



**ESTUDIOS
ELECTRICOS**

Empresa
País
Proyecto
Descripción

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



CÓDIGO DE PROYECTO EE-2023-096
CÓDIGO DE INFORME EE-EN-2024-2049
REVISIÓN B

18 feb. 25



Este documento **EE-EN-2024-2049-RB** fue preparado para el **Coordinador Eléctrico Nacional** por el Grupo Estudios Eléctricos.

Para consultas técnicas respecto del contenido del presente comunicarse con:

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

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

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

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

Este documento contiene 102 páginas y ha sido guardado por última vez el 18/02/2025 por Federico García; sus versiones y firmantes digitales se indican a continuación:

| Revisión | Fecha | Comentarios | Realizó | Revisó | Aprobó |
|----------|------------|--|---------|--------|--------|
| A | 27.12.2024 | Comentario | FD | FG | AC |
| B | 18.2.2025 | Se atienden las observaciones solicitadas por el Coordinado según documento "DE00764-25" | FG | CIC | AC |
| | | | | | |

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



ÍNDICE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 5 |
| 2 | RESUMEN EJECUTIVO..... | 6 |
| 3 | OBJETIVO GENERAL Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA | 9 |
| 3.1 | Objetivo | 9 |
| 3.2 | Experto Técnico | 9 |
| 3.3 | Representante empresa generadora | 9 |
| 3.4 | Representante del Coordinador Eléctrico Nacional..... | 9 |
| 3.5 | Observador de otro Coordinado | 9 |
| 4 | DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA..... | 10 |
| 4.1 | Descripción general de la planta..... | 10 |
| 4.2 | Descripción de la unidad de generación..... | 13 |
| 4.3 | Condiciones de referencia y curvas de corrección | 22 |
| 4.3.1 | Curvas de corrección | 23 |
| 4.3.2 | Metodología de corrección | 24 |
| 4.4 | Instrumentación y mediciones | 24 |
| 4.4.1 | Metodología..... | 25 |
| 4.4.2 | Instrumentación principal | 26 |
| 4.4.3 | Mediciones complementarias..... | 27 |
| 4.5 | Estimación de pérdidas y consumos propios de las unidades | 31 |
| 4.5.1 | Consumos propios de los servicios auxiliares..... | 32 |
| 4.5.2 | Pérdidas en los transformadores principales | 33 |
| 4.5.3 | Pérdidas en los transformadores auxiliares..... | 35 |
| 5 | REALIZACIÓN DE LA PRUEBA..... | 36 |
| 5.1 | Chequeos previos..... | 36 |
| 5.2 | Desarrollo de las pruebas | 36 |
| 5.2.1 | Verificaciones previas | 36 |
| 5.3 | Condiciones previas al inicio de los ensayos | 37 |
| 5.4 | Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba..... | 39 |
| 5.5 | Período de prueba..... | 40 |



| | | |
|----------|---|-----------|
| 6 | CALCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS | 42 |
| 6.1 | Reducción de datos y estabilidad | 42 |
| 6.2 | Determinación de la potencia bruta y de pérdidas totales..... | 42 |
| 6.2.1 | Determinación de la potencia de pérdidas y consumos propios | 44 |
| 6.2.2 | Desglose de la potencia de pérdidas totales..... | 48 |
| 6.3 | Correcciones aplicables a la potencia bruta..... | 50 |
| 6.4 | Cálculo de la Potencia Neta corregida..... | 53 |
| 6.5 | Cálculo del promedio final..... | 55 |
| 6.6 | Tabla Resumen general..... | 57 |
| 6.7 | Incertidumbre..... | 60 |
| 7 | CONCLUSIONES | 63 |
| 8 | NORMATIVA | 65 |
| 9 | ANEXOS | 66 |
| 9.1 | Datos característicos del generador y turbina..... | 66 |
| 9.2 | Curvas características de los generadores | 68 |
| 9.3 | Datos característicos de los transformadores principales..... | 69 |
| 9.4 | Datos transformadores de servicios auxiliares | 71 |
| 9.5 | Puntos de medición | 72 |
| 9.5.1 | Potencia bruta..... | 72 |
| 9.5.2 | Potencia neta..... | 77 |
| 9.6 | Instrumental de medición..... | 83 |
| 9.6.1 | Potencia bruta/FP..... | 83 |
| 9.6.2 | Potencia neta..... | 86 |
| 9.6.3 | Potencia de SS.AA. | 89 |
| 9.7 | Actas de ensayos..... | 92 |



1 INTRODUCCIÓN

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

Para la ejecución de las pruebas se siguió el protocolo:

EE-EN-2024-1824-RC_Procedimiento_Potencia_Maxima_CH_La Higuera

La Central Hidroeléctrica La Higuera, propiedad de Hidroeléctrica La Higuera S.A., está ubicada en la comuna San Fernando, Región del Libertador Bernardo O'Higgins, está conformada por dos (2) unidades de generación compuesta cada una por una turbina tipo Francis, marca Andritz Hydro, de 85.43 MW de potencia nominal, vinculada a un generador marca Power Machines de 13.8 kV de tensión nominal de operación y 91.0 MVA de potencia aparente nominal.



2 RESUMEN EJECUTIVO

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

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

Las pruebas de la Unidad 1, de la Unidad 2 y de la central completa se realizaron en forma presencial durante los días 9 y 10 de septiembre de 2024. Las mismas fueron realizadas en presencia de David Pérez, Ignacio Morandé, Christopher Lopez, Hernán Herrera, Claudio Rebolledo y Jorge Farias (Tinguiririca Energía S.A.) y Federico Deledda como Experto Técnico (Estudios Eléctricos).

Durante el período de las pruebas se verificó que las unidades logren controlar en forma estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. En total se registraron 3 horas en condiciones de potencia máxima, luego de finalizado el período de estabilización.

La Central Hidroeléctrica La Higuera es del tipo de pasada, y sus unidades poseen capacidad de regulación intradiaria. Bajo estas circunstancias, el Anexo Técnico “Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras” exime de aplicar lo dispuesto en su Artículo 16. Durante el desarrollo de las pruebas se operaron las respectivas unidades a máxima potencia con regulación de frecuencia habilitada.

Nota: Para las pruebas de la Unidad 1, de la Unidad 2 y de la central completa no fue posible operar con un factor de potencia de 0.95 debido a que las condiciones del Sistema no permitieron aumentar la inyección de reactivos para lograr dicho valor. Por esta razón, se operó en cada una de las pruebas en un factor de potencia cercano a 0.99 para ambas unidades de la central y 0.97 para la central completa.

Para la determinación del valor de Potencia Máxima se procesaron los datos registrados en terreno, verificación de estabilidad, promediado y finalmente las correcciones por factor de potencia tal como indica el Anexo Técnico.



Adicionalmente, se han realizado los cálculos de incertidumbre total del resultado, tanto para el valor de potencia bruta corregida como para el valor de potencia neta corregida, siguiendo los lineamientos establecidos en la norma aplicable ASME PTC19.1.

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

| Resumen de resultados C.H. La Higuera – Unidad 1 | | |
|--|--|----------------|
| Potencia Máxima | Bruta Medida [MW] | 84.7871 |
| | Bruta Corregida [MW] | 84.7091 |
| | Neta Calculada [MW] | 84.4491 |
| | Neta Corregida [MW] | 84.3711 |
| Pérdidas y consumos internos | Consumos de SSAA [kW] | 18.41 |
| | Pérdidas en los transformadores principales [kW] | 267.12 |
| | Pérdidas en el transformador de SS.AA. [kW] | 2.20 |
| | Pérdidas en la red interna [kW] | 50.33 |
| | Pérdidas totales [kW] | 338.06 |

Tabla 2-1 – Resumen resultados – Unidad 1

| Resumen de resultados C.H. La Higuera – Unidad 2 | | |
|--|--|----------------|
| Potencia Máxima | Bruta Medida [MW] | 84.8389 |
| | Bruta Corregida [MW] | 84.7566 |
| | Neta Calculada [MW] | 84.4608 |
| | Neta Corregida [MW] | 84.3785 |
| Pérdidas y consumos internos | Consumos de SSAA [kW] | 16.64 |
| | Pérdidas en los transformadores principales [kW] | 288.42 |
| | Pérdidas en el transformador de SS.AA. [kW] | 2.20 |
| | Pérdidas en la red interna [kW] | 70.81 |
| | Pérdidas totales [kW] | 378.07 |

Tabla 2-2 – Resumen resultados – Unidad 2



| Resumen de resultados C.H. La Higuera - Central completa | | |
|--|--|-----------------|
| Potencia Máxima | Bruta Medida [MW] | 161.8780 |
| | Bruta Corregida [MW] | 161.7761 |
| | Neta Calculada [MW] | 160.8716 |
| | Neta Corregida [MW] | 160.7698 |
| Pérdidas y consumos internos | Consumos de SSAA [kW] | 366.31 |
| | Pérdidas en los transformadores principales [kW] | 536.30 |
| | Pérdidas en el transformador de SS.AA. [kW] | 6.00 |
| | Pérdidas en la red interna [kW] | 97.77 |
| | Pérdidas totales [kW] | 1006.38 |

Tabla 2-3 – Resumen resultados – Central completa



3 OBJETIVO GENERAL Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA

3.1 Objetivo

El Anexo Técnico indica que se debe determinar por ensayo el valor de Potencia Máxima que será aquel valor de potencia activa bruta que sea sostenible durante al menos 3 horas, dentro del período de medición de la prueba y en conformidad con el protocolo de prueba.

3.2 Experto Técnico

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

3.3 Representante empresa generadora

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

3.4 Representante del Coordinador Eléctrico Nacional

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

3.5 Observador de otro Coordinado

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

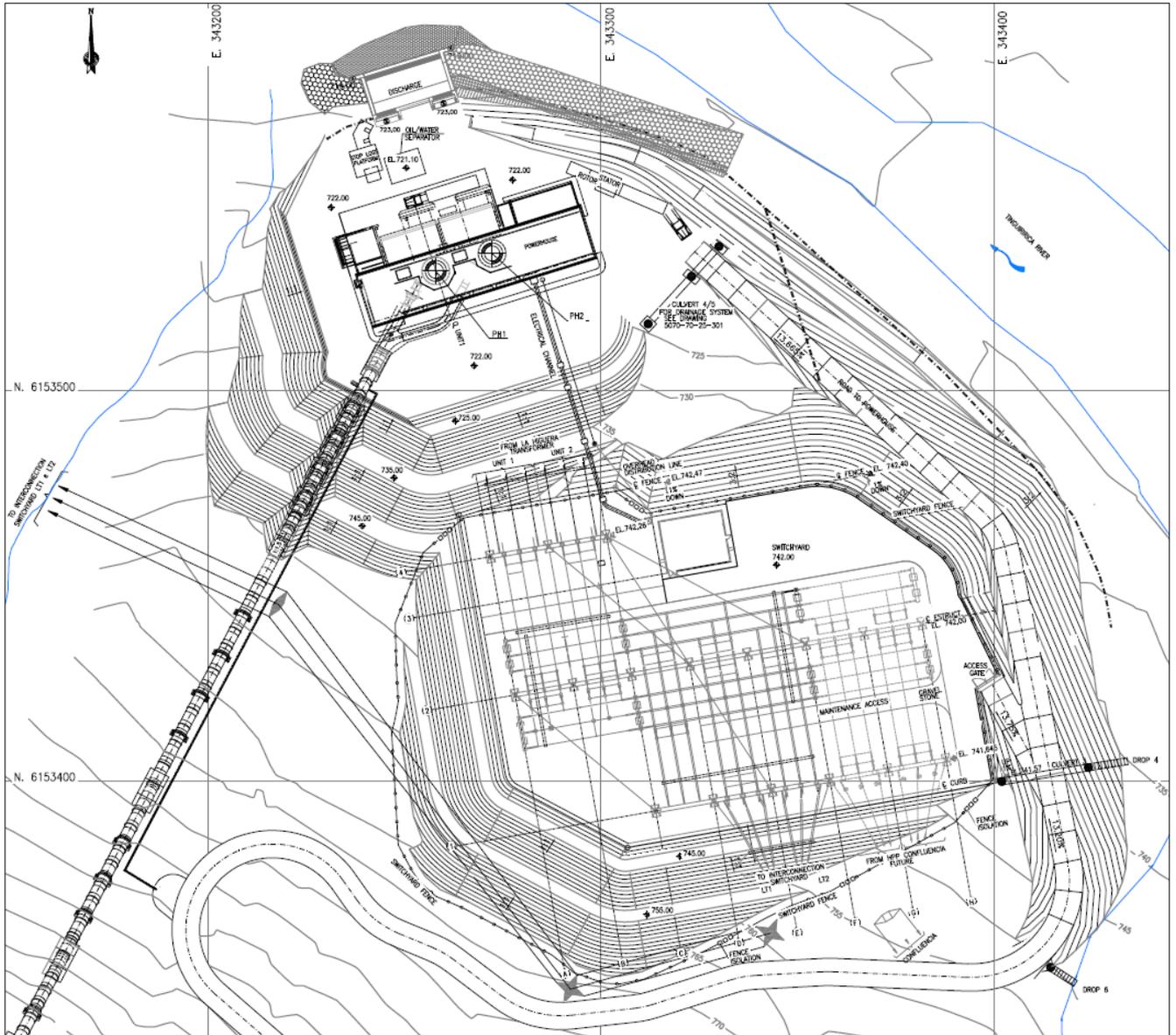


Figura 4-2 – Plano general de planta

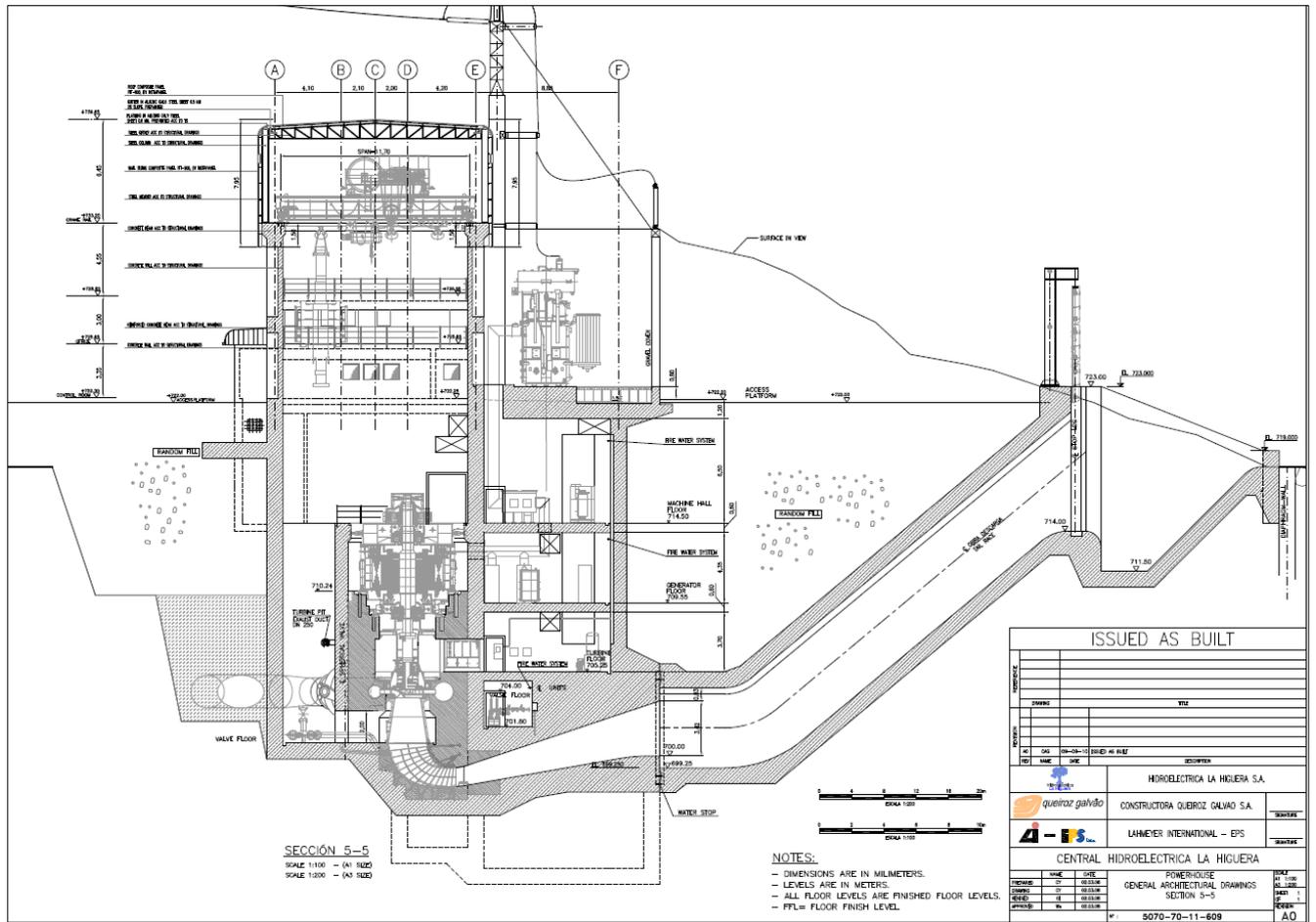


Figura 4-3 – Plano de disposición de planta (Casa de máquinas)



4.2 Descripción de la unidad de generación

Las turbinas hidráulicas son marca Andritz Hydro, modelo C320.0126, de 85.43 MW¹ de capacidad nominal y están vinculadas a generadores marca Power Machines modelo "CB 433/190-10 Y X JI 4".

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

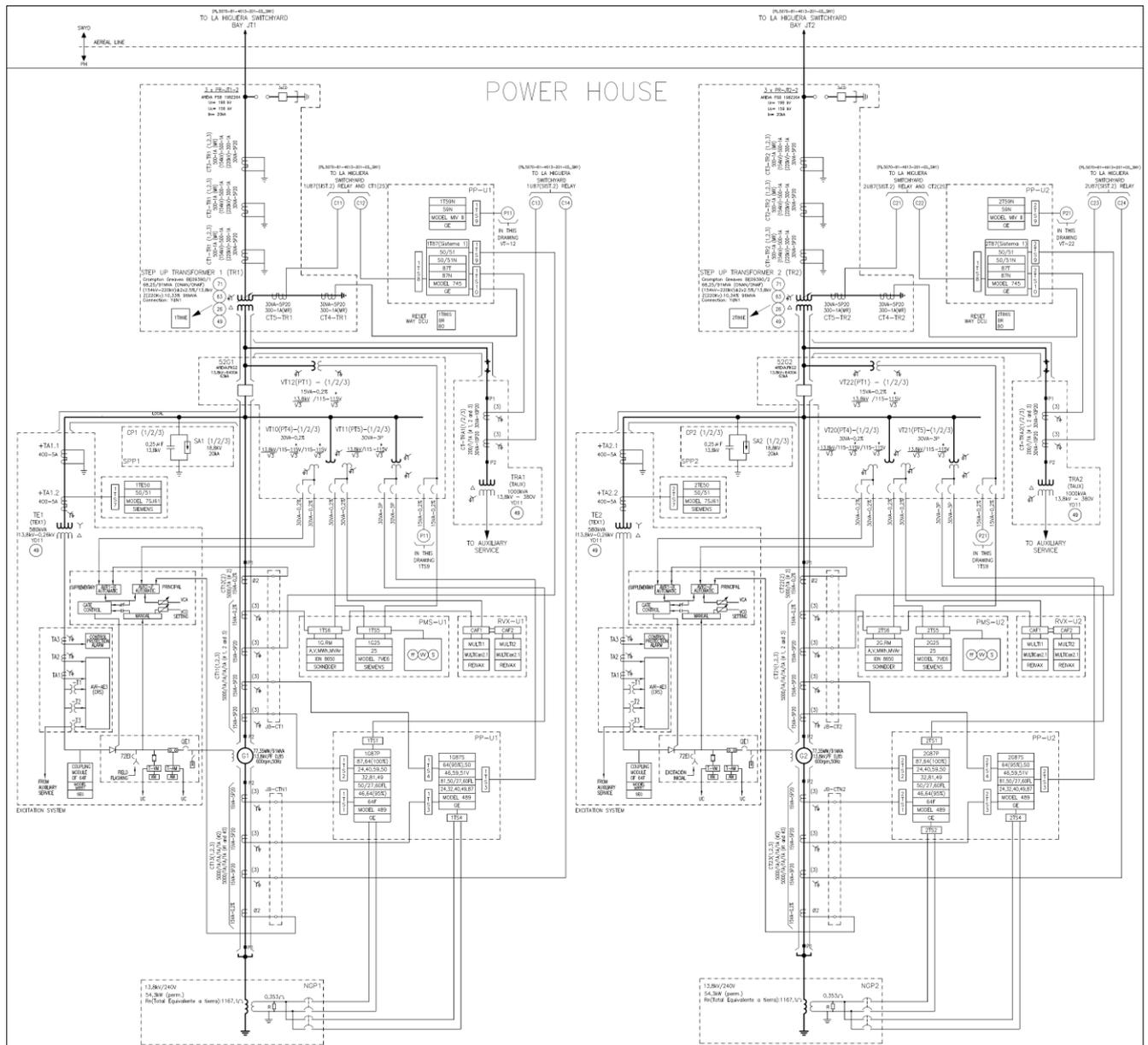


Figura 4-4 – Diagrama unilineal general Central Hidroeléctrica La Higuera

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



Se presenta el diagrama unilineal del punto de conexión de las unidades con el Sistema, a través de la SE La Higuera 220 kV

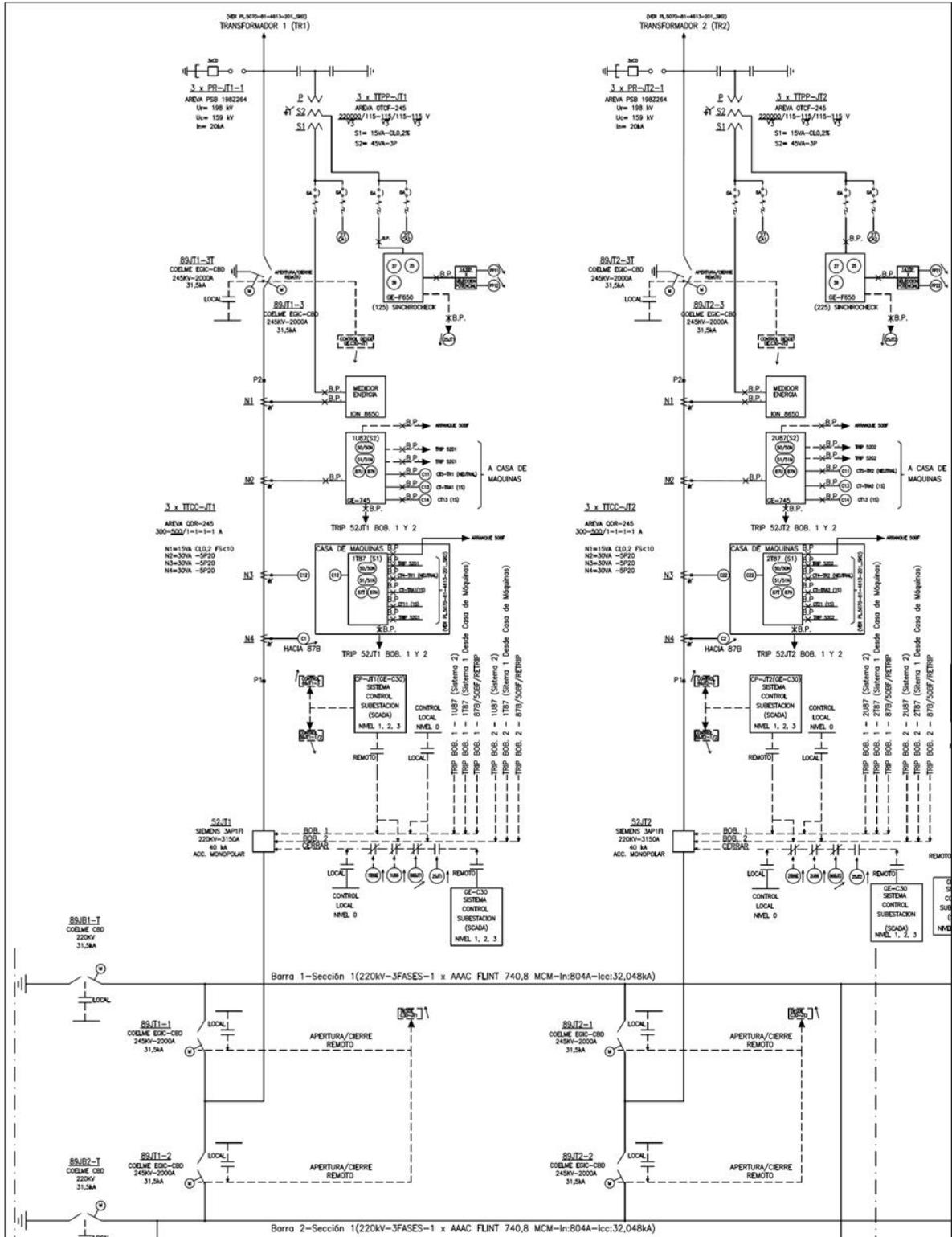


Figura 4-5 – Diagrama unilineal funcional 220 kV (S/E La Higuera)



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

En **azul** se enmarcan los transformadores elevadores, en **verde** los generadores sincrónicos y en **naranja** los transformadores de servicios auxiliares.

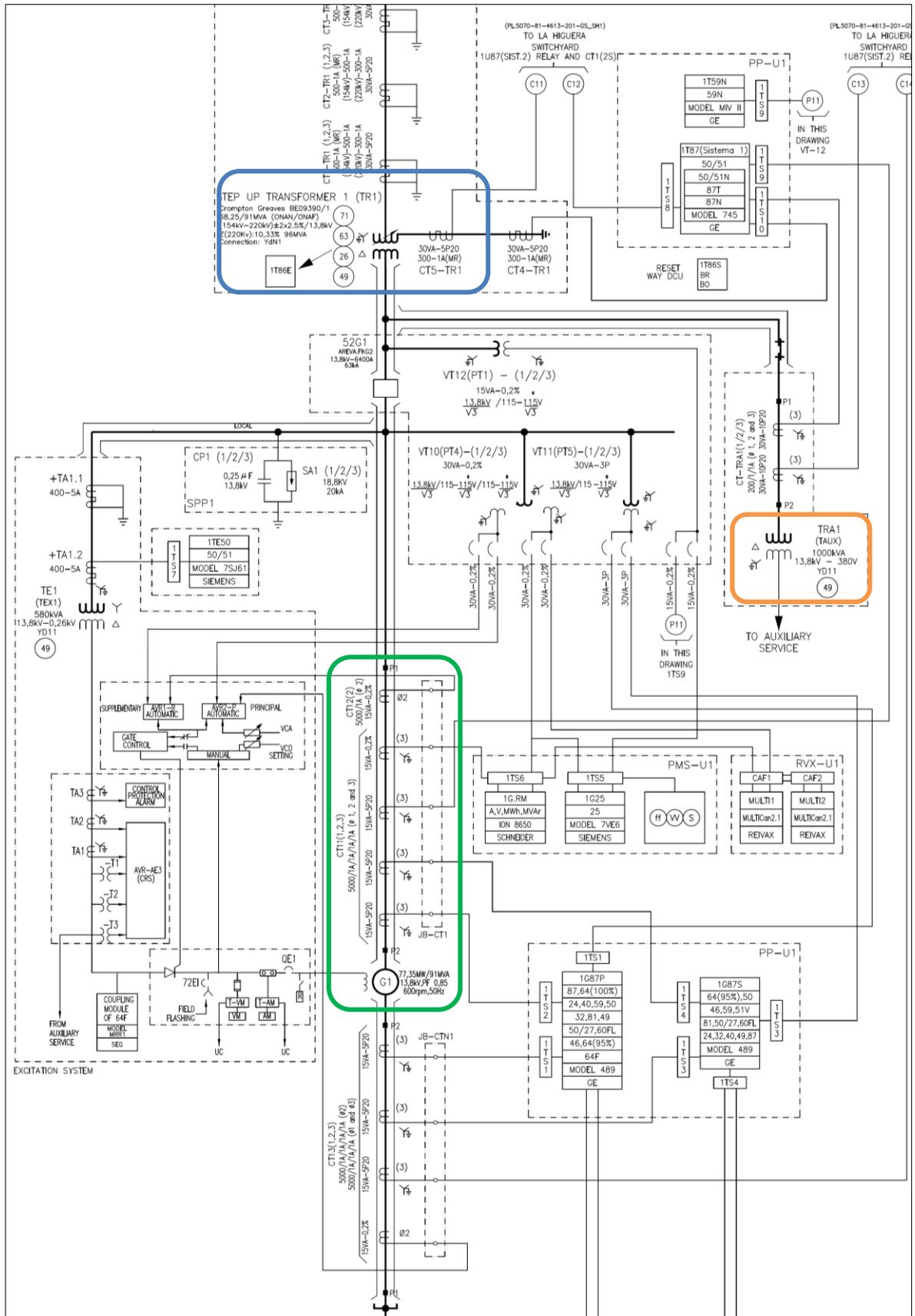


Figura 4-6 – Diagrama unilineal – Unidad 1



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

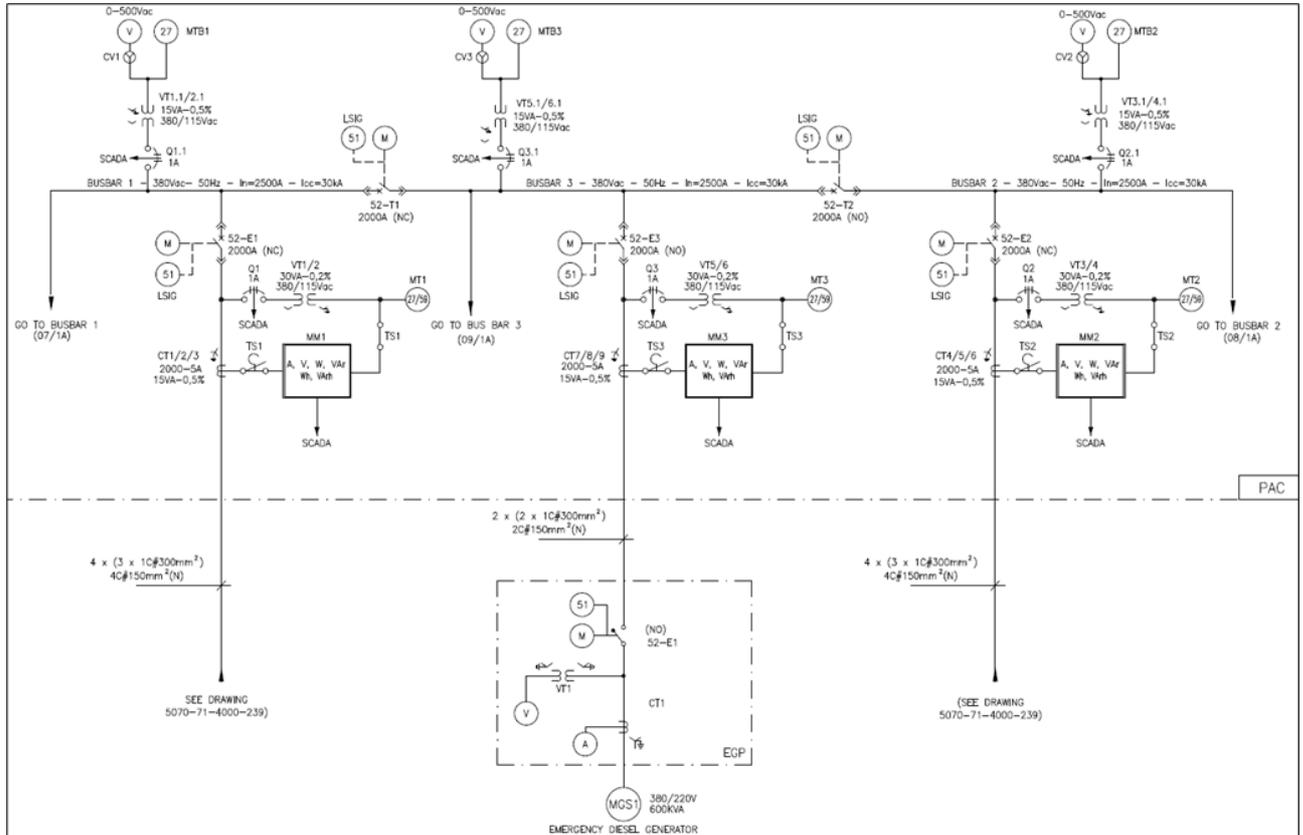


Figura 4-8 – Diagrama unilíneal – Servicios auxiliares

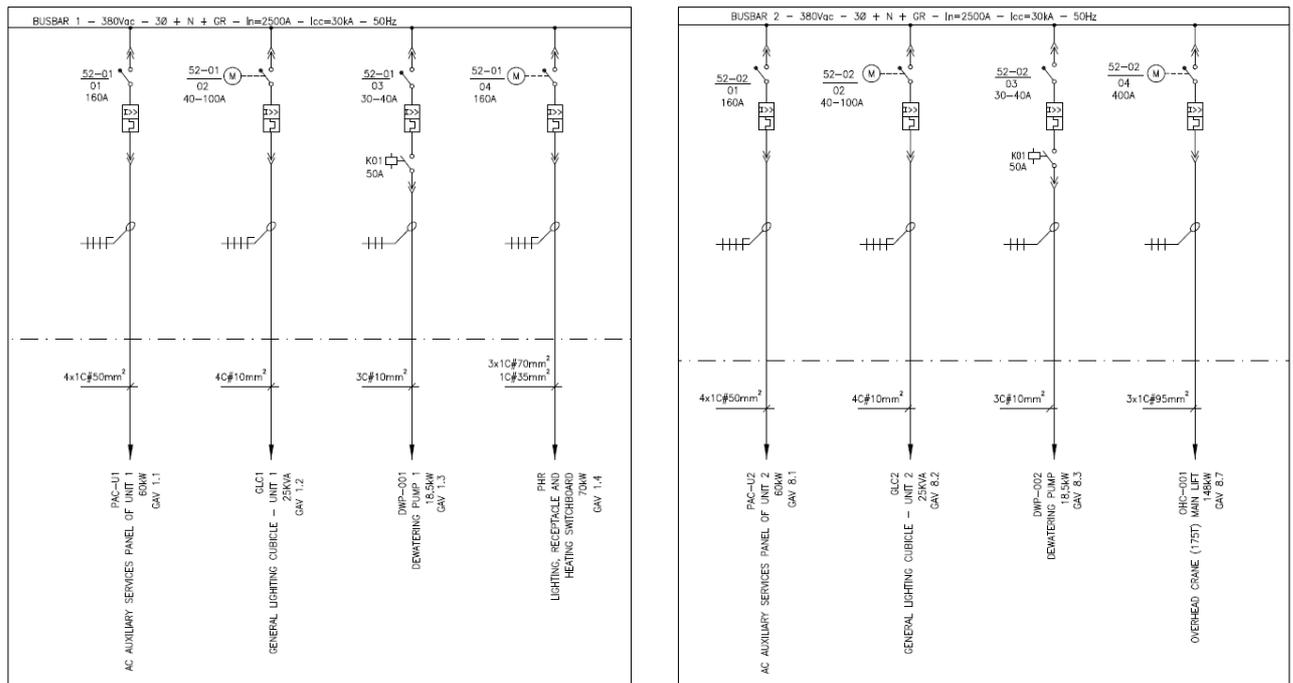


Figura 4-9 – Diagrama unilíneal – Servicios auxiliares (Busbar 1 y 2)

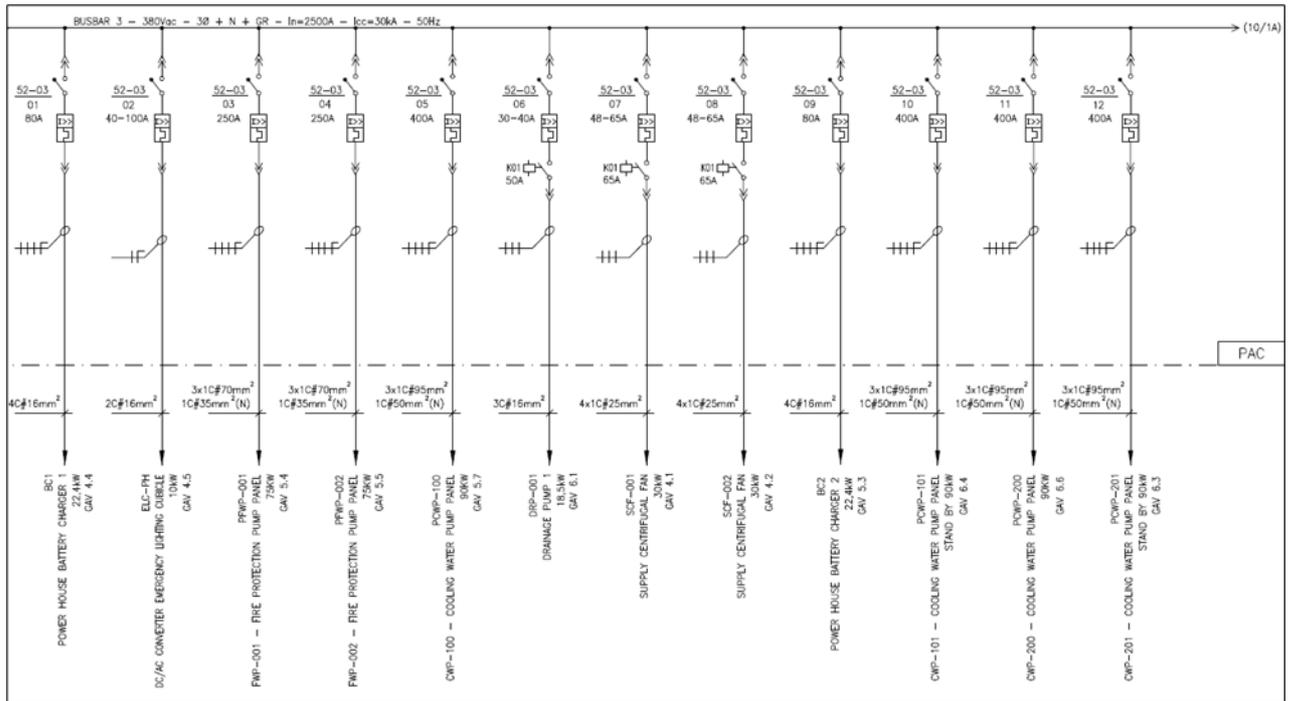


Figura 4-10 – Diagrama unilineal – Servicios auxiliares (Busbar 3)

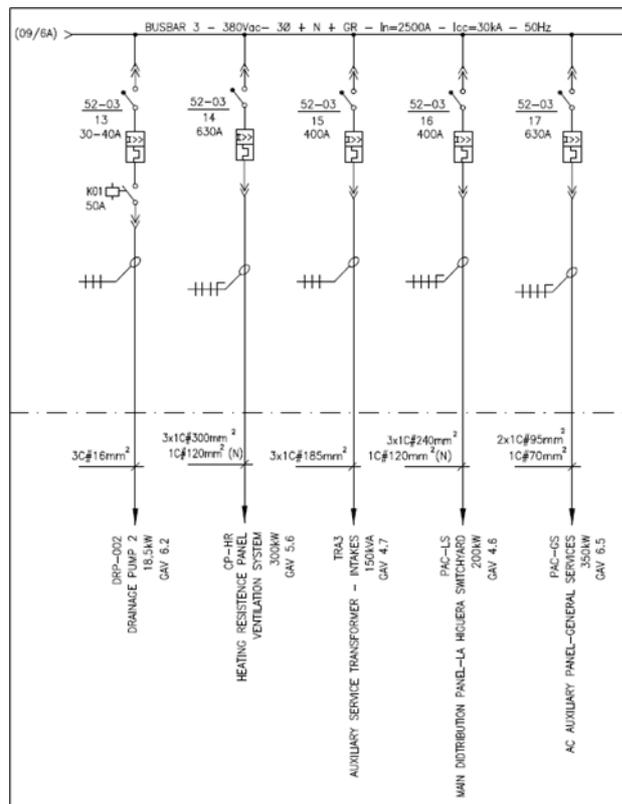


Figura 4-11 – Diagrama unilineal – Servicios auxiliares (Busbar 3)



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

| No. | Item | Data | Denomination |
|-----|---|-----------------------|--------------|
| 1. | Manufacturer | PM | |
| 2. | Type | CB 433/190-10 УХЛ4 | |
| 3. | Rated power | 91/77,35 | MVA / MW |
| 4. | Maximum power | 94,1/80 | MVA / MW |
| 5. | Rated power factor | 0,85 | |
| 6. | Rated voltage | 13,8 | kV |
| 7. | Rated stator current | 3807 | A |
| 8. | Maximum stator current | 3937 | A |
| 9. | Rated frequency | 50 | Hz |
| 10. | Rated speed | 600 | r/m |
| 11. | Run away speed | 996 | r/m |
| 12. | Stator inner diameter | 3300 | mm |
| 13. | Stator core length | 1900 | mm |
| 14. | No of slots | 180 | pcs. |
| 15. | No of stator sectors | 1 | pc |
| 16. | Number of rotor poles | 10 | pcs |
| 17. | No of coolers | 8 | pcs. |
| 18. | Cooling air temperature max | 40 | °C |
| 19. | Stator winding D.C. phase resistance at 15°C | 0,0031 | Ω |
| 20. | Rotor winding D.C. resistance 15°C | 0,074 | Ω |
| 21. | Field current at rated load | 1290 | A |
| 22. | Rated field voltage | 130 | V |
| 23. | Load losses | 368 | kW |
| 24. | No load losses | 1037 | kW |
| 25. | Efficiency at rated load and power factor of 0,85 (G) | 98,21 | % |

Figura 4-12 – Hoja de datos de los generadores



| | | |
|----------------------------|----------------------|------|
| Cliente | Tinguiririca energía | |
| Planta | La Higuera | |
| Número proyecto | C320.01264 | |
| Tipo de máquina | Francis vertical | |
| Unidad N°. | 1 | 2 |
| Número de serie | 2227 | 2228 |
| Año de construcción | 2015 | 2015 |

| | | |
|--|---------------------|------------------------|
| Potencia nominal | P = | 85,43 MW |
| Salto neto nominal | H _n = | 370.00 m |
| Caudal nominal | Q _n = | 25.0 m ³ /s |
| Velocidad de rotación | n = | 600 rpm |
| Velocidad de fuga máxima garantizada | n _{Tmax} = | 1060 rpm |
| Altura de instalación (línea central del distribuidor) | | 704.00 m.s.n.m. |
| Diámetro del rodete | D ₂ = | 1623 mm |
| Número de álabes del rodete | z ₂ = | 15 |
| Número de álabes del distribuidor | z ₀ = | 20 |
| Altura del distribuidor | B ₀ = | 220 mm |
| Sentido de rotación (vista desde el generador) | | horario |
| Gama nominal de la posición de los álabes del distribuidor | | Da 0° a 30.4° |

Figura 4-13 – Datos de las turbinas

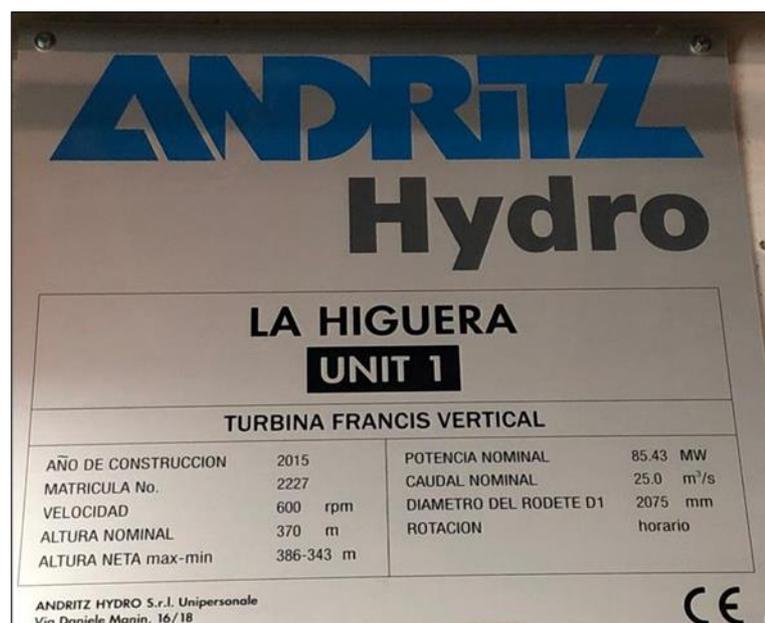


Figura 4-14 – Foto de placa de las turbinas



4.3 Condiciones de referencia y curvas de corrección

A partir de los resultados de la información suministrada por el fabricante y datos característicos de la central se considera el siguiente valor de potencia máxima esperables para las unidades generadoras de la Central Hidroeléctrica La Higuera.

| Unidad | Potencia [MW] |
|--------|---------------|
| U1 | 85.43 |
| U2 | 85.43 |

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

De acuerdo con los parámetros declarados, la potencia máxima bruta esperable de la Central Hidroeléctrica La Higuera es de 170.86 MW.

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

| Parámetro de corrección | Valor nominal |
|-------------------------|----------------|
| FP | 0.95 (lagging) |

Tabla 4-2 – Condiciones nominales de referencia



4.3.1 Curvas de corrección

Corrección por factor de potencia

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

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

Tabla 4-3 – Rendimientos del generador según $\cos \phi$

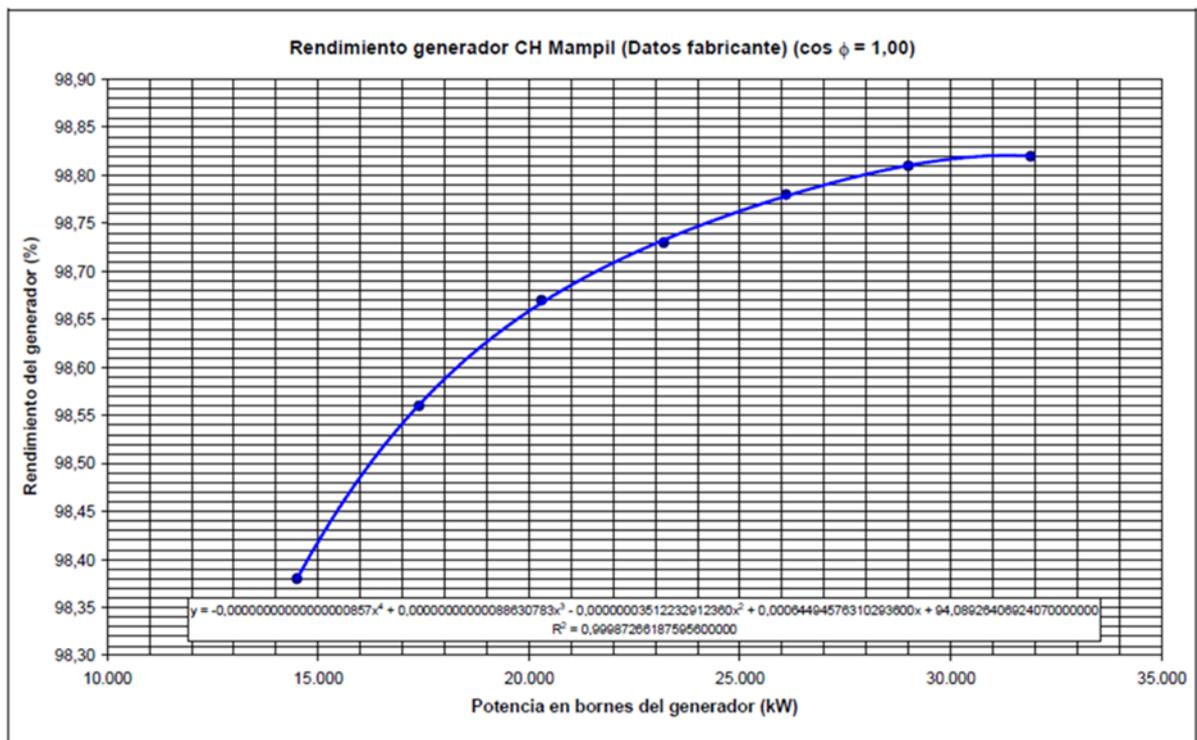


Figura 4-15 – Curva de corrección por factor de potencia

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



4.3.2 Metodología de corrección

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

4.4 Instrumentación y mediciones

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

En la Figura 4-16 se presenta un diagrama unilineal de planta donde se distinguen los elementos disponibles en este caso.

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

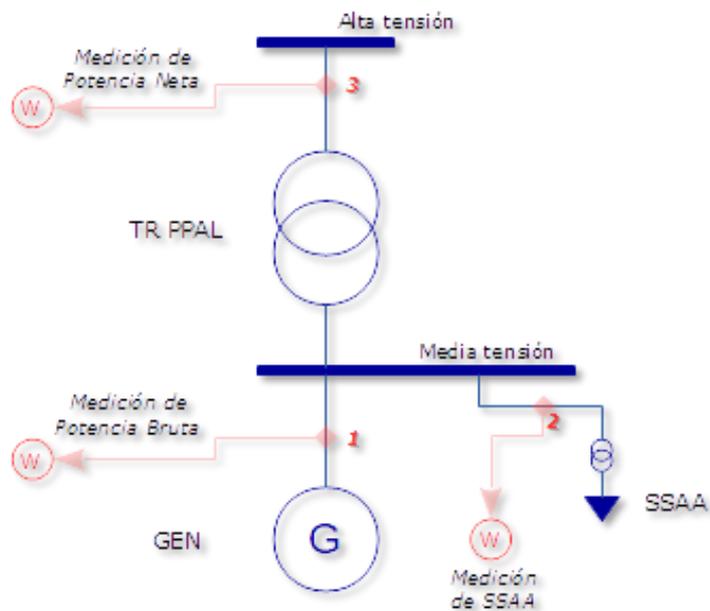


Figura 4-16 – Unilineal de planta esquemático



4.4.1 Metodología

Se realizó la medición de potencia bruta y factor de potencia en bornes del generador tal como se solicita en el Anexo Técnico. La potencia neta fue registrada a partir de medidores ubicados en la SE La Higuera. La potencia de las pérdidas y consumos internos se calcula indirectamente a partir de la medición de la potencia neta.

Para las mediciones de potencia bruta de cada unidad, se han utilizados los transformadores de instrumentación (PTs, CTs) que son clase 0.2 (puntos "1" en la Figura 4-16). Para la medición de voltaje se utilizaron transformadores de tensión cuyas relaciones de transformación son 13.8/0.115 kV. Para la medición de corriente se utilizaron transformadores de corriente cuyas relaciones de transformación son 5000/1 A.

Para las mediciones de potencia neta, los transformadores de instrumentación (PTs, CTs) son clase 0.2 (puntos "3" en la Figura 4-16). Para la medición de voltaje se utilizaron transformadores de tensión cuyas relaciones de transformación son 220.0/0.115 kV. Para la medición de corriente se utilizaron transformadores de corriente cuyas relaciones de transformación son 500/1 A.

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

Para la medición de potencia neta se utilizaron medidores ION 8650 que el Coordinado posee instalados en la SE La Higuera. Los mismos son clase 0.2 y cumplen con las exigencias de precisión requeridas.

Para la medición de potencia de servicios auxiliares (SS.AA.) se utilizaron medidores ION 8600 que el Coordinado posee en sus instalaciones. Los mismos son clase 0.2 y cumplen con las exigencias de precisión requeridas.

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



4.4.2 Instrumentación principal

Se instrumentó tal como se resume en la Tabla 4-4. La misma indica la instrumentación principal utilizada, magnitud medida, tipo y clase, y ubicación.

| # | Magnitud | Instrumento | Tipo, clase y muestreo | Propietario y certificado | Ubicación | Tipo de registro |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---|---|------------------|
| 1 | Potencia activa bruta Unidad 1 | ION 8650 Serie: MW-1606A219-02 | A, 0,2, 1 min. | Tinguiririca Energía (certificado Figura 9-23) | Conectado PTs y CTs clase 0.2, en punto 1 del unilineal de la Figura 4-16 | Digital |
| 2 | Factor de potencia Unidad 1 | ION 8650 Serie: MW-1606A219-02 | A, 0,2, 1 min. | Tinguiririca Energía (certificado Figura 9-23) | Conectado PTs y CTs clase 0.2, en punto 1 del unilineal de la Figura 4-16 | Digital |
| 3 | Potencia activa bruta Unidad 2 | ION 8650 Serie: MW-1606A218-02 | A, 0,2, 1 min. | Tinguiririca Energía (certificado Figura 9-24) | Conectado PTs y CTs clase 0.2, en punto 1 del unilineal de la Figura 4-16 | Digital |
| 4 | Factor de potencia Unidad 2 | ION 8650 Serie: MW-1606A218-02 | A, 0,2, 1 min. | Tinguiririca Energía (certificado Figura 9-24) | Conectado PTs y CTs clase 0.2, en punto 1 del unilineal de la Figura 4-16 | Digital |
| 5 | Potencia activa neta Unidad 1 | ION 8650 Serie: MW-1209A388-01 | A, 0,2, 1 min. | Tinguiririca Energía (certificado Figura 9-25) | Conectado PTs y CTs clase 0.2, en punto 3 del unilineal de la Figura 4-16 | Digital |
| 6 | Potencia activa neta Unidad 2 | ION 8650 Serie: MW-1209A387-01 | A, 0,2, 1 min. | Tinguiririca Energía (certificado Figura 9-26) | Conectado PTs y CTs clase 0.2, en punto 3 del unilineal de la Figura 4-16 | Digital |
| 7 | Potencia SS.AA. Unidad 1 | ION 8600 Serie: PT-1108A918-01 | A, 0,2, 1 min. | Tinguiririca Energía (certificado Figura 9-27) | Conectado PTs y CTs clase 0.2, en punto 2 del unilineal de la Figura 4-16 | Digital |
| 8 | Potencia SS.AA. Unidad 1 | ION 8600 Serie: PT-1104A373-01 | A, 0,2, 1 min. | Tinguiririca Energía (certificado Figura 9-28) | Conectado PTs y CTs clase 0.2, en punto 2 del unilineal de la Figura 4-16 | Digital |

Tabla 4-4 – Instrumentación principal de potencia



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

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

4.4.3 Mediciones complementarias

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

| # | VARIABLE | TAG | Unidad |
|----|------------------------|-----------------------------|--------|
| 1 | Potencia Activa UG1 | HLH_CM_U1_PACT_GEN1_AN | MW |
| 2 | Potencia Reactiva UG1 | HLH_CM_U1_PREACT_GEN1_AN | MVAR |
| 3 | Potencia Aparente UG1 | HLH_CM_U1_PAPARENT_GEN1_AN | MVA |
| 4 | Factor de Potencia UG1 | HLH_CM_U1_FP_GEN1_AN | |
| 5 | Frecuencia UG1 | HLH_CM_U1_FREC_GEN1_AN | Hz |
| 6 | Caudal turbinado UG1 | HLH_CM_U1_CAUD_AGUA.TURB_AN | m3/s |
| 7 | Altura bruta UG1 | HLH_CM_U1_ALTURA.BRUTA_AN | Metros |
| 8 | Tensión UG1 | HLH_CM_U1_VOLT_3F.GEN1_AN | kV |
| | | HLH_CM_U1_VOLT_FA.GEN1_AN | kV |
| | | HLH_CM_U1_VOLT_FB.GEN1_AN | kV |
| | | HLH_CM_U1_VOLT_FC.GEN1_AN | kV |
| 9 | Corriente UG1 | HLH_CM_U1_AMP_3F.GEN1_AN | A |
| | | HLH_CM_U1_AMP_FA.GEN1_AN | A |
| | | HLH_CM_U1_AMP_FB.GEN1_AN | A |
| | | HLH_CM_U1_AMP_FC.GEN1_AN | A |
| 10 | Potencia Activa UG2 | HLH_CM_U2_PACT_GEN2_AN | MW |
| 11 | Potencia Reactiva UG2 | HLH_CM_U2_PREACT_GEN2_AN | MVAR |
| 12 | Potencia Aparente UG2 | HLH_CM_U2_PAPARENT_GEN2_AN | MVA |
| 13 | Factor de Potencia UG2 | HLH_CM_U2_FP_GEN2_AN | |
| 14 | Frecuencia UG2 | HLH_CM_U2_FREC_GEN2_AN | Hz |
| 15 | Caudal turbinado UG2 | HLH_CM_U2_CAUD_AGUA.TURB_AN | m3/s |



| | | | |
|----|----------------------------|--------------------------------|--------|
| 16 | Altura bruta UG2 | HLH_CM_U2_ALTURA.BRUTA_AN | Metros |
| 17 | Tensión UG2 | HLH_CM_U2_VOLT_3F.GEN2_AN | kV |
| | | HLH_CM_U2_VOLT_FA.GEN2_AN | kV |
| | | HLH_CM_U2_VOLT_FB.GEN2_AN | kV |
| | | HLH_CM_U2_VOLT_FC.GEN2_AN | kV |
| 18 | Corriente UG2 | HLH_CM_U2_AMP_3F.GEN2_AN | A |
| | | HLH_CM_U2_AMP_FA.GEN2_AN | A |
| | | HLH_CM_U2_AMP_FB.GEN2_AN | A |
| | | HLH_CM_U2_AMP_FC.GEN2_AN | A |
| 19 | Temperatura devanados UG1 | HLH_CM_U1_TEMP_WINDING.BT02_AN | °C |
| | | HLH_CM_U1_TEMP_WINDING.BT05_AN | °C |
| | | HLH_CM_U1_TEMP_WINDING.BT06_AN | °C |
| | | HLH_CM_U1_TEMP_WINDING.BT08_AN | °C |
| | | HLH_CM_U1_TEMP_WINDING.BT11_AN | °C |
| | | HLH_CM_U1_TEMP_WINDING.BT12_AN | °C |
| 20 | Temperatura devanados UG2 | HLH_CM_U2_TEMP_WINDING.BT02_AN | °C |
| | | HLH_CM_U2_TEMP_WINDING.BT05_AN | °C |
| | | HLH_CM_U2_TEMP_WINDING.BT06_AN | °C |
| | | HLH_CM_U2_TEMP_WINDING.BT08_AN | °C |
| | | HLH_CM_U2_TEMP_WINDING.BT11_AN | °C |
| | | HLH_CM_U2_TEMP_WINDING.BT12_AN | °C |
| 21 | Potencia Activa TRAF0 1 | HLH_CM_TR1_PACT_AN | MW |
| 22 | Potencia Reactiva TRAF0 1 | HLH_CM_TR1_PREACT_AN | MVAR |
| 23 | Potencia Aparente TRAF0 1 | HLH_CM_TR1_PAPARENT_AN | MVA |
| 24 | Factor de Potencia TRAF0 1 | HLH_CM_TR1_FP_AN | |
| 25 | Tensión TRAF0 1 | HLH_CM_TR1_VOLT_3F_AN | kV |
| | | HLH_CM_TR1_VOLT_FA_AN | kV |
| | | HLH_CM_TR1_VOLT_FB_AN | kV |
| | | HLH_CM_TR1_VOLT_FC_AN | kV |
| 26 | Corriente TRAF0 1 | HLH_CM_TR1_AMP_3F_AN | A |
| | | HLH_CM_TR1_AMP_FA_AN | A |



| | | | |
|----|----------------------------|-------------------------------|------|
| | | HLH_CM_TR1_AMP_FB_AN | A |
| | | HLH_CM_TR1_AMP_FC_AN | A |
| 27 | Potencia Activa TRAF0 2 | HLH_CM_TR2_PACT_AN | MW |
| 28 | Potencia Reactiva TRAF0 2 | HLH_CM_TR2_PREACT_AN | MVAR |
| 29 | Potencia Aparente TRAF0 2 | HLH_CM_TR2_PAPARENT_AN | MVA |
| 30 | Factor de Potencia TRAF0 2 | HLH_CM_TR2_FP_AN | |
| 31 | Tensión TRAF0 2 | HLH_CM_TR2_VOLT_3F_AN | kV |
| | | HLH_CM_TR2_VOLT_FA_AN | kV |
| | | HLH_CM_TR2_VOLT_FB_AN | kV |
| | | HLH_CM_TR2_VOLT_FC_AN | kV |
| 32 | Corriente TRAF0 2 | HLH_CM_TR2_AMP_3F_AN | A |
| | | HLH_CM_TR2_AMP_FA_AN | A |
| | | HLH_CM_TR2_AMP_FB_AN | A |
| | | HLH_CM_TR2_AMP_FC_AN | A |
| 33 | Potencia Activa SSAA 1 | HLH_CM_TRA1_PACT_SSAA1_AN | KW |
| 34 | Potencia Reactiva SSAA 1 | HLH_CM_TRA1_PREACT_SSAA1_AN | KVAR |
| 35 | Potencia Aparente SSAA 1 | HLH_CM_TRA1_PAPARENT_SSAA1_AN | KVA |
| 36 | Factor de Potencia SSAA 1 | HLH_CM_TRA1_FP_SSAA1_AN | |
| 37 | Frecuencia SSAA 1 | HLH_CM_TRA1_FREQ_SSAA1_AN | Hz |
| 38 | Tensión SSAA 1 | HLH_CM_TRA1_VOLT_3F.SSAA1_AN | V |
| | | HLH_CM_TRA1_VOLT_FA.SSAA1_AN | V |
| | | HLH_CM_TRA1_VOLT_FB.SSAA1_AN | V |
| | | HLH_CM_TRA1_VOLT_FC.SSAA1_AN | V |
| 39 | Corriente SSAA 1 | HLH_CM_TRA1_AMP_3F.SSAA1_AN | A |
| | | HLH_CM_TRA1_AMP_FA.SSAA1_AN | A |
| | | HLH_CM_TRA1_AMP_FB.SSAA1_AN | A |
| | | HLH_CM_TRA1_AMP_FC.SSAA1_AN | A |
| 40 | Potencia Activa SSAA 2 | HLH_CM_TRA2_PACT_SSAA2_AN | KW |
| 41 | Potencia Reactiva SSAA 2 | HLH_CM_TRA2_PREACT_SSAA2_AN | KVAR |
| 42 | Potencia Aparente SSAA 2 | HLH_CM_TRA2_PAPARENT_SSAA2_AN | KVA |
| 43 | Factor de Potencia SSAA 2 | HLH_CM_TRA2_FP_SSAA2_AN | |



| | | | |
|----|---------------------|---------------------------------|---------|
| 44 | Frecuencia SSAA 2 | HLH_CM_TRA2_FREQ_SSAA2_AN | Hz |
| 45 | Tensión SSAA 2 | HLH_CM_TRA2_VOLT_3F.SSAA2_AN | V |
| | | HLH_CM_TRA2_VOLT_FA.SSAA2_AN | V |
| | | HLH_CM_TRA2_VOLT_FB.SSAA2_AN | V |
| | | HLH_CM_TRA2_VOLT_FC.SSAA2_AN | V |
| 46 | Corriente SSAA 2 | HLH_CM_TRA2_AMP_3F.SSAA2_AN | A |
| | | HLH_CM_TRA2_AMP_FA.SSAA2_AN | A |
| | | HLH_CM_TRA2_AMP_FB.SSAA2_AN | A |
| | | HLH_CM_TRA2_AMP_FC.SSAA2_AN | A |
| 47 | Presion Tuberia UG1 | HLH_CM_U1_PRES_AGUA.PENSTOCK_AN | BAR |
| 48 | Presion Tuberia UG2 | HLH_CM_U2_PRES_AGUA.PENSTOCK_AN | BAR |
| 49 | Presion Tunel | HLH_CV_PRES_AGUA.TUNEL_AN | BAR |
| 50 | Nivel Reservoirio | HLH_RSV.TRI_LVL_AN | m.s.n.m |

Tabla 4-5 – Variables SCADA

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



4.5 Estimación de pérdidas y consumos propios de las unidades

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

| Consumos | | Potencia estimada | |
|---|--------------|-------------------|--|
| Consumos de SSAA | | 18.41 kW | |
| Pérdidas en el transformador principal | Vacío | Totales | |
| | 60.71 kW | 327.45 kW | |
| Pérdidas en el transformador de SSAA | Vacío | Totales | |
| | 2.2 kW | 15.2 kW | |

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

| Consumos | | Potencia estimada | |
|---|--------------|-------------------|--|
| Consumos de SSAA | | 16.64 kW | |
| Pérdidas en el transformador principal | Vacío | Totales | |
| | 60.08 kW | 325.15 kW | |
| Pérdidas en el transformador de SSAA | Vacío | Totales | |
| | 2.2 kW | 15.2 kW | |

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

| Consumos | | Potencia estimada | |
|--|--------------|-------------------|--|
| Consumos de SSAA | | 366.31 kW | |
| Pérdidas en los transformadores principales | Vacío | Totales | |
| | 120.79 kW | 652.6 kW | |
| Pérdidas en los transformadores de SSAA | Vacío | Totales | |
| | 4.4 kW | 30.4 kW | |

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



4.5.1 Consumos propios de los servicios auxiliares

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

| Períodos | | | | | | | | |
|-------------------|---|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Test Run n° | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Hora | | 16:45 | 17:15 | 17:45 | 18:15 | 18:45 | 19:15 | |
| Consumos SSAA | | | | | | | | |
| P _{SSAA} | Potencia total consumida por los servicios auxiliares | [kW] | 18,027 | 18,067 | 17,947 | 19,173 | 18,381 | 18,840 |
| | Promedio P _{SSAA} | [kW] | 18,41 | | | | | |

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

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

| Períodos | | | | | | | | |
|-------------------|---|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Test Run n° | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Hora | | 12:45 | 13:15 | 13:45 | 14:15 | 14:45 | 15:15 | |
| Consumos SSAA | | | | | | | | |
| P _{SSAA} | Potencia total consumida por los servicios auxiliares | [kW] | 17,397 | 16,506 | 16,496 | 16,510 | 16,496 | 16,455 |
| | Promedio P _{SSAA} | [kW] | 16,64 | | | | | |

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

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

| Períodos | | | | | | | | |
|----------------------|--|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Test Run n° | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Hora | | 12:30 | 13:00 | 13:30 | 14:00 | 14:30 | 15:00 | |
| Consumos SSAA | | | | | | | | |
| P _{SSAA,U1} | Potencia total consumida por los servicios auxiliares U1 | [kW] | 347,285 | 345,320 | 346,051 | 342,972 | 355,939 | 362,598 |
| P _{SSAA,U2} | Potencia total consumida por los servicios auxiliares U2 | [kW] | 16,179 | 16,214 | 16,203 | 16,770 | 16,156 | 16,151 |
| P _{SSAA} | Potencia total consumida por los servicios auxiliares | [kW] | 363,464 | 361,534 | 362,254 | 359,742 | 372,095 | 378,749 |
| | Promedio P _{SSAA} | [kW] | 366,31 | | | | | |

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



4.5.2 Pérdidas en los transformadores principales

De acuerdo con el reporte de pruebas FAT de los transformadores, las pérdidas totales en cada transformador principal (pérdidas en vacío más las pérdidas en carga) son de 327.45 kW para el TR1 y 325.15 kW para el TR2.

| SUMMARY OF TEST RESULTS | | | | Crompton Greaves | |
|-------------------------|----------------------------------|---|-------|-------------------------------|-----------------|
| CUSTOMER | | M/s ENERGI POWER LTDA | | W.O.NO. | BE9390 |
| VOLTAGE (KV) | | 220-154/13.8 | | VECTOR GROUP | SL.NO. BE9390-1 |
| CURRENT (A) | | 238.8-341.2/3807.2 | | YND1 | MVA 68.25/91 |
| 5070-71-4000-306 | No. | Test Parameter | | Guaranteed / Specified Values | Measured Values |
| | 1 | No-Load Loss @ 100% | kW | 62 kW(Max.) | 60.71 |
| | 2 | No-Load Loss @ 105% | kW | 70 (Max.) | 69.31 |
| | 3 | No-Load % Current 100% rated Voltage | % | 0.3% of rated (Approx.) | 0.14 |
| | 4 | No-Load % Current 105% rated Voltage | % | 0.3% of rated (Approx.) | 0.20 |
| | 5 | Load Loss @ 91 MVA 220kV base at Tap No. 3 | kW | 285 kW (Max.) | 266.74 |
| | 6 | % Impedance@ 91.0 MVA 220kV base | Tap 1 | --- | 10.65 |
| | 7 | % Impedance@ 91.0MVA 220kV base | Tap 3 | 10.0 % (±7.5% Tol.) | 10.33 |
| | 8 | % Impedance@ 91.0MVA 220kV base | Tap 5 | --- | 10.11 |
| | 9 | Load Loss @ 91 MVA 154 kV base at Tap No. 3 | kW | 285 kW (Max.) | 283.62 |
| | 10 | % Impedance@ 91.0 MVA 154 kV base | Tap 1 | --- | 9.42 |
| | 11 | % Impedance@ 91.0MVA 154 kV base | Tap 3 | 9.5 % (±7.5% Tol.) | 9.02 |
| 12 | % Impedance@ 91.0MVA 154 kV base | Tap 5 | --- | 8.88 | |

Figura 4-17 – Valores medidos de pérdidas en el transformador principal TR1



| SUMMARY OF TEST RESULTS | | | | | | |
|-------------------------|---|-----------------------|-------------------------------|-----------------|--|--|
| CUSTOMER | | M/s ENERGI POWER LTDA | | W.O.NO. BE9390 | | |
| VOLTAGE (kV) | | 220-154/13.8 | | VECTOR GROUP | | |
| CURRENT (A) | | 238.8-341.2/3807.2 | | Ynd1 | | |
| | | | | SL NO. BE9390-2 | | |
| | | | | MVA 68.25/91 | | |
| Sr. No. | Test Parameter | | Guaranteed / Specified Values | Measured Values | | |
| 1 | No-Load Loss @ 100% | kW | 62 kW(Max.) | 60.08 | | |
| 2 | No-Load Loss @ 105% | kW | 70 (Max.) | 68.99 | | |
| 3 | No-Load % Current 100% rated Voltage | % | 0.3% of rated (Approx.) | 0.15 | | |
| 4 | No-Load % Current 105% rated Voltage | % | 0.3% of rated (Approx.) | 0.21 | | |
| 5 | Load Loss @ 91 MVA 220kV base at Tap No. 3 | kW | 285 kW (Max.) | 265.07 | | |
| 6 | % Impedance@ 91.0 MVA 220kV base | Tap 1 | --- | 10.66 | | |
| 7 | % Impedance@ 91.0MVA 220kV base | Tap 3 | 10.0 % ($\pm 7.5\%$ Tol.) | 10.34 | | |
| 8 | % Impedance@ 91.0MVA 220kV base | Tap 5 | --- | 10.04 | | |
| 9 | Load Loss @ 91 MVA 154 kV base at Tap No. 3 | kW | 285 kW (Max.) | 283.03 | | |
| 10 | % Impedance@ 91.0 MVA 154 kV base | Tap 1 | --- | 9.40 | | |
| 11 | % Impedance@ 91.0MVA 154 kV base | Tap 3 | 9.5 % ($\pm 7.5\%$ Tol.) | 9.08 | | |
| 12 | % Impedance@ 91.0MVA 154 kV base | Tap 5 | --- | 8.88 | | |

Figura 4-18 – Valores medidos de pérdidas en el transformador principal TR2



4.5.3 Pérdidas en los transformadores auxiliares

De acuerdo con las hojas de datos del fabricante las pérdidas totales en cada transformador de SS.AA. (pérdidas en vacío más las pérdidas en carga) son de 15.2 kW.

| GENERAL DATA | | | | ELECTRIC CHARACTERISTICS | | | |
|--|---|-------------|--------------|--|-------------|---|------------|
| Type | Resiglas | | | Frequency (Hz) | 50 | | |
| Specification/Norm | IEC 60076-11 | | | Phases Number | 3 | | |
| Protection Degree | IP-21 | | | Vector Group (Phase Angle) | Dyn1 | | |
| Installation | Indoor | | | Dielectric test | HV | LV | |
| Max Instalation Height (m) | 1000 | | | Voltage Class (kV) | 17.5 | 1.1 | |
| Atmosphere | Not Aggressive | | | NBI (kV) | 95 | 0 | |
| Max Temperature Ambient (°C) | 40 | | | Withstand Voltage test (kV) | 38 | 3 | |
| Potency (kVA) | AN | AF | Windings | Tension (V) | | | Connection |
| 1000 | - | - | High Voltage | 14490/14145/13800/13455/13110 | | | Delta |
| | | | Low Voltage | 380/220 | | | Star |
| Temperature rise of windings (°C) | | | | Medium | 100 | 100 | |
| Temperature class of Material Windings Isolated | | | | Hottest Place | 110 | 110 | |
| | | | | F - 155°C | F - 155°C | | |
| Load Factor (%) | EFFICIENCY (%) | | | REGULATION (%) | | | |
| | Cos φ = 0,8 | Cos φ = 0,9 | Cos φ = 1,0 | Cos φ = 0,8 | Cos φ = 0,9 | Cos φ = 1,0 | |
| 25 | 98.52 | 98.68 | 98.81 | 1.16 | 0.96 | 0.37 | |
| 50 | 98.66 | 98.8 | 98.92 | 2.32 | 1.92 | 0.74 | |
| 75 | 98.44 | 98.61 | 98.75 | 3.47 | 2.88 | 1.1 | |
| 100 | 98.14 | 98.34 | 98.5 | 4.63 | 3.84 | 1.47 | |
| - | - | - | - | - | - | - | |
| WARRANTED VALUES (13800V - 100°C) | | | | Tests (Accordant Norm IEC 60076-11) | | | |
| No load loss (W) | 2200 | | | Routine + Partial Discharge | Yes | | |
| Load loss (W) | 13000 | | | Type / Special (Accordant Inspection and Test Plan) | Yes | | |
| Total loss (W) | 15200 | | | OBSERVATIONS | | | |
| No load current(Excitation) (%) | 0.65 | | | - Material Windings: Copper | | | |
| Impedance (%) | 6 | | | - Increase 40% in Potency (1400kVA) with the installation of Ventilation circuit | | | |
| Sound Pressure Level (dB) | 64 | | | | | | |
| Partial Discharge (pC) | 10 | | | | | | |
| Factor K | 1 | | | | | | |
| Inrush Current (x In) | 13 | | | | | | |
| ACCESSORIES | | | | | | | |
| Jack Support | | | | | | | |
| Skid Base Transformer Support | | | | | | | |
| Steel Cable to Transformer's Lift | | | | | | | |
| Box to Auxiliary Service | | | | | | | |
| Temperature Monitor (Type: T-154, Feeding: 24...240 Vca/Vcc) | | | | | | | |
| Ventilators (Prevision for Future Instalation) | | | | | | | |
| TC of HV (Relation: 200-1-1A, 10P20, 30VA) | | | | | | | |
| Ground Terminal (Gauge: 95mm2) | | | | | | | |
| R-04 | ALTERAÇÕES CONFORME E-MAIL DO DIA 13/11/08 | | | | | 14/11/08 | LEANDRO |
| R-03 | AS BUILT | | | | | 10/11/08 | LEANDRO |
| R-02 | ADDED OBSERVATIONS | | | | | 05/08/08 | DIOGO |
| R-01 | ACCORDING SOLICITATION CLIENT (E-MAIL 02/07/08) | | | | | 04/07/08 | DIOGO |
| Number | REVISION'S DESCRIPTIONS | | | | | DATE | RESP. |
| WALTEC Waltec Equipamentos Elétricos Ltda. | | | | ENERG POWER | | | |
| | | | | WALTEC'S REF.: 4423.017 | | CLIENT'S REF.: TRA1/TRA2 | |
| DESIGN BY: | UDO | SIGN: | | DATE: | 04/06/08 | | |
| DRAWN BY: | DIOGO | SIGN: | | DATE: | 04/06/08 | | |
| CHECKED BY: | UDO | SIGN: | | DATE: | 04/06/08 | | |
| | | | | DATA SHEET | | RESIN EPOXY ENCAPSULATED DRY TYPE TRANSFORMER | |
| | | | | DRAWN NUMBER: | 4423017F | | SHEET: 1/1 |

Figura 4-19 – Valores teóricos de pérdidas del transformador de SSAA



5 REALIZACIÓN DE LA PRUEBA

5.1 Chequeos previos

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

Se verificó:

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

5.2 Desarrollo de las pruebas

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

5.2.1 Verificaciones previas

Se verificó el cumplimiento de las condiciones de prueba establecidas:

- Todas las protecciones estaban operativas y sin falla.
- No existían alarmas relevantes.
- Las unidades estaban disponibles para operar a máxima potencia.
- El control primario de frecuencia (CPF) no pudo ser desactivado en ninguna de las unidades, por lo tanto, se mantuvo operativo durante la prueba. Por esta razón, en todos los ensayos se tuvo consignado un valor de estatismo del 5%.
- No fue posible operar con un factor de potencia cercano a 0.95 debido a que las condiciones del Sistema no permitieron aumentar la inyección de reactivos para lograr dicho valor. Por esta razón, se operó en toda la prueba en un factor de potencia cercano a 0.99.
- La barra de SS.AA. estuvo aislada de conexiones externas a la central.



5.3 Condiciones previas al inicio de los ensayos

Previo al inicio de las pruebas se verificaron las condiciones operativas de las unidades. Para las pruebas a nivel unidad, los servicios auxiliares propios de la unidad quedaron alimentados exclusivamente desde su propio transformador de SS.AA. Para la prueba de central completa todos los servicios auxiliares quedaron alimentados desde ambas unidades a través de los correspondientes transformadores de SS.AA. pero con el acoplamiento de barras 52-T2 abierto.

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

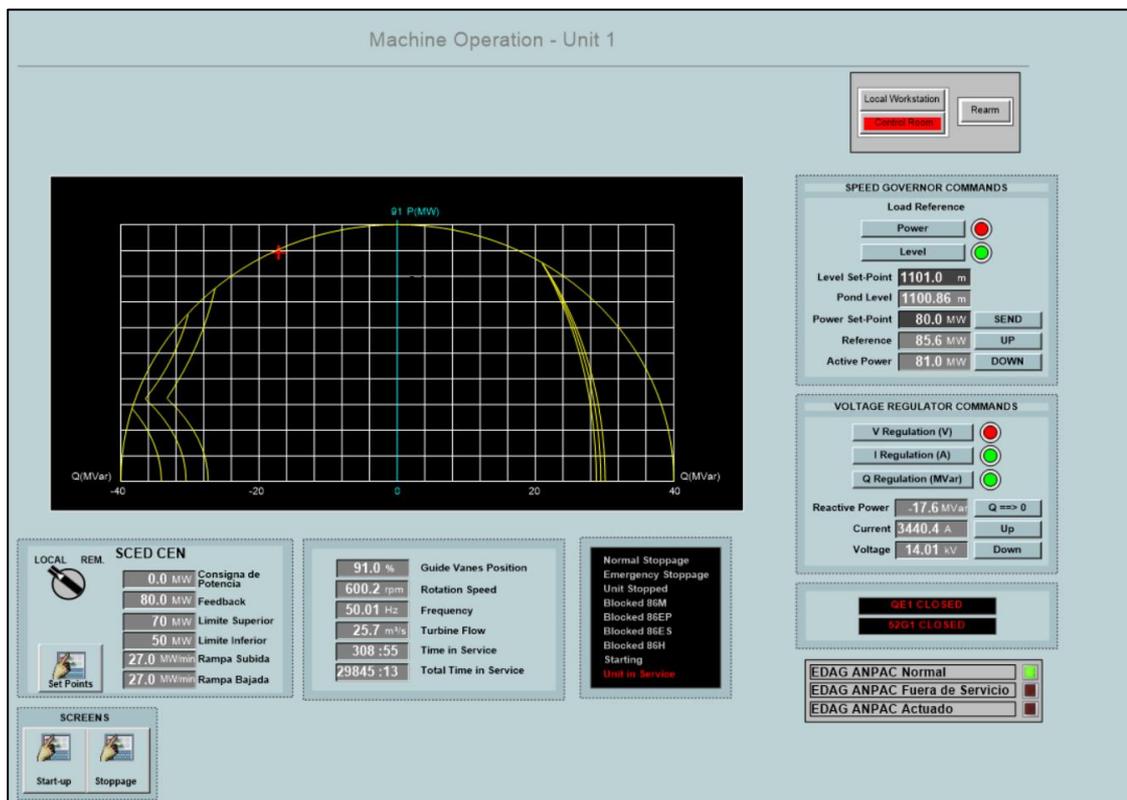


Figura 5-1 – Condiciones operativas durante los ensayos de la Unidad 1

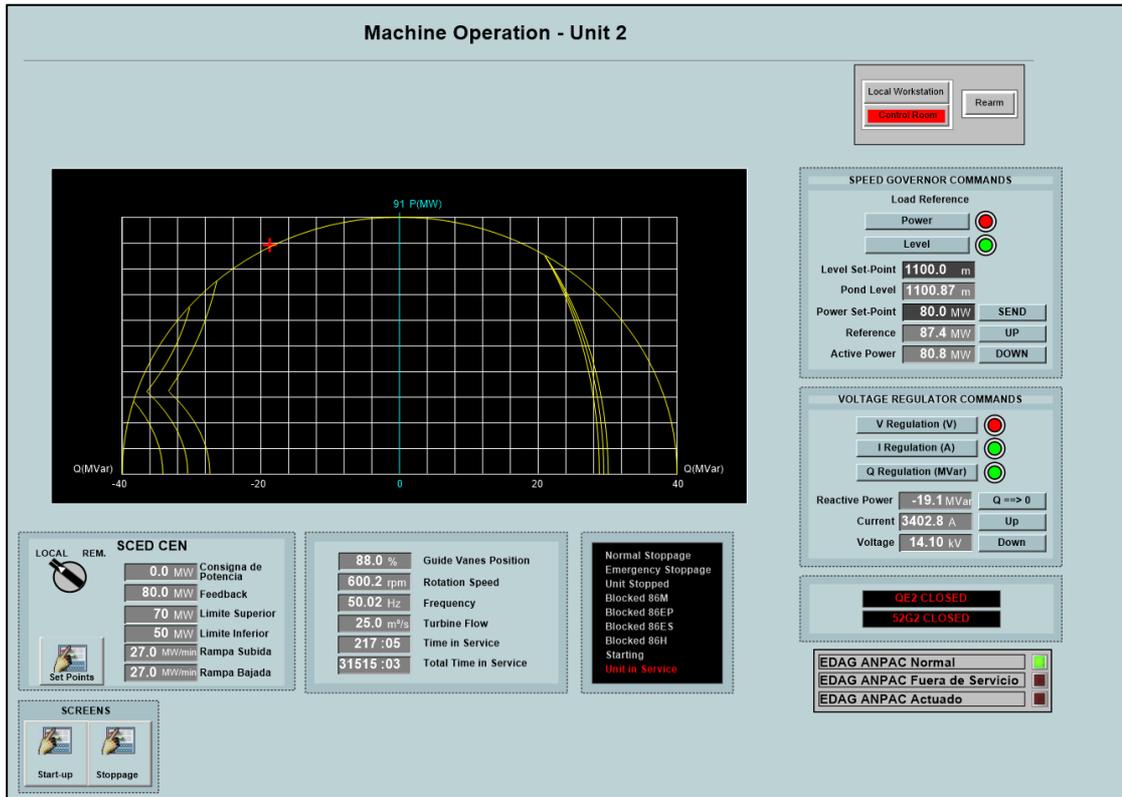


Figura 5-2 – Condiciones operativas durante los ensayos de la Unidad 2

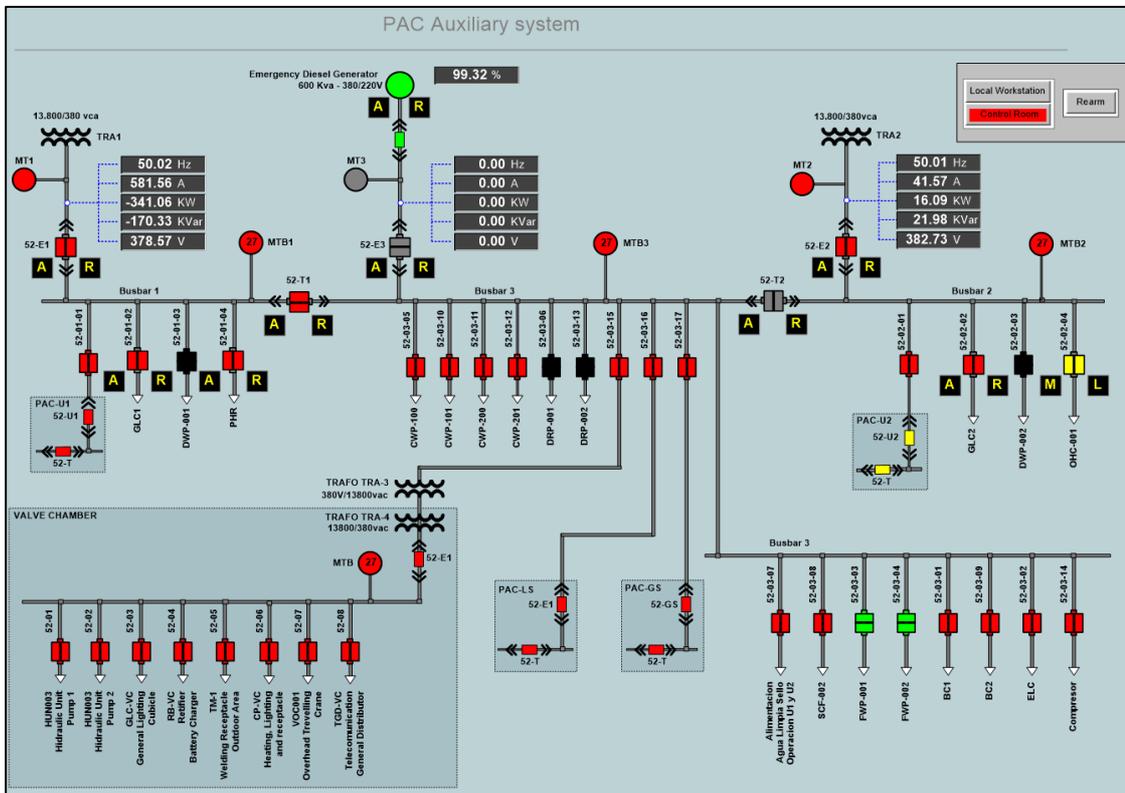


Figura 5-3 – Unilineal SSAA Generales



5.4 Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba

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

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

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

La Tabla 5-1 resume los períodos resultantes del desarrollo de las pruebas para la Unidad 1:

| | |
|---|--------------------------|
| Arranque de la unidad | Despachada |
| Inicio del período de estabilización | 16:15 Hs (09/12/2024) |
| Fin del período de estabilización | 16:45 Hs |
| Inicio del período de prueba | 16:45 Hs |
| Fin del período de prueba | 19:45 Hs |

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

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

| | |
|---|--------------------------|
| Arranque de la unidad | Despachada |
| Inicio del período de estabilización | 12:15 Hs (09/12/2024) |
| Fin del período de estabilización | 12:45 Hs |
| Inicio del período de prueba | 12:45 Hs |
| Fin del período de prueba | 15:45 Hs |

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



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

| | |
|---|--------------------------|
| Arranque de las unidades | Despachadas |
| Inicio del período de estabilización | 12:00 Hs (10/12/2024) |
| Fin del período de estabilización | 12:30 Hs |
| Inicio del período de prueba | 12:30 Hs |
| Fin del período de prueba | 15:30 Hs |

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

5.5 Período de prueba

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

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

Tabla 5-4 – Máximas variaciones permisibles en las condiciones de operación

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

| Períodos | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Test Run n° | ref | | | | | | | |
| Hora | | | 16:45 | 17:15 | 17:45 | 18:15 | 18:45 | 19:15 |
| Verificación de condiciones de estabilidad | | | | | | | | |
| P _{Neta} | Potencia Neta medido en Alta | 1,50% | 0,155% | 0,225% | 0,145% | 0,130% | 0,154% | 0,093% |
| P _{BRUTA} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina | 1,50% | 0,140% | 0,105% | 0,133% | 0,140% | 0,141% | 0,104% |
| FP | Factor de potencia en bornes de máquina | 2,00% | 0,029% | 0,043% | 0,031% | 0,026% | 0,030% | 0,117% |
| Frec | Velocidad de Rotación | 0,50% | 0,075% | 0,079% | 0,073% | 0,133% | 0,109% | 0,054% |
| Estabilidad | ¿Se cumplen los criterios para todas las variables? | | SI | SI | SI | SI | SI | SI |

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



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

| Períodos | | | | | | | | |
|--|---|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Test Run n° | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Hora | | 12:45 | 13:15 | 13:45 | 14:15 | 14:45 | 15:15 | |
| Verificación de condiciones de estabilidad | | | | | | | | |
| P _{Neta} | Potencia Neta medido en Alta | 1,50% | 0,091% | 0,174% | 0,191% | 0,200% | 0,117% | 0,119% |
| P _{BRUTA} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina | 1,50% | 0,101% | 0,170% | 0,173% | 0,171% | 0,094% | 0,061% |
| FP | Factor de potencia en bornes de máquina | 2,00% | 0,070% | 0,048% | 0,077% | 0,040% | 0,022% | 0,042% |
| Frec | Velocidad de Rotación | 0,50% | 0,073% | 0,121% | 0,101% | 0,227% | 0,069% | 0,148% |
| Estabilidad | ¿Se cumplen los criterios para todas las variables? | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |

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

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

| Períodos | | | | | | | | |
|--|---|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Test Run n° | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Hora | | 12:30 | 13:00 | 13:30 | 14:00 | 14:30 | 15:00 | |
| Verificación de condiciones de estabilidad | | | | | | | | |
| P _{neta,U1} | Potencia Neta medido en Alta U1 | 1,50% | 0,102% | 0,106% | 0,109% | 0,113% | 0,109% | 0,057% |
| P _{BRUTA,U1} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina U1 | 1,50% | 0,090% | 0,130% | 0,053% | 0,062% | 0,120% | 0,091% |
| FP _{U1} | Factor de potencia en bornes de máquina U1 | 2,00% | 0,074% | 0,031% | 0,029% | 0,119% | 0,094% | 0,081% |
| P _{neta,U2} | Potencia Neta medido en Alta U2 | 1,50% | 0,117% | 0,147% | 0,122% | 0,121% | 0,084% | 0,075% |
| P _{BRUTA,U2} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina U2 | 1,50% | 0,121% | 0,094% | 0,143% | 0,135% | 0,147% | 0,098% |
| FP _{U2} | Factor de potencia en bornes de máquina U2 | 2,00% | 0,074% | 0,037% | 0,064% | 0,178% | 0,097% | 0,107% |
| Frec | Velocidad de Rotación | 0,50% | 0,117% | 0,078% | 0,098% | 0,214% | 0,102% | 0,044% |
| Estabilidad | ¿Se cumplen los criterios para todas las variables? | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |

Tabla 5-7 – Verificación de estabilidad para la central completa

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

Finalizadas las pruebas se confeccionaron actas reflejando las principales condiciones de los ensayos. Dichas actas pueden consultarse en el Anexo 9.7.



6 CALCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS

6.1 Reducción de datos y estabilidad

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

6.2 Determinación de la potencia bruta y de pérdidas totales

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

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

Dónde:

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

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

| Períodos | | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------------------------|--|-------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Test Run n° | | | | | | | | |
| Hora | | | 16:45 | 17:15 | 17:45 | 18:15 | 18:45 | 19:15 |
| VARIABLES PRIMARIAS | | | | | | | | |
| FP | Factor de potencia en bornes de máquina | - | 0,994 | 0,992 | 0,994 | 0,994 | 0,994 | 0,997 |
| P_{BRUTA} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina | [MW] | 84,83 | 84,21 | 85,00 | 84,97 | 84,95 | 84,78 |
| P_{Neta} | Potencia Neta medido en Alta | [MW] | 84,53 | 83,79 | 84,66 | 84,66 | 84,64 | 84,43 |
| Determinación pérdidas totales | | | | | | | | |
| $P_{Bruta, No Corr}$ | Potencia Bruta medida - Total | [MW] | 84,825 | 84,205 | 84,997 | 84,972 | 84,946 | 84,778 |
| $P_{Neta, No Corr}$ | Potencia Neta medida - Total | [MW] | 84,526 | 83,787 | 84,658 | 84,661 | 84,636 | 84,427 |
| $L_{TOTALES}$ | Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos | [MW] | 0,299 | 0,418 | 0,339 | 0,311 | 0,310 | 0,351 |
| | $L_{TOTALES}$ | [kW] | 338,06 | | | | | |

Tabla 6-1 – Cálculos de potencia de pérdidas para la Unidad 1



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

| Períodos | | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------------------------|--|-------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Test Run n° | | | | | | | | |
| Hora | | | 12:45 | 13:15 | 13:45 | 14:15 | 14:45 | 15:15 |
| Variables Primarias | | | | | | | | |
| FP | Factor de potencia en bornes de máquina | - | 0,995 | 0,995 | 0,996 | 0,997 | 0,999 | 0,997 |
| P _{BRUTA} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina | [MW] | 84,86 | 84,97 | 84,82 | 84,83 | 84,82 | 84,73 |
| P _{Neta} | Potencia Neta medido en Alta | [MW] | 84,48 | 84,57 | 84,44 | 84,45 | 84,46 | 84,37 |
| Determinación pérdidas totales | | | | | | | | |
| P _{Bruta, No Corr} | Potencia Bruta medida - Total | [MW] | 84,861 | 84,972 | 84,816 | 84,835 | 84,818 | 84,732 |
| P _{Neta, No Corr} | Potencia Neta medida - Total | [MW] | 84,476 | 84,568 | 84,437 | 84,453 | 84,456 | 84,375 |
| L _{TOTALES} | Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos | [MW] | 0,385 | 0,404 | 0,379 | 0,382 | 0,362 | 0,357 |
| | L_{TOTALES} | [kW] | 378,07 | | | | | |

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

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

| Períodos | | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------------------------|--|-------------|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Test Run n° | | | | | | | | |
| Hora | | | 12:30 | 13:00 | 13:30 | 14:00 | 14:30 | 15:00 |
| Variables Primarias | | | | | | | | |
| FP _{U1} | Factor de potencia en bornes de máquina U1 | - | 0,983 | 0,977 | 0,977 | 0,981 | 0,985 | 0,986 |
| P _{BRUTA,U1} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina U1 | [MW] | 81,26 | 81,26 | 81,31 | 81,29 | 81,18 | 81,22 |
| P _{neta,U1} | Potencia Neta medido en Alta U1 | [MW] | 80,68 | 80,66 | 80,66 | 80,66 | 80,58 | 80,54 |
| FP _{U2} | Factor de potencia en bornes de máquina U2 | - | 0,979 | 0,973 | 0,973 | 0,976 | 0,981 | 0,982 |
| P _{BRUTA,U2} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina U2 | [MW] | 80,61 | 80,66 | 80,67 | 80,67 | 80,58 | 80,54 |
| P _{neta,U2} | Potencia Neta medido en Alta U2 | [MW] | 80,25 | 80,26 | 80,28 | 80,29 | 80,21 | 80,15 |
| Determinación pérdidas totales | | | | | | | | |
| P _{Bruta, No Corr} | Potencia Bruta medida - Total | [MW] | 161,875 | 161,921 | 161,979 | 161,968 | 161,765 | 161,759 |
| P _{Neta, No Corr} | Potencia Neta medida - Total | [MW] | 160,924 | 160,928 | 160,936 | 160,952 | 160,794 | 160,696 |
| L _{TOTALES} | Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos | [MW] | 0,952 | 0,993 | 1,043 | 1,016 | 0,971 | 1,063 |
| | L_{TOTALES} | [kW] | 1006,38 | | | | | |

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



6.2.1 Determinación de la potencia de pérdidas y consumos propios

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

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

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

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

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

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

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

Pérdidas en los transformadores principales

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

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

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

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

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



Pérdidas en los transformadores de SS.AA.

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

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

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

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

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

Pérdidas en la red interna

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

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



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

| Períodos | | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------------------------|--|-------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Test Run n° | | | | | | | | |
| Hora | | | 16:45 | 17:15 | 17:45 | 18:15 | 18:45 | 19:15 |
| VARIABLES PRIMARIAS | | | | | | | | |
| FP | Factor de potencia en bornes de máquina | - | 0,994 | 0,992 | 0,994 | 0,994 | 0,994 | 0,997 |
| P _{BRUTA} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina | [MW] | 84,83 | 84,21 | 85,00 | 84,97 | 84,95 | 84,78 |
| P _{Neta} | Potencia Neta medido en Alta | [MW] | 84,53 | 83,79 | 84,66 | 84,66 | 84,64 | 84,43 |
| Determinación pérdidas totales | | | | | | | | |
| P _{Bruta, No Corr} | Potencia Bruta medida - Total | [MW] | 84,825 | 84,205 | 84,997 | 84,972 | 84,946 | 84,778 |
| P _{Neta, No Corr} | Potencia Neta medida - Total | [MW] | 84,526 | 83,787 | 84,658 | 84,661 | 84,636 | 84,427 |
| L _{TOTALES} | Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos | [MW] | 0,299 | 0,418 | 0,339 | 0,311 | 0,310 | 0,351 |
| | L_{TOTALES} | [kW] | 338,06 | | | | | |
| P _{PERD,TR} | Pérdidas en el transformador principal | [MW] | 0,267 | 0,264 | 0,268 | 0,268 | 0,268 | 0,267 |
| | P_{PERD,TR} | [kW] | 267,12 | | | | | |
| P _{SSAA} | Potencia total consumida por los servicios auxiliares | [MW] | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,019 | 0,018 | 0,019 |
| | P_{SSAA} | [kW] | 18,41 | | | | | |
| P _{PERD,TR SS.AA.} | Pérdidas en el transformador de SS.AA. | [MW] | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 |
| | P_{PERD,TR SS.AA.} | [kW] | 2,20 | | | | | |
| P _{PERD,RED} | Pérdidas en la red interna | [MW] | 0,012 | 0,134 | 0,050 | 0,022 | 0,022 | 0,063 |
| | P_{PERD,RED} | [kW] | 50,33 | | | | | |

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



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

| Períodos | | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------------------------|--|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Test Run n° | | | 12:45 | 13:15 | 13:45 | 14:15 | 14:45 | 15:15 |
| Hora | | | | | | | | |
| VARIABLES PRIMARIAS | | | | | | | | |
| FP | Factor de potencia en bornes de máquina | - | 0,995 | 0,995 | 0,996 | 0,997 | 0,999 | 0,997 |
| P _{BRUTA} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina | [MW] | 84,86 | 84,97 | 84,82 | 84,83 | 84,82 | 84,73 |
| P _{Neta} | Potencia Neta medido en Alta | [MW] | 84,48 | 84,57 | 84,44 | 84,45 | 84,46 | 84,37 |
| Determinación pérdidas totales | | | | | | | | |
| P _{Bruta, No Corr} | Potencia Bruta medida - Total | [MW] | 84,861 | 84,972 | 84,816 | 84,835 | 84,818 | 84,732 |
| P _{Neta, No Corr} | Potencia Neta medida - Total | [MW] | 84,476 | 84,568 | 84,437 | 84,453 | 84,456 | 84,375 |
| L _{TOTALES} | Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos | [MW] | 0,385 | 0,404 | 0,379 | 0,382 | 0,362 | 0,357 |
| | L _{TOTALES} | [kW] | 378,07 | | | | | |
| P _{PERD,TR} | Pérdidas en el transformador principal | [MW] | 0,289 | 0,289 | 0,288 | 0,288 | 0,288 | 0,288 |
| | P _{PERD,TR} | [kW] | 288,42 | | | | | |
| P _{SSAA} | Potencia total consumida por los servicios auxiliares | [MW] | 0,017 | 0,017 | 0,016 | 0,017 | 0,016 | 0,016 |
| | P _{SSAA} | [kW] | 16,64 | | | | | |
| P _{PERD,TR SSAA} | Pérdidas en el transformador de SS.AA. | [MW] | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 |
| | P _{PERD,TR SSAA} | [kW] | 2,20 | | | | | |
| P _{PERD,RED} | Pérdidas en la red interna | [MW] | 0,077 | 0,096 | 0,072 | 0,074 | 0,055 | 0,050 |
| | P _{PERD,RED} | [kW] | 70,81 | | | | | |

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



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

| Períodos | | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------------------------|--|-------------|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Test Run n° | | | 12:30 | 13:00 | 13:30 | 14:00 | 14:30 | 15:00 |
| Hora | | | | | | | | |
| Variables Primarias | | | | | | | | |
| FP _{U1} | Factor de potencia en bornes de máquina U1 | - | 0,983 | 0,977 | 0,977 | 0,981 | 0,985 | 0,986 |
| P _{BRUTA,U1} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina U1 | [MW] | 81,26 | 81,26 | 81,31 | 81,29 | 81,18 | 81,22 |
| P _{net,U1} | Potencia Neta medido en Alta U1 | [MW] | 80,68 | 80,66 | 80,66 | 80,66 | 80,58 | 80,54 |
| FP _{U2} | Factor de potencia en bornes de máquina U2 | - | 0,979 | 0,973 | 0,973 | 0,976 | 0,981 | 0,982 |
| P _{BRUTA,U2} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina U2 | [MW] | 80,61 | 80,66 | 80,67 | 80,67 | 80,58 | 80,54 |
| P _{net,U2} | Potencia Neta medido en Alta U2 | [MW] | 80,25 | 80,26 | 80,28 | 80,29 | 80,21 | 80,15 |
| Determinación pérdidas totales | | | | | | | | |
| P _{Bruta, No Corr} | Potencia Bruta medida - Total | [MW] | 161,875 | 161,921 | 161,979 | 161,968 | 161,765 | 161,759 |
| P _{Neta, No Corr} | Potencia Neta medida - Total | [MW] | 160,924 | 160,928 | 160,936 | 160,952 | 160,794 | 160,696 |
| L _{TOTALES} | Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos | [MW] | 0,952 | 0,993 | 1,043 | 1,016 | 0,971 | 1,063 |
| | L_{TOTALES} | [kW] | 1006,38 | | | | | |
| P _{PERD,TRU1} | Pérdidas en el transformador principal | [MW] | 0,270 | 0,270 | 0,270 | 0,270 | 0,270 | 0,270 |
| P _{PERD,TRU2} | Pérdidas en el transformador principal | [MW] | 0,266 | 0,266 | 0,266 | 0,266 | 0,266 | 0,266 |
| | P_{PERD,TR} | [kW] | 536,30 | | | | | |
| P _{SSAA} | Potencia total consumida por los servicios auxiliares | [MW] | 0,363 | 0,362 | 0,362 | 0,360 | 0,372 | 0,379 |
| | P_{SSAA} | [kW] | 366,31 | | | | | |
| P _{PERD,TR SS.AA.U1} | Pérdidas en el transformador de SS.AA. | [MW] | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 |
| P _{PERD,TR SS.AA.U2} | Pérdidas en el transformador de SS.AA. | [MW] | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 |
| | P_{PERD,TR SS.AA.} | [kW] | 6,00 | | | | | |
| P _{PERD,RED} | Pérdidas en la red interna | [MW] | 0,046 | 0,089 | 0,138 | 0,113 | 0,057 | 0,143 |
| | P_{PERD,RED} | [kW] | 97,77 | | | | | |

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

6.2.2 Desglose de la potencia de pérdidas totales

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



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

| <i>Consumos</i> | <i>Potencia estimada</i> |
|---|---------------------------------|
| Consumos de SSAA | 18.41 kW |
| Pérdidas en los transformadores principales | 267.12 kW |
| Pérdidas en el transformador de SSAA | 2.20 kW |
| Pérdidas en la red interna | 50.33 kW |
| Total | 338.06 kW |

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

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

| <i>Consumos</i> | <i>Potencia estimada</i> |
|---|---------------------------------|
| Consumos de SSAA | 16.64 kW |
| Pérdidas en los transformadores principales | 288.42 kW |
| Pérdidas en el transformador de SSAA | 2.20 kW |
| Pérdidas en la red interna | 70.81 kW |
| Total | 378.07 kW |

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

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

| <i>Consumos</i> | <i>Potencia estimada</i> |
|---|---------------------------------|
| Consumos de SSAA | 366.31 kW |
| Pérdidas en los transformadores principales | 536.30 kW |
| Pérdidas en el transformador de SSAA | 6.00 kW |
| Pérdidas en la red interna | 97.77 kW |
| Total | 1006.38 kW |

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



6.3 Correcciones aplicables a la potencia bruta

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

Según lo establece el anexo técnico pueden aplicarse correcciones por:

- Corrección por factor de potencia.

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

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

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

Dónde:

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



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

| Períodos | | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------------------------------|---|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Test Run n° | | | | | | | | |
| Hora | | | 16:45 | 17:15 | 17:45 | 18:15 | 18:45 | 19:15 |
| Variables Primarias | | | | | | | | |
| FP | Factor de potencia en bornes de máquina | - | 0,994 | 0,992 | 0,994 | 0,994 | 0,994 | 0,997 |
| P _{BRUTA} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina | [MW] | 84,83 | 84,21 | 85,00 | 84,97 | 84,95 | 84,78 |
| P _{Neta} | Potencia Neta medido en Alta | [MW] | 84,53 | 83,79 | 84,66 | 84,66 | 84,64 | 84,43 |
| Correcciones a la Potencia bruta | | | | | | | | |
| L _{FP} | Diferencia en pérdidas por FP | [kW] | 77,383 | 73,748 | 77,791 | 77,787 | 77,555 | 83,827 |
| P_{Bruta, Corr} | Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico | [MW] | 84,75 | 84,13 | 84,92 | 84,89 | 84,87 | 84,69 |

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

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

| Períodos | | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------------------------------|---|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Test Run n° | | | | | | | | |
| Hora | | | 12:45 | 13:15 | 13:45 | 14:15 | 14:45 | 15:15 |
| Variables Primarias | | | | | | | | |
| FP | Factor de potencia en bornes de máquina | - | 0,995 | 0,995 | 0,996 | 0,997 | 0,999 | 0,997 |
| P _{BRUTA} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina | [MW] | 84,86 | 84,97 | 84,82 | 84,83 | 84,82 | 84,73 |
| P _{Neta} | Potencia Neta medido en Alta | [MW] | 84,48 | 84,57 | 84,44 | 84,45 | 84,46 | 84,37 |
| Correcciones a la Potencia bruta | | | | | | | | |
| L _{FP} | Diferencia en pérdidas por FP | [kW] | 79,944 | 79,243 | 81,979 | 83,870 | 85,940 | 82,814 |
| P_{Bruta, Corr} | Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico | [MW] | 84,78 | 84,89 | 84,73 | 84,75 | 84,73 | 84,65 |

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



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

| Períodos | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Test Run n° | ref | | 12:30 | 13:00 | 13:30 | 14:00 | 14:30 | 15:00 |
| Hora | | | | | | | | |
| Variables Primarias | | | | | | | | |
| FP _{U1} | Factor de potencia en bornes de máquina U1 | - | 0,983 | 0,977 | 0,977 | 0,981 | 0,985 | 0,986 |
| P _{BRUTA,U1} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina U1 | [MW] | 81,26 | 81,26 | 81,31 | 81,29 | 81,18 | 81,22 |
| P _{net,U1} | Potencia Neta medido en Alta U1 | [MW] | 80,68 | 80,66 | 80,66 | 80,66 | 80,58 | 80,54 |
| FP _{U2} | Factor de potencia en bornes de máquina U2 | - | 0,979 | 0,973 | 0,973 | 0,976 | 0,981 | 0,982 |
| P _{BRUTA,U2} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina U2 | [MW] | 80,61 | 80,66 | 80,67 | 80,67 | 80,58 | 80,54 |
| P _{net,U2} | Potencia Neta medido en Alta U2 | [MW] | 80,25 | 80,26 | 80,28 | 80,29 | 80,21 | 80,15 |
| Correcciones a la Potencia bruta | | | | | | | | |
| L _{FP,U1} | Diferencia en pérdidas por FP - U1 | [kW] | 57,330 | 46,900 | 46,875 | 54,270 | 61,162 | 61,961 |
| L _{FP,U2} | Diferencia en pérdidas por FP - U2 | [kW] | 49,695 | 39,353 | 39,820 | 45,501 | 53,952 | 54,469 |
| P_{Bruta, Corr, U1} | Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico | [MW] | 81,20 | 81,21 | 81,26 | 81,24 | 81,12 | 81,16 |
| P_{Bruta, Corr, U2} | | [MW] | 80,56 | 80,62 | 80,63 | 80,63 | 80,53 | 80,49 |

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



6.4 Cálculo de la Potencia Neta corregida

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

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

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

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

Dónde:

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

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

| Períodos | | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------------------------|--|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Test Run n° | | | | | | | | |
| Hora | | | 16:45 | 17:15 | 17:45 | 18:15 | 18:45 | 19:15 |
| Determinación pérdidas totales | | | | | | | | |
| $L_{TOTALES}$ | Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos | [MW] | 0,299 | 0,418 | 0,339 | 0,311 | 0,310 | 0,351 |
| | $L_{TOTALES}$ | [kW] | 338,06 | | | | | |
| Cálculo promedio final | | | | | | | | |
| $P_{Bruta, Corr}$ | Valores utilizados para | [MW] | 84,75 | 84,13 | 84,92 | 84,89 | 84,87 | 84,69 |
| $P_{Neta, Corr}$ | cálculo de promedio final | [MW] | 84,45 | 83,71 | 84,58 | 84,58 | 84,56 | 84,34 |

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



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

| Períodos | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Test Run n° | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Hora | | 12:45 | 13:15 | 13:45 | 14:15 | 14:45 | 15:15 | |
| Determinación pérdidas totales | | | | | | | | |
| L _{TOTALES} | Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos | [MW] | 0,385 | 0,404 | 0,379 | 0,382 | 0,362 | 0,357 |
| | L _{TOTALES} | [kW] | 378,07 | | | | | |
| Cálculo promedio final | | | | | | | | |
| P _{Bruta, Corr} | Valores utilizados para | [MW] | 84,78 | 84,89 | 84,73 | 84,75 | 84,73 | 84,65 |
| P _{Neta, Corr} | cálculo de promedio final | [MW] | 84,40 | 84,49 | 84,36 | 84,37 | 84,37 | 84,29 |

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

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

| Períodos | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|-------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Test Run n° | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Hora | | 12:30 | 13:00 | 13:30 | 14:00 | 14:30 | 15:00 | |
| Determinación pérdidas totales | | | | | | | | |
| L _{TOTALES} | Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos | [MW] | 0,952 | 0,993 | 1,043 | 1,016 | 0,971 | 1,063 |
| | L _{TOTALES} | [kW] | 1006,38 | | | | | |
| Cálculo promedio final | | | | | | | | |
| P _{Bruta, Corr} | Valores utilizados para | [MW] | 161,77 | 161,84 | 161,89 | 161,87 | 161,65 | 161,64 |
| P _{Neta, Corr} | cálculo de promedio final | [MW] | 160,82 | 160,84 | 160,85 | 160,85 | 160,68 | 160,58 |

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



6.5 Cálculo del promedio final

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

- Unidad 1: **84.71 MW**
- Unidad 2: **84.76 MW**
- Central completa: **161.78 MW**

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

- Unidad 1: **84.37 MW**
- Unidad 2: **84.38 MW**
- Central completa: **160.77 MW**

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

| Períodos | | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------------------|----------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Test Run n° | | | | | | | | |
| Hora | | | 16:45 | 17:15 | 17:45 | 18:15 | 18:45 | 19:15 |
| Cálculo promedio final | | | | | | | | |
| P_{Bruta, Corr} | Valores utilizados para | [MW] | 84,75 | 84,13 | 84,92 | 84,89 | 84,87 | 84,69 |
| P_{Neta, Corr} | cálculo de promedio final | [MW] | 84,45 | 83,71 | 84,58 | 84,58 | 84,56 | 84,34 |
| P_{MAX, Bruta} | Potencia Máxima Bruta | [MW] | 84,71 | | | | | |
| P_{MAX, Neta} | Potencia Máxima Neta | [MW] | 84,37 | | | | | |

Tabla 6-16 – Promedio Final para la Unidad 1



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

| Períodos | | | | | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Test Run n° | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Hora | | 12:45 | 13:15 | 13:45 | 14:15 | 14:45 | 15:15 |
| Cálculo promedio final | | | | | | | |
| P_{Bruta, Corr} | Valores utilizados para | [MW] | 84,78 | 84,89 | 84,73 | 84,75 | 84,73 |
| P_{Neta, Corr} | cálculo de promedio final | [MW] | 84,40 | 84,49 | 84,36 | 84,37 | 84,29 |
| P_{MAX, Bruta} | Potencia Máxima Bruta | [MW] | 84,76 | | | | |
| P_{MAX, Neta} | Potencia Máxima Neta | [MW] | 84,38 | | | | |

Tabla 6-17 – Promedio Final para la Unidad 2

La Tabla 6-18 detalla los valores utilizados para el cálculo del promedio de la central completa:

| Períodos | | | | | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Test Run n° | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Hora | | 12:30 | 13:00 | 13:30 | 14:00 | 14:30 | 15:00 |
| Cálculo promedio final | | | | | | | |
| P_{Bruta, Corr} | Valores utilizados para | [MW] | 161,77 | 161,84 | 161,89 | 161,87 | 161,65 |
| P_{Neta, Corr} | cálculo de promedio final | [MW] | 160,82 | 160,84 | 160,85 | 160,85 | 160,68 |
| P_{MAX, Bruta} | Potencia Máxima Bruta | [MW] | 161,78 | | | | |
| P_{MAX, Neta} | Potencia Máxima Neta | [MW] | 160,77 | | | | |

Tabla 6-18 – Promedio Final para la central completa



6.6 Tabla Resumen general

Todos los cálculos presentados anteriormente se resumen a continuación.

| Períodos | | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
|---|--|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| Test Run n° | | | | | | | | | |
| Hora | | | 16:45 | 17:15 | 17:45 | 18:15 | 18:45 | 19:15 | |
| Variables Primarias | | | | | | | | | |
| FP | Factor de potencia en bornes de máquina | - | 0,994 | 0,992 | 0,994 | 0,994 | 0,994 | 0,997 | Mediciones |
| P _{BRUTA} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina | [MW] | 84,83 | 84,21 | 85,00 | 84,97 | 84,95 | 84,78 | |
| P _{Neta} | Potencia Neta medido en Alta | [MW] | 84,53 | 83,79 | 84,66 | 84,66 | 84,64 | 84,43 | |
| Variables Secundarias | | | | | | | | | |
| Frec | Velocidad de Rotación - Para estabilidad | [Hz] | 49,97 | 50,09 | 50,05 | 50,04 | 50,07 | 49,91 | |
| Verificación de condiciones de estabilidad | | | | | | | | | |
| P _{Neta} | Potencia Neta medido en Alta | 1,50% | 0,155% | 0,225% | 0,145% | 0,130% | 0,154% | 0,093% | Cálculos de Desvío Estándar y comparación con el límite establecido por norma |
| P _{BRUTA} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina | 1,50% | 0,140% | 0,105% | 0,133% | 0,140% | 0,141% | 0,104% | |
| FP | Factor de potencia en bornes de máquina | 2,00% | 0,029% | 0,043% | 0,031% | 0,026% | 0,030% | 0,117% | |
| Frec | Velocidad de Rotación | 0,50% | 0,075% | 0,079% | 0,073% | 0,133% | 0,109% | 0,054% | |
| Estabilidad | ¿Se cumplen los criterios para todas las variables? | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| Consumos SSAA | | | | | | | | | |
| P _{SSAA} | Potencia total consumida por los servicios auxiliares | [kW] | 18,027 | 18,067 | 17,947 | 19,173 | 18,381 | 18,840 | |
| | Promedio P _{SSAA} | [kW] | 18,41 | | | | | | |
| Determinación pérdidas totales | | | | | | | | | |
| P _{Bruta, No Corr} | Potencia Bruta medida - Total | [MW] | 84,825 | 84,205 | 84,997 | 84,972 | 84,946 | 84,778 | L _{Totales} = P _{bruta, No Corr} - P _{Neta, No Corr} |
| P _{Neta, No Corr} | Potencia Neta medida - Total | [MW] | 84,526 | 83,787 | 84,658 | 84,661 | 84,636 | 84,427 | |
| L _{TOTALES} | Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos | [MW] | 0,299 | 0,418 | 0,339 | 0,311 | 0,310 | 0,351 | |
| | L _{TOTALES} | [kW] | 338,06 | | | | | | |
| P _{PERD,TR} | Pérdidas en el transformador principal | [MW] | 0,267 | 0,264 | 0,268 | 0,268 | 0,268 | 0,267 | |
| | P _{PERD,TR} | [kW] | 267,12 | | | | | | |
| P _{SSAA} | Potencia total consumida por los servicios auxiliares | [MW] | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,019 | 0,018 | 0,019 | |
| | P _{SSAA} | [kW] | 18,41 | | | | | | |
| P _{PERD,TR,SS,AA} | Pérdidas en el transformador de SS.AA. | [MW] | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | |
| | P _{PERD,TR,SS,AA} | [kW] | 2,20 | | | | | | |
| P _{PERD,RED} | Pérdidas en la red interna | [MW] | 0,012 | 0,134 | 0,050 | 0,022 | 0,022 | 0,063 | P _{PERD,RED} = L _{TOTALES} - P _{SS,AA} - P _{PERD,TR} - P _{PERD,TR,SS,AA} |
| | P _{PERD,RED} | [kW] | 50,33 | | | | | | |
| Correcciones a la Potencia bruta | | | | | | | | | |
| L _{FP} | Diferencia en pérdidas por FP | [kW] | 77,383 | 73,748 | 77,791 | 77,787 | 77,555 | 83,827 | Diferencia de kW en la curva de FP (FP _{ens} vs 0.95) |
| P _{Bruta, Corr} | Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico | [MW] | 84,75 | 84,13 | 84,92 | 84,89 | 84,87 | 84,69 | P _{Bruta, Corr} = (P _{Bruta} - L _{FP}) |
| Cálculo promedio final | | | | | | | | | |
| P _{Bruta, Corr} | Valores utilizados para | [MW] | 84,75 | 84,13 | 84,92 | 84,89 | 84,87 | 84,69 | Selección de los test-run promediales |
| P _{Neta, Corr} | cálculo de promedio final | [MW] | 84,45 | 83,71 | 84,58 | 84,58 | 84,56 | 84,34 | |
| | | | | | | | | | P _{Neta, Corr} = P _{Bruta, Corr} - L _{TOTALES} |
| P _{MAX, Bruta} | Potencia Máxima Bruta | [MW] | 84,71 | | | | | | |
| P _{MAX, Neta} | Potencia Máxima Neta | [MW] | 84,37 | | | | | | |

Tabla 6-19 – Resumen general para la Unidad 1



| Períodos | | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
|---|--|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Test Run n° | Hora | | 12:45 | 13:15 | 13:45 | 14:15 | 14:45 | 15:15 | |
| Variables Primarias | | | | | | | | | |
| FP | Factor de potencia en bornes de máquina | - | 0,995 | 0,995 | 0,996 | 0,997 | 0,999 | 0,997 | Mediciones |
| P _{BRUTA} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina | [MW] | 84,86 | 84,97 | 84,82 | 84,83 | 84,82 | 84,73 | |
| P _{Neta} | Potencia Neta medido en Alta | [MW] | 84,48 | 84,57 | 84,44 | 84,45 | 84,46 | 84,37 | |
| Variables Secundarias | | | | | | | | | |
| Frec | Velocidad de Rotación - Para estabilidad | [Hz] | 50,00 | 50,00 | 49,92 | 50,02 | 50,02 | 50,03 | |
| Verificación de condiciones de estabilidad | | | | | | | | | |
| P _{Neta} | Potencia Neta medido en Alta | 1,50% | 0,091% | 0,174% | 0,191% | 0,200% | 0,117% | 0,119% | Cálculos de Desvío Estándar y comparación con el límite establecido por norma |
| P _{BRUTA} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina | 1,50% | 0,101% | 0,170% | 0,173% | 0,171% | 0,094% | 0,061% | |
| FP | Factor de potencia en bornes de máquina | 2,00% | 0,070% | 0,048% | 0,077% | 0,040% | 0,022% | 0,042% | |
| Frec | Velocidad de Rotación | 0,50% | 0,073% | 0,121% | 0,101% | 0,227% | 0,069% | 0,148% | |
| Estabilidad | ¿Se cumplen los criterios para todas las variables? | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| Consumos SSAA | | | | | | | | | |
| P _{SSAA} | Potencia total consumida por los servicios auxiliares | [kW] | 17,397 | 16,506 | 16,496 | 16,510 | 16,496 | 16,455 | |
| | Promedio P _{SSAA} | [kW] | 16,64 | | | | | | |
| Determinación pérdidas totales | | | | | | | | | |
| P _{Bruta, No Corr} | Potencia Bruta medida - Total | [MW] | 84,861 | 84,972 | 84,816 | 84,835 | 84,818 | 84,732 | L _{Totales} = P _{bruta, No Corr} - P _{Neta, No Corr} P _{PERD,RED} = L _{TOTALES} - P _{SS,AA} - P _{PERD,TR} - P _{PERD,TR SS,AA} |
| P _{Neta, No Corr} | Potencia Neta medida - Total | [MW] | 84,476 | 84,568 | 84,437 | 84,453 | 84,456 | 84,375 | |
| L _{TOTALES} | Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos | [MW] | 0,385 | 0,404 | 0,379 | 0,382 | 0,362 | 0,357 | |
| | L _{TOTALES} | [kW] | 378,07 | | | | | | |
| P _{PERD,TR} | Pérdidas en el transformador principal | [MW] | 0,289 | 0,289 | 0,288 | 0,288 | 0,288 | 0,288 | |
| | P _{PERD,TR} | [kW] | 288,42 | | | | | | |
| P _{SSAA} | Potencia total consumida por los servicios auxiliares | [MW] | 0,017 | 0,017 | 0,016 | 0,017 | 0,016 | 0,016 | |
| | P _{SSAA} | [kW] | 16,64 | | | | | | |
| P _{PERD,TR SSAA} | Pérdidas en el transformador de SS.AA. | [MW] | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | |
| | P _{PERD,TR SSAA} | [kW] | 2,20 | | | | | | |
| P _{PERD,RED} | Pérdidas en la red interna | [MW] | 0,077 | 0,096 | 0,072 | 0,074 | 0,055 | 0,050 | |
| | P _{PERD,RED} | [kW] | 70,81 | | | | | | |
| Correcciones a la Potencia bruta | | | | | | | | | |
| L _{FP} | Diferencia en pérdidas por FP | [kW] | 79,944 | 79,243 | 81,979 | 83,870 | 85,940 | 82,814 | Diferencia de kW en la curva de FP (FP _{ens} vs 0.95) |
| P _{Bruta, Corr} | Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico | [MW] | 84,78 | 84,89 | 84,73 | 84,75 | 84,73 | 84,65 | P _{Bruta, Corr} = (P _{Bruta} - L _{FP}) |
| Cálculo promedio final | | | | | | | | | |
| P _{Bruta, Corr} | Valores utilizados para cálculo de promedio final | [MW] | 84,78 | 84,89 | 84,73 | 84,75 | 84,73 | 84,65 | Selección de los test-run promediables |
| P _{Neta, Corr} | | [MW] | 84,40 | 84,49 | 84,36 | 84,37 | 84,37 | 84,29 | P _{Neta, Corr} = P _{Bruta, Corr} - L _{TOTALES} |
| P _{MAX, Bruta} | Potencia Máxima Bruta | [MW] | 84,76 | | | | | | |
| P _{MAX, Neta} | Potencia Máxima Neta | [MW] | 84,38 | | | | | | |

Tabla 6-20 – Resumen general para la Unidad 2



| Períodos | | ref | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
|---|--|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---|
| Test Run n° | | | 12:30 | 13:00 | 13:30 | 14:00 | 14:30 | 15:00 | |
| Variables Primarias | | | | | | | | | |
| FP _{U1} | Factor de potencia en bornes de máquina U1 | - | 0,983 | 0,977 | 0,977 | 0,981 | 0,985 | 0,986 | Mediciones |
| P _{BRUTA,U1} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina U1 | [MW] | 81,26 | 81,26 | 81,31 | 81,29 | 81,18 | 81,22 | |
| P _{net,U1} | Potencia Neta medido en Alta U1 | [MW] | 80,68 | 80,66 | 80,66 | 80,66 | 80,58 | 80,54 | |
| FP _{U2} | Factor de potencia en bornes de máquina U2 | - | 0,979 | 0,973 | 0,973 | 0,976 | 0,981 | 0,982 | |
| P _{BRUTA,U2} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina U2 | [MW] | 80,61 | 80,66 | 80,67 | 80,67 | 80,58 | 80,54 | |
| P _{net,U2} | Potencia Neta medido en Alta U2 | [MW] | 80,25 | 80,26 | 80,28 | 80,29 | 80,21 | 80,15 | |
| Variables Secundarias | | | | | | | | | |
| Frec | Velocidad de Rotación - Para estabilidad | [Hz] | 50,00 | 50,01 | 49,97 | 49,97 | 50,05 | 50,06 | |
| Verificación de condiciones de estabilidad | | | | | | | | | |
| P _{net,U1} | Potencia Neta medido en Alta U1 | 1,50% | 0,102% | 0,106% | 0,109% | 0,113% | 0,109% | 0,057% | Cálculos de Desvío Estándar y comparación con el límite establecido por norma |
| P _{BRUTA,U1} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina U1 | 1,50% | 0,090% | 0,130% | 0,053% | 0,062% | 0,120% | 0,091% | |
| FP _{U1} | Factor de potencia en bornes de máquina U1 | 2,00% | 0,074% | 0,031% | 0,029% | 0,119% | 0,094% | 0,081% | |
| P _{net,U2} | Potencia Neta medido en Alta U2 | 1,50% | 0,117% | 0,147% | 0,122% | 0,121% | 0,084% | 0,075% | |
| P _{BRUTA,U2} | Potencia Bruta medida en bornes de máquina U2 | 1,50% | 0,121% | 0,094% | 0,143% | 0,135% | 0,147% | 0,098% | |
| FP _{U2} | Factor de potencia en bornes de máquina U2 | 2,00% | 0,074% | 0,037% | 0,064% | 0,178% | 0,097% | 0,107% | |
| Frec | Velocidad de Rotación | 0,50% | 0,117% | 0,078% | 0,098% | 0,214% | 0,102% | 0,044% | |
| Estabilidad | ¿Se cumplen los criterios para todas las variables? | | SI | SI | SI | SI | SI | SI | |
| Consumos SSAA | | | | | | | | | |
| P _{SSAA,U1} | Potencia total consumida por los servicios auxiliares U1 | [kW] | 347,285 | 345,320 | 346,051 | 342,972 | 355,939 | 362,598 | |
| P _{SSAA,U2} | Potencia total consumida por los servicios auxiliares U2 | [kW] | 16,179 | 16,214 | 16,203 | 16,770 | 16,156 | 16,151 | |
| P _{SSAA} | Potencia total consumida por los servicios auxiliares | [kW] | 363,464 | 361,534 | 362,254 | 359,742 | 372,095 | 378,749 | |
| | Promedio P _{SSAA} | [kW] | 366,31 | | | | | | |
| Determinación pérdidas totales | | | | | | | | | |
| P _{Bruta, No Corr} | Potencia Bruta medida - Total | [MW] | 161,875 | 161,921 | 161,979 | 161,968 | 161,765 | 161,759 | L _{Totales} = P _{Bruta, No Corr} - P _{Neto, No Corr} |
| P _{Neto, No Corr} | Potencia Neta medida - Total | [MW] | 160,924 | 160,928 | 160,936 | 160,952 | 160,794 | 160,696 | |
| L _{TOTALES} | Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos | [MW] | 0,952 | 0,993 | 1,043 | 1,016 | 0,971 | 1,063 | |
| | L _{TOTALES} | [kW] | 1006,38 | | | | | | |
| P _{PERD,TRU1} | Pérdidas en el transformador principal | [MW] | 0,270 | 0,270 | 0,270 | 0,270 | 0,270 | 0,270 | |
| P _{PERD,TRU2} | Pérdidas en el transformador principal | [MW] | 0,266 | 0,266 | 0,266 | 0,266 | 0,266 | 0,266 | |
| | P _{PERD,TR} | [kW] | 536,30 | | | | | | |
| P _{SSAA} | Potencia total consumida por los servicios auxiliares | [MW] | 0,363 | 0,362 | 0,362 | 0,360 | 0,372 | 0,379 | |
| | P _{SSAA} | [kW] | 366,31 | | | | | | |
| P _{PERD,TRSS,AA,U1} | Pérdidas en el transformador de SS.AA. | [MW] | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | |
| P _{PERD,TRSS,AA,U2} | Pérdidas en el transformador de SS.AA. | [MW] | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | |
| | P _{PERD,TR SS,AA} | [kW] | 6,00 | | | | | | |
| P _{PERD,RED} | Pérdidas en la red interna | [MW] | 0,046 | 0,089 | 0,138 | 0,113 | 0,057 | 0,143 | |
| | P _{PERD,RED} | [kW] | 97,77 | | | | | | |
| Correcciones a la Potencia bruta | | | | | | | | | |
| L _{FP,U1} | Diferencia en pérdidas por FP - U1 | [kW] | 57,330 | 46,900 | 46,875 | 54,270 | 61,162 | 61,961 | Diferencia de kW en la curva de FP (FP _{ens} vs 0.95) |
| L _{FP,U2} | Diferencia en pérdidas por FP - U2 | [kW] | 49,695 | 39,353 | 39,820 | 45,501 | 53,952 | 54,469 | |
| P _{Bruta, Corr, U1} | Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico | [MW] | 81,20 | 81,21 | 81,26 | 81,24 | 81,12 | 81,16 | P _{Bruta, Corr, U1} = (P _{Bruta, U1} - L _{FP}) |
| P _{Bruta, Corr, U2} | Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico | [MW] | 80,56 | 80,62 | 80,63 | 80,63 | 80,53 | 80,49 | P _{Bruta, Corr, U2} = (P _{Bruta, U2} - L _{FP}) |
| Cálculo promedio final | | | | | | | | | |
| P _{Bruta, Corr} | Valores utilizados para cálculo de promedio final | [MW] | 161,77 | 161,84 | 161,89 | 161,87 | 161,65 | 161,64 | Selección de los test-run promediables |
| P _{Neto, Corr} | Valores utilizados para cálculo de promedio final | [MW] | 160,82 | 160,84 | 160,85 | 160,85 | 160,68 | 160,58 | P _{Neto, Corr} = P _{Bruta, Corr} - L _{TOTALES} |
| P _{MAX, Bruta} | Potencia Máxima Bruta | [MW] | 161,78 | | | | | | |
| P _{MAX, Neto} | Potencia Máxima Neta | [MW] | 160,77 | | | | | | |

Tabla 6-21 – Resumen general para la central completa



6.7 Incertidumbre

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

En la Tabla 6-22 y en la Tabla 6-23 se presenta el cálculo de incertidumbre para la **Potencia Bruta Corregida** y la **Potencia Neta Corregida** respectivamente para la Unidad 1, en ambos casos se ha considerado una certeza del 95%.

| Cálculo de incertidumbre - Potencia Bruta | | | | | | | | | | | |
|---|--------|----------|---------------------|----|------------|------------------------|----------------------|-------------------------------------|--|--|-------------|
| Variable | Unidad | Promedio | Desviación estándar | N | ts,v - 95% | Error de medición (Bx) | Error aleatorio (Sx) | Factor de sensibilidad (θ) | Incertidumbre sistémica ($Bx*\theta*ts,v$) | Incertidumbre aleatoria ($Sx*\theta*ts,v$) | |
| P _{BRUTA} | [kW] | 84787,13 | 107,834 | 30 | 2,042 | 293,711 | 19,6876 | 1,05 | 632,3347 | 42,3858 | |
| FP | [-] | 0,994 | 0,000 | 30 | 2,042 | 0,003 | 0,0001 | -1536,99 | -10,8073 | -0,2620 | |
| | | | | | | | | | U_R | 633,85 | [kW] |

Tabla 6-22 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Bruta corregida de la Unidad 1

| Cálculo de incertidumbre - Potencia Neta | | | | | | | | | | | |
|--|--------|----------|---------------------|----|------------|------------------------|----------------------|-------------------------------------|--|--|-------------|
| Variable | Unidad | Promedio | Desviación estándar | N | ts,v - 95% | Error de medición (Bx) | Error aleatorio (Sx) | Factor de sensibilidad (θ) | Incertidumbre sistémica ($Bx*\theta*ts,v$) | Incertidumbre aleatoria ($Sx*\theta*ts,v$) | |
| P _{BRUTA} | [kW] | 84787,13 | 107,834 | 30 | 2,042 | 293,711 | 19,6876 | 0,05 | 32,58 | 2,18 | |
| FP | [-] | 0,994 | 0,000 | 30 | 2,042 | 0,003 | 0,0001 | -1536,99 | -10,8073 | -0,2620 | |
| P _{Neta} | [kW] | 84449,07 | 126,960 | 30 | 2,042 | 292,540 | 23,1797 | 1,00 | 597,3670 | 47,3329 | |
| | | | | | | | | | U_R | 600,23 | [kW] |

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



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

| Cálculo de incertidumbre - Potencia Bruta | | | | | | | | | | | |
|---|--------|----------|---------------------|----|------------|------------------------|----------------------|-------------------------------------|--|--|-------------|
| Variable | Unidad | Promedio | Desviación estándar | N | ts,v - 95% | Error de medición (Bx) | Error aleatorio (Sx) | Factor de sensibilidad (θ) | Incertidumbre sistémica (Bx* θ *ts,v) | Incertidumbre aleatoria (Sx* θ *ts,v) | |
| P _{BRUTA} | [kW] | 84838,90 | 108,832 | 30 | 2,042 | 293,891 | 19,8699 | 1,06 | 635,2536 | 42,9493 | |
| FP | [-] | 0,996 | 0,000 | 30 | 2,042 | 0,003 | 0,0001 | -1540,95 | -10,8620 | -0,2855 | |
| | | | | | | | | | U_R | 636,80 | [kW] |

Tabla 6-24 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Bruta corregida de la Unidad 2

| Cálculo de incertidumbre - Potencia Neta | | | | | | | | | | | |
|--|--------|----------|---------------------|----|------------|------------------------|----------------------|-------------------------------------|--|--|-------------|
| Variable | Unidad | Promedio | Desviación estándar | N | ts,v - 95% | Error de medición (Bx) | Error aleatorio (Sx) | Factor de sensibilidad (θ) | Incertidumbre sistémica (Bx* θ *ts,v) | Incertidumbre aleatoria (Sx* θ *ts,v) | |
| P _{BRUTA} | [kW] | 84838,90 | 108,832 | 30 | 2,042 | 293,891 | 19,8699 | 0,06 | 35,13 | 2,38 | |
| FP | [-] | 0,996 | 0,000 | 30 | 2,042 | 0,003 | 0,0001 | -1540,95 | -10,8620 | -0,2855 | |
| P _{Neta} | [kW] | 84460,83 | 125,539 | 30 | 2,042 | 292,581 | 22,9202 | 1,00 | 597,4502 | 46,8031 | |
| | | | | | | | | | U_R | 600,41 | [kW] |

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



En la Tabla 6-26 y en la Tabla 6-27 se presenta el cálculo de incertidumbre para la **Potencia Bruta Corregida** y la **Potencia Neta Corregida** respectivamente para la central completa, en ambos casos se ha considerado una certeza del 95%.

| Cálculo de incertidumbre - Potencia Bruta | | | | | | | | | | | |
|---|--------|----------|---------------------|----|------------|------------------------|----------------------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------|
| Variable | Unidad | Promedio | Desviación estándar | N | ts,v - 95% | Error de medición (Bx) | Error aleatorio (Sx) | Factor de sensibilidad (θ) | Incertidumbre sistémica (Bx*θ*ts,v) | Incertidumbre aleatoria (Sx*θ*ts,v) | |
| P _{BRUTA-U1} | [kW] | 81254,00 | 73,814 | 30 | 2,042 | 281,472 | 13,4766 | 1,01 | 580,7989 | 27,8081 | |
| FP _{U1} | [-] | 0,982 | 0,001 | 30 | 2,042 | 0,003 | 0,0001 | -1425,17 | -9,8961 | -0,3725 | |
| P _{BRUTA-U2} | [kW] | 80624,02 | 99,089 | 30 | 2,042 | 279,290 | 18,0911 | 1,02 | 580,0297 | 37,5716 | |
| FP _{U2} | [-] | 0,977 | 0,001 | 30 | 2,042 | 0,003 | 0,0002 | -1405,11 | -9,7149 | -0,4763 | |
| | | | | | | | | | U_R | 822,28 | [kW] |

Tabla 6-26 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Bruta corregida de la central completa

| Cálculo de incertidumbre - Potencia Neta | | | | | | | | | | | |
|--|--------|----------|---------------------|----|------------|------------------------|----------------------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------|
| Variable | Unidad | Promedio | Desviación estándar | N | ts,v - 95% | Error de medición (Bx) | Error aleatorio (Sx) | Factor de sensibilidad (θ) | Incertidumbre sistémica (Bx*θ*ts,v) | Incertidumbre aleatoria (Sx*θ*ts,v) | |
| P _{BRUTA-U1} | [kW] | 81254,00 | 73,814 | 30 | 2,042 | 281,472 | 13,4766 | 0,01 | 6,03 | 0,29 | |
| FP _{U1} | [-] | 0,982 | 0,001 | 30 | 2,042 | 0,003 | 0,0001 | -1425,17 | -9,8961 | -0,3725 | |
| P _{neto-U1} | [kW] | 80632,28 | 80,139 | 30 | 2,042 | 279,318 | 14,6313 | 1,00 | 570,3682 | 29,8771 | |
| P _{BRUTA-U2} | [kW] | 80624,02 | 99,089 | 30 | 2,042 | 279,290 | 18,0911 | 0,02 | 9,72 | 0,63 | |
| FP _{U2} | [-] | 0,977 | 0,001 | 30 | 2,042 | 0,003 | 0,0002 | -1405,11 | -9,7149 | -0,4763 | |
| P _{neto-U2} | [kW] | 80239,36 | 88,940 | 30 | 2,042 | 277,957 | 16,2382 | 1,00 | 567,5888 | 33,1585 | |
| | | | | | | | | | U_R | 806,10 | [kW] |

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



7 CONCLUSIONES

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

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

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

| Resumen de resultados C.H. La Higuera – Unidad 1 | | |
|--|--|----------------|
| Potencia Máxima | Bruta Medida [MW] | 84.7871 |
| | Bruta Corregida [MW] | 84.7091 |
| | Neta Calculada [MW] | 84.4491 |
| | Neta Corregida [MW] | 84.3711 |
| Pérdidas y consumos internos | Consumos de SSAA [kW] | 18.41 |
| | Pérdidas en los transformadores principales [kW] | 267.12 |
| | Pérdidas en el transformador de SS.AA. [kW] | 2.20 |
| | Pérdidas en la red interna [kW] | 50.33 |
| | Pérdidas totales [kW] | 338.06 |

Tabla 7-1 – Resumen resultados – Unidad 1

| Resumen de resultados C.H. La Higuera – Unidad 2 | | |
|--|--|----------------|
| Potencia Máxima | Bruta Medida [MW] | 84.8389 |
| | Bruta Corregida [MW] | 84.7566 |
| | Neta Calculada [MW] | 84.4608 |
| | Neta Corregida [MW] | 84.3785 |
| Pérdidas y consumos internos | Consumos de SSAA [kW] | 16.64 |
| | Pérdidas en los transformadores principales [kW] | 288.42 |
| | Pérdidas en el transformador de SS.AA. [kW] | 2.20 |
| | Pérdidas en la red interna [kW] | 70.81 |
| | Pérdidas totales [kW] | 378.07 |

Tabla 7-2 – Resumen resultados – Unidad 2



| Resumen de resultados C.H. La Higuera – Central completa | | |
|--|--|-----------------|
| Potencia Máxima | Bruta Medida [MW] | 161.8780 |
| | Bruta Corregida [MW] | 161.7761 |
| | Neta Calculada [MW] | 160.8716 |
| | Neta Corregida [MW] | 160.7698 |
| Pérdidas y consumos internos | Consumos de SSAA [kW] | 366.31 |
| | Pérdidas en los transformadores principales [kW] | 536.30 |
| | Pérdidas en el transformador de SS.AA. [kW] | 6.00 |
| | Pérdidas en la red interna [kW] | 97.77 |
| | Pérdidas totales [kW] | 1006.38 |

Tabla 7-3 – Resumen resultados – Central completa



8 NORMATIVA

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



9 ANEXOS

9.1 Datos característicos del generador y turbina

| No. | Item | Data | Denomination |
|-----|---|-----------------------|--------------|
| 1. | Manufacturer | PM | |
| 2. | Type | CB 433/190-10 УХЛ4 | |
| 3. | Rated power | 91/77,35 | MVA / MW |
| 4. | Maximum power | 94,1/80 | MVA / MW |
| 5. | Rated power factor | 0,85 | |
| 6. | Rated voltage | 13,8 | kV |
| 7. | Rated stator current | 3807 | A |
| 8. | Maximum stator current | 3937 | A |
| 9. | Rated frequency | 50 | Hz |
| 10. | Rated speed | 600 | r/m |
| 11. | Run away speed | 996 | r/m |
| 12. | Stator inner diameter | 3300 | mm |
| 13. | Stator core length | 1900 | mm |
| 14. | No of slots | 180 | pcs. |
| 15. | No of stator sectors | 1 | pc |
| 16. | Number of rotor poles | 10 | pcs |
| 17. | No of coolers | 8 | pcs. |
| 18. | Cooling air temperature max | 40 | °C |
| 19. | Stator winding D.C. phase resistance at 15°C | 0,0031 | Ω |
| 20. | Rotor winding D.C. resistance 15°C | 0,074 | Ω |
| 21. | Field current at rated load | 1290 | A |
| 22. | Rated field voltage | 130 | V |
| 23. | Load losses | 368 | kW |
| 24. | No load losses | 1037 | kW |
| 25. | Efficiency at rated load and power factor of 0,85 (G) | 98,21 | % |

Figura 9-1 – Datos de los generadores



| | | |
|----------------------------|--------------------|------|
| Ciente | Tinguirica energía | |
| Planta | La Higuera | |
| Número proyecto | C320.01264 | |
| Tipo de máquina | Francis vertical | |
| Unidad N°. | 1 | 2 |
| Número de serie | 2227 | 2228 |
| Año de construcción | 2015 | 2015 |

| | | |
|--|--------------|------------------------|
| Potencia nominal | $P =$ | 85,43 MW |
| Salto neto nominal | $H_n =$ | 370.00 m |
| Caudal nominal | $Q_n =$ | 25.0 m ³ /s |
| Velocidad de rotación | $n =$ | 600 rpm |
| Velocidad de fuga máxima garantizada | $n_{Tmax} =$ | 1060 rpm |
| Altura de instalación (línea central del distribuidor) | | 704.00 m.s.n.m. |
| Diámetro del rodete | $D_2 =$ | 1623 mm |
| Número de álabes del rodete | $z_2 =$ | 15 |
| Número de álabes del distribuidor | $z_0 =$ | 20 |
| Altura del distribuidor | $B_0 =$ | 220 mm |
| Sentido de rotación (vista desde el generador) | | horario |
| Gama nominal de la posición de los álabes del distribuidor | | Da 0° a 30.4° |

Figura 9-2 – Datos de las turbinas



9.2 Curvas características de los generadores

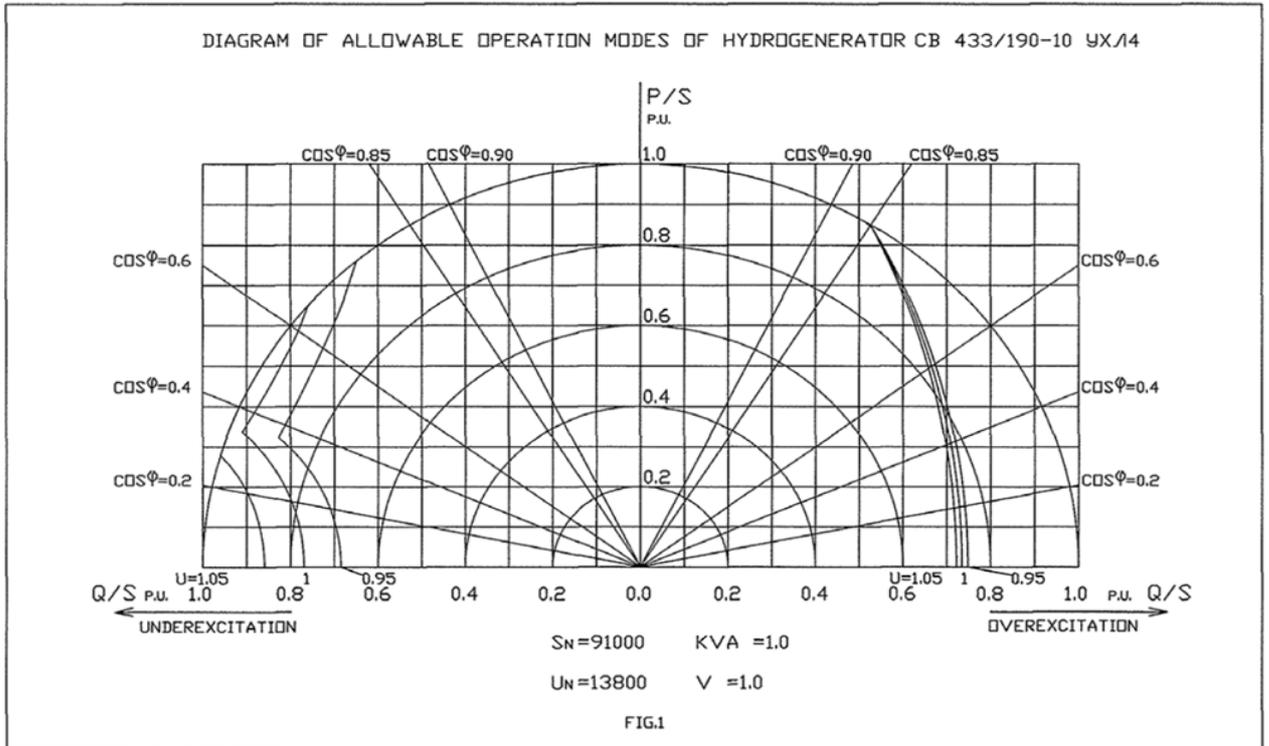


Figura 9-3 – Curva de capacidad

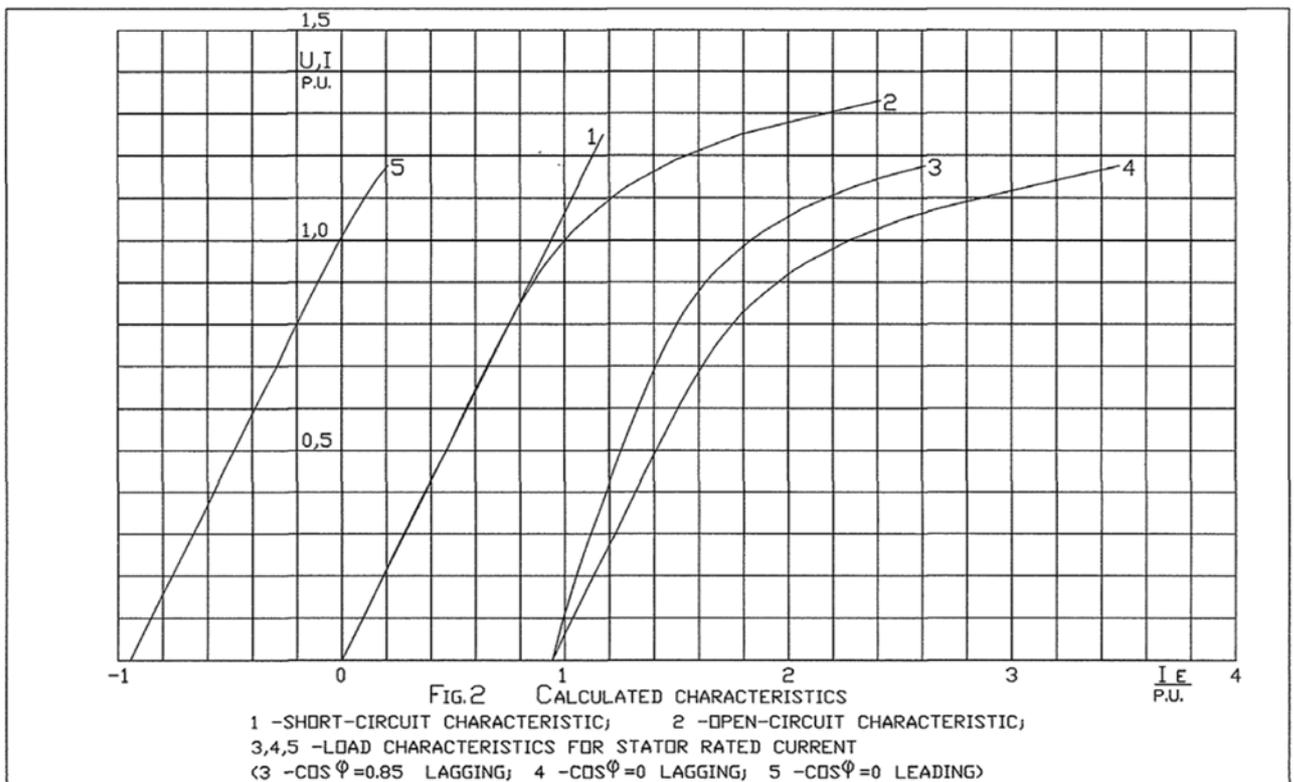


Figura 9-4 – Curva de saturación y cortocircuito



9.3 Datos característicos de los transformadores principales

MADE IN INDIA BY
CG Power Systems
Transformer Division
MANDIDEEP ANDHRA PRADESH
A BUSINESS UNIT OF

CG Crompton Greaves

TRANSFORMADOR
TO IEC-60075

| | | | |
|---|--------------|---|-------------|
| POTENCIA MVA | 11 | TIPO DE ENFRIAMIENTO | ONAN / ONAF |
| VOLTAJE DE AT (SIN CARGA) kV | 220.150 | CLASIFICACION DE MVA | 68.25 / 91 |
| VOLTAJE DE AT (SIN CARGA) kV | 10.8 | ELEVACION DE TEMP DE ACEITE GARANTIZADA °C | 50 |
| CORRIENTE DE LINEA EN AMPERES AT | 332.8-343.2 | ELEVACION DE TEMP DE ARROLADO GARANTIZADA °C | 55 |
| CORRIENTE DE LINEA EN AMPERES BT | 3807.2 | SIMBOLO DE CONEXION | YNd1 |
| NUMERO DE FASES | 3 | PESO DE DESENCIBADADO | kg |
| FRECUENCIA Hz | 50 | TOTAL DE ACEITE | kg / Ltr |
| W. O. NO DEL FABRICANTE | BE09390 | PESO TOTAL | 160200 |
| SERIAL DEL FABRICANTE | BE09390 / 1 | PIEZA MAS PESADA CON ACEITE | kg |
| NO DEL DISEÑO DEL DIAGRAMA | T62BH0291240 | PIEZA MAS PESADA SIN ACEITE | kg |
| MES / AÑO DE FABRICACION | 2008 | | |

NIVEL DE AISLAMIENTO
PARA 220kV : LINE: LI 850 - AC 360 NEUTRAL : LI 850 - AC 140 / LI 110 - AC 34
PARA 154kV : LINE: LI 650 - AC 275 NEUTRAL : LI 650 - AC 140 / LI 110 - AC 34

REF DEL COMPRADOR (CLIENTE)
PO NO.- 709/090 - 07 - CGP - 0996 - 01; DATE: 26/05/2007

| TAP POSICION NO. | AT A TRAVES DE HT | | EN CADA FASE EL SWITCH SE CONECTA | BT A TRAVES DE XT | |
|------------------|-------------------|---------|-----------------------------------|-------------------|--------------|
| | VOLTIOS | AMPERES | | VOLTIOS | IMPEDENCIA % |
| 1 | 155000 | 318.4 | 3-4 | 10.42 % | |
| 2 | 155000 | 329.4 | 3-4 | 10.23 % | |
| 3 | 154000 | 341.2 | 3-4 | 10.02 % | |
| 4 | 148500 | 333.8 | 3-4 | 9.88 % | |
| 5 | 142000 | 327.4 | 3-4 | 9.88 % | |

DIAGRAMA DE CONEXION

| CT | POSICION | YCHIA |
|-----|----------|---|
| CT1 | 800/1 | H151 - H152 - H153 - H154 - H155 - H156 |
| CT2 | 800/1 | H151 - H152 - H153 - H154 - H155 - H156 |
| CT3 | 800/1 | H151 - H152 - H153 - H154 - H155 - H156 |
| CT4 | 800/1 | H151 - H152 - H153 - H154 - H155 - H156 |
| CT5 | 800/1 | H151 - H152 - H153 - H154 - H155 - H156 |

LOCALIZACION DE LOS TERMINALES
OCT1 - C. M. H. A. B. O. V. ALTA PRIMARIA
OCT2 - C. M. H. A. B. O. V. ALTA SECUNDARIA

MECCANISMO PARA AT
TABLA DE CONEXION
3-4 3-5

FIG. N.º T62BH0291240 BE09390

Figura 9-5 – Fotos de placa transformador principal T1

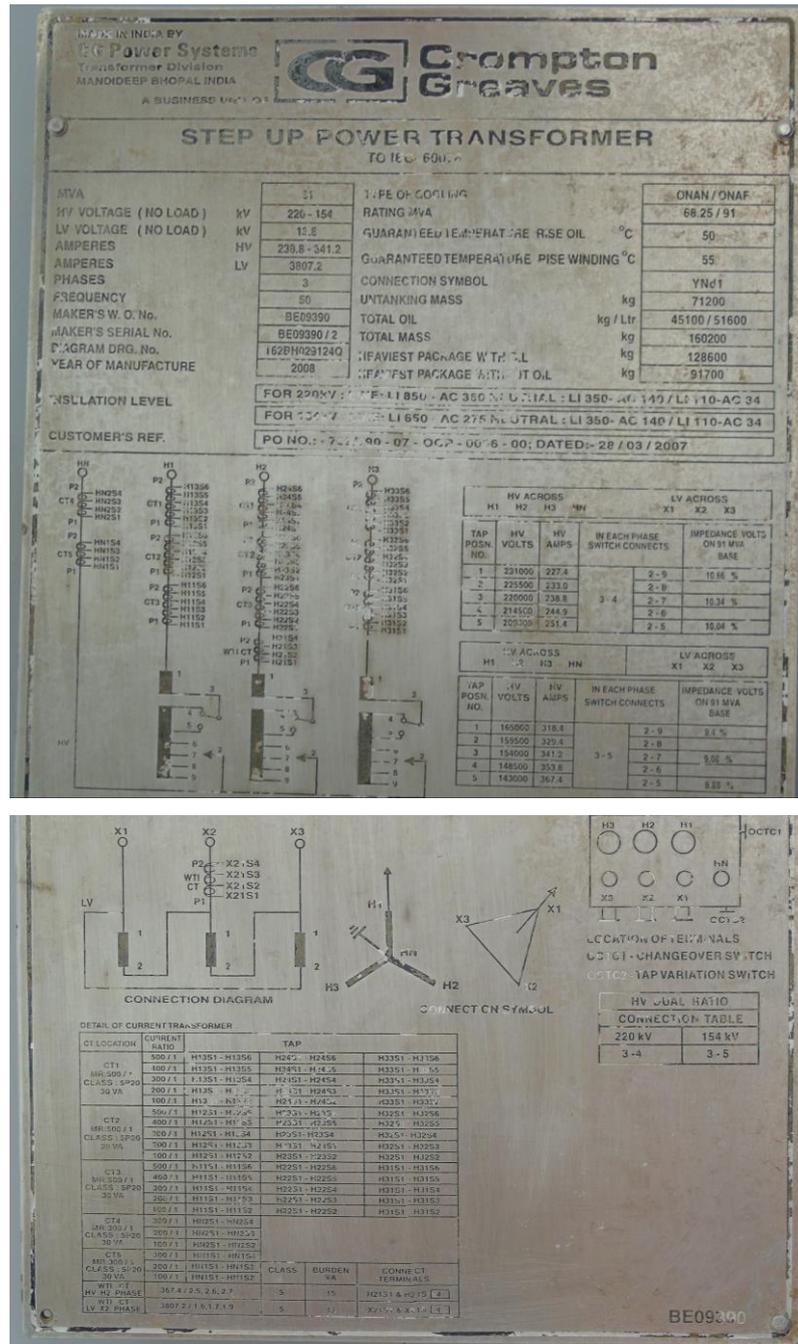


Figura 9-6 – Fotos de placa transformador principal T2



9.4 Datos transformadores de servicios auxiliares

| GENERAL DATA | | | | ELECTRIC CHARACTERISTICS | | | |
|--|---|--------------|-------------------------------|---|-------------|-------------|---------|
| Type | Resiglas | | | Frequency (Hz) | 50 | | |
| Specification/Norm | IEC 60076-11 | | | Phases Number | 3 | | |
| Protection Degree | IP-21 | | | Vector Group (Phase Angle) | Dyn1 | | |
| Installation | Indoor | | | Dielectric test | | HV | LV |
| Max Installation Height (m) | 1000 | | | Voltage Class (kV) | 17.5 | 1.1 | |
| Atmosphere | Not Aggressive | | | NBI (kV) | 95 | 0 | |
| Max Temperature Ambient (°C) | 40 | | | Withstand Voltage test (kV) | 38 | 3 | |
| Potency (kVA) | | Windings | Tension (V) | Connection | | | |
| AN | AF | | | | | | |
| 1000 | - | High Voltage | 14490/14145/13800/13455/13110 | Delta | | | |
| | | Low Voltage | 380/220 | Star | | | |
| Temperature rise of windings (°C) | | | | Medium | | HV | LV |
| | | | | Hottest Place | | 100 | 100 |
| Temperature class of Material Windings Isolated | | | | F - 155°C | | F - 155°C | |
| Load Factor (%) | EFFICIENCY (%) | | | REGULATION (%) | | | |
| | Cos φ = 0,8 | Cos φ = 0,9 | Cos φ = 1,0 | Cos φ = 0,8 | Cos φ = 0,9 | Cos φ = 1,0 | |
| 25 | 98.52 | 98.68 | 98.81 | 1.16 | 0.96 | 0.37 | |
| 50 | 98.66 | 98.8 | 98.92 | 2.32 | 1.92 | 0.74 | |
| 75 | 98.44 | 98.61 | 98.75 | 3.47 | 2.88 | 1.1 | |
| 100 | 98.14 | 98.34 | 98.5 | 4.63 | 3.84 | 1.47 | |
| - | - | - | - | - | - | - | |
| WARRANTED VALUES (13800V - 100°C) | | | | Tests (Accordant Norm IEC 60076-11) | | | |
| No load loss (W) | 2200 | | | Routine + Partial Discharge | | Yes | |
| Load loss (W) | 13000 | | | Type / Special (Accordant Inspection and Test Plan) | | Yes | |
| Total loss (W) | 15200 | | | OBSERVATIONS - Material Windings: Copper - Increase 40% in Potency (1400kVA) with the installation of Ventilation circuit | | | |
| No load current(Excitation) (%) | 0.65 | | | | | | |
| Impedance (%) | 6 | | | | | | |
| Sound Pressure Level (dB) | 64 | | | | | | |
| Partial Discharge (pC) | 10 | | | | | | |
| Factor K | 1 | | | | | | |
| Inrush Current (x In) | 13 | | | | | | |
| ACCESSORIES | | | | | | | |
| Jack Support | | | | | | | |
| Skid Base Transformer Support | | | | | | | |
| Steel Cable to Transformer's Lift | | | | | | | |
| Box to Auxiliary Service | | | | | | | |
| Temperature Monitor (Type: T-154, Feeding: 24...240 Vca/Vcc) | | | | | | | |
| Ventilators (Prevision for Future Instalation) | | | | | | | |
| TC of HV (Relation: 200-1-1A, 10P20, 30VA) | | | | | | | |
| Ground Terminal (Gauge: 95mm2) | | | | | | | |
| R-04 | ALTERAÇÕES CONFORME E-MAIL DO DIA 13/11/08 | | | | | 14/11/08 | LEANDRO |
| R-03 | AS BUILT | | | | | 10/11/08 | LEANDRO |
| R-02 | ADDED OBSERVATIONS | | | | | 05/08/08 | DIOGO |
| R-01 | ACCORDING SOLICITATION CLIENT (E-MAIL 02/07/08) | | | | | 04/07/08 | DIOGO |
| Number | REVISION'S DESCRIPTIONS | | | | | DATE | RESP. |
| WALTEC Waltec Equipamentos Elétricos Ltda. | | | | ENERG POWER | | | |
| DESIGN BY: UDO SIGN:  DATE: 04/06/08 | | | | WALTEC'S REF.: 4423.017 CLIENT'S REF.: TRA1/TRA2 | | | |
| DRAWN BY: DIOGO SIGN:  DATE: 04/06/08 | | | | DATA SHEET | | | |
| CHECKED BY: UDO SIGN:  DATE: 04/06/08 | | | | RESIN EPOXY ENCAPSULATED DRY TYPE TRANSFORMER | | | |
| | | | | DRAWN NUMBER: 4423017F | | SHEET: 1/1 | |

Figura 9-7 – Datos transformadores de SSAA



En los siguientes trifilares se pueden identificar los puntos de medición de la potencia bruta:

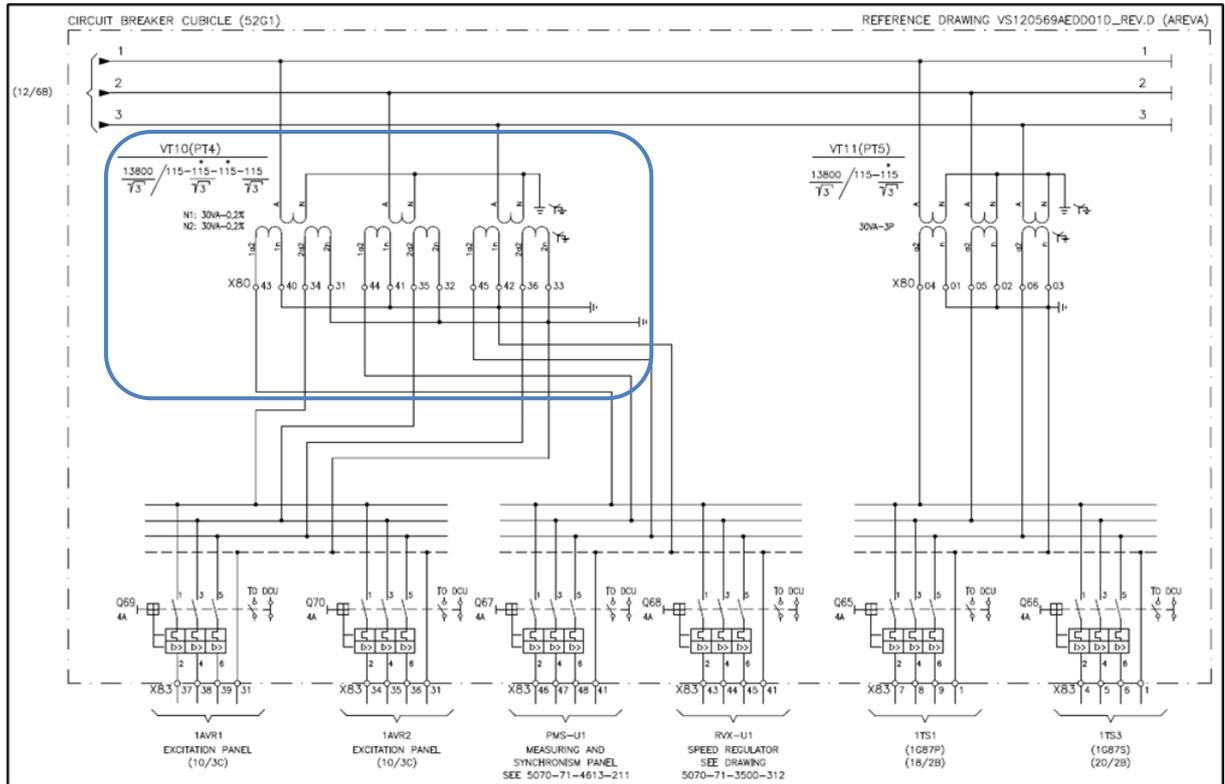


Figura 9-10 – Puntos de medición de tensión - Medidor de potencia bruta y factor de potencia

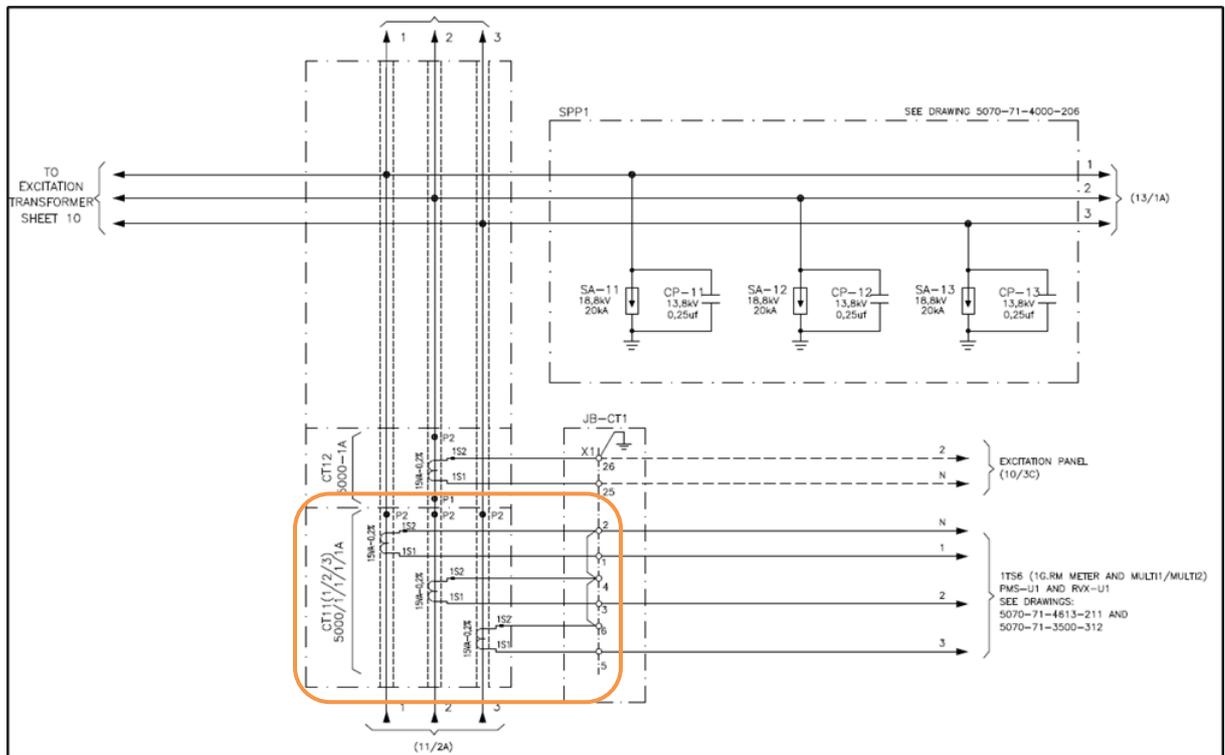


Figura 9-11 – Puntos de medición de corriente - Medidor de potencia bruta y factor de potencia

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



Figura 9-12 – Datos de placa de TTCC de generadores (Fases A-B-C)

| CGS | | UKM 36 | | |
|-------------------------------|-------------|--------------------|-----------|-----------|
| Instrument Transformers Italy | | IEC 60044-2 | | |
| VOLTAGE TRANSFORMER | | Nr. 08 / 446320105 | | |
| kV 17,5/38/95 | Volt Factor | | 1,9Un/30s | 50 Hz |
| RATIO | VA | CLASS | Therm VA | TERMINALS |
| 13800:√3/115 | 30/0,2 | | | 1a1-1n |
| 13800:√3/115:√3 | 30/0,2 | | | 1a2-1n |
| 13800:√/115 | 30/0,2 | | | 2a1-2n |
| 13800:√3/115:√3 | 30/0,2 | | | 2a2-2n |
| Temp -25 +90 | | | | |
| | | | | |

Figura 9-13 – Datos de placa de TTPP de generadores (Fase C)



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



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



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



En los siguientes trifilares se pueden identificar los puntos de medición de la potencia neta:

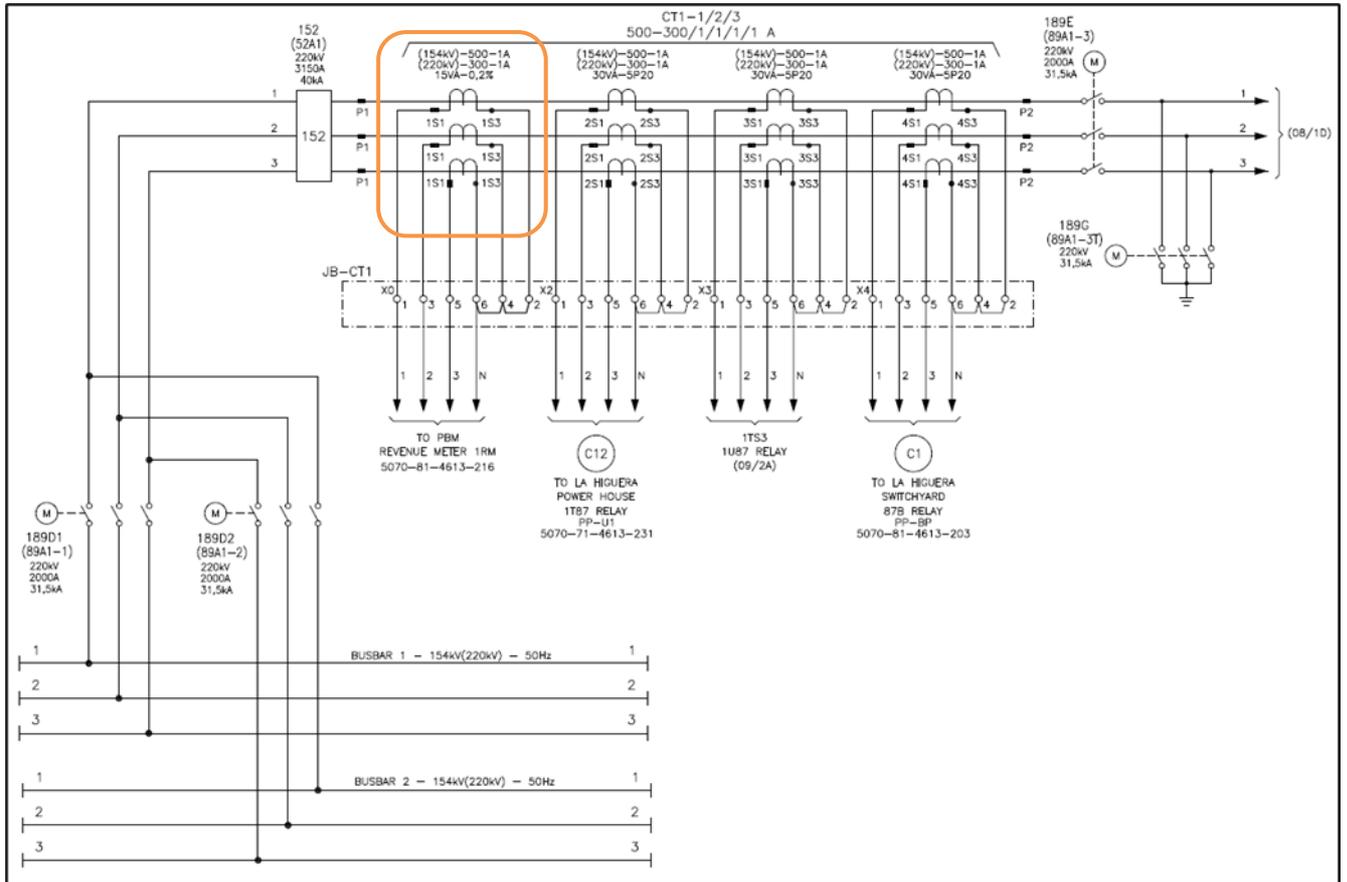


Figura 9-17 – Puntos de medición de corriente – Medidor de potencia neta

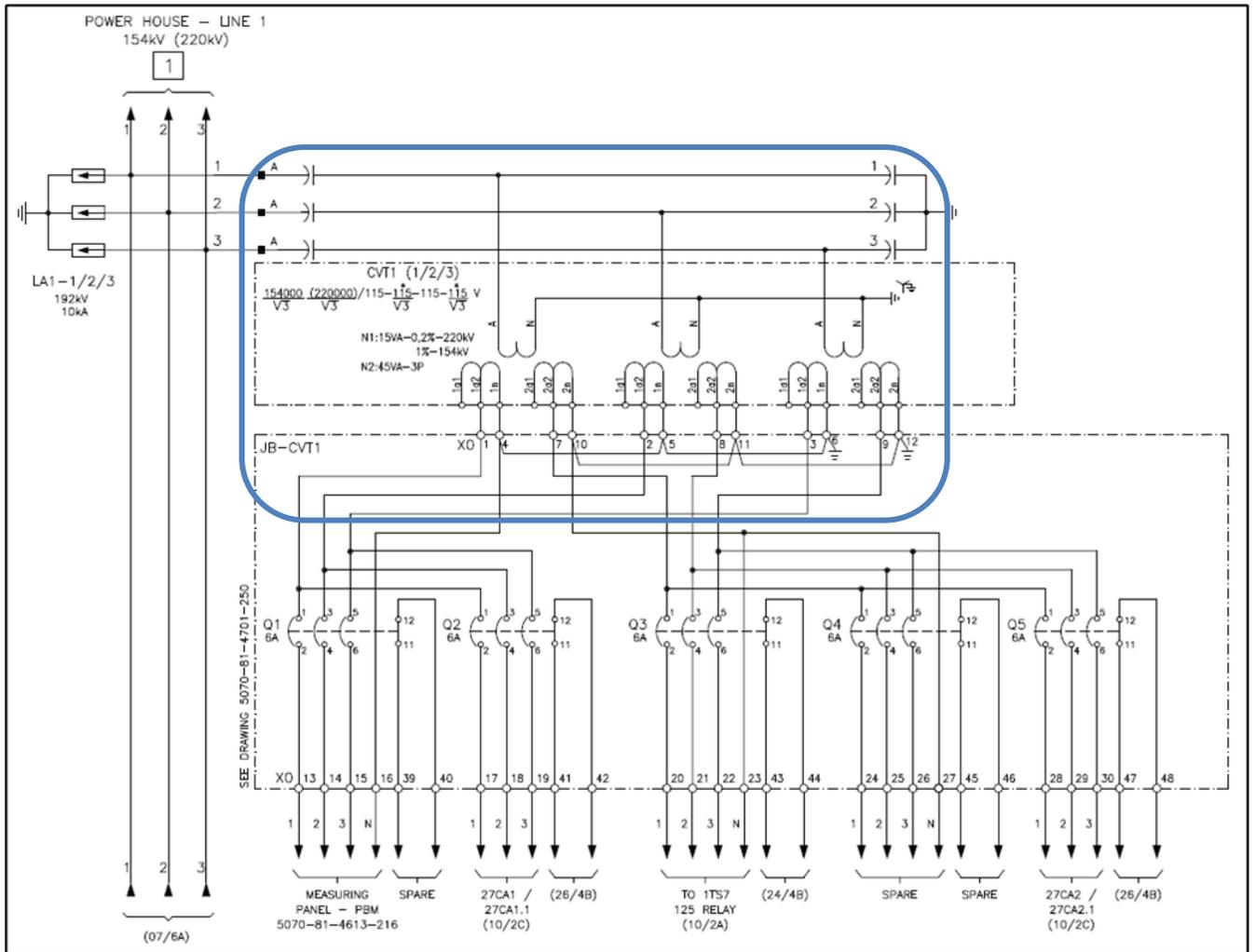


Figura 9-18 – Puntos de medición de tensión – Medidor de potencia neta

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

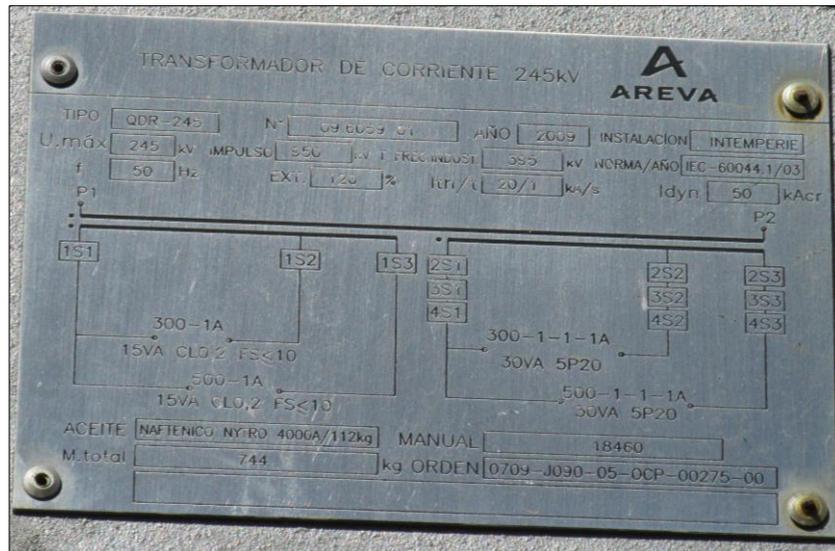
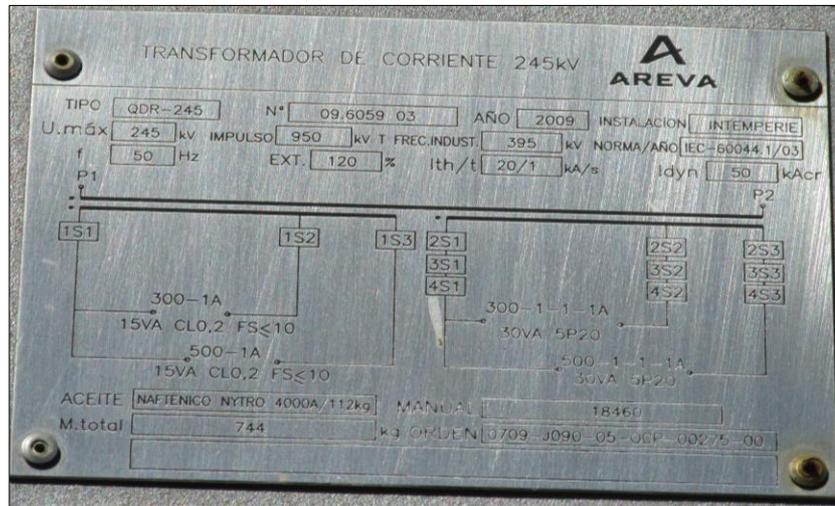


Figura 9-19 – Datos de placa de TTCC (Fases A-B-C)



| | | | | | | | | | |
|---|----------------------------|------------|---|--------------|--|------------------------|-----------|----|--|
| TIPO | OTCF_245.IM | | N/S | 6940170.01 | | NRO | 2009 | | |
| MASA TOTAL | 402 KG | | VOLUMEN ACEITE | 59.0 L | | LIBRO DE INSTRUCC. NO. | IS-CVT-01 | | |
| NIVEL DE AISLAMIENTO | TENSION MAXIMA DEL SISTEMA | 245 | TENSION SOPORTADA FRECUENCIA INDUSTRIAL | 395 | NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO AL PASADO MANIOBRA | RAYO | 1050 KV | | |
| | FACTOR DE VOLT./TIEMPO | 1.5/30 SEC | | INDICE FREQ. | 50 | Hz | | | |
| INDICE DEL VOLT. PRIM. | 220000/√3 | | | | | | | V | |
| TERMINALES SEC. | 1a1-1n | 1a2-1n | 2a1-2n | 2a2-2n | | | | | |
| VOLTAJE SEC. (V) | 115 | 115/√3 | 115 | 115/√3 | | | | | |
| RELACION | 1104 | 1913 | 1104 | 1913 | | | | | |
| PRECISION-CARGA | 0.2/15 VA | | | 3P/45 VA | | | | | |
| INDICE TERMICO | 400 VA | | | 400 VA | | | | | |
| | 800 VA TOTAL | | | | | | | | |
| *REMOVER BARRA CORTO CIRCUITO* | | | | | | | | | |
| UNIDADES DEL CAPACITOR N/S | 0917098 | 0917056 | | | | | | | |
| C _N | 5000 | pF | C ₁ | 5750 | pF | C ₂ | 62000 | pF | |
| TRANSFORMADOR DE TENSION CAPACITIVO | | | | | | | | | |
| ⚡ ATENCION ⚡ | | | | | | | | | |
| CIERRE LAS CUCHILLAS DE PUESTA A TIERRA DEL VOLTAJE Y DEL SISTEMA DE ONDA PORTADORA (SI APLICA) ANTES DE ABRIR LA PUERTA. | | | | | | | | | |
| (ESTA UNIDAD NO CONTIENE P.C.B.) | | | | | | | | | |
| HECHO EN USA | | | | | | | | | |
| 301346.0001 | | | | | | | | | |

Figura 9-20 – Datos de placa de TTPP (Fase A)



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

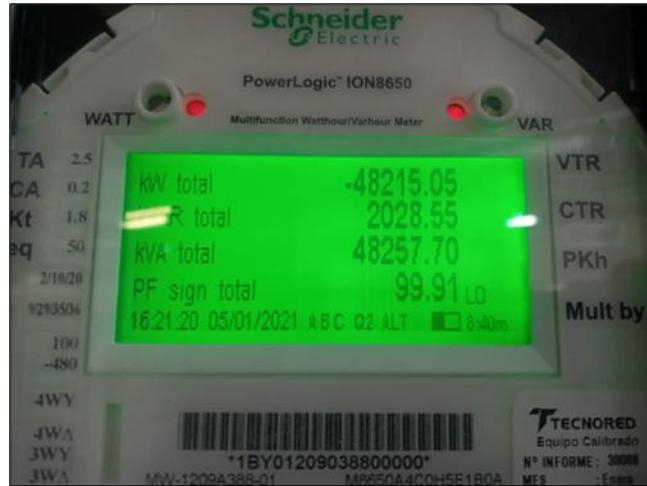


Figura 9-21 – Equipo medidor ION 8650 – Potencia neta U1



Figura 9-22 – Equipo medidor ION 8650 – Potencia neta U2



9.6 Instrumental de medición

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

9.6.1 Potencia bruta/FP

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

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

A continuación, se incluyen los certificados de calibración.



FT-LAB-7.8c

TECNORED

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

FOLIO: 38091

| ANTECEDENTES DEL CLIENTE | | | |
|--------------------------|----------------------|--|--|
| N° / Fecha de Solicitud | : OC 4800005354 | | |
| Fecha Calibración | : 06.01.2021 | | |
| Medidor | : IQN 8650 | | |
| Cliente | : Tinguirica Energia | | |
| Instalación | : HLH_G1 | | |
| Subestación | : Central la Higuera | | |

| ANTECEDENTES DEL MEDIDOR | | | |
|--------------------------|----------------------|--|--|
| Marca | : Schneider Electric | | |
| Modelo | : M8650A4C0HSE1B0A | | |
| N° de Serie | : MW-1606A219-02 | | |
| Estado | : En Servicio | | |
| Año Fabricación | : 2016 | | |
| Clase Exactitud (%) | : 0,2 | | |
| Constante Med. | : 1 | | |

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

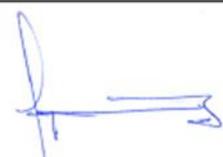
| CONDICIONES DE MEDIDA | | | |
|-----------------------|-------------------------|------|--|
| Lugar de Calibración | : Central la Higuera | | |
| Tipo de Medida | : W,ESTRELLA/ACTIVO | | |
| Tensión Aplicada | : 63,5 | (V) | |
| Corriente Nominal | : 1 | (A) | |
| N° de Elementos | : 3 | | |
| Método Calibración | : Comparación Directa | | |
| Frecuencia (Hz) | : 50 | (HZ) | |
| Temperatura (C°) | : 28,4 | | |
| Humedad (%) | : 37,9 | | |
| Calibrador | : O. Vergara - I.Llanos | | |

| RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA | | | | | | | |
|------------------------------------|------|-------|--------|-----------|-------------------|-----------|------------------|
| N | Fase | Cte.% | Factor | Error (%) | Componente Activa | | |
| | | | | | Directa | Reversa | |
| | | | | Error (%) | Limite Norma (%) | Error (%) | Limite Norma (%) |
| 1 | 123 | 100 | 1 | 0,018 | = 0,2 | 0,017 | = 0,2 |
| 2 | 123 | 100 | 0,5 | 0,048 | = 0,3 | 0,046 | = 0,3 |
| 3 | 123 | 10 | 1 | 0,011 | = 0,2 | 0,011 | = 0,2 |
| 4 | 123 | 10 | 0,5 | 0,049 | = 0,3 | 0,046 | = 0,3 |
| 5 | 1 | 100 | 1 | 0,014 | = 0,3 | 0,012 | = 0,3 |
| 6 | 2 | 100 | 1 | 0,010 | = 0,3 | 0,002 | = 0,3 |
| 7 | 3 | 100 | 1 | 0,034 | = 0,3 | 0,027 | = 0,3 |
| 8 | 1 | 100 | 0,5 | 0,055 | = 0,4 | 0,055 | = 0,4 |
| 9 | 2 | 100 | 0,5 | 0,032 | = 0,4 | 0,044 | = 0,4 |
| 10 | 3 | 100 | 0,5 | 0,047 | = 0,4 | 0,061 | = 0,4 |

| RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|-------|--------|-----------|---------------------|-----------|------------------|
| N | Fase | Cte.% | Factor | Error (%) | Componente Reactiva | | |
| | | | | | Directa | Reversa | |
| | | | | Error (%) | Limite Norma (%) | Error (%) | Limite Norma (%) |
| 1 | 123 | 100 | 1 | 0,009 | = 2,0 | 0,011 | = 2,0 |
| 2 | 123 | 100 | 0,5 | 0,040 | = 2,0 | 0,036 | = 2,0 |
| 3 | 123 | 10 | 1 | 0,004 | = 2,0 | 0,006 | = 2,0 |
| 4 | 123 | 10 | 0,5 | 0,045 | = 2,0 | 0,040 | = 2,0 |
| 5 | 1 | 100 | 1 | 0,028 | = 3,0 | 0,023 | = 3,0 |
| 6 | 2 | 100 | 1 | -0,023 | = 3,0 | -0,008 | = 3,0 |
| 7 | 3 | 100 | 1 | 0,018 | = 3,0 | 0,012 | = 3,0 |
| 8 | 1 | 100 | 0,5 | 0,083 | = 3,0 | 0,080 | = 3,0 |
| 9 | 2 | 100 | 0,5 | 0,055 | = 3,0 | 0,048 | = 3,0 |
| 10 | 3 | 100 | 0,5 | 0,007 | = 3,0 | 0,009 | = 3,0 |

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

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


 Jaime Eduardo Garcia Collao
 Jefe Área Laboratorio y Medidas

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

Figura 9-23 – Certificado de calibración de medidor de potencia bruta U1



FT-LAB-7.8c

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

FOLIO: 38092

| ANTECEDENTES DEL CLIENTE | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------|--|--|--|--|--|--|
| Nº / Fecha de Solicitud | : OC 4800005354 | | | | | | |
| Fecha Calibración | : 06.01.2021 | | | | | | |
| Medidor | : ION 8650 | | | | | | |
| Cliente | : Tinguirica Energia | | | | | | |
| Instalación | : HLH_G2 | | | | | | |
| Subestación | : Central la Higuera | | | | | | |

| ANTECEDENTES DEL MEDIDOR | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------|--|--|--|--|--|--|
| Marca | : Schneider Electric | | | | | | |
| Modelo | : MB650A4C0H5E1B0A | | | | | | |
| Nº de Serie | : MW-1606A218-02 | | | | | | |
| Estado | : En Servicio | | | | | | |
| Año Fabricación | : 2016 | | | | | | |
| Clase Exactitud (%) | : 0,2 | | | | | | |
| Constante Med. | : 1 | | | | | | |

| PATRON DE CALIBRACIÓN | | | | | | | |
|-----------------------|------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Marca | : MTE | | | | | | |
| Modelo | : PTS 3.3C | | | | | | |
| Nº Serie | : 50458 | | | | | | |
| Clase de Exactitud | : 0,05 | | | | | | |
| Trazabilidad | : Laboratorio Tecnoled | | | | | | |

| CONDICIONES DE MEDIDA | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Lugar de Calibración | : Central la Higuera | | | | | | |
| Tipo de Medida | : W,ESTRELLA/ACTIVO | | | | | | |
| Tensión Aplicada | : 63,5 (V) | | | | | | |
| Corriente Nominal | : 1 (A) | | | | | | |
| Nº de Elementos | : 3 | | | | | | |
| Método Calibración | : Comparación Directa | | | | | | |
| Frecuencia (Hz) | : 50 (HZ) | | | | | | |
| Temperatura (C°) | : 27,4 | | | | | | |
| Humedad (%) | : 45,2 | | | | | | |
| Calibrador | : O. Vergara - I.Llanos | | | | | | |

| 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 | -0,002 | ± 0,2 | 0,007 | ± 0,2 |
| 2 | 123 | 100 | 0,5 | 0,041 | ± 0,3 | 0,039 | ± 0,3 |
| 3 | 123 | 10 | 1 | 0,008 | ± 0,2 | 0,008 | ± 0,2 |
| 4 | 123 | 10 | 0,5 | 0,027 | ± 0,3 | 0,029 | ± 0,3 |
| 5 | 1 | 100 | 1 | -0,007 | ± 0,3 | -0,002 | ± 0,3 |
| 6 | 2 | 100 | 1 | -0,008 | ± 0,3 | -0,001 | ± 0,3 |
| 7 | 3 | 100 | 1 | 0,009 | ± 0,3 | 0,021 | ± 0,3 |
| 8 | 1 | 100 | 0,5 | 0,030 | ± 0,4 | 0,027 | ± 0,4 |
| 9 | 2 | 100 | 0,5 | 0,006 | ± 0,4 | 0,006 | ± 0,4 |
| 10 | 3 | 100 | 0,5 | 0,074 | ± 0,4 | 0,082 | ± 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 | -0,008 | ± 2,0 | -0,006 | ± 2,0 |
| 2 | 123 | 100 | 0,5 | 0,026 | ± 2,0 | 0,032 | ± 2,0 |
| 3 | 123 | 10 | 1 | -0,002 | ± 2,0 | -0,006 | ± 2,0 |
| 4 | 123 | 10 | 0,5 | 0,019 | ± 2,0 | 0,016 | ± 2,0 |
| 5 | 1 | 100 | 1 | 0,007 | ± 3,0 | 0,006 | ± 3,0 |
| 6 | 2 | 100 | 1 | -0,029 | ± 3,0 | -0,039 | ± 3,0 |
| 7 | 3 | 100 | 1 | 0,010 | ± 3,0 | 0,003 | ± 3,0 |
| 8 | 1 | 100 | 0,5 | 0,044 | ± 3,0 | 0,067 | ± 3,0 |
| 9 | 2 | 100 | 0,5 | 0,012 | ± 3,0 | 0,026 | ± 3,0 |
| 10 | 3 | 100 | 0,5 | 0,008 | ± 3,0 | 0,012 | ± 3,0 |

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

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

Jaime Eduardo Garcia Collao
Jefe Área Laboratorio y Medidas

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

Figura 9-24 – Certificado de calibración de medidor de potencia bruta U2



9.6.2 Potencia neta

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

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

A continuación, se incluyen los certificados de calibración.



FT-LAB-7.8c

TECNORED

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

FOLIO: 38088

| ANTECEDENTES DEL CLIENTE | | | |
|--------------------------|----------------------|--|--|
| N° / Fecha de Solicitud | : OC 4800005354 | | |
| Fecha Calibración | : 05.01.2021 | | |
| Medidor | : ION 8650 | | |
| Cliente | : Tinguirica Energía | | |
| Instalación | : HLH_TRA1 | | |
| Subestación | : Central la Higuera | | |

| ANTECEDENTES DEL MEDIDOR | | | |
|--------------------------|----------------------|--|--|
| Marca | : Schneider Electric | | |
| Modelo | : M8650A4C0H5E1B0A | | |
| N° de Serie | : MW-1209A388-01 | | |
| Estado | : En Servicio | | |
| Año Fabricación | : 2012 | | |
| Clase Exactitud (%) | : 0,2 | | |
| Constante Med. | : 1 | | |

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

| CONDICIONES DE MEDIDA | | | |
|-----------------------|-------------------------|--|--|
| Lugar de Calibración | : Central la Higuera | | |
| Tipo de Medida | : W,ESTRELLA/ACTIVO | | |
| Tensión Aplicada | : 63,5 (V) | | |
| Corriente Nominal | : 1 (A) | | |
| N° de Elementos | : 3 | | |
| Método Calibración | : Comparación Directa | | |
| Frecuencia (Hz) | : 50 (HZ) | | |
| Temperatura (C°) | : 17,5 | | |
| Humedad (%) | : 56,5 | | |
| Calibrador | : O. Vergara - I.Llanos | | |

| RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA | | | | | | | |
|------------------------------------|------|-------|--------|------------------|-------------------|------------------|-------|
| N | Fase | Cte.% | Factor | Error (%) | Componente Activa | | |
| | | | | | Directa | Reversa | |
| | | | | Limite Norma (%) | Error(%) | Limite Norma (%) | |
| 1 | 123 | 100 | 1 | 0,031 | ≠ 0,2 | 0,033 | ≠ 0,2 |
| 2 | 123 | 100 | 0,5 | 0,035 | ≠ 0,3 | 0,037 | ≠ 0,3 |
| 3 | 123 | 10 | 1 | 0,033 | ≠ 0,2 | 0,028 | ≠ 0,2 |
| 4 | 123 | 10 | 0,5 | 0,022 | ≠ 0,3 | 0,026 | ≠ 0,3 |
| 5 | 1 | 100 | 1 | 0,006 | ≠ 0,3 | 0,005 | ≠ 0,3 |
| 6 | 2 | 100 | 1 | 0,037 | ≠ 0,3 | 0,037 | ≠ 0,3 |
| 7 | 3 | 100 | 1 | 0,045 | ≠ 0,3 | 0,057 | ≠ 0,3 |
| 8 | 1 | 100 | 0,5 | 0,004 | ≠ 0,4 | -0,002 | ≠ 0,4 |
| 9 | 2 | 100 | 0,5 | 0,025 | ≠ 0,4 | 0,025 | ≠ 0,4 |
| 10 | 3 | 100 | 0,5 | 0,080 | ≠ 0,4 | 0,073 | ≠ 0,4 |

| RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|-------|--------|------------------|---------------------|------------------|-------|
| N | Fase | Cte.% | Factor | Error (%) | Componente Reactiva | | |
| | | | | | Directa | Reversa | |
| | | | | Limite Norma (%) | Error(%) | Limite Norma (%) | |
| 1 | 123 | 100 | 1 | 0,027 | ≠ 2,0 | 0,023 | ≠ 2,0 |
| 2 | 123 | 100 | 0,5 | 0,025 | ≠ 2,0 | 0,025 | ≠ 2,0 |
| 3 | 123 | 10 | 1 | 0,017 | ≠ 2,0 | 0,024 | ≠ 2,0 |
| 4 | 123 | 10 | 0,5 | 0,011 | ≠ 2,0 | 0,016 | ≠ 2,0 |
| 5 | 1 | 100 | 1 | 0,017 | ≠ 3,0 | 0,022 | ≠ 3,0 |
| 6 | 2 | 100 | 1 | 0,006 | ≠ 3,0 | 0,005 | ≠ 3,0 |
| 7 | 3 | 100 | 1 | 0,049 | ≠ 3,0 | 0,029 | ≠ 3,0 |
| 8 | 1 | 100 | 0,5 | 0,032 | ≠ 3,0 | 0,037 | ≠ 3,0 |
| 9 | 2 | 100 | 0,5 | 0,018 | ≠ 3,0 | 0,026 | ≠ 3,0 |
| 10 | 3 | 100 | 0,5 | 0,019 | ≠ 3,0 | 0,022 | ≠ 3,0 |

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

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


 Jaime Eduardo Garcia Collao
 Jefe Área Laboratorio y Medidas

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

Figura 9-25 – Certificado de calibración de medidor de potencia neta U1



FT-LAB-7.8c

TECNORED

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

FOLIO: 38087

| ANTECEDENTES DEL CLIENTE | | | |
|--------------------------|----------------------|--|--|
| N° / Fecha de Solicitud | : OC 4800005354 | | |
| Fecha Calibración | : 05.01.2021 | | |
| Medidor | : ION 8650 | | |
| Cliente | : Tinguirica Energía | | |
| Instalación | : HLH_TRA2 | | |
| Subestación | : Central la Higuera | | |

| ANTECEDENTES DEL MEDIDOR | | | |
|--------------------------|----------------------|--|--|
| Marca | : Schneider Electric | | |
| Modelo | : M8650A4C0H5E1B0A | | |
| N° de Serie | : MW-1209A387-01 | | |
| Estado | : En Servicio | | |
| Año Fabricación | : 2012 | | |
| Clase Exactitud (%) | : 0,2 | | |
| Constante Med. | : 1 | | |

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

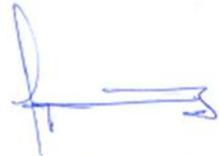
| CONDICIONES DE MEDIDA | | | |
|-----------------------|-------------------------|------|--|
| Lugar de Calibración | : Central la Higuera | | |
| Tipo de Medida | : W,ESTRELLA/ACTIVO | | |
| Tensión Aplicada | : 63,5 | (V) | |
| Corriente Nominal | : 1 | (A) | |
| N° de Elementos | : 3 | | |
| Método Calibración | : Comparación Directa | | |
| Frecuencia (Hz) | : 50 | (HZ) | |
| Temperatura (C°) | : 18.5 | | |
| Humedad (%) | : 59.6 | | |
| Calibrador | : O. Vergara - I.Llanos | | |

| RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA | | | | | | | |
|------------------------------------|------|-------|--------|------------------|-------------------|------------------|-------|
| N | Fase | Cte.% | Factor | Error (%) | Componente Activa | | |
| | | | | | Directa | Reversa | |
| | | | | Limite Norma (%) | Error(%) | Limite Norma (%) | |
| 1 | 123 | 100 | 1 | 0,019 | = 0,2 | 0,024 | = 0,2 |
| 2 | 123 | 100 | 0,5 | 0,029 | = 0,3 | 0,035 | = 0,3 |
| 3 | 123 | 10 | 1 | 0,022 | = 0,2 | 0,024 | = 0,2 |
| 4 | 123 | 10 | 0,5 | 0,020 | = 0,3 | 0,019 | = 0,3 |
| 5 | 1 | 100 | 1 | -0,015 | = 0,3 | -0,023 | = 0,3 |
| 6 | 2 | 100 | 1 | 0,042 | = 0,3 | 0,044 | = 0,3 |
| 7 | 3 | 100 | 1 | 0,038 | = 0,3 | 0,047 | = 0,3 |
| 8 | 1 | 100 | 0,5 | -0,030 | = 0,4 | -0,022 | = 0,4 |
| 9 | 2 | 100 | 0,5 | 0,047 | = 0,4 | 0,038 | = 0,4 |
| 10 | 3 | 100 | 0,5 | 0,062 | = 0,4 | 0,067 | = 0,4 |

| RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|-------|--------|------------------|---------------------|------------------|-------|
| N | Fase | Cte.% | Factor | Error (%) | Componente Reactiva | | |
| | | | | | Directa | Reversa | |
| | | | | Limite Norma (%) | Error(%) | Limite Norma (%) | |
| 1 | 123 | 100 | 1 | 0,016 | = 2,0 | 0,010 | = 2,0 |
| 2 | 123 | 100 | 0,5 | 0,022 | = 2,0 | 0,020 | = 2,0 |
| 3 | 123 | 10 | 1 | 0,011 | = 2,0 | 0,010 | = 2,0 |
| 4 | 123 | 10 | 0,5 | 0,006 | = 2,0 | 0,012 | = 2,0 |
| 5 | 1 | 100 | 1 | -0,004 | = 3,0 | -0,006 | = 3,0 |
| 6 | 2 | 100 | 1 | 0,014 | = 3,0 | 0,010 | = 3,0 |
| 7 | 3 | 100 | 1 | 0,015 | = 3,0 | 0,027 | = 3,0 |
| 8 | 1 | 100 | 0,5 | 0,010 | = 3,0 | 0,016 | = 3,0 |
| 9 | 2 | 100 | 0,5 | 0,050 | = 3,0 | 0,047 | = 3,0 |
| 10 | 3 | 100 | 0,5 | 0,006 | = 3,0 | 0,004 | = 3,0 |

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

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


Jaime Eduardo Garcia Collao
Jefe Área Laboratorio y Medidas

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

Figura 9-26 – Certificado de calibración de medidor de potencia neta U2



9.6.3 Potencia de SS.AA.

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

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

A continuación, se incluyen los certificados de calibración.



FT-LAB-7.8c

TECNORED

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

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 06-12-2024 FOLIO: 41114

| ANTECEDENTES DEL CLIENTE | | | | | RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA | | | | | | | |
|--------------------------|------------------------------|--|--|--|--|------|-----------------------------|--------|-----------|------------------|-----------|------------------|
| Nº / Fecha de Solicitud | : OC 6100001705 / 04.12.2024 | | | | Componente Activa Directa | | Componente Activa Reversa | | | | | |
| Fecha Calibración | : 06.12.2024 | | | | N | Fase | Cte.% | Factor | Error (%) | Límite Norma (%) | Error (%) | Límite Norma (%) |
| Medidor | : ION 8600 | | | | 1 | 123 | 100 | 1 | -0,096 | ± 0,2 | -0,112 | ± 0,2 |
| Cliente | : Tinguiririca Energía S.A. | | | | 2 | 123 | 100 | 0,5 | -0,108 | ± 0,3 | -0,113 | ± 0,3 |
| Instalación | : TSU1 | | | | 3 | 123 | 10 | 1 | -0,098 | ± 0,2 | -0,116 | ± 0,2 |
| Subestación | : Central La Higuera | | | | 4 | 123 | 10 | 0,5 | -0,126 | ± 0,3 | -0,150 | ± 0,3 |
| ANTECEDENTES DEL MEDIDOR | | | | | 5 | 1 | 100 | 1 | -0,100 | ± 0,3 | -0,114 | ± 0,3 |
| Marca | : Schneider Electric | | | | 6 | 2 | 100 | 1 | -0,112 | ± 0,3 | -0,115 | ± 0,3 |
| Modelo | : P8600B4COH5E0B0B | | | | 7 | 3 | 100 | 1 | -0,099 | ± 0,3 | -0,115 | ± 0,3 |
| Nº de Serie | : PT-1108A918-01 | | | | 8 | 1 | 100 | 0,5 | -0,095 | ± 0,4 | -0,098 | ± 0,4 |
| Estado | : En Servicio | | | | 9 | 2 | 100 | 0,5 | -0,126 | ± 0,4 | -0,136 | ± 0,4 |
| Año Fabricación | : 2011 | | | | 10 | 3 | 100 | 0,5 | -0,084 | ± 0,4 | -0,135 | ± 0,4 |
| Clase Exactitud (%) | : 0,2 | | | | RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA | | | | | | | |
| Constante Med. | : 1 | | | | Componente Reactiva Directa | | Componente Reactiva Reversa | | | | | |
| PATRON DE CALIBRACIÓN | | | | | N | Fase | Cte.% | Factor | Error (%) | Límite Norma (%) | Error(%) | Límite Norma (%) |
| Marca | : Applied Precision | | | | 1 | 123 | 100 | 1 | -0,120 | ± 2,0 | -0,121 | ± 2,0 |
| Modelo | : PTE 2300 | | | | 2 | 123 | 100 | 0,5 | -0,119 | ± 2,0 | -0,132 | ± 2,0 |
| Nº Serie | : 2617110222 | | | | 3 | 123 | 10 | 1 | -0,124 | ± 2,0 | -0,121 | ± 2,0 |
| Clase de Exactitud | : 0,05 | | | | 4 | 123 | 10 | 0,5 | -0,124 | ± 2,0 | -0,160 | ± 2,0 |
| Trazabilidad | : Laboratorio Tecnoled | | | | 5 | 1 | 100 | 1 | -0,117 | ± 3,0 | -0,123 | ± 3,0 |
| CONDICIONES DE MEDIDA | | | | | 6 | 2 | 100 | 1 | -0,140 | ± 3,0 | -0,121 | ± 3,0 |
| Lugar de Calibración | : Central La Higuera | | | | 7 | 3 | 100 | 1 | -0,112 | ± 3,0 | -0,119 | ± 3,0 |
| Tipo de Medida | : W. ESTRELLA/ACTIVO | | | | 8 | 1 | 100 | 0,5 | -0,120 | ± 3,0 | -0,111 | ± 3,0 |
| Tensión Aplicada | : 63,5 (V) | | | | 9 | 2 | 100 | 0,5 | -0,134 | ± 3,0 | -0,115 | ± 3,0 |
| Corriente Nominal | : 5 (A) | | | | 10 | 3 | 100 | 0,5 | -0,120 | ± 3,0 | -0,125 | ± 3,0 |
| Nº de Elementos | : 3 | | | | OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES | | | | | | | |
| Método Calibración | : Comparación Directa | | | | Los errores encontrados cumplen con la Normativa Vigente IEC 62053-22 (ITEM 8.1). Tecnoled S.A., declina toda responsabilidad por el uso indebido que se hicieran de este certificado. Este documento no puede ser reproducido en forma parcial. | | | | | | | |
| Frecuencia (Hz) | : 50 (HZ) | | | | | | | | | | | |
| Temperatura (C°) | : 21,4 | | | | | | | | | | | |
| Humedad (%) | : 44% | | | | | | | | | | | |
| Calibrador | : D.Garrido - C. Colarte | | | | | | | | | | | |

Jaime Eduardo Garcia Collao
Jefe Área Laboratorio y Medidas

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

Figura 9-27 – Certificado de calibración de medidor de potencia SSAA TSU1



FT-LAB-7.8c

TECNORED

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

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 06-12-2024 FOLIO: 41114

| ANTECEDENTES DEL CLIENTE | | | | RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA | | | |
|--------------------------|------------------------------|--|--|------------------------------------|------------------|---------------------------|------------------|
| N° / Fecha de Solicitud | : OC 6100001705 / 04.12.2024 | | | Componente Activa Directa | | Componente Activa Reversa | |
| Fecha Calibración | : 06.12.2024 | | | N | Fase | Cte.% | Factor |
| Medidor | : ION 8600 | | | Error (%) | Limite Norma (%) | Error (%) | Limite Norma (%) |
| Cliente | : Tinguiririca Energia S.A. | | | 1 | 123 | 100 | 1 |
| Instalación | : TSU2 | | | 0,019 | ± 0,2 | 0,004 | ± 0,2 |
| Subestación | : Central La Higuera | | | 2 | 123 | 100 | 0,5 |
| | | | | 0,003 | ± 0,3 | -0,008 | ± 0,3 |
| | | | | 3 | 123 | 10 | 1 |
| | | | | 0,002 | ± 0,2 | -0,022 | ± 0,2 |
| | | | | 4 | 123 | 10 | 0,5 |
| | | | | -0,032 | ± 0,3 | -0,062 | ± 0,3 |
| | | | | 5 | 1 | 100 | 1 |
| | | | | 0,015 | ± 0,3 | 0,002 | ± 0,3 |
| | | | | 6 | 2 | 100 | 1 |
| | | | | -0,007 | ± 0,3 | -0,015 | ± 0,3 |
| | | | | 7 | 3 | 100 | 1 |
| | | | | 0,009 | ± 0,3 | -0,004 | ± 0,3 |
| | | | | 8 | 1 | 100 | 0,5 |
| | | | | 0,002 | ± 0,4 | -0,001 | ± 0,4 |
| | | | | 9 | 2 | 100 | 0,5 |
| | | | | -0,012 | ± 0,4 | -0,013 | ± 0,4 |
| | | | | 10 | 3 | 100 | 0,5 |
| | | | | 0,013 | ± 0,4 | -0,028 | ± 0,4 |

| ANTECEDENTES DEL MEDIDOR | | | | RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA | | | |
|--------------------------|----------------------|--|--|--------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------------|
| Marca | : Schneider Electric | | | Componente Reactiva Directa | | Componente Reactiva Reversa | |
| Modelo | : P8600B4C0H5E0B0B | | | N | Fase | Cte.% | Factor |
| N° de Serie | : PT-1104A373-01 | | | Error (%) | Limite Norma (%) | Error(%) | Limite Norma (%) |
| Estado | : En Servicio | | | 1 | 123 | 100 | 1 |
| Año Fabricación | : 2011 | | | -0,007 | ± 2,0 | -0,010 | ± 2,0 |
| Clase Exactitud (%) | : 0,2 | | | 2 | 123 | 100 | 0,5 |
| Constante Med. | : 1 | | | -0,018 | ± 2,0 | -0,025 | ± 2,0 |
| | | | | 3 | 123 | 10 | 1 |
| | | | | -0,011 | ± 2,0 | -0,013 | ± 2,0 |
| | | | | 4 | 123 | 10 | 0,5 |
| | | | | -0,013 | ± 2,0 | -0,065 | ± 2,0 |
| | | | | 5 | 1 | 100 | 1 |
| | | | | -0,007 | ± 3,0 | -0,005 | ± 3,0 |
| | | | | 6 | 2 | 100 | 1 |
| | | | | -0,026 | ± 3,0 | -0,024 | ± 3,0 |
| | | | | 7 | 3 | 100 | 1 |
| | | | | 0,008 | ± 3,0 | -0,023 | ± 3,0 |
| | | | | 8 | 1 | 100 | 0,5 |
| | | | | -0,025 | ± 3,0 | -0,032 | ± 3,0 |
| | | | | 9 | 2 | 100 | 0,5 |
| | | | | -0,029 | ± 3,0 | -0,016 | ± 3,0 |
| | | | | 10 | 3 | 100 | 0,5 |
| | | | | -0,006 | ± 3,0 | -0,016 | ± 3,0 |

| PATRON DE CALIBRACIÓN | | | | CONDICIONES DE MEDIDA | | | |
|-----------------------|------------------------|--|--|-----------------------|--------------------------|--|--|
| Marca | : Applied Precision | | | Lugar de Calibración | : Central La Higuera | | |
| Modelo | : PTE 2300 | | | Tipo de Medida | : W. ESTRELLA/ACTIVO | | |
| N° Serie | : 2617110222 | | | Tensión Aplicada | : 63,5 (V) | | |
| Clase de Exactitud | : 0,05 | | | Corriente Nominal | : 5 (A) | | |
| Trazabilidad | : Laboratorio Tecnoled | | | N° de Elementos | : 3 | | |
| | | | | Método Calibración | : Comparación Directa | | |
| | | | | Frecuencia (Hz) | : 50 (HZ) | | |
| | | | | Temperatura (C°) | : 24,4 | | |
| | | | | Humedad (%) | : 42,4% | | |
| | | | | Calibrador | : D Garrido - C. Colarte | | |

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

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

Jaime Eduardo Garcia Collao
Jefe Área Laboratorio y Medidas

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

Figura 9-28 – Certificado de calibración de medidor de potencia SSAA TSU2



9.7 Actas de ensayos

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

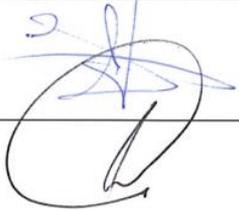
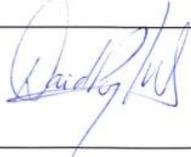


ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

| | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|-----------|--|
| Fecha | 09/12/2024 | Empresa | Tinguiririca Energía S.A. |
| ID Proyecto | EE-2023-096 | Ubicación | Comuna San Fernando, Región de O'Higgins |
| Central | Central Hidroeléctrica La Higuera | | |
| Denominación de la unidad | Unidad 1 | | |

Responsables durante la prueba

| Empresa | Nombre | Firmas |
|--|--|---|
| Tinguiririca Energía S.A. (Coordinado) | Jorge Farias – Operador Terreno |  |
| | Claudio Rebolledo – Operador Sala |  |
| | Hernán Herrera – Operador Sala |  |
| | Christopher Lopez – Ingeniero Mantenimiento |  |
| | Ignacio Morandé – Ingeniero senior instrumentación y control |  |
| | David Pérez – Subgerente de Producción |  |
| Coordinador Eléctrico Nacional | Sin participantes durante las pruebas | --- |

www.estudios-electricos.com

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



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

| | | |
|---------------------|------------------------------------|---|
| Estudios Eléctricos | Federico Deledda – Experto Técnico |  |
|---------------------|------------------------------------|---|

Datos de las unidades

| | | | |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------------------|------|
| Potencia aparente nominal [MVA] | 91 | Corriente de estator nominal [A] | 3807 |
| Tensión de estator nominal [kV] | 13.8 | Factor de potencia nominal | 0.85 |
| Potencia activa máxima [MW] | 85.43 MW Declarado CEN | Corriente de excitación nominal [A] | 1290 |
| Mínimo Técnico [MW] | - | Tensión de excitación nominal [V] | 130 |

Datos de la prueba

| | | | |
|--|-----------------------|---|--------------|
| Estado previo de las unidades | Despachadas | Arranque de las unidades (fecha-hora) | 09/12/2024 - |
| Inicio del período de estabilización | 16:15 Hs | Fin del período de estabilización | 16:45 Hs |
| Inicio del período de prueba Potencia Máxima | 16:45 Hs | Fin del período de prueba Potencia Máxima | 19:45 Hs |
| Protocolo aplicable | EE-EN-2024-1824 Rev C | Desvíos del protocolo | No |

Instrumental

| Magnitud | Descripción de equipos y punto de conexión |
|-------------------------------------|--|
| Potencia bruta y factor de potencia | ION 8650 – N° Serie: MW-1606A219-02 |
| Potencia bruta | ION 8650 – N° Serie: MW-1209A388-01 |
| Potencia SS.AA. | ION 8600 – N° Serie: PT-1108A918-01 |

www.estudios-electricos.com

Figura 9-30 – Acta de ensayos Unidad 1 (2 de 3)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Valores preliminares

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

| Período | 1 | 2 | 3 |
|---------------------------------|--------|--------|--------|
| Potencia Bruta Unidad 1 [MW] | 84.515 | 84.984 | 84.862 |

Observaciones

Desvíos del protocolo: Sin desvíos.

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

Desarrollo de la prueba: La unidad logra controlar de manera estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. En total se registraron 3 horas en condiciones de potencia máxima luego de finalizado el periodo de estabilización.

Durante el desarrollo de las pruebas, la unidad operó a máxima potencia, limitada al 92% según el ajuste configurado al limitador de apertura, correspondiente a un setpoint de potencia activa de 85 MW. La regulación de frecuencia estuvo operativa con un estatismo configurado de 5%. Por otra parte, debido a las condiciones del sistema a la hora de realizar el ensayo se pudo alcanzar un factor de potencia de aproximadamente 0.99.

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

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

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

Los servicios auxiliares quedan alimentados únicamente desde la Unidad 1 a través del transformador de SS.AA. N°1 (interruptor de alimentación 52-E1 cerrado e interruptor de acople de barras de SSAS 52-T1 abierto).

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

www.estudios-electricos.com

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

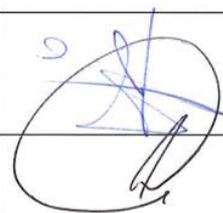
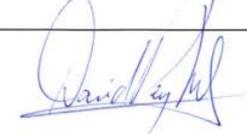


ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

| | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|-----------|--|
| Fecha | 09/12/2024 | Empresa | Tinguiririca Energía S.A. |
| ID Proyecto | EE-2023-096 | Ubicación | Comuna San Fernando, Región de O'Higgins |
| Central | Central Hidroeléctrica La Higuera | | |
| Denominación de la unidad | Unidad 2 | | |

Responsables durante la prueba

| Empresa | Nombre | Firmas |
|--|--|---|
| Tinguiririca Energía S.A. (Coordinado) | Jorge Farias – Operador Terreno |  |
| | Claudio Rebolledo – Operador Sala |  |
| | Hernán Herrera – Operador Sala |  |
| | Christopher Lopez – Ingeniero Mantenimiento |  |
| | Ignacio Morandé – Ingeniero senior instrumentación y control |  |
| | David Pérez – Subgerente de Producción |  |
| Coordinador Eléctrico Nacional | Sin participantes durante las pruebas | --- |

www.estudios-electricos.com

Figura 9-32 – Acta de ensayos Unidad 2 (1 de 3)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

| | | |
|---------------------|------------------------------------|---|
| Estudios Eléctricos | Federico Deledda - Experto Técnico |  |
|---------------------|------------------------------------|---|

Datos de las unidades

| | | | |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------------------|------|
| Potencia aparente nominal [MVA] | 91 | Corriente de estator nominal [A] | 3807 |
| Tensión de estator nominal [kV] | 13.8 | Factor de potencia nominal | 0.85 |
| Potencia activa máxima [MW] | 85.43 MW Declarado CEN | Corriente de excitación nominal [A] | 1290 |
| Mínimo Técnico [MW] | - | Tensión de excitación nominal [V] | 130 |

Datos de la prueba

| | | | |
|--|-----------------------|---|--------------|
| Estado previo de las unidades | Despachadas | Arranque de las unidades (fecha-hora) | 09/12/2024 - |
| Inicio del período de estabilización | 12:15 Hs | Fin del período de estabilización | 12:45 Hs |
| Inicio del período de prueba Potencia Máxima | 12:45 Hs | Fin del período de prueba Potencia Máxima | 15:45 Hs |
| Protocolo aplicable | EE-EN-2024-1824 Rev C | Desvíos del protocolo | No |

Instrumental

| Magnitud | Descripción de equipos y punto de conexión |
|-------------------------------------|--|
| Potencia bruta y factor de potencia | ION 8650 - N° Serie: MW-1606A218-02 |
| Potencia bruta | ION 8650 - N° Serie: MW-1209A387-01 |
| Potencia SS.AA. | ION 8600 - N° Serie: PT-1104A373-01 |

www.estudios-electricos.com

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



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Valores preliminares

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

| Período | 1 | 2 | 3 |
|---------------------------------|--------|--------|--------|
| Potencia Bruta Unidad 2 [MW] | 84.916 | 84.825 | 84.775 |

Observaciones

Desvíos del protocolo: Sin desvíos.

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

Desarrollo de la prueba: La unidad logra controlar de manera estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. En total se registraron 3 horas en condiciones de potencia máxima luego de finalizado el periodo de estabilización.

Durante el desarrollo de las pruebas, la unidad operó a máxima potencia, limitada al 92% según el ajuste configurado al limitador de apertura, correspondiente a un setpoint de potencia activa de 85 MW. La regulación de frecuencia estuvo operativa con un estatismo configurado de 5%. Por otra parte, debido a las condiciones del sistema a la hora de realizar el ensayo se pudo alcanzar un factor de potencia de aproximadamente 0.98.

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

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

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

Los servicios auxiliares quedan alimentados únicamente desde la Unidad 2 a través del transformador de SS.AA. N°2 (interruptor de alimentación 52-E2 cerrado e interruptor de acople de barras de SSAS 52-T2 abierto).

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

www.estudios-electricos.com

Figura 9-34 – Acta de ensayos Unidad 2 (3 de 3)

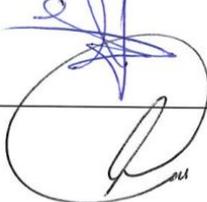


ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

| | | | |
|---------------------------|--|-----------|--|
| Fecha | 10/12/2024 | Empresa | Tinguiririca Energía S.A. |
| ID Proyecto | EE-2023-096 | Ubicación | Comuna San Fernando, Región de O'Higgins |
| Central | Central Hidroeléctrica La Higuera | | |
| Denominación de la unidad | Unidad 1 y Unidad 2 - Central completa | | |

Responsables durante la prueba

| Empresa | Nombre | Firmas |
|---|--|---|
| Tinguiririca Energía S.A. (Coordinado) | Eduardo Aguilera - Operador |  |
| | Claudio Rebolledo - Operador Sala |  |
| | Hernán Herrera - Operador Sala |  |
| | Christopher Lopez - Ingeniero Mantenimiento |  |
| | Ignacio Morandé - Ingeniero senior instrumentación y control |  |
| | David Pérez - Subgerente de Producción |  |
| Coordinador Eléctrico Nacional | Sin participantes durante las pruebas | --- |

www.estudios-electricos.com

Figura 9-35 – Acta de ensayos central completa (1 de 3)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

| | | |
|---------------------|------------------------------------|---|
| Estudios Eléctricos | Federico Deledda – Experto Técnico |  |
|---------------------|------------------------------------|---|

Datos de las unidades

| | | | |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------------------|------|
| Potencia aparente nominal [MVA] | 91 | Corriente de estator nominal [A] | 3807 |
| Tensión de estator nominal [kV] | 13.8 | Factor de potencia nominal | 0.85 |
| Potencia activa máxima [MW] | 85.43 MW Declarado CEN | Corriente de excitación nominal [A] | 1290 |
| Mínimo Técnico [MW] | - | Tensión de excitación nominal [V] | 130 |

Datos de la prueba

| | | | |
|--|-----------------------|---|------------|
| Estado previo de las unidades | Despachadas | Arranque de las unidades (fecha-hora) | 10/12/2024 |
| Inicio del período de estabilización | 12:00 Hs | Fin del período de estabilización | 12:30 Hs |
| Inicio del período de prueba Potencia Máxima | 12:30 Hs | Fin del período de prueba Potencia Máxima | 15:30 Hs |
| Protocolo aplicable | EE-EN-2024-1824 Rev C | Desvíos del protocolo | No |

Instrumental

| Magnitud | Descripción de equipos y punto de conexión |
|--|--|
| Potencia bruta y factor de potencia | Unidad N°1 – ION 8650 – N° Serie: MW-1606A219-02 Unidad N°2 – ION 8650 – N° Serie: MW-1606A218-02 |
| Potencia bruta | Unidad N°1 – ION 8650 – N° Serie: MW-1209A388-01 Unidad N°2 – ION 8650 – N° Serie: MW-1209A387-01 |
| Potencia SSAA | Unidad N°1 – ION 8600 – N° Serie: PT-1108A918-01 Unidad N°2 – ION 8600 – N° Serie: PT-1104A373-01 |

www.estudios-electricos.com

Figura 9-36 – Acta de ensayos central completa (2 de 3)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Valores preliminares

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

| Período | 1 | 2 | 3 |
|---|----------|----------|----------|
| Potencia Bruta Unidad 1 [MW] | 81.261 | 81.300 | 81.202 |
| Potencia Bruta Unidad 2 [MW] | 80.638 | 80.674 | 80.561 |
| Potencia Bruta Central Completa [MW] | 161.899 | 161.974 | 161.763 |

Observaciones

Desvíos del protocolo: Sin desvíos.

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

Desarrollo de la prueba: La central completa logra controlar de manera estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. En total se registraron 3 horas en condiciones de potencia máxima luego de finalizado el periodo de estabilización.

Durante el desarrollo de las pruebas, la central completa operó cada una de sus unidades a máxima potencia, limitada al 92% para la Unidad 1 y 88% para la Unidad 2 según el ajuste configurado en los limitadores de apertura, correspondiente a un setpoint de potencia activa de 85 MW. La regulación de frecuencia estuvo operativa con un estatismo configurado de 5%. Por otra parte, debido a las condiciones del sistema a la hora de realizar el ensayo se pudo alcanzar un factor de potencia de aproximadamente 0.97.

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

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

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

Los servicios auxiliares quedan alimentados desde la Unidad 1 a través del transformador de SS.AA. N°1 (interruptor de alimentación 52-E1 cerrado e interruptor de acople de barras de SS.AA. 52-T1 cerrado) y desde la Unidad 2 a través del transformador de SS.AA. N°2 (interruptor de alimentación 52-E2 cerrado e interruptor de acople de barras de SS.AA. 52-T2 abierto).

Conclusiones: Se verificó con éxito que la Unidad 1 y la Unidad 2, es decir la central completa, pueden operar a máxima potencia por un periodo superior a las 3 horas requeridas en el Anexo Técnico dada la particularidad de ser una central sin capacidad de regulación. Se obtuvieron los datos necesarios para realizar el cálculo formal del valor de Potencia Máxima.

www.estudios-electricos.com

Figura 9-37 – Acta de ensayos central completa (3 de 3)



Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente.