST CERTIFICATES										
TYPE	CT Nr	CUSTOMER	ORDER	O.I.	DATE							
EPR202	9704101 ÷ 103	ABB HIGH VOLTAGE	402-1024530	162/77/2	22/04/97							
RATIO	BURDEN	ACCURACY										
10500:√3/√3	45 VA 6A x 8h	0,2	24/52,5/125 KV 50Hz			Nº 3						
CT Nr	BURDEN VA	RATIO ERRORS %					PHASE ANGLE ERRORS %					V _{max} PC 15,2KV
		5%	80%	100%	120%	150%	5%	80%	100%	120%	150%	
9704101	1125		0,15	0,16	0,15			-3,2'	-3,4'	-3,5'		±2
	45		-0,15	-0,15	-0,16			-1,1'	-1,3'	-1,6'		
11	50	1,64		1,63		1,64	3,4'		2,5'		3,2'	
	200	-0,76		-0,78		-0,83	18,6'		19,4'		20,1'	
9704102	1125		0,18					-3,0'				±2
	45				-0,13						-1,9'	
11	200				-0,91				22,5'			
	1125		0,16						-3,3'			
9704103	1125				-0,17						-1,5'	±5
	45											
11	200				-0,83						20,4'	
	1125											

ROUTINE TEST 1) Verification of terminal markings OK 2) Power - frequency tests on primary windings 52,5KV x 1' 3) Power - frequency tests on secondary windings 3KV x 1' 4) Over voltage inter turn test 5) Partial discharge measurements tests OK 6) Tests for accuracy OK Date 06/06/97	NORME SPECIFICHE DI RIFERIMENTO STANDARDS/SPECIFICATIONS REFERENCE <input type="checkbox"/> IEC - 186 <input checked="" type="checkbox"/> IEC - 186 <input type="checkbox"/>
--	--

Wattsud
Hobas

Figura 9.16 – Datos de placa y hoja de datos TTPP – Unidad TV



Wattsud		MEASURING TRANSFORMER									
LAVORAZIONI ELETTROMECCANICHE DI PRECISIONE S.p.A. 80020 CASAVATORE (NA) ITALY		RATIO AND PHASE ERRORS - TEST CERTIFICATES									
TYPE EPR20Z	CT Nr 9704095 ÷ 100	CUSTOMER ABB HIGH VOLTAGE	ORDER 402-1024530	O.I. 16/2/97	DATE 22/04/97						
RATIO 10500:√3 / √3	BURDEN 45VA	ACCURACY 0,2	24	52,5	125KV	50HZ	Nº 6				
CT Nr	BURDEN VA	RATIO ERRORS %				PHASE ANGLE ERRORS %				V _u G ₁ / kv	
		%	80%	100%	120%	%	80%	100%	120%		
9704095	11,25		0,16	0,16	0,15		-3,8'	-3,9'	-4,1'	±2	
	45		-0,15	-0,16	-0,17		-1,7'	-1,9'	-2,4'		
9704096	11,25		0,18				-3,5'			±2	
	45				-0,14				-2,1'		
9704097	11,25		0,17				-3,8'			±5	
	45				-0,16				-2,6'		
9704098	11,25		0,18				-3,3'			±2	
	45				-0,15				-1,8'		
9704099	11,25		0,15				-3,1'			±2	
	45				-0,16				-2,5'		
9704100	11,25		0,15				-3,7'			±5	
	45				-0,17				-2,1'		

<p>ROUTINE TEST</p> <p>1) Verification of terminal markings OK</p> <p>2) Power - frequency tests on primary windings 52,5 kvx1'</p> <p>3) Power - frequency tests on secondary windings 3 kvx1'</p> <p>4) Over voltage inter-turn test</p> <p>5) Partial discharge measurements tests OK</p> <p>6) Tests for accuracy OK</p> <p>Date <u>10/06/97</u></p>	<p>NORME SPECIFICHE DI RIFERIMENTO <input type="checkbox"/></p> <p>STANDARDS/SPECIFICATIONS REFERENCE <input checked="" type="checkbox"/> IEC-186</p> <p>Wattsud</p>
---	--

Figura 9.17 – Datos de placa y hoja de datos TTPP – Unidad TV



		RITZ Meßwandler Hamburg													
Routine - Testreport for Current Transformer															
CURRENT TRANSFORMER															
		IRB 260 No.: 97/020336 - 336													
Ins.level 0.72 / 3 KV		Kn 10000/ 1/1 A													
1 A	30 VA	Cl 5P20	2S1-2S2												
1 A	30 VA	Cl 0.2	FS 10												
			1S1 - 1S2												
I th 1000 kA		ins .cl. F	50 Hz												
IEC 44 - 1															
Client : Siemens AG KWU		RITZ Order No.: 268259.03													
Order - No.:		Specification: IEC 44 - 1													
Power-frequency test on secondary windings: 3 KV 1min. 50 Hz															
All cores have been demagnetized before the accuracy measurement.															
Test for interturn insulation on secondary windings: Us ≤ 4.5 KV 1 min. 50 Hz															
Accuracy measurement															
core	ratio	burden (VA)	cosφ	5 % I _r		20 % I _r		100 % I _r		120 % I _r		Resistances		sec. lim. emf	
				F% %	δ min	F% %	δ min	F% %	δ min	F% %	δ min	20 °C [Ω]	U ₀ [V]	I ₀ [mA]	
Serial No.: 97/0203 36															
1S1-1S2	10000/1 A	30	0.8	0,10	0,3	0,09	-0,3	0,10	-0,2	0,10	-0,2	30,1			
		7.5	0.8					0,10	-0,1						
2S1-2S2	10000/1 A	30	0.8					0,00	0,2			35,6	1446	15	
Serial No.: 97/0203 37															
1S1-1S2	10000/1 A	30	0.8	0,11	0,0	0,10	-0,5	0,10	-0,4	0,09	-0,3	31,1			
		7.5	0.8					0,10	-0,2						
2S1-2S2	10000/1 A	30	0.8					0,02	0,0			35,8	1446	15	
Serial No.: 97/0203 38															
1S1-1S2	10000/1 A	30	0.8	0,05	0,3	0,05	-0,2	0,05	-0,2	0,05	-0,2	31,5			
		7.5	0.8					0,05	0,0						
2S1-2S2	10000/1 A	30	0.8					0,00	0,2			31,4	1446	16	
Remarks:												Hamburg, den 27-7-1997 Testing Laboratory			

Figura 9.18 – Datos de placa y hoja de datos TTCC – Unidad TV



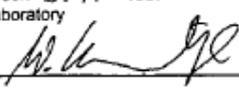
		RITZ Meßwandler Hamburg												
Routine - Testreport for Current Transformer														
CURRENT TRANSFORMER														
ins.level 0.72 / 3 KV		IRB 260 No.: 97/020339 - 341												
		Kn 10 000/ 1/1/1 A												
1 A	30 VA	Cl 5P20	2S1 - 2S2											
1 A	30 VA	Cl 0.2	FS 10											
1 A	30 VA	Cl 5P20	3S1 - 3S2											
			1S1 - 1S2											
1 th 1000 kA		ins .cl. F	50 Hz											
IEC 44 - 1														
Client : Siemens AG KWU		RITZ Order No.: 268259.04												
Order - No.:		Specification: IEC 44 - 1												
Power-frequency test on secondary windings: 3 KV 1min. 50 Hz														
All cores have been demagnetized before the accuracy measurement.														
Test for interturn insulation on secondary windings: Us < 4.5 KV 1 min. 50 Hz														
Accuracy measurement														
core	ratio	burden [VA] [cosφ]	5 % Ir		20 % Ir		100 % Ir		120 % Ir		Resistances		sec. lim. emf	
			F% %	δ min	F% %	δ min	F% %	δ min	F% %	δ min	20 °C [Ω]	U ₂ [V]	I ₂ [mA]	
Serial No.: 97/0203 39														
1S1-1S2	10000/1 A	30 0.8					0,01	0,4			36	1450	12	
2S1-2S2	10000/1 A	30 0.8					0,00	-0,2			36	1450	8	
3S1-3S2	10000/1 A	30 0.8 7.5 0.8	0,05	0,1	0,05	-0,4	0,05	-0,3	0,05	-0,3	32			
							0,05	-0,3						
Serial No.: 97/0203 40														
1S1-1S2	10000/1 A	30 0.8					0,00	0,2			36	1450	7	
2S1-2S2	10000/1 A	30 0.8					0,01	0,1			36	1450	8	
3S1-3S2	10000/1 A	30 0.8 7.5 0.8	0,05	0,0	0,05	-0,5	0,06	-0,3	0,06	-0,3	31			
							0,06	-0,2						
Serial No.: 97/0203 41														
1S1-1S2	10000/1 A	30 0.8					0,00	0,0				1450	5	
2S1-2S2	10000/1 A	30 0.8					0,00	0,1				1450	9	
3S1-3S2	10000/1 A	30 0.8 7.5 0.8	0,09	0,2	0,08	-0,3	0,08	-0,2	0,08	-0,2	31			
							0,09	-0,1						
Remarks:											Hamburg, den 5.7. 1997 Testing Laboratory 			

Figura 9.19 – Datos de placa y hoja de datos TTCC – Unidad TV



9.2.2 Potencia neta

En el siguiente unilineal se pueden identificar los puntos de medición de la potencia neta de ambas unidades.

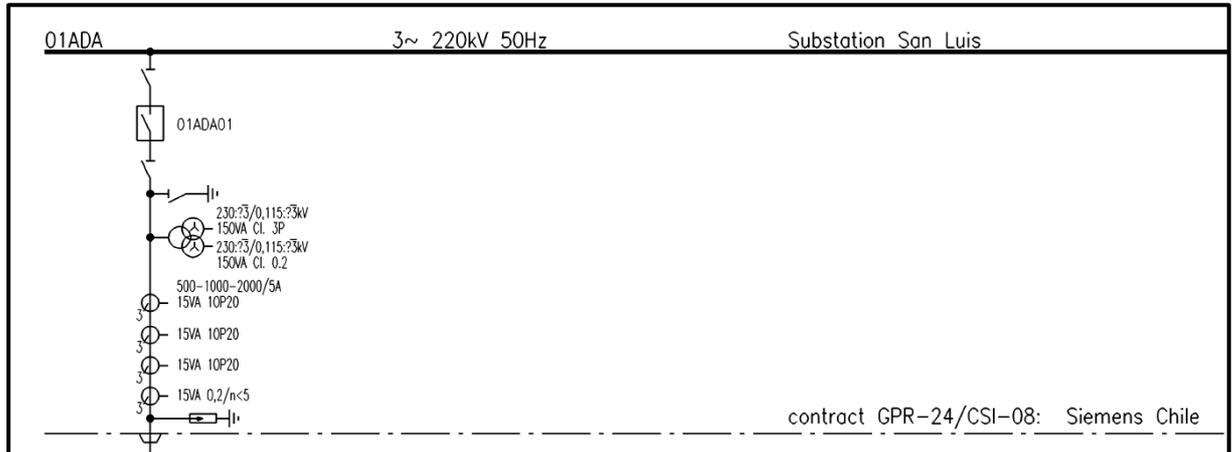


Figura 9.20 – Unilineal de mediciones de Potencia neta – Paño J3 S/E San Luis 220kV – Unidad TG

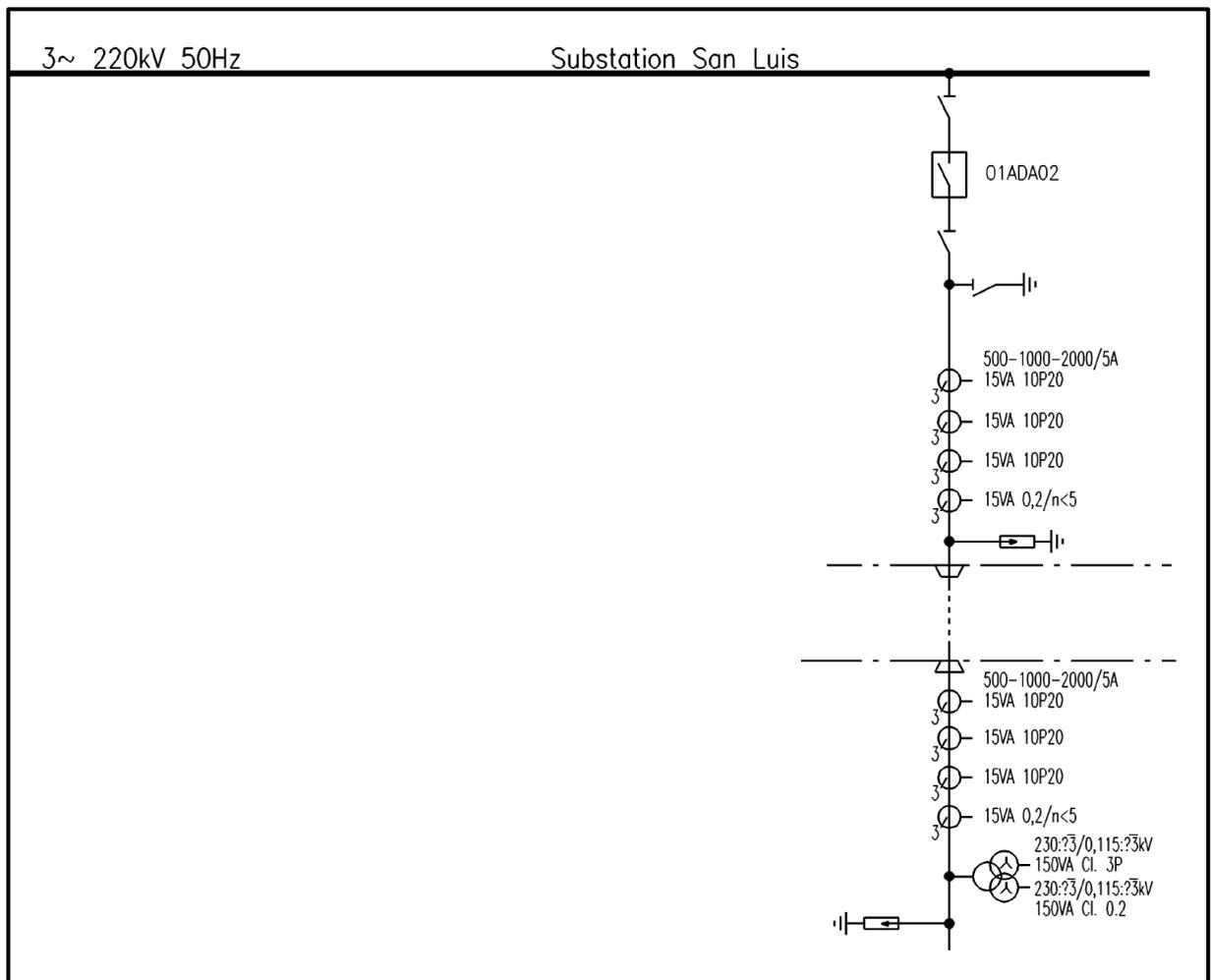


Figura 9.21 – Unilineal de mediciones de Potencia neta – Paño J4 S/E San Luis 220kV – Unidad TV



A continuación, se muestran los diagramas trifilares correspondientes a la medición de potencia neta de las unidades TG y TV.

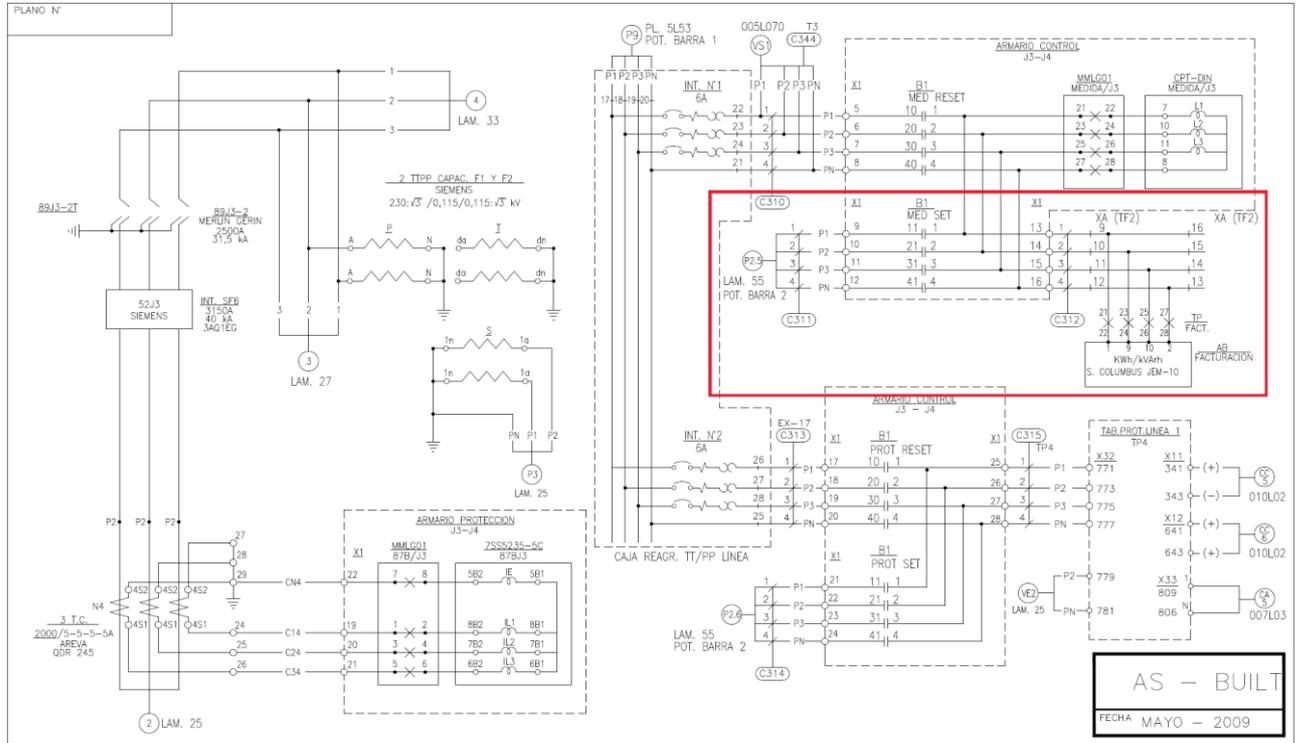


Figura 9.22 – Puntos de medición para medidor de Potencia Neta (Paño J3)

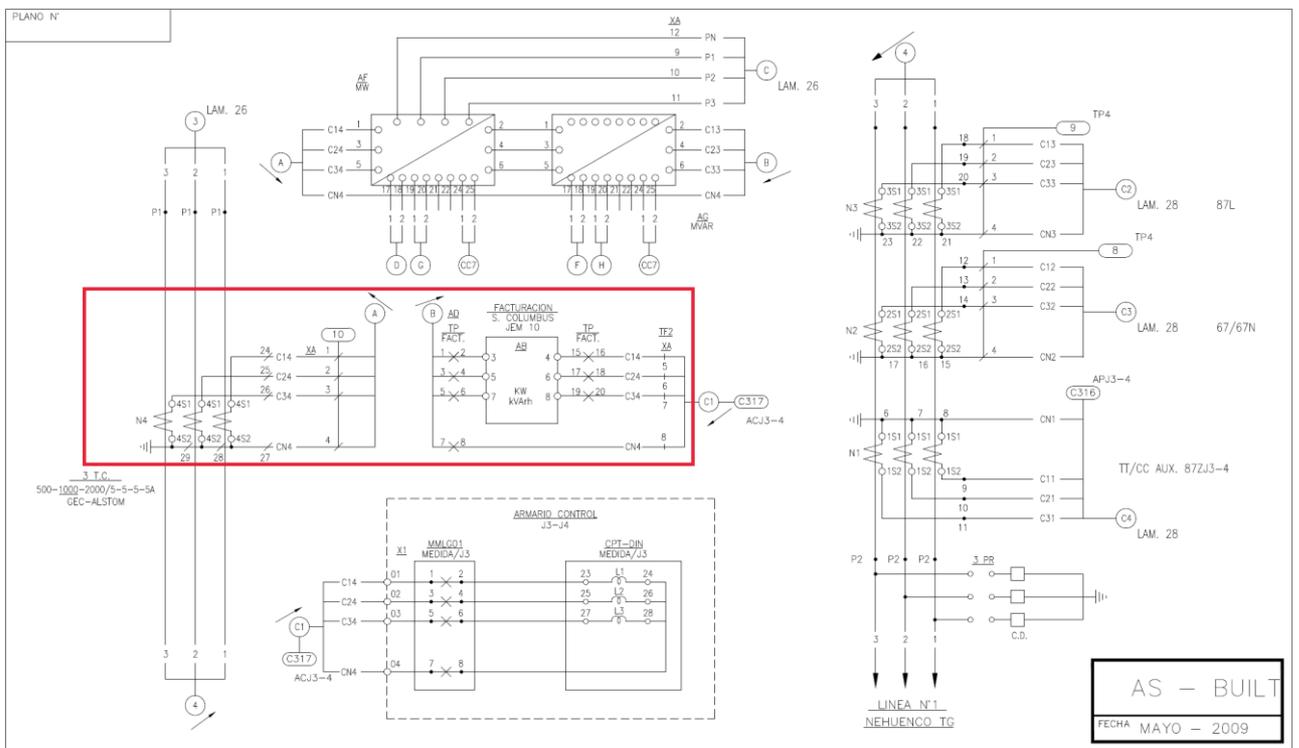


Figura 9.23 – Puntos de medición para medidor de Potencia Neta (Paño J3)

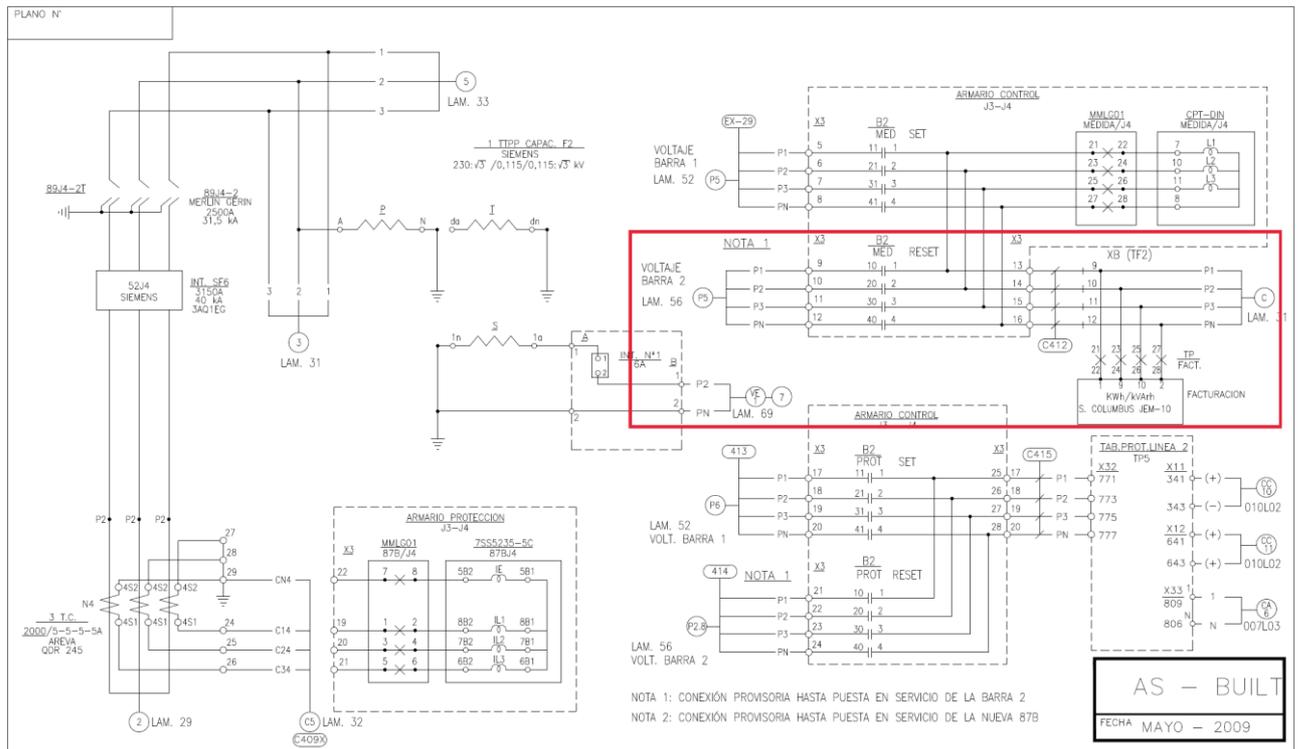


Figura 9.24 – Puntos de medición para medidor de Potencia Neta (Paño J4)

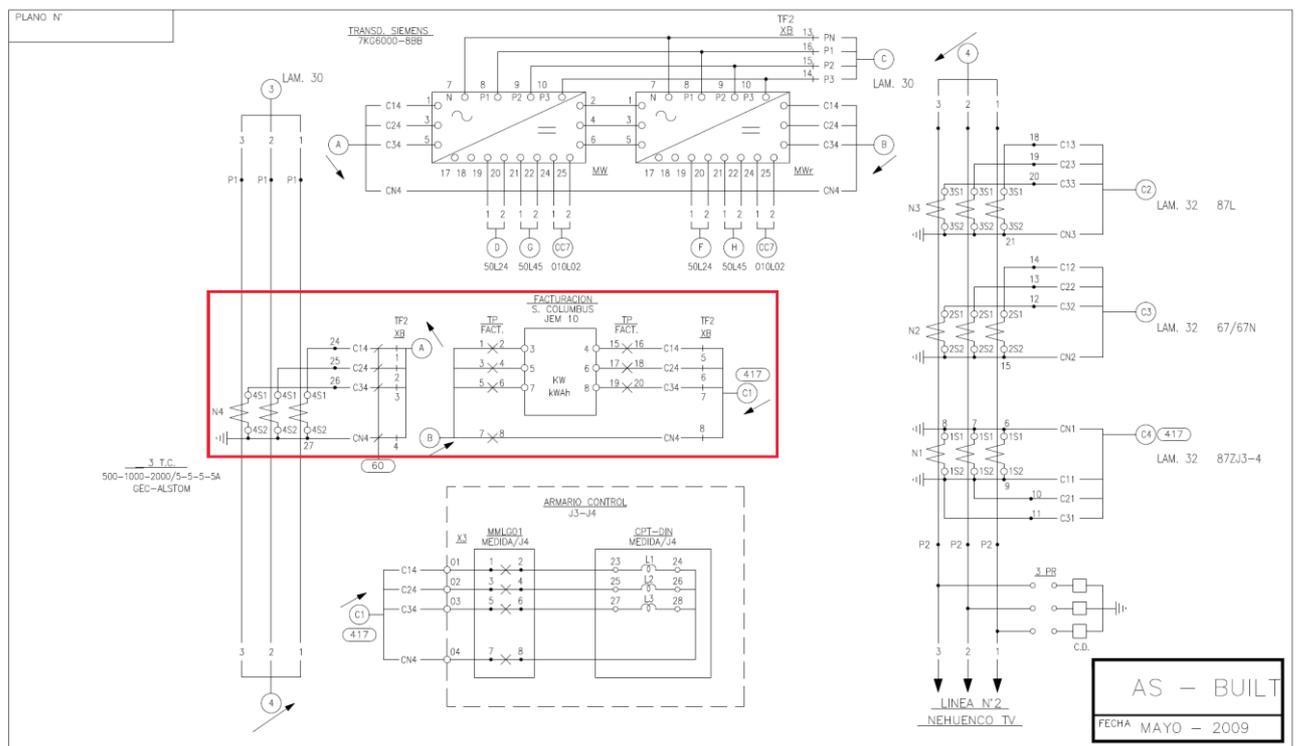


Figura 9.25 – Puntos de medición para medidor de Potencia Neta (Paño J4)



Finalmente se presentan los datos de placa de los transformadores de corriente y tensión respectivos. Cabe mencionar que dichos equipos son iguales en ambas unidades.

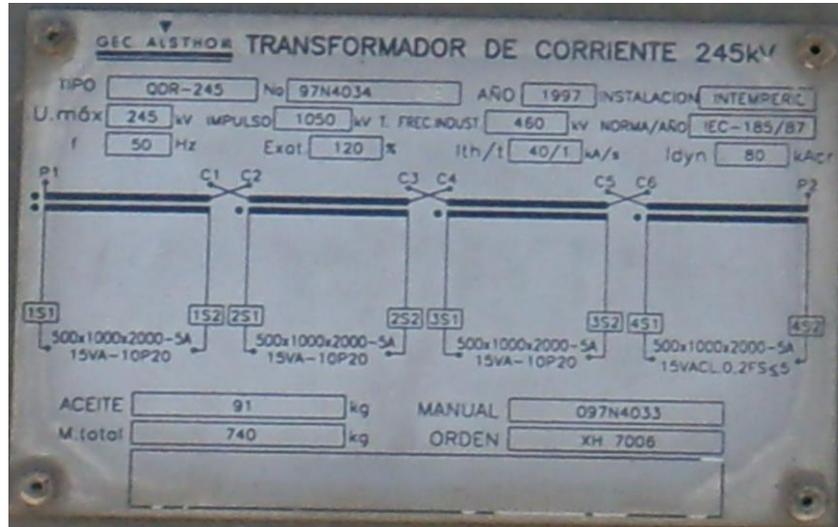


Figura 9.26 – Datos de placa del transformador de corriente para medición de Potencia neta

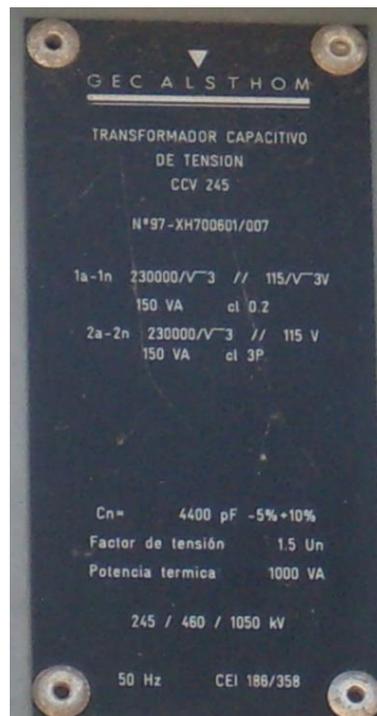


Figura 9.27 – Datos de placa del transformador de tensión para medición de Potencia neta



9.2.3 Temperatura ambiente y Humedad relativa

Para medición de las variables meteorológicas el Coordinado cuenta en su instalación permanente con un equipo marca VAISALA PTU303 (N° Serie: R4230157) el cual reporta sus medidas al sistema DCS de planta.



Figura 9.28 – Disposición del medidor de variables atmosféricas



9.3 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

El Coordinado ha contratado a un proveedor externo el servicio de medición de potencia bruta y factor de potencia, en concordancia a lo estipulado en el Artículo 31 del anexo técnico.

Se adjuntan los certificados de calibración de los equipos externos instalados por Tecnored S.A.

ANTECEDENTES DEL CLIENTE	
Nº / Fecha de Solicitud	: Correo
Fecha Calibración	: 30-10-2020
Medidor	: ION 8600
Cliente	: Tecnored S.A
Instalación	:
Subestación	:

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR	
Marca	: Schneider Electric
Modelo	: 8650
Nº de Serie	: PT-1012A395-01
Estado	: N/A
Año Fabricación	: 2008
Clase Exactitud (%)	: 0.2
Constante Med.	: 1

PATRON DE CALIBRACIÓN	
Marca	: Clou
Modelo	: CB115
Nº Serie	: 20171801
Clase de Exactitud	: 0,05
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnored

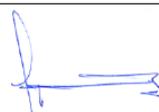
CONDICIONES DE MEDIDA	
Lugar de Calibración	: Laboratorio Tecnored
Tipo de Medida	: W, ESTRELLA/ACTIVO
Tensión Aplicada	: 63,5 (V)
Corriente Nominal	: 5 (A)
Nº de Elementos	: 3
Método Calibración	: Comparación Directa
Frecuencia (Hz)	: 50 (HZ)
Temperatura (C°)	: 22.5
Humedad (%)	: 45.2
Calibrador	: B.Santibañez

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	-0.078	± 0.2	-0.072	± 0.2
2	123	100	0.5	-0.087	± 0.3	-0.063	± 0.3
3	123	10	1	-0.079	± 0.2	-0.071	± 0.2
4	123	10	0.5	-0.075	± 0.3	-0.076	± 0.3
5	1	100	1	-0.021	± 0.3	-0.099	± 0.3
6	2	100	1	-0.068	± 0.3	-0.090	± 0.3
7	3	100	1	-0.039	± 0.3	-0.015	± 0.3
8	1	100	0.5	-0.076	± 0.4	-0.158	± 0.4
9	2	100	0.5	-0.081	± 0.4	-0.002	± 0.4
10	3	100	0.5	-0.048	± 0.4	-0.046	± 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	-0.060	± 2.0	-0.033	± 2.0
2	123	100	0.5	-0.043	± 2.0	-0.014	± 2.0
3	123	10	1	-0.077	± 2.0	-0.043	± 2.0
4	123	10	0.5	-0.068	± 2.0	0.010	± 2.0
5	1	100	1	-0.049	± 3.0	-0.016	± 3.0
6	2	100	1	-0.073	± 3.0	-0.053	± 3.0
7	3	100	1	-0.032	± 3.0	-0.030	± 3.0
8	1	100	0.5	-0.069	± 3.0	-0.057	± 3.0
9	2	100	0.5	-0.095	± 3.0	-0.055	± 3.0
10	3	100	0.5	-0.084	± 3.0	0.012	± 3.0

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

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



Jaime Eduardo García Cólbo
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 9.29 – Certificado de calibración medidor de Potencia bruta – Unidad TG



FT-LAB-7.8c



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

FOLIO: 504887

ANTECEDENTES DEL CLIENTE						
N° / Fecha de Solicitud	: Correo					
Fecha Calibración	: 30-10-2020					
Medidor	: ION 8600					
Cliente	: Tecnored S.A					
Instalación	:					
Subestación	:					

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR						
Marca	: Schneider Electric					
Modelo	: 8650					
N° de Serie	: FT-1106B209-11					
Estado	: N/A					
Año Fabricación	: 2008					
Clase Exactitud (%)	: 0.2					
Constante Med.	: 1					

PATRON DE CALIBRACIÓN						
Marca	: Clou					
Modelo	: C13115					
N° Serie	: 20171801					
Clase de Exactitud	: 0,05					
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnored					

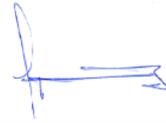
CONDICIONES DE MEDIDA						
Lugar de Calibración	: Laboratorio Tecnored					
Tipo de Medida	: W,ESTRELLA/ACTIVO					
Tensión Aplicada	: 63,5 (V)					
Corriente Nominal	: 5 (A)					
N° de Elementos	: 3					
Método Calibración	: Comparación Directa					
Frecuencia (Hz)	: 50 (HZ)					
Temperatura (C°)	: 22.5					
Humedad (%)	: 45.2					
Calibrador	: B.Santibañez					

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	-0.044	± 0.2	-0.027	± 0.2
2	123	100	0.5	-0.060	± 0.3	-0.037	± 0.3
3	123	10	1	-0.052	± 0.2	-0.045	± 0.2
4	123	10	0.5	-0.058	± 0.3	-0.067	± 0.3
5	1	100	1	0.013	± 0.3	-0.049	± 0.3
6	2	100	1	-0.018	± 0.3	-0.031	± 0.3
7	3	100	1	-0.022	± 0.3	-0.007	± 0.3
8	1	100	0.5	-0.047	± 0.4	-0.089	± 0.4
9	2	100	0.5	-0.042	± 0.4	0.037	± 0.4
10	3	100	0.5	-0.029	± 0.4	-0.065	± 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	-0.068	± 2.0	-0.007	± 2.0
2	123	100	0.5	-0.025	± 2.0	0.020	± 2.0
3	123	10	1	-0.059	± 2.0	-0.016	± 2.0
4	123	10	0.5	-0.041	± 2.0	0.052	± 2.0
5	1	100	1	-0.015	± 3.0	0.018	± 3.0
6	2	100	1	-0.014	± 3.0	-0.003	± 3.0
7	3	100	1	-0.040	± 3.0	-0.013	± 3.0
8	1	100	0.5	-0.020	± 3.0	-0.017	± 3.0
9	2	100	0.5	-0.034	± 3.0	-0.005	± 3.0
10	3	100	0.5	-0.065	± 3.0	0.052	± 3.0

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

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



Jaime Eduardo García Collao
Jefe Área 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 9.30 – Certificado de calibración medidor de Potencia bruta – Unidad TV



9.3.2 Potencia neta

Se utilizará el medidor de facturación respectivo a cada unidad, los cuales cumplen con los requerimientos establecidos en el anexo técnico.

Los equipos han sido calibrados los días 30 de noviembre y 1 de diciembre y se incluyen a continuación los respectivos certificados.



CB202012000001

CERTIFICADO DE EXACTITUD DEL MEDIDOR

FECHA SERVICIO		30/11/2020		IDENTIFICACIÓN DEL MEDIDOR	
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE					
Nombre		Colbún			
S/E o Central		S/E San Luis			
PATRÓN DE REFERENCIA					
Consola		MTE PTS 3.3C	N° Serie		37974
Clase de Exactitud		+/- 0,05			
Marca		Schneider Electric			
Tipo		ION 7650			
Número de Serie		PJ-0911A504-02			
Ubicación		SANLUIS_220_J3_CLB			
Clase de Exactitud		0,2			
Estado		Activo			
CONDICIONES DE LA MEDIDA					
Tipo de Medida		Estrella			
Tensión Aplicada		3 x 66,4 (115) [V] 50 [Hz]			
Corriente Nominal		3 x 5 (10) [A]			
Constante Medidor		1.8 [Wh/Imp]			
Temperatura		Ambiente			
N° de Elementos		3E - 4H			
Conexión		DIRECTA			
RESULTADOS DE LA VERIFICACIÓN					
Componente Activa					
N°	Fase	Cte. [%]	Factor	Error [%]	Límite Norma [%]
1	123	100	1,0	-0,112	+/- 0,2
2	123	100	0,5	-0,122	+/- 0,3
3	123	10	1,0	-0,114	+/- 0,2
4	1	100	1,0	-0,119	+/- 0,3
5	2	100	1,0	-0,134	+/- 0,3
6	3	100	1,0	-0,115	+/- 0,3
7	1	100	0,5	-0,084	+/- 0,4
8	2	100	0,5	-0,14	+/- 0,4
9	3	100	0,5	-0,1	+/- 0,4
10	123	10	0,5	-0,103	+/- 0,3
Componente Reactiva					
N°	Fase	Cte. [%]	Factor	Error [%]	Límite Norma [%]
1	123	100	1,0	-0,120	+/- 2,0
2	123	100	0,5	-0,131	+/- 2,0
3	123	10	1,0	-0,125	+/- 2,0
4	1	100	1,0	-0,114	+/- 3,0
5	2	100	1,0	-0,103	+/- 3,0
6	3	100	1,0	-0,131	+/- 3,0
7	1	100	0,5	-0,122	+/- 3,0
8	2	100	0,5	-0,128	+/- 3,0
9	3	100	0,5	-0,112	+/- 3,0
10	123	10	0,5	-0,115	+/- 3,0
Cumple Clausula 8.1 Norma IEC 62053-22 Clase 0,2			Cumple Clausula 8.1 Norma IEC 62053-23 Clase 2		
Energía en Display		Tipo de Display		Electronico	
CONCLUSIONES					
El medidor cumple con la cláusula 8.1 de la Norma IEC 62053-22 referente a los límites de error para su clase de exactitud, en la componente Activa.					
El medidor cumple con la cláusula 8.1 de la Norma IEC 62053-23 referente a los límites de error para su clase de exactitud, en la componente Reactiva.					



CB202012000002

CERTIFICADO DE EXACTITUD DEL MEDIDOR

FECHA SERVICIO		01/12/2020		IDENTIFICACIÓN DEL MEDIDOR	
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE					
Nombre		Colbún			
S/E o Central		S/E San Luis			
PATRÓN DE REFERENCIA					
Consola		MTE PTS 3.3C	N° Serie		37974
Clase de Exactitud		+/- 0,05			
CONDICIONES DE LA MEDIDA					
Tipo de Medida		Estrella			
Tensión Aplicada		3 x 66,4 (115) [V] 50 [Hz]			
Corriente Nominal		3 x 5 (10) [A]			
RESULTADOS DE LA VERIFICACIÓN					
Componente Activa					
N°	Fase	Cte. [%]	Factor	Error [%]	Límite Norma [%]
1	123	100	1,0	-0,084	+/- 0,2
2	123	100	0,5	-0,074	+/- 0,3
3	123	10	1,0	-0,085	+/- 0,2
4	1	100	1,0	-0,074	+/- 0,3
5	2	100	1,0	-0,085	+/- 0,3
6	3	100	1,0	-0,095	+/- 0,3
7	1	100	0,5	-0,05	+/- 0,4
8	2	100	0,5	-0,08	+/- 0,4
9	3	100	0,5	-0,055	+/- 0,4
10	123	10	0,5	-0,06	+/- 0,3
Componente Reactiva					
N°	Fase	Cte. [%]	Factor	Error [%]	Límite Norma [%]
1	123	100	1,0	-0,07	+/- 2,0
2	123	100	0,5	-0,083	+/- 2,0
3	123	10	1,0	-0,09	+/- 2,0
4	1	100	1,0	-0,104	+/- 3,0
5	2	100	1,0	-0,05	+/- 3,0
6	3	100	1,0	-0,115	+/- 3,0
7	1	100	0,5	-0,08	+/- 3,0
8	2	100	0,5	-0,075	+/- 3,0
9	3	100	0,5	-0,1	+/- 3,0
10	123	10	0,5	-0,09	+/- 3,0
Cumple Clausula 8.1 Norma IEC 62053-22 Clase 0,2			Cumple Clausula 8.1 Norma IEC 62053-23 Clase 2		
Energía en Display		Tipo de Display		Electronico	
CONCLUSIONES					
<p>El medidor cumple con la cláusula 8.1 de la Norma IEC 62053-22 referente a los límites de error para su clase de exactitud, en la componente Activa.</p> <p>El medidor cumple con la cláusula 8.1 de la Norma IEC 62053-23 referente a los límites de error para su clase de exactitud, en la componente Reactiva.</p>					

Página 1 de 2

Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra ensayada y CAM Chile S.p.a. declina toda responsabilidad por el uso indebido que se hiciera del presente Certificado.

Figura 9.32 – Antecedentes técnicos de medidor de Potencia Neta – Unidad TV



9.3.3 Temperatura ambiente y Humedad relativa

Para medición de temperatura ambiente y humedad relativa del aire el Coordinado cuenta en su instalación permanente con un equipo marca VAISALA PTU303 (N° Serie: R4230157) el cual reporta sus medidas al sistema DCS de planta.

Se incluyen a continuación los certificados de calibración.



VAISALA

Vaisala is ISO 9001, ISO 14001 and
AQAP 2110 certified company.

Instrument: Pressure, Humidity and Temperature Transmitter PTU303
Order code: PTU300 31B01B1BCPF1A0B1BCD0B0A
Serial Number: R4230157
Manufacturer: Vaisala Oyj, Finland
Calibration date: 2019-10-16

CALIBRATION CERTIFICATE

This certificate may only be reproduced in full, except with
the prior written permission by the issuing laboratory

Certificate Number: HEL194240032



Approved by:

Digitally signed by EVL
Date: 2019.10.17 06:44:16 +03:00
Reason: Calibration responsible
Location: Vaisala Oyj, Finland

The analog outputs of the instrument were calibrated by using working standards of the manufacturer. The outputs were forced by digital input to three output values. The observed values were determined by measuring the voltage over a calibrated precision resistor.

The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k = 2$, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95 %. The measurement results are traceable to the international system of units (SI) through national metrology institutes (NIST USA, MIKES Finland, or equivalent) or via ISO/IEC 17025 accredited calibration laboratories.

Analog output channel 1 calibration results

Channel 1 scaling: RH 0...100 %RH

Output forced to mA	Observed output mA	Difference mA	Acceptance limit mA	Pass/Fail
+5.600	+5.600	0.000	±0.010	Pass
+12.000	+12.001	+0.001	±0.010	Pass
+18.400	+18.401	+0.001	±0.010	Pass

Analog output channel 2 calibration results

Channel 2 scaling: T -20...60 °C

Output forced to mA	Observed output mA	Difference mA	Acceptance limit mA	Pass/Fail
+5.600	+5.600	0.000	±0.010	Pass
+12.000	+12.001	+0.001	±0.010	Pass
+18.400	+18.402	+0.002	±0.010	Pass

Analog output channel 3 calibration results

Channel 3 scaling: P 500...1100 hPa

Output forced to mA	Observed output mA	Difference mA	Acceptance limit mA	Pass/Fail
+5.600	+5.599	-0.001	±0.010	Pass
+12.000	+11.999	-0.001	±0.010	Pass
+18.400	+18.400	0.000	±0.010	Pass

Reference equipment used in calibration

Type	Identity Number	Certificate Number	Calibration Date
HP34970A	16707	1250-307098795	2018-12-03
Shunt Cable	ES 12668	C01366	2019-04-26

Calibration uncertainties (k=2, ~95% confidence level):

Current ±0.00175mA

Ambient conditions:

Humidity [%RH] 32 ± 4 **Temperature [°C]** 23 ± 2 **Pressure [hPa]** 1011 ± 20

Vaisala Oyj | PO Box 26, FI-00421 Helsinki, Finland
Phone +358 9 894 91 | Fax +358 9 8949 2227
Email helpdesk@vaisala.com | www.vaisala.com
Domicile Vantaa, Finland | VAT FI01244162 | Business ID 0124416-2

Figura 9.33 – Certificado de calibración



VAISALA

Vaisala is ISO 9001, ISO 14001 and
AQAP 2110 certified company.

CALIBRATION CERTIFICATE

This certificate may only be reproduced in full, except with
the prior written permission by the issuing laboratory

Certificate Number: HEL194240033



Instrument: Pressure, Humidity and Temperature Transmitter PTU303
Order Code: PTU300 31B01B1BCPF1A0B1BCD0BCA
Serial Number: R4230157
Manufacturer: Vaisala Oyj, Finland
Calibration Date: 2019-10-16

Approved by:

Digitally signed by EVL
Date: 2019.10.17 06:44:33 +03:00
Reason: Calibration responsible
Location: Vaisala Oyj, Finland

The humidity sensor of the instrument was calibrated by comparing the instrument's humidity reading to a generated reference humidity reading. The reference humidity reading was calculated based on two-pressure humidity generation principle, using the measurement results of saturator pressure and temperature and calibration chamber pressure and temperature.

The temperature sensor(s) of the instrument was calibrated by comparing the instrument's temperature readings to a reference thermometer.

The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k = 2$, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95 %. The measurement results are traceable to the international system of units (SI) through national metrology institutes (NIST USA, MIKES Finland, or equivalent) or via ISO/IEC 17025 accredited calibration laboratories.

Humidity calibration results

Reference Humidity [%RH]	Reference Temperature [°C]	Observed Humidity [%RH]	Observed Temperature [°C]	Humidity Error [%RH]	Acceptance Limit [%RH]	Pass/Fail
15.0	22.72	14.8	22.72	-0.2	±1.0	Pass
33.0	22.72	32.7	22.72	-0.3	±1.0	Pass
54.0	22.72	53.9	22.72	-0.1	±1.0	Pass
75.1	22.72	75.1	22.72	0.0	±1.0	Pass
94.7	22.72	94.8	22.73	0.1	±1.7	Pass

Temperature calibration results

Reference Temperature [°C]	Observed Temperature [°C]	Error [°C]	Acceptance Limit [°C]	Pass/Fail
22.72	22.72	0.00	±0.10	Pass

Additional temperature probe calibration results

Reference Temperature [°C]	Observed Temperature [°C]	Error [°C]	Acceptance Limit [°C]	Pass/Fail
-	-	-	-	-

Reference equipment used in calibration

Type	Identity Number	Certificate Number	Calibration Date	Calibration Due Date
PTU307	18173	K008-C00455	2019-02-07	2020-02-29
HMP307	17593	K008-B03180	2018-11-07	2019-11-30
GE Druck DPS 823B	16735	K008-C01498	2019-05-07	2019-11-30
AM1612	17592	K008-B03182	2018-11-07	2019-11-30
PXI-4070	17589	B03179	2018-11-07	2019-11-30

Calibration uncertainty (k=2, ~95% confidence level):

Humidity ± 0.6 %RH @ 0...40 %RH, ± 1.0 %RH @ 40...95 %RH
Temperature ± 0.10 °C

Ambient conditions:

Humidity [%RH] 31 ± 4 Temperature [°C] 24 ± 2 Pressure [hPa] 1010 ± 20

Figura 9.34 – Certificado de calibración



VAISALA

Vaisala is ISO 9001, ISO 14001 and
AQAP 2110 certified company.

CALIBRATION CERTIFICATE

This certificate may only be reproduced in full, except with
the prior written permission by the issuing laboratory

Certificate Number:

HEL194240036



Instrument: Pressure, Humidity and Temperature Transmitter PTU303
Pressure Range: 500-1120 hPa
Order Code: PTU303 31B01B1BCPF 1A0B1BCD0B0A
Serial Number: R4230157
Manufacturer: Vaisala Oyj, Finland
Calibration Date: 16th October 2019

Approved by:

Digitally signed by EVL
Date: 2019.10.17 06:59:38 +03:00
Reason: Calibration responsible
Location: Vaisala Oyj, Finland

The pressure reading of the instrument was calibrated by comparing the instrument's pressure reading to a reference pressure reading.

The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k = 2$, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95 %. The measurement results are traceable to the international system of units (SI) through national metrology institutes (NIST USA, MIKES Finland, or equivalent) or via ISO/IEC 17025 accredited calibration laboratories.

Pressure calibration results

Reference hPa	Observed hPa	Correction* hPa	Acceptance Limit hPa	Pass/Fail
500.02	500.01	0.01	±0.05	Pass
550.01	550.01	0.00	±0.05	Pass
650.03	650.03	0.00	±0.05	Pass
750.00	750.00	0.00	±0.05	Pass
849.98	849.98	0.00	±0.05	Pass
949.96	949.96	0.00	±0.05	Pass
1000.00	1000.00	0.00	±0.05	Pass
1049.96	1049.96	0.00	±0.05	Pass
1099.97	1099.97	0.00	±0.05	Pass

*To obtain the true pressure, add the correction to the barometer reading.
Interpolated corrections may be used at intermediate readings of the scale of the barometer.

Reference equipment used in calibration

Type	Identity Number	Certificate Number	Calibration Date	Calibration Due Date
DHI PPC3	PA 12823	K008-C02743	2019-08-16	2020-08-31

Calibration uncertainty (k=2, ~95% confidence level):

Pressure ± 0.07 hPa

Ambient conditions:

Humidity [%RH]	Temperature [°C]	Pressure [hPa]
32 ± 5	22 ± 1	1007 ± 1

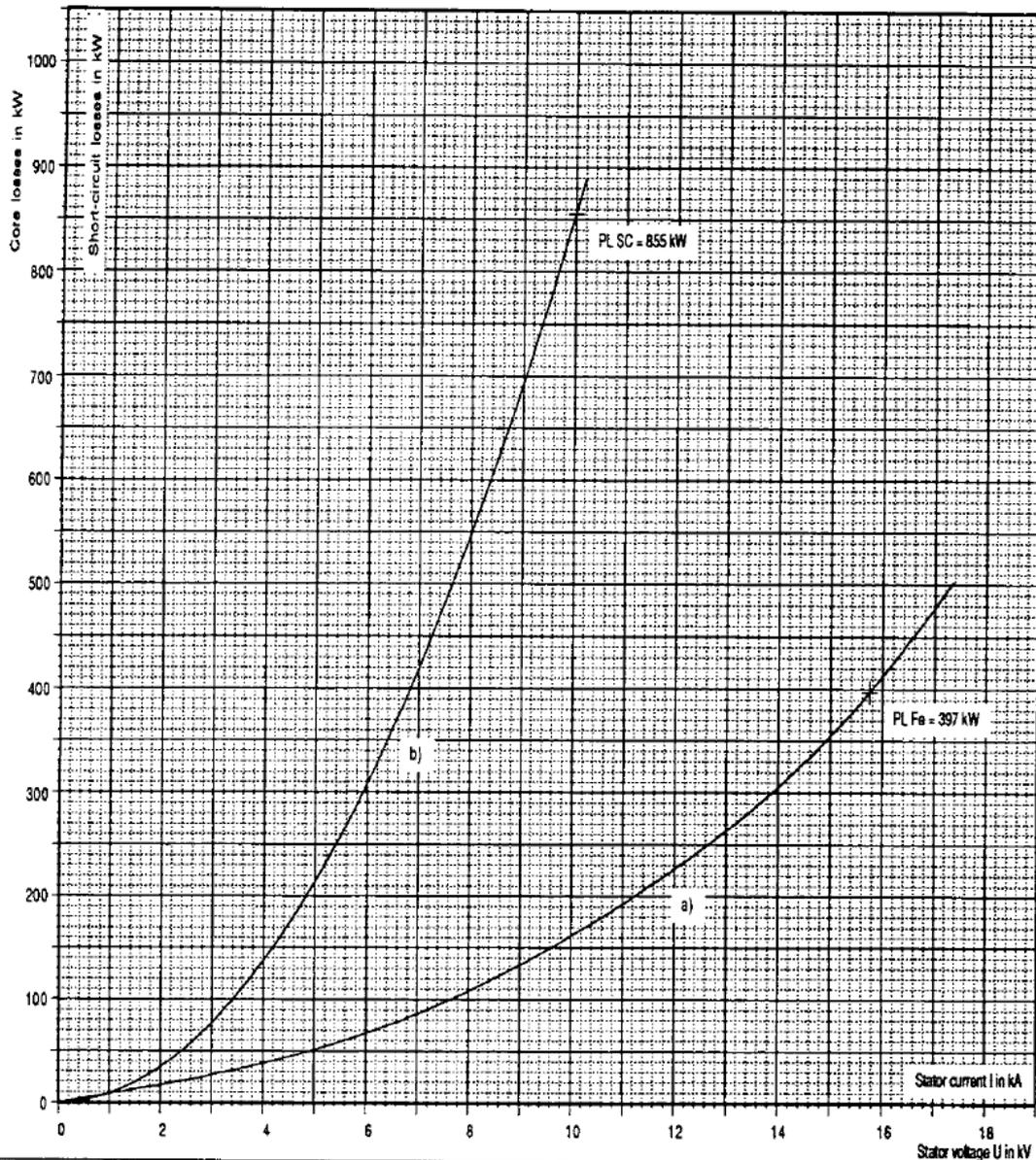
Figura 9.35 – Certificado de calibración



9.4 Curvas de corrección

La corrección por factor de potencia se realizará en ambas unidades utilizando la curva respectiva de pérdidas en el núcleo y cortocircuito. Cabe mencionar que la curva asociada a cada unidad es propia del generador y válida para todas las configuraciones consideradas en las pruebas de potencia máxima.

Job name	Nehuenco GTG	$S_N = 273,0$	MVA	P.F. = 0,85
Job No.	12-7831	$U_N = 15,75$	kV	$f_N = 50$ Hz
Generator type	TLRI 115/47	$I_N = 10,007$	kA	$n_N = 50$ s ⁻¹



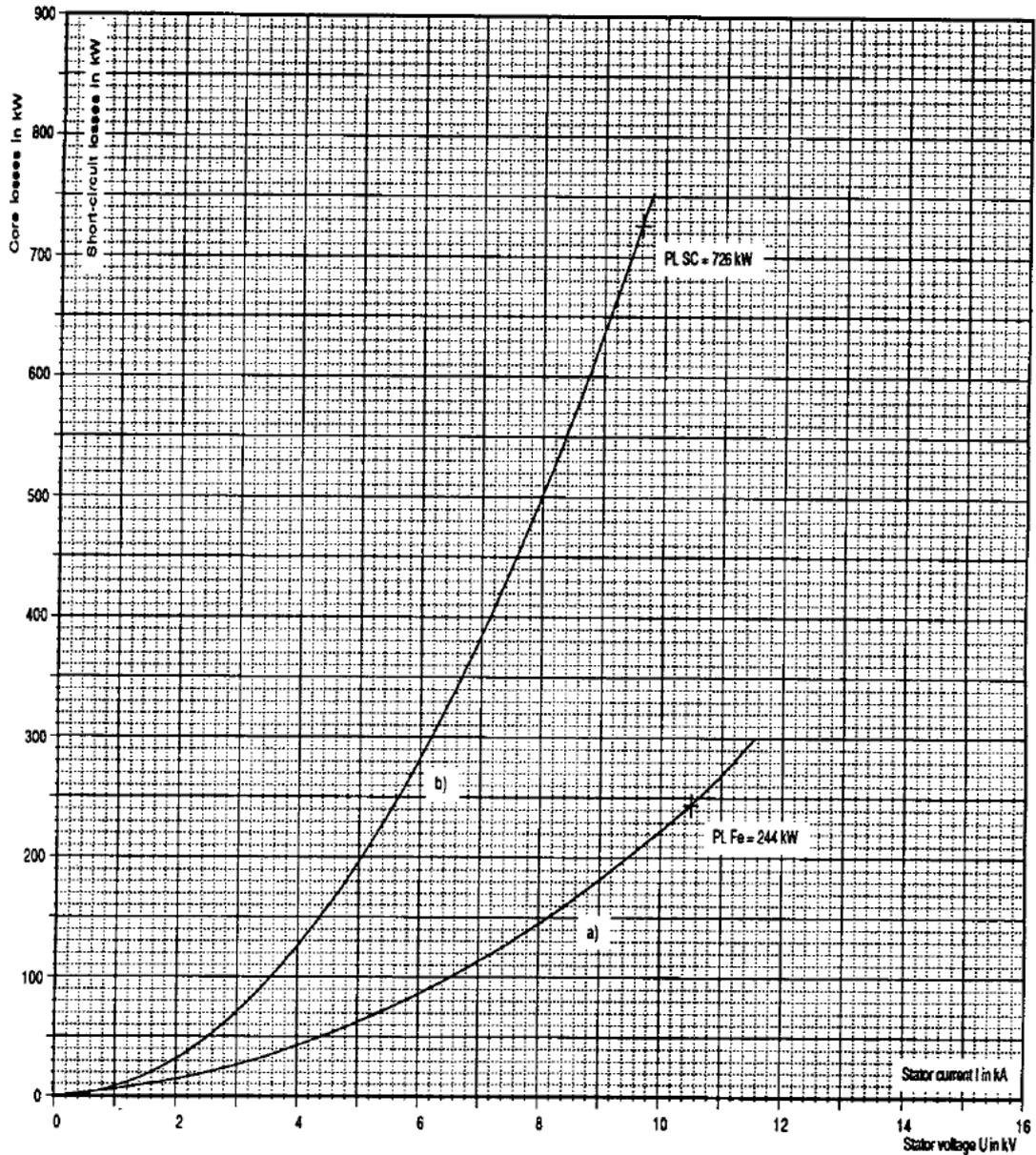
a) Core losses versus stator voltage

b) Short-circuit losses versus stator current

Figura 9.36 – Curva de pérdidas de núcleo y de cortocircuito – Unidad TG



Job name	Nehuenco STG	$S_N = 175,0$	MVA	P.F. = 0,85
Job No.	12-7693	$U_N = 10,50$	kV	$f_N = 50$ Hz
Generator type	TLRI 108/36	$I_N = 9,623$	kA	$n_N = 50$ s ⁻¹



- a) Core losses versus stator voltage
- b) Short-circuit losses versus stator current

Figura 9.37 – Curva de pérdidas de núcleo y cortocircuito – Unidad TV



9.4.1 Configuraciones CA y CC con gas y diésel

- **Corrección por temperatura ambiente:**

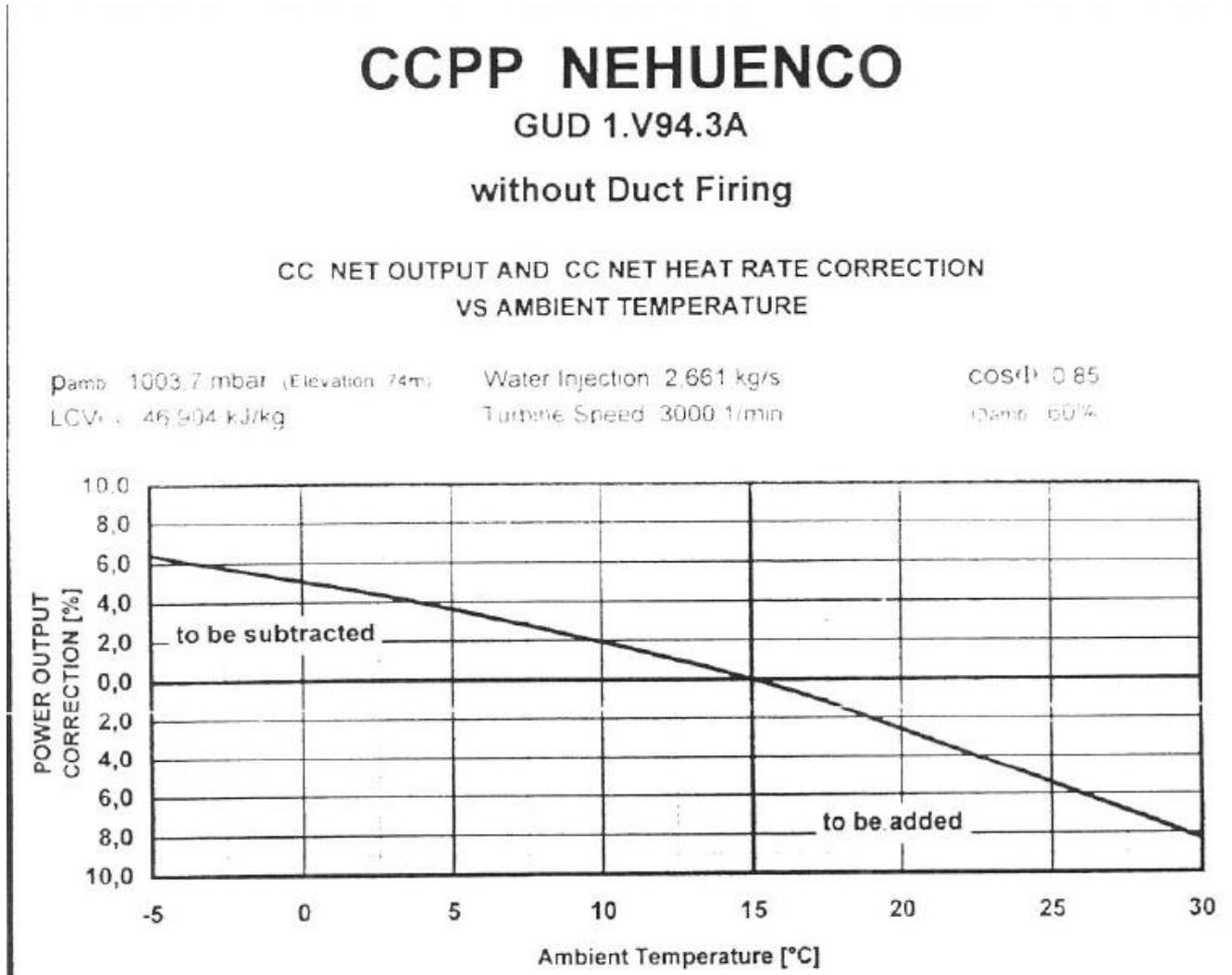


Figura 9.38 – Curva de corrección por temperatura ambiente para operación con gas y diésel – Configuraciones CA y CC



- Corrección por humedad relativa del aire:

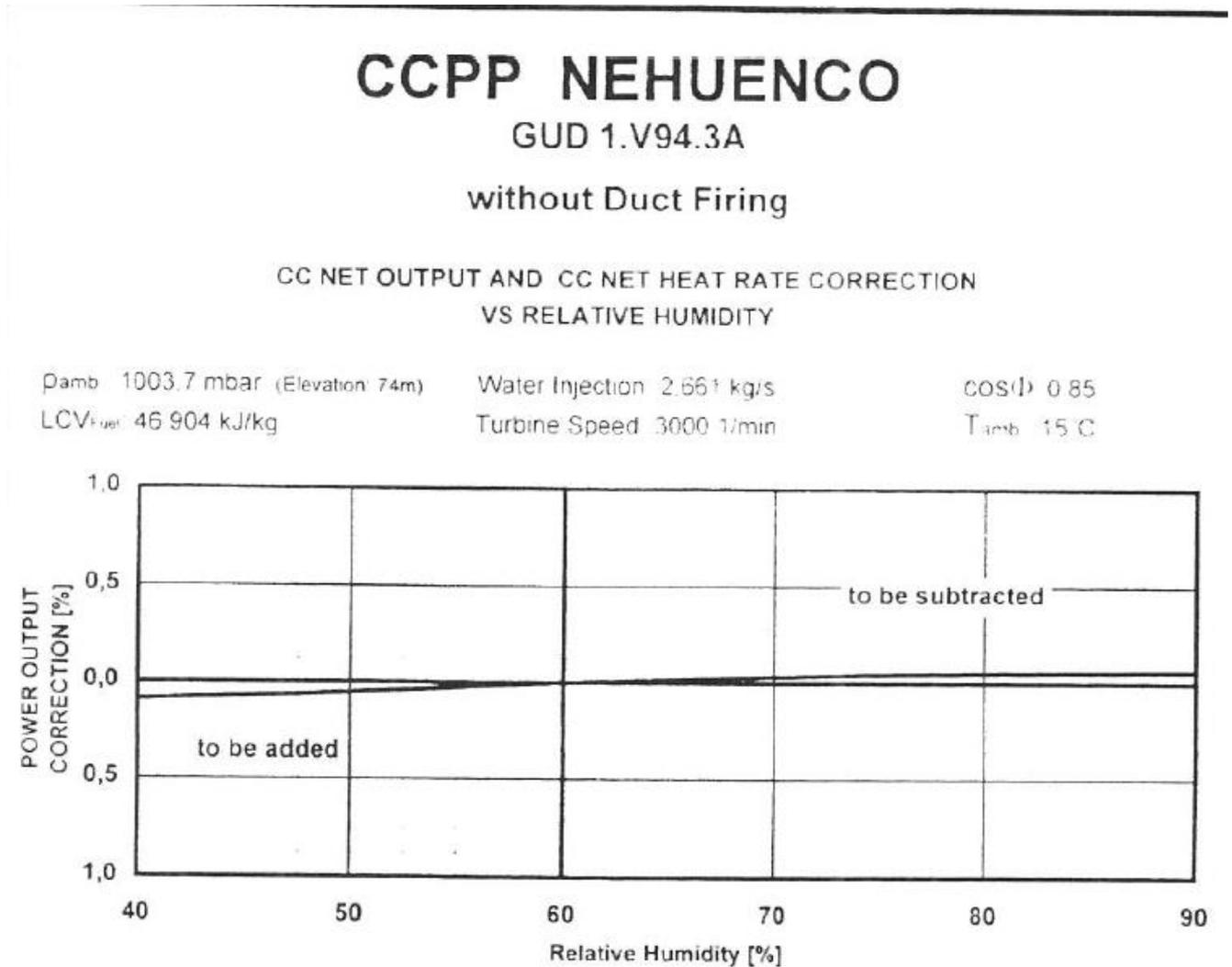


Figura 9.39 – Curva de corrección por humedad relativa del aire para operación con gas y diésel – Configuraciones CA y CC



9.4.2 Configuración CC + FA con gas

- **Corrección por temperatura ambiente:**

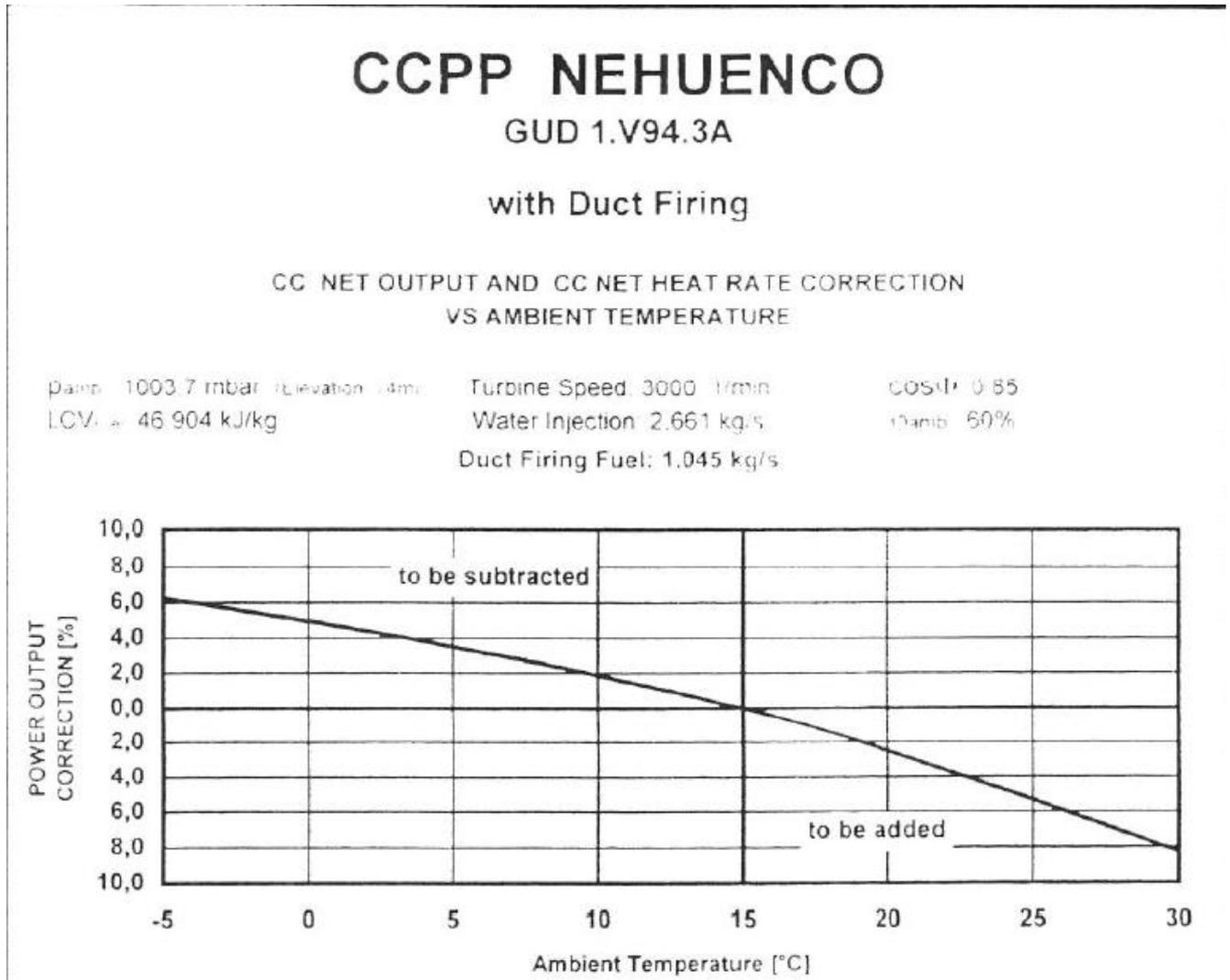


Figura 9.40 – Curva de corrección por temperatura ambiente para operación con gas – Configuración CC+FA



- Corrección por humedad relativa del aire:

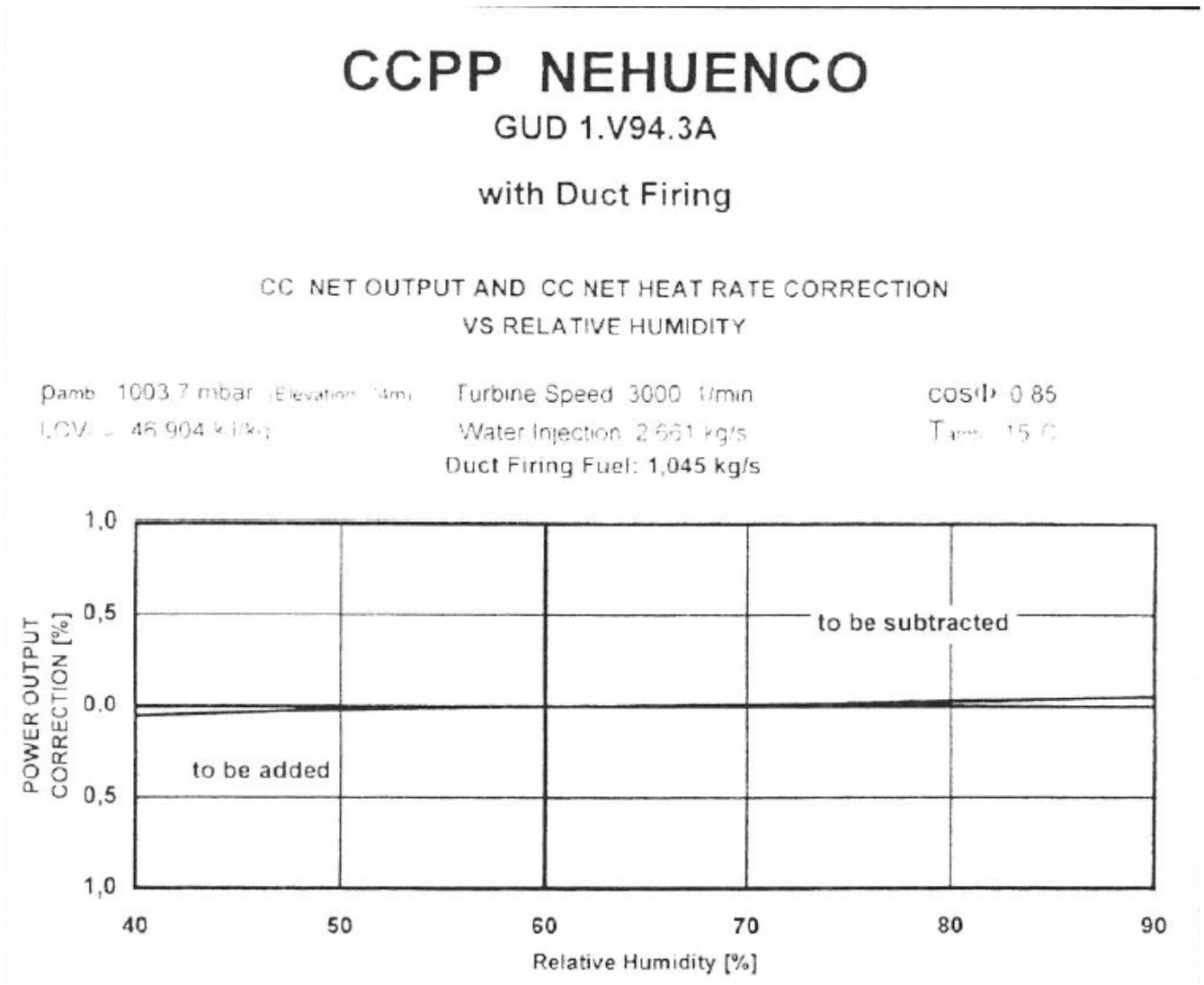


Figura 9.41 – Curva de corrección por humedad relativa del aire para operación con gas – Configuración CC+FA



9.5 Actas de ensayos

Se incluyen a continuación las actas de pruebas elaboradas al finalizar los ensayos en planta.

9.5.1 Configuración ciclo abierto con diésel



ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Fecha	7/ene/2021	Empresa	Colbún - CT Nehuenco 1
ID Proyecto	EE-2020-113	Ubicación	Quillota, Chile
Denominación Unidad	CA (TG)		

Datos unidad

Potencia aparente nominal [MVA]	273	Factor de potencia nominal	0.85
Tensión de estator nominal [kV]	15.75	Corriente de campo nominal [A]	1003
Potencia activa máxima [MW]	232 TG Gas	Tensión de campo nominal [V]	466
Corriente de estator nominal [kA]	10	Tipo de excitación	Estática

Responsables durante la prueba

Coordinado	Mitchel Zuñiga - Colbún SA Julian Larrea - Ingeniero Especialista - Colbún SA
Coordinador	Jorge Da Costa - Coordinador Eléctrico Nacional Eduardo Gonzalez - Coordinador Eléctrico Nacional
Experto técnico	Andrés Capalbo - Estudios Eléctricos Federico García - Estudios Eléctricos
Otros	-

Datos de la prueba

Configuración	Diesel en Ciclo Abierto sin Fuegos Suplementarios (Diesel CA)		
Estado previo de la unidad	En servicio	Sincronización unidades	N/A
Inicio del período de estabilización	04:00 hs	Fin del período de estabilización	04:15 hs
Inicio del período de prueba	04:15 hs	Fin del período de prueba	09:15 hs
Protocolo aplicable	EE-EN-2020-1811 Rev D	Desvíos del protocolo	Sin desvíos.

Firmas Aclaración/Empresa			
	Mitchel Zuñiga	Andrés Capalbo	



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Instrumental TG

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia Neta	ION 7650 - N° Serie: PJ-0911A504-02. Equipo de medición (facturación) de planta utilizando TC y TP clase 0.2
Potencia Bruta y FP	ION 8650 - N° Serie: PT-1106B209-11. Equipo de instalación temporal propiedad de Tecnoled S.A. utilizando TP y TC clase 0.2
Potencia SSAA	No se mide.
Temperatura aire de entrada al compresor	VAISALA PTU303 - N° Serie: R4230157. Estación meteorológica de instalación permanente en planta.
Humedad	VAISALA PTU303 - N° Serie: R4230157. Estación meteorológica de instalación permanente en planta.

Valores preliminares

La potencia bruta tuvo los siguientes valores promedio sin corrección durante el desarrollo de las pruebas.

Período	1	2	3	4	5
P.Bruta TG [MW]	205	206	206	206	207

Firmas Aclaración/Empresa			
	Mitchel Zuñiga	Andrés Capalbo	

www.estudios-electricos.com



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Observaciones

Desvíos del protocolo: No se registraron desvíos.

Desarrollo de la prueba: Esta prueba se realiza a continuación de la prueba fallida del día 6 de enero. Se solucionó el problema existente en los filtros, se dio orden de partida a la unidad y a las 03:50hs se produce el cambio exitoso del modo difusión a premix continuándose con la subida de carga hasta carga base. A las 04:00hs se alcanza carga base e inicia el período de estabilización para iniciar la medición a la 04:15hs.

Al igual que en las pruebas anteriores, el personal de Colbún aumenta el valor de la banda muerta según indicaciones de Siemens para insensibilizar la unidad frente a eventuales fluctuaciones de frecuencia del sistema. Por otra parte, ante la imposibilidad de utilizar el modo de control de FP, la prueba se realiza en modo control de tensión habiendo ajustado el FP de ambas unidades de 0.95. Se recomienda a los operadores especial atención a mantener este valor estable.

La unidad logra controlar en forma estable su potencia en bornes desde el inicio hasta el fin de la prueba. En total se registraron 5 Hs en condiciones de potencia máxima.

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

Comentarios:

Valen los mismos comentarios que en pruebas anteriores:

Previo al inicio de las pruebas se verificó la instalación de los medidores externos (Tecnoled) y se observó que los equipos están intercambiados respecto a lo escrito en el procedimiento. Es decir, el número de serie del equipo instalado en la TG corresponde al previsto para la TV y viceversa. Siendo equipos similares se entiende que este cambio no afecta a los objetivos de la prueba.

Se verificó correcta tasa de muestreo de todos los medidores. La sincronización horaria se realizó utilizando como referencia el movimiento de reactivo realizado para llevar el FP a 0.95 y la sincronización con la red de las unidades. Resultó que todos los medidores están en el rango de 1 min uno del otro.

Colbún entregó la totalidad de los registros digitales de esta prueba. La entrega se compone de tres fuentes de archivos distintas: medición de Pneta, medición de Pbruta, y sistema de planta.

Queda pendiente de entrega por parte de Colbún los resultados del análisis de combustible utilizado para ser anexado al informe final.

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

<p>Firmas Aclaración/Empresa</p>	<p>Mitchel Zuñiga</p>	<p>Andrés Capalbo</p>	
---	-----------------------	-----------------------	--



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Instrumental TG

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia Neta	ION 7650 - N° Serie: PJ-0911A504-02. Equipo de medición (facturación) de planta utilizando TC y TP clase 0.2
Potencia Bruta y FP	ION 8650 - N° Serie: PT-1106B209-11. Equipo de instalación temporal propiedad de Tecnoled S.A. utilizando TP y TC clase 0.2
Potencia SSAA	No se mide.
Temperatura aire de entrada al compresor	VAISALA PTU303 - N° Serie: R4230157. Estación meteorológica de instalación permanente en planta.
Humedad	VAISALA PTU303 - N° Serie: R4230157. Estación meteorológica de instalación permanente en planta.

Instrumental TV

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia Neta	ION 7650 - N° Serie: PJ-0911A481-02. Equipo de medición (facturación) de planta utilizando TC y TP clase 0.2
Potencia Bruta y FP	ION 8650 - N° Serie: PT-1012A395-01. Equipo de instalación temporal propiedad de Tecnoled S.A. utilizando TP y TC clase 0.2
Potencia SSAA	No se mide.
Temperatura aire de entrada al compresor	Ídem TG
Humedad	Ídem TG

Valores preliminares

La potencia bruta tuvo los siguientes valores promedio sin corrección durante el desarrollo de las pruebas.

Período	1	2	3	4	5
P.Bruta TG [MW]	202	202	203	204	205
P.Bruta TV [MW]	107	108	109	109	110

Firmas Aclaración/Empresa			
	Mitchel Zuñiga	Andrés Capalbo	

www.estudios-electricos.com



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Observaciones

Desvíos del protocolo: No se registraron desvíos.

Desarrollo de la prueba: Las unidad TG se encontraba E/S luego de la prueba de CEN, se llevó a 20MW para iniciar proceso de calentamiento de la caldera. Luego, parte la unidad TV alcanzando la estabilización del ciclo aproximadamente a las 20:15hs.

Al igual que en las pruebas anteriores, el personal de Colbún aumenta el valor de la banda muerta según indicaciones de Siemens para insensibilizar la unidad frente a eventuales fluctuaciones de frecuencia del sistema. Por otra parte, la prueba se realiza en modo control de tensión habiendo ajustado el FP de ambas unidades de 0.95. Se recomienda a los operadores especial atención a mantener este valor estable.

La unidad logra controlar en forma estable su potencia en bornes desde el inicio hasta el fin de la prueba. En total se registraron 5 Hs en condiciones de potencia máxima.

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

Comentarios:

Vale lo indicado en las pruebas anteriores:

Previo al inicio de las pruebas se verificó la instalación de los medidores externos (Tecnoled) y se observó que los equipos están intercambiados respecto a lo escrito en el procedimiento. Es decir, el número de serie del equipo instalado en la TG corresponde al previsto para la TV y viceversa. Siendo equipos similares se entiende que este cambio no afecta a los objetivos de la prueba.

Se verificó correcta tasa de muestreo de todos los medidores. La sincronización horaria se realizó utilizando como referencia el movimiento de reactivo realizado para llevar el FP a 0.95 y la sincronización con la red de las unidades. Resultó que todos los medidores están en el rango de 1 min uno del otro.

Colbún entregó la totalidad de los registros digitales de esta prueba. La entrega se compone de tres fuentes de archivos distintas: medición de Pneta, medición de Pbruta, y sistema de planta.

Queda pendiente de entrega por parte de Colbún los resultados del análisis de combustible utilizado para ser anexado al informe final.

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

Firmas Aclaración/Empresa			
	Mitchel Zuñiga	Andrés Capalbo	



9.6 Análisis de combustible

9.6.1 Configuración ciclo abierto diésel



OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A.
Los Castaños 1100, La Greda Norte, Puchuncaví, V Región
+56 2 2367 1732 - jherrera@otihdl.com

REPORTE DE ANÁLISIS

Nuestra Referencia	: OTICH21-20705	Cliente	: Colbun S.A.
Producto ⁽¹⁾	: Petróleo Diésel	Contacto (s)	: Mitchell Zuñiga
Identificación de la Muestra	: 7089	Email	: mczuniga@colbun .cl
N° de Sello	: Sin Antecedentes	Dirección	: Av. Apoquindo 4775 Piso 22, Santiago
Muestra Obtenida por ⁽²⁾	: Cliente	Ref. Cliente	: COTICH19-180
Ubicación del Muestreo	: Nehuenco I	Fecha de Recepción de Muestra	: 13-01-2021
Tipo de Muestreo	: Muestra Proporcional al Flujo	Fecha Inicio de Análisis	: 14-01-2021
Fecha de Muestreo	: Sin Antecedentes	Fecha Término de Análisis	: 20-01-2021
Plan/Método de Muestreo	: API / MPMS Chapter 8	Análisis realizados en	: Laboratorio OTI
Responsable de Muestreo	: Cliente	Fecha de Emisión de Reporte	: 21-01-2021
Muestra Obtenida de	: Carga Base Alta Ciclo Abierto 208 MW		

<input checked="" type="checkbox"/> Analizado	<input type="checkbox"/> Atestiguado ⁽³⁾		<input type="checkbox"/> Preliminar	<input checked="" type="checkbox"/> Final
Ensayos	Unidades	Métodos	Especificaciones	Resultados
Poder Calorífico Bruto (Superior)	BTU/lb	ASTM D4868	Informar	19689,00
Poder Calorífico Neto (Inferior)	BTU/lb	ASTM D4868	Informar	18464,00
Gravedad API	°API	ASTM D4052	Informar	38,1
Gravedad Específica 60/60		ASTM D4052	Informar	0,8343
Densidad a 15°C	Kg/m ³	ASTM D4052	Informar	833,8
Peso Molecular Estimado		ASTM D2502	Informar	<250

*** Fin de los resultados de análisis***

Condiciones ambientales de los ensayos:

Observaciones:

Jorge Herrera
Gerente Laboratorio

[1] Declarado según el cliente.

[2] Los análisis reportados corresponden a la muestra suministrada al laboratorio por el Cliente; donde la misma se ha analizado por solicitud para verificar el cumplimiento de las especificaciones detalladas, sin aceptar ninguna responsabilidad adicional por parte de nuestro laboratorio.

[3] Nuestra responsabilidad en el ATESTIGUAMIENTO de Análisis se limita a garantizar que el análisis se está practicando a la muestra correcta y de acuerdo al método previamente establecido. Por lo que el cliente acepta que OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A. no es responsable de las condiciones del equipo, instrumento o aparato de medición y que acepta los datos de calibración, reactivos y otros instrumentos o materiales utilizados tal como se presentan.

OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A. no es responsable de cualquier información proporcionada por el cliente que pueda afectar la validez de los resultados de análisis.

⁽¹⁾ Ensayo dentro del Alcance de Acreditación ISO 17025:2017

⁽²⁾ Ensayo subcontratado a otro laboratorio

Todos los resultados contenidos dentro de este reporte corresponden exclusivamente a la muestra descrita.

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este reporte sin la autorización escrita de OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A.

Fin del Reporte



9.6.2 Configuración ciclo combinado diésel



OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A.
Los Castaños 1100, La Greda Norte, Puchuncaví, V Región
+56 2 2367 1732 - jherrer@otihdl.com

REPORTE DE ANÁLISIS

Nuestra Referencia	: OTICH21-20705	Cliente	: Colbun S.A.
Producto ⁽¹⁾	: Petróleo Diesel	Contacto (s)	: Mitchell Zuffiga
Identificación de la Muestra	: 7082	Email	: mczuniga@colbun.cl
N° de Sello	: Sin Antecedentes	Dirección	: Av. Apoquindo 4775 Piso 22, Santiago
Muestra Obtenida por ⁽²⁾	: Cliente	Ref. Cliente	: COTICH19-180
Ubicación del Muestreo	: Nehuenco I	Fecha de Recepción de Muestra	: 13-01-2021
Tipo de Muestreo	: Muestra Proporcional al Flujo	Fecha Inicio de Análisis	: 14-01-2021
Fecha de Muestreo	: Sin Antecedentes	Fecha Término de Análisis	: 20-01-2021
Plan/Método de Muestreo	: API / MPMS Chapter 8	Análisis realizados en	: Laboratorio OTI
Responsable de Muestreo	: Cliente	Fecha de Emisión de Reporte	: 21-01-2021
Muestra Obtenida de	: Carga Base Alta Ciclo Cerrado 316 MW		

	<input checked="" type="checkbox"/> Analizado	<input type="checkbox"/> Atestiguado ⁽³⁾	<input type="checkbox"/> Preliminar	<input checked="" type="checkbox"/> Final	
Ensayos		Unidades	Métodos	Especificaciones	Resultados
Poder Calorífico Bruto (Superior)		BTU/lb	ASTM D4868	Informar	19673,00
Poder Calorífico Neto (Inferior)		BTU/lb	ASTM D4868	Informar	18452,00
Gravedad API		*API	ASTM D4052	Informar	37,6
Gravedad Específica 60/60			ASTM D4052	Informar	0,8369
Densidad a 15°C		Kg/m ³	ASTM D4052	Informar	836,5
Peso Molecular Estimado			ASTM D2502	Informar	<250
*** Fin de los resultados de análisis***					

Condiciones ambientales de los ensayos:

Observaciones:

Jorge Herrera
Gerente Laboratorio

(1) Declarado según el cliente.

(2) Los análisis reportados corresponden a la muestra suministrada al laboratorio por el cliente; donde la misma se ha analizado por solicitud para verificar el cumplimiento de las especificaciones detalladas, sin aceptar ninguna responsabilidad adicional por parte de nuestro laboratorio.

(3) Nuestra responsabilidad en el ATESTIGUAMIENTO de Análisis se limita a presenciar que el análisis se está practicando a la muestra correcta y de acuerdo al método previamente establecido. Por lo que el cliente acepta que OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A. no es responsable de las condiciones del equipo, instrumento o aparatos de medición y que acepta los datos de calibración, reactivos y otros instrumentos o materiales utilizados tal como se presentan.

OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A. no es responsable de cualquier información proporcionada por el cliente que pueda afectar la validez de los resultados de análisis.

*Ensayo dentro del Alcance de Acreditación ISO 17025:2017

**Ensayo subcontratado a otro laboratorio

Todos los resultados contenidos dentro de este reporte corresponden exclusivamente a la muestra descrita.

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este reporte sin la autorización escrita de OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A.

Fin del Reporte



Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco