



## INFORME TÉCNICO

### Ensayos de Potencia Máxima

### Central Yungay

08 de marzo de 2021  
Inf03E2.20-085



## DATOS DEL PROYECTO

Empresa	:	Central Yungay S.A.
Planta	:	Central Termoeléctrica Yungay.
Coordinador Eléctrico Nacional	:	Rabih Souki K. Cristian Reyes V.
Coordinador de planta C. Yungay	:	José Núñez P. Paulo Olivares L.
Experto Técnico	:	Alberto Piel W.
Ingeniero de Apoyo	:	Martin Saelzer V.

Emisión	Datos	Preparó	Revisó	Aprobó
1	Nombre	MSV	APW	APW
	Fecha	31.12.2020	05.01.2020	05.01.2020
2	Nombre	MSV	APW	APW
	Fecha	04.03.2021	08.03.2021	08.03.2021
	Se corrige valor de temperatura ingreso de aire por error de tipeo en segunda corrida de Test run 2, Unidad 2 (tabla punto 6.2.1).			
3	Nombre			
	Fecha			



## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>Introducción</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Objetivo del ensayo</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Documentos y normas aplicadas</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Antecedentes Técnicos de la Unidad</b> .....	<b>7</b>
4.1	Información general del establecimiento.....	7
4.2	Descripción de las unidades generadoras .....	8
	Unidades Pratt & Whitney SwiftPac .....	8
4.3	Configuración Actual de la central Yungay .....	9
<b>5</b>	<b>MÉTODO</b> .....	<b>10</b>
5.1	Procedimiento general .....	10
5.2	Potencia Máxima Medida.....	10
5.3	Potencia Máxima Corregida.....	10
5.4	Incertidumbre del ensayo.....	11
5.5	Desviación de los datos .....	11
<b>6</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>12</b>
6.1	Unidad 1 .....	12
6.1.1	Periodo de pruebas.....	12
6.1.2	Potencia máxima .....	13
6.1.3	Desviación datos.....	13
6.2	Unidad 2 .....	14
6.2.1	Periodo de pruebas.....	14
6.2.2	Potencia máxima .....	14
6.2.3	Desviación datos.....	15
6.3	Unidad 3 .....	16
6.3.1	Periodo de pruebas.....	16
6.3.2	Potencia máxima .....	16
6.3.3	Desviación datos.....	17
<b>7</b>	<b>Análisis del combustible</b> .....	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>19</b>



---

<b>Anexo 1: Curvas de corrección .....</b>	<b>20</b>
<b>Anexo 2: Certificados de contrastación de instrumentación .....</b>	<b>23</b>
<b>Anexo 3: Procedimiento Toma de muestras de combustibles .....</b>	<b>24</b>
<b>Anexo 4: Análisis de muestras de combustibles .....</b>	<b>25</b>
<b>Anexo 5: ACTAS DE ENSAYOS POTENCIA MÁXIMA .....</b>	<b>27</b>
<b>Anexo 6: DESVIACIONES DE DATOS RELEVANTES.....</b>	<b>28</b>



## **1 INTRODUCCIÓN**

El siguiente informe resume el método y resultados de los ensayos de potencia máxima llevados a cabo los días 9 al 11 de diciembre de 2020 en la central de generación eléctrica Yungay, propiedad de Inkia, ubicada en la comuna de Cabrero, región del Bío-Bío.

El motivo de la realización de esta prueba es: “El Coordinador identifica la necesidad técnica de revisar el valor de la potencia máxima de la Central”.

Esta planta corresponde a una central generadora de respaldo, compuesta por cuatro turbogeneradores (3 turbinas Pratt & Whitney y 1 turbina General Electric) operadas con diésel, todas en ciclo abierto.

La capacidad instalada de generación de energía eléctrica es de 218 [MW] la cual es inyectada al Sistema Interconectado en la S/E Charrúa.

El resultado principal de esta prueba corresponde al máximo valor de potencia activa bruta que puede sostener cada una de las tres unidades generadoras Pratt & Whitney por un periodo continuo mínimo de 5 horas, en los bornes de salida del generador, operando con petróleo diésel como combustible.

## **2 OBJETIVO DEL ENSAYO**

El objetivo del ensayo es verificar la Potencia Máxima de las 3 unidades Pratt & Whitney de Central Yungay, parámetro que debe ser informado al Coordinador Eléctrico Nacional conforme a lo señalado en el artículo 6-13 de la NTSyCS. Conforme al Artículo 22 del Anexo Técnico, el informe técnico de la prueba debe reportar por separado los siguientes resultados:

- a) Potencia máxima bruta medida
- b) Potencia máxima neta medida
- c) Potencia máxima bruta corregida
- d) Potencia máxima neta corregida



### **3 DOCUMENTOS Y NORMAS APLICADAS**

El protocolo de ensayos y por consiguiente el presente informe de resultados, toma como referencias las siguientes normas y documentos oficiales:

- a) Norma ASME PTC 22 – 2014 “Performance test Code on Gas Turbine”.
- b) Norma ASME PTC 19.1 – 2013 “Test Uncertainty”.
- c) Resolución Exenta número 679 de 2015, de la Comisión Nacional de Energía, que establece el Anexo Técnico de Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras.
- d) Guía para efectuar pruebas de anexos técnicos con monitoreo a distancia, emitido por el Coordinador Eléctrico Nacional.



## 4 ANTECEDENTES TÉCNICOS DE LA UNIDAD

### 4.1 Información general del establecimiento

La información general del establecimiento se resume en la siguiente tabla:

Tabla 4.1: Resumen datos establecimiento.

Empresa generadora	Central Yungay S.A.
Unidad generadora	Central Yungay.
Ubicación	Camino al Manzano Km 2.5, Localidad de Charrúa, comuna de Cabrero.
Coordenadas UTM WGS84	37°06'13" S 72°17'30" W
Tipo de Ciclo	4 Ciclos abiertos (3 TG's fabricante P&W y 1 TG fabricante GE).
N° unidades	3 unidades Pratt & Whitney y 1 unidad General Electric.
Combustibles informados <sup>1</sup>	Diésel.
Potencia del establecimiento	218 [MW].



**Figura 4.1** Ubicación Central Termoeléctrica Yungay.

<sup>1</sup> Para la ejecución de los ensayos de verificación de Potencia Máxima.



## 4.2 Descripción de las unidades generadoras

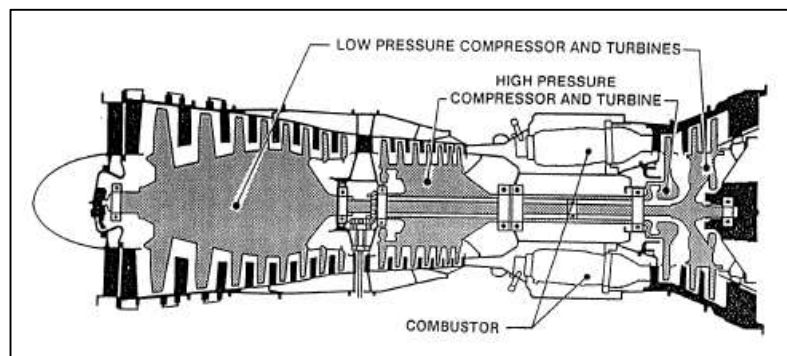
Las unidades generadoras de central Termoeléctrica Yungay consisten en 4 turbogeneradores, de los cuales las correspondientes al fabricante Pratt & Whitney modelo FT8 Swiftpac pueden operar con combustible Diésel y Gas Natural, mientras que unidad del fabricante General Electric, frame 6B, sólo opera con Diésel.

Para el presente ensayo se testearon únicamente las unidades 1, 2 y 3 correspondientes a las turbinas Pratt & Whitney, que se describen a continuación.

### Unidades Pratt & Whitney SwiftPac

Los turbogeneradores P&W, corresponden a turbinas aeroderivativas formadas por dos unidades (A y B) acopladas a un generador. Cada unidad turbogeneradora, está compuesta por un compresor el cual posee 15 etapas, de las cuales 8 pertenecen a la zona de baja presión y las restantes 7 a la de alta presión.

La zona de baja presión del compresor está conectada a la turbina de baja presión mediante un eje, el cual pasa por el centro del turbogenerador. Por otra parte, la zona de alta presión del compresor, se conecta a la etapa de alta presión de la turbina, trabajando ambas etapas a velocidades diferentes. En el extremo del eje de la turbina de baja presión se conecta mecánicamente el eje del generador eléctrico.



**Figura 4.2.1** Esquema partes Turbina Pratt & Whitney.



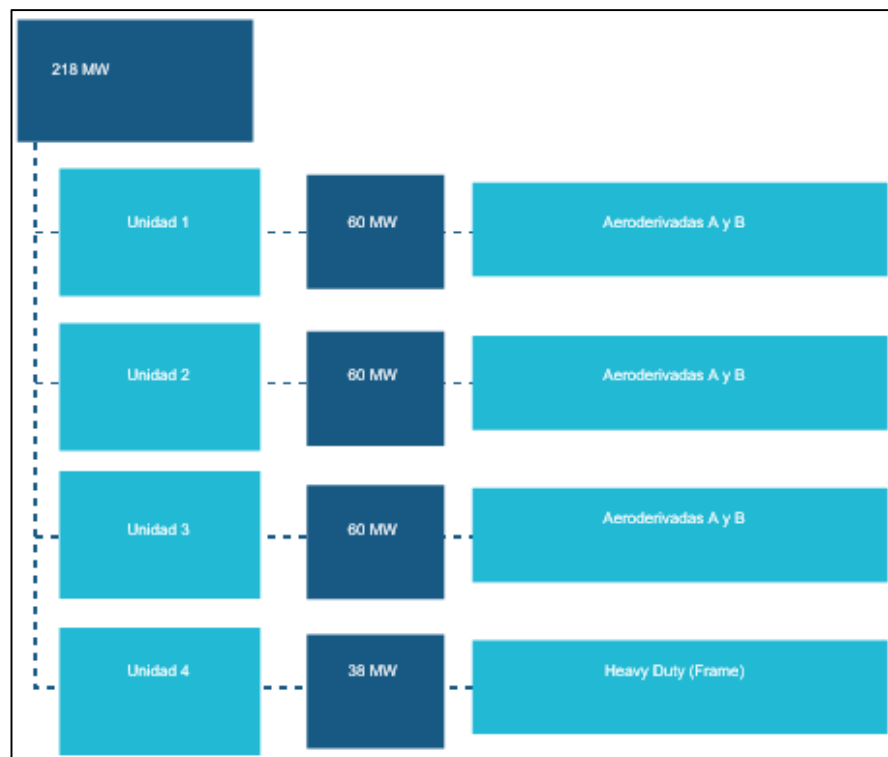


**Tabla 4.2.1** Características técnicas Turbinas Pratt & Whitney.

Turбина		
Marca	:	Pratt & Whitney
Modelo	:	FT8-3
Potencia Neta Salida	:	60 [MW]
Combustible	:	Diésel / Gas Natural
Generador Eléctrico		
Marca	:	Brush
Potencia Nominal	:	81,12 [MVA]
Factor de Potencia	:	0,8
Tensión Salida	:	11,5 [kV]
Frecuencia	:	50 [Hz]

### 4.3 Configuración Actual de la central Yungay

La configuración actual de central Yungay, se presenta en la figura 4.3.



**Figura 4.3** Configuración Central Termoeléctrica Yungay.



## 5 MÉTODO

### 5.1 Procedimiento general

El ensayo consistió en mantener a máxima potencia la turbina (una turbina por cada ensayo), por un periodo de 5 horas continuas. Este periodo de tiempo fue subdividido en tramos de 30 minutos, llamados “test runs”, dentro de los cuales se registró potencia bruta, neta y otras variables de interés que se presentan en anexos. Los datos medidos en cada test run se entregan de forma promediada más adelante.

Los ensayos fueron realizados utilizando únicamente petróleo Diésel. Detalles del procedimiento se encuentran en el protocolo de pruebas aprobado por el Coordinador Eléctrico Nacional, el que se adjunta en archivo anexo al presente documento.

### 5.2 Potencia Máxima Medida

La potencia máxima es resultado del promedio de valores de potencia bruta obtenido en cada test-run. De manera análoga para la potencia neta.

### 5.3 Potencia Máxima Corregida

La Potencia Máxima bruta determinada en la prueba correspondiente, fue corregida según lo indicado en el Anexo Técnico de la prueba, en su artículo 34. Para ello se hizo uso de las curvas de corrección provistas por el fabricante de la turbina. La potencia corregida (tanto bruta como neta) se calcula con la siguiente fórmula:

$$P_{corr} = P_{med} * F_T * F_H * F_{FP}$$

Donde:

$P_{corr}$	Potencia corregida
$P_{med}$	Potencia medida
$F_T$	Factor de corrección por temperatura de aire de aspiración
$F_H$	Factor de corrección por humedad relativa
$F_{FP}$	Factor de corrección por factor de potencia, aplica sólo si valor del ensayo difiere de 0,95.



## 5.4 Incertidumbre del ensayo

La incertidumbre de los resultados obtenidos fue calculada según las directrices de la ASME PTC 19.1.

Las incertidumbres sistemáticas se determinaron a partir de las incertidumbres propias de cada instrumento de medición y su respectivo certificado de contrastación.

Las incertidumbres aleatorias se calcularon mediante el análisis estadístico de los datos registrados para cada parámetro con un intervalo de confianza mediante t-Student de 95%.

Las incertidumbres de los resultados de Potencia Máxima corregidas se determinaron utilizando la herramienta de cálculo de incertidumbres del Software EES (Engineering Equation Solver).

Finalmente, para cada Unidad se informa una incertidumbre resultante propia.

## 5.5 Desviación de los datos

A partir de las recomendaciones de la norma ASME PTC 22, para cada test run se establecen los siguientes límites de variación, para cada magnitud física de interés:

Variable	Variación admisible de datos
Potencia (Bruta y neta)	0,65%
Presión barométrica	0,16%
Temp. aire admisión	0,7 °C
Flujo de combustible	0,65%
Velocidad de rotación	0,33%
Torque	0,65%



## 6 RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de las Pruebas de Potencia Máxima realizadas para cada una de las unidades generadoras ensayadas.

### 6.1 Unidad 1

#### 6.1.1 Periodo de pruebas

El periodo de pruebas de la Unidad 1 mostrado en esta sección, corresponde al segundo ensayo realizado para dicha unidad, el cual se realizó el día 11/12/2020.

El ensayo original realizado el día 09/12/2020 fue descartado, ya que durante el séptimo test run, la unidad presentó problemas técnicos, los cuales no pudieron corregirse dentro del tiempo destinado para las pruebas de ese día, por lo que se decidió terminar con el ensayo e iniciarlo nuevamente desde el comienzo tras terminar los ensayos programados de la Unidad 3 el día 11/12/2020.

A continuación, se presentan los periodos de prueba junto con el promedio de temperatura del aire de admisión, humedad relativa y factor de potencia en cada test run. Estos parámetros se utilizan en la corrección de las potencias.

Test Run	Día	Hora Inicio	Hora Término	T aire admisión (°C)	Hum Relat (%)	Factor de Potencia (-)
1	11-12-2020	17:50	18:20	24,3	25,6	0,950
2	11-12-2020	18:20	18:50	23,7	26,4	0,950
3	11-12-2020	18:50	19:20	23,0	28,8	0,950
4	11-12-2020	19:20	19:50	22,1	33,2	0,950
5	11-12-2020	19:50	20:20	21,0	39,0	0,950
6	11-12-2020	20:20	20:50	19,8	40,9	0,951
7	11-12-2020	20:50	21:20	18,8	42,9	0,952
8	11-12-2020	21:20	21:50	18,0	43,0	0,953
9	11-12-2020	21:50	22:20	16,8	45,5	0,953
10	11-12-2020	22:20	22:50	16,0	44,9	0,952



### 6.1.2 Potencia máxima

La potencia máxima alcanzada durante cada uno de los 10 test run continuados de 30 minutos se presenta a continuación.

Test run	Pot. Neta [kW]	Pot. Bruta [kW]	FT [-]	FH [-]	FFP [-]	Pot. Neta corr. [kW]	Pot. Bruta corr. [kW]
1	51.977	52.005	0,991	1,003	1,00	51.685	51.713
2	52.247	52.393	0,992	1,003	1,00	51.980	52.125
3	52.385	52.561	0,993	1,003	1,00	52.156	52.331
4	52.470	52.667	0,993	1,003	1,00	52.298	52.494
5	52.462	52.680	0,994	1,004	1,00	52.359	52.576
6	52.449	52.694	0,995	1,004	1,00	52.396	52.641
7	52.430	52.652	0,996	1,004	1,00	52.422	52.644
8	52.380	52.635	0,997	1,003	1,00	52.401	52.656
9	52.363	52.569	0,998	1,003	1,00	52.438	52.643
10	52.333	52.570	0,999	1,003	1,00	52.434	52.672
<b>Promedio</b>						<b>52.257</b>	<b>52.449</b>

La potencia neta corregida promedio fue de 52.257 kW y la incertidumbre de esta fue de 0,238%. La potencia bruta corregida promedio fue de 52.449 kW y su incertidumbre fue de 0,207%.

### 6.1.3 Desviación datos

Las variaciones promedio por cada test run de los datos medidos más relevantes de la Unidad 1 se presenta en el anexo 6.

Todas las desviaciones se encuentran dentro de lo permitido por ASME PTC 22 (Indicadas en punto 5.5).



## 6.2 Unidad 2

### 6.2.1 Periodo de pruebas

A continuación, se presentan los periodos de prueba junto con el promedio de temperatura del aire de admisión, humedad relativa y factor de potencia en cada test run. Estos parámetros se utilizan en la corrección de las potencias.

Test Run	Día	Hora Inicio	Hora Término	T aire admisión (°C)	Hum Relat (%)	Factor de Potencia (-)
1	10-12-2020	10:10	10:40	17,1	39,4	0,953
2	10-12-2020	10:40	11:10	17,9	32,8	0,954
3	10-12-2020	11:10	11:40	19,3	26,6	0,954
4	10-12-2020	11:40	12:10	20,8	21,9	0,954
5	10-12-2020	12:10	12:40	21,1	23,2	0,954
6	10-12-2020	12:40	13:10	20,1	35,6	0,955
7	10-12-2020	13:10	13:40	19,7	36,6	0,955
8	10-12-2020	13:40	14:10	18,7	43,4	0,955
9	10-12-2020	14:10	14:40	15,6	68,2	0,956
10	10-12-2020	14:40	15:10	14,9	61,5	0,956

### 6.2.2 Potencia máxima

La potencia máxima alcanzada se presenta a continuación.

Test run	Pot. Neta [kW]	Pot. Bruta [kW]	FT [-]	FH [-]	FFP [-]	Pot. Neta corr. [kW]	Pot. Bruta corr. [kW]
1	54.100	54.268	0,998	1,003	1,00	54.138	54.307
2	54.350	54.615	0,997	1,003	1,00	54.329	54.595
3	54.399	54.670	0,996	1,002	1,00	54.294	54.564
4	54.485	54.745	0,994	1,002	1,00	54.294	54.553
5	54.618	54.867	0,994	1,002	1,00	54.421	54.669
6	54.772	55.074	0,995	1,003	1,00	54.676	54.979
7	54.669	55.025	0,995	1,003	1,00	54.594	54.948
8	54.792	55.091	0,996	1,004	1,00	54.790	55.090
9	54.904	55.310	0,999	1,005	1,00	55.120	55.527
10	54.767	55.109	1,000	1,004	1,00	54.982	55.326
<b>Promedio</b>						<b>54.564</b>	<b>54.856</b>



---

La potencia neta corregida promedio del ensayo fue de 54.564 kW y su incertidumbre de 0,286%. La potencia bruta corregida fue de 54.856 kW y su incertidumbre de 0,202%.

### **6.2.3 Desviación datos**

Las variaciones promedio por cada test run de los datos medidos más relevantes de la Unidad 2 se presenta en el anexo 6.

Todas las desviaciones se encuentran dentro de lo permitido por ASME PTC 22 (Indicadas en punto 5.5).



## 6.3 Unidad 3

### 6.3.1 Periodo de pruebas

A continuación, se presentan los periodos de prueba junto con el promedio de temperatura del aire de admisión, humedad relativa y factor de potencia en cada test run. Estos parámetros se utilizan en la corrección de las potencias.

Test Run	Día	Hora Inicio	Hora Término	T aire admisión (°C)	Hum Relat (%)	Factor de Potencia (-)
1	11-12-2020	10:10	10:40	16,2	56,2	0,955
2	11-12-2020	10:40	11:10	16,8	49,8	0,955
3	11-12-2020	11:10	11:40	17,6	46,5	0,956
4	11-12-2020	11:40	12:10	18,5	40,1	0,956
5	11-12-2020	12:10	12:40	19,3	33,8	0,954
6	11-12-2020	12:40	13:10	20,4	31,6	0,953
7	11-12-2020	13:10	13:40	21,1	30,2	0,952
8	11-12-2020	13:40	14:10	21,9	27,0	0,954
9	11-12-2020	14:10	14:40	21,9	27,9	0,954
10	11-12-2020	14:40	15:10	22,6	24,5	0,953

### 6.3.2 Potencia máxima

La potencia máxima alcanzada se presenta a continuación.

Test run	Pot. Neta [kW]	Pot. Bruta [kW]	FT [-]	FH [-]	FFP [-]	Pot. Neta corr. [kW]	Pot. Bruta corr. [kW]
1	54.067	54.278	0,999	1,004	1,00	54.210	54.421
2	54.190	54.429	0,998	1,004	1,00	54.286	54.526
3	54.343	54.628	0,997	1,004	1,00	54.396	54.681
4	54.280	54.607	0,997	1,003	1,00	54.269	54.597
5	54.174	54.554	0,996	1,003	1,00	54.102	54.482
6	54.259	54.583	0,995	1,003	1,00	54.133	54.456
7	53.668	53.983	0,994	1,003	1,00	53.510	53.824
8	54.295	54.611	0,993	1,003	1,00	54.086	54.401
9	54.208	54.599	0,993	1,003	1,00	54.007	54.397
10	54.166	54.528	0,993	1,003	1,00	53.917	54.277
<b>Promedio</b>						<b>54.156</b>	<b>54.471</b>





El Test Run 7 fue desestimado, ya que durante el ensayo se produjo una variación en las mediciones de flujo de combustible y potencia bruta, la cual era mayor a los criterios establecidos por el código ASME PTC 22, por lo que los valores de este test run no fueron utilizados para la determinación del valor promedio de potencia calculada. Los detalles de estas variaciones registradas se pueden apreciar en el Anexo 6 y se describen la sección 6.3.3.

La potencia neta corregida promedio registrada fue de 54.156 kW con una incertidumbre de 0,304%, mientras que la potencia bruta corregida promedio fue de 54.471 kW con una incertidumbre de 0,212%.

### **6.3.3 Desviación de datos**

Las variaciones promedio por cada test run de los datos medidos más relevantes de la Unidad 3 se presenta en el anexo 6.

Como se mencionó anteriormente, durante el test run 7 se obtuvo una variación de datos superior a los criterios establecidos por la normativa PTC 22 (mostrados en punto 5.5). Para el caso de la Potencia Bruta, se presentó una variación del 2,79%, en donde el valor admisible de acuerdo al código ASME PTC 22 es de 0,65%; para el flujo de combustible presentó una variación del 2,98%, mientras que el valor admisible es de 0,65%.

Es por esto que se desestiman los resultados de este test run. Los valores utilizados para la determinación de la potencia máxima no consideran los resultados del test run 7 de la Unidad 3.



## 7 ANÁLISIS DEL COMBUSTIBLE

Dado que las 3 unidades ensayadas utilizaban petróleo Diésel de un estanque común, se tomaron muestras de combustible de un mismo punto para todas las unidades, de acuerdo a lo indicado en el protocolo adjunto en el anexo 3. Durante el desarrollo de los ensayos de potencia máxima no se rellenó el estanque de combustible, por lo que se tomó una muestra al comienzo del ensayo y otra al día hábil posterior al término de los ensayos.

La siguiente tabla presenta resumidamente los resultados del análisis de poder calorífico superior (PCS) e inferior (PCI) del combustible del ensayo.

Día	PCS [kcal/kg]	PCS [kJ/kg]	PCI [kcal/kg]	PCI [kJ/kg]
09-12-2020	10.908	45.670	10.234	42.850
14-12-2020	10.926	45.750	10.248	42.910
<b>Promedio</b>	<b>10.917</b>	<b>45.710</b>	<b>10.241</b>	<b>42.880</b>

De aquí se obtiene que el Poder Calorífico Superior promedio fue de 45.710 kJ/kg (10.919 kcal/h) y el Poder Calorífico Inferior promedio fue de 42.880 kJ/kg (10.241 kcal/kg). Estos resultados se pueden observar en los documentos de SGS mostrados en el Anexo 4.



## 8 CONCLUSIONES

A continuación, se describen las principales conclusiones obtenidas de los ensayos de Potencia Máxima en Central Yungay

- Los ensayos de Potencia Máxima para las Unidades 1, 2 y 3 fueron desarrollados durante 5 horas continuas, siguiendo las directrices de las normas ASME PTC 22, ASME 19.1 y el Anexo-NT “Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras” de la Comisión Nacional de Energía, entre los días 09 y 11 de diciembre de 2020.
- Durante los ensayos de la unidad 1 del día 09 de diciembre, se produjo un problema técnico en el equipo, no pudiendo completarse la prueba, por lo que se realizó una segunda prueba de la Unidad 1 el día 11 de diciembre.
- Durante el séptimo test run del ensayo de la Unidad 3, se produjo una variación en las mediciones de flujo de combustible y potencia bruta, la cual era mayor a los criterios establecidos por el código ASME PTC 22, por lo que los valores de este test run fueron desestimados y no fueron utilizados para la determinación del valor promedio de potencia calculada.
- Finalmente, las potencias máximas netas corregidas desarrolladas por las Unidades 1, 2 y 3 fueron 52.257 kW, 54.564 kW y 54.156 kW respectivamente. Las incertidumbres calculadas para las potencias máximas netas de las Unidades 1, 2 y 3 fueron de 0,238%, 0,286% y 0,304%, respectivamente.

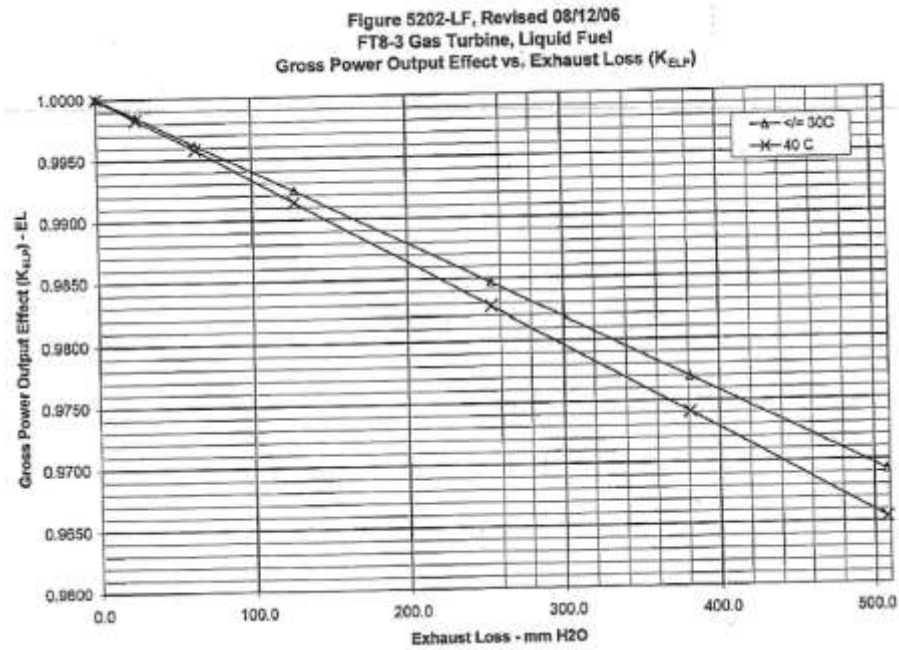
Alberto Piel Westermeyer  
Gerente de Ingeniería  
Proterm S.A.

Martin Saelzer Vilaboa  
Ingeniero de Proyectos  
Proterm S.A.

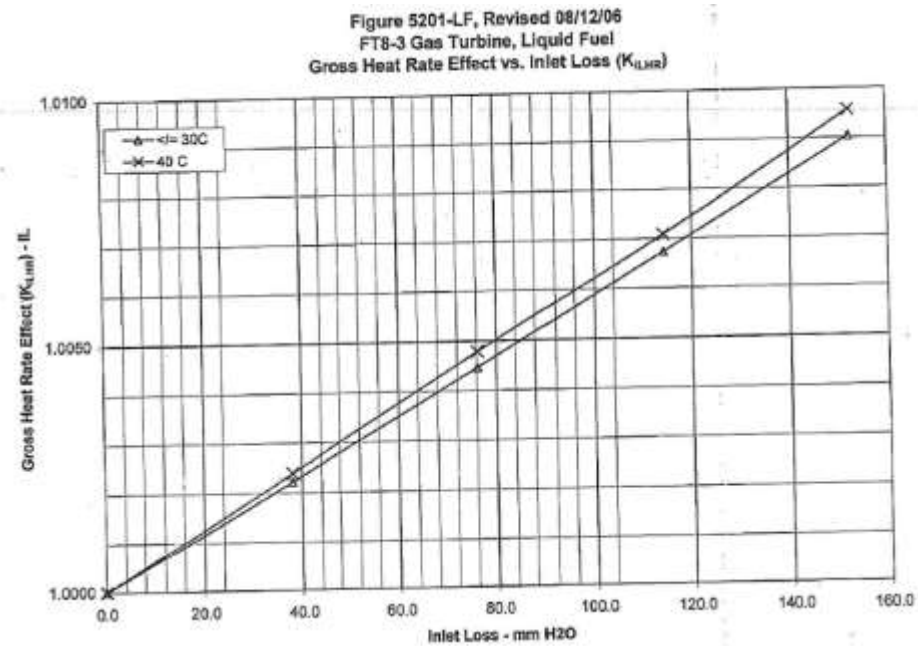


## ANEXO 1: CURVAS DE CORRECCIÓN

a) Curva de corrección por pérdida de carga en la descarga de gases

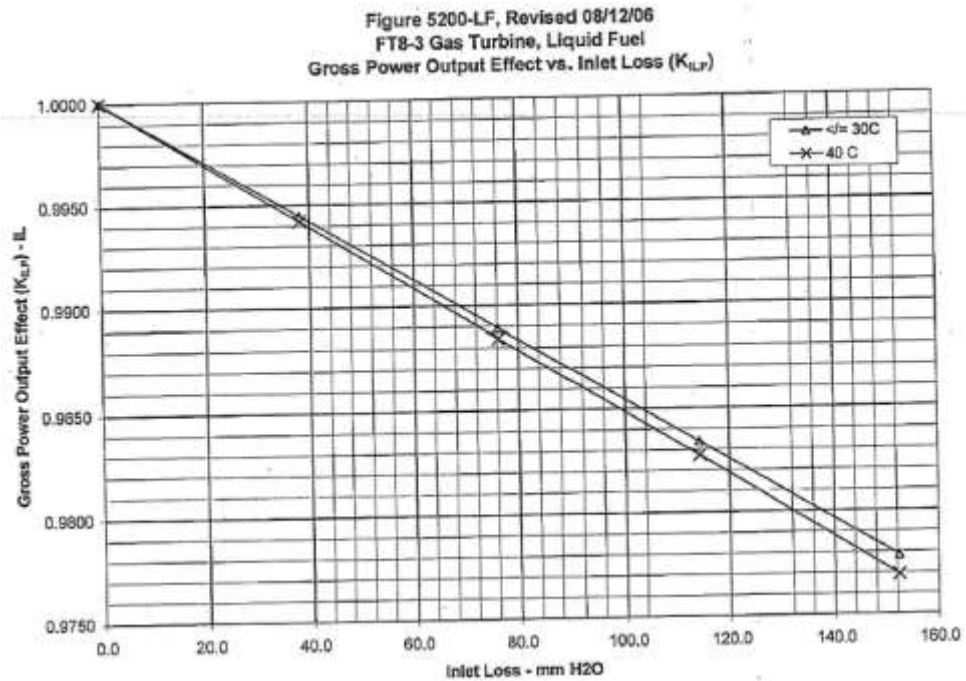


b) Curva de corrección (Heat Rate) por pérdida de carga en la admisión de aire

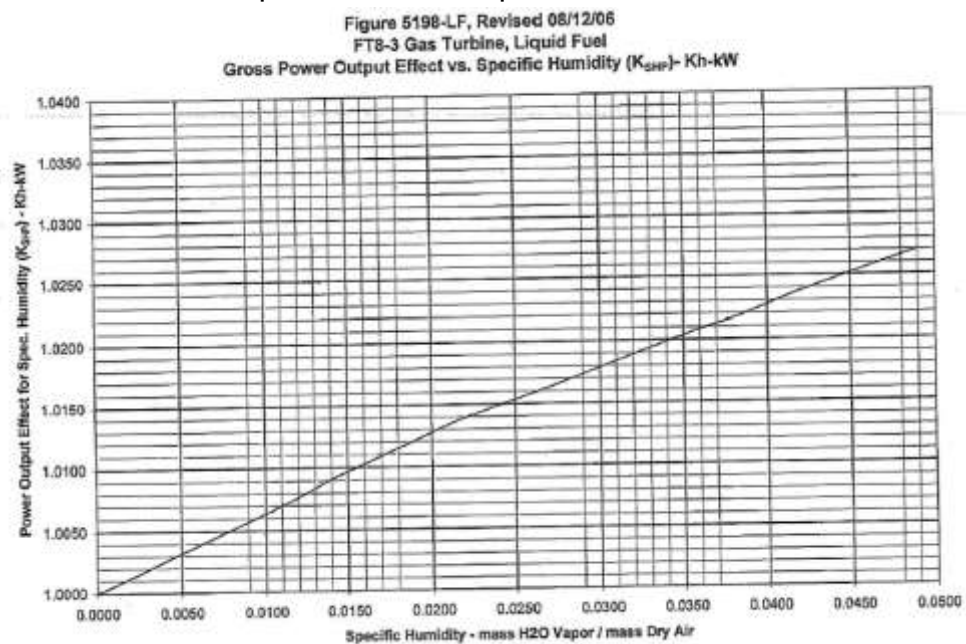




c) Curva de corrección (P) por pérdida de carga en la admisión de aire

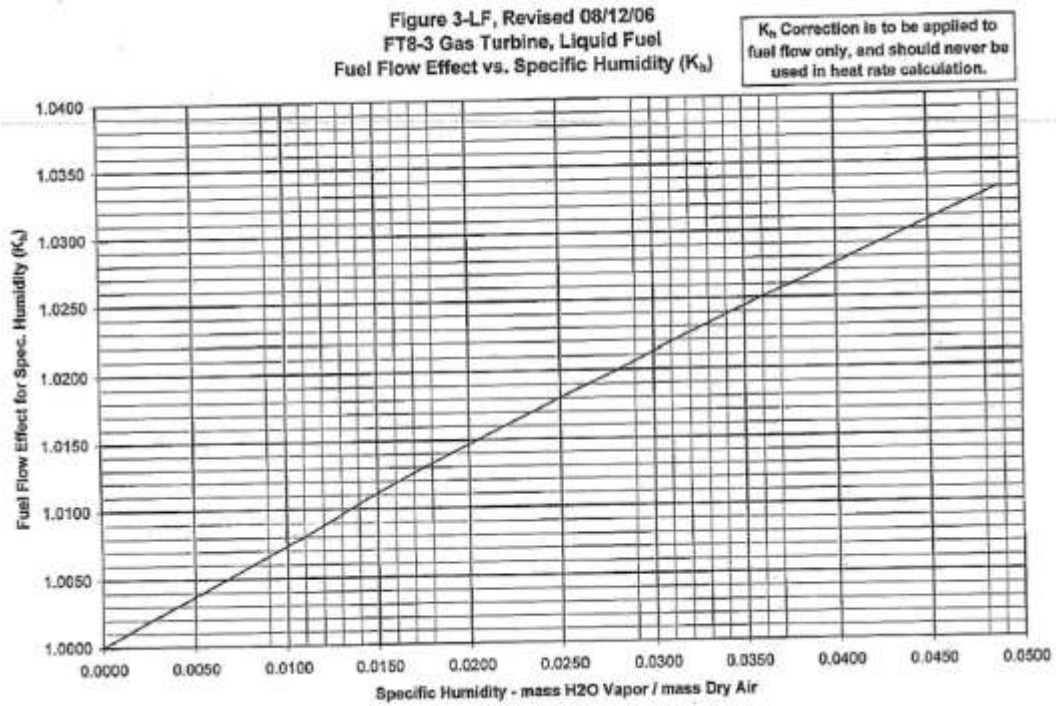


d) Curva de corrección por Humedad Específica

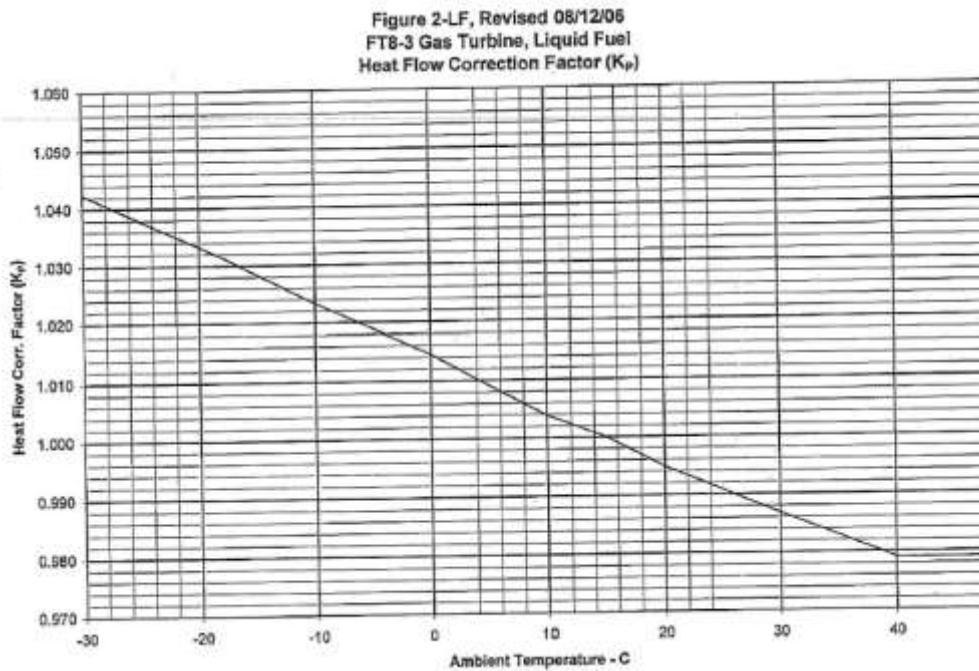




e) Curva de corrección (Flujo de Combustible) por Humedad Específica



f) Curva de corrección por temperatura ambiente





## **ANEXO 2: CERTIFICADOS DE CONTRASTACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN**

Se adjuntan al presente informe los certificados de contrastación de los siguientes instrumentos:

- a) Medidores de caudal de combustible: Se adjunta Certificados de calibración de medidores de flujo de combustible de Unidades 1A, 1B, 2A, 2B, 3A y 3B.
- b) Presión diferencial del filtro en la admisión de aire del compresor: Se adjunta Certificados de contrastación de medidores de presión diferencial del filtro en la admisión de aire del compresor de Unidades 1A, 1B, 2A, 2B, 3A y 3B.
- c) Presión absoluta de aire a la entrada del compresor: Se adjunta Certificados de contrastación de medidores de Presión absoluta de aire a la entrada del compresor de Unidades 1A, 1B, 2A, 2B, 3A y 3B.
- d) Temperatura de los gases a la descarga de la turbina: Se adjunta Certificados de contrastación de medidores de Temperatura de los gases a la descarga de la turbina de Unidades 1A, 1B, 2A, 2B, 3A y 3B.
- e) Temperatura del aire a la entrada del compresor: Se adjunta Certificados de contrastación de medidores de Temperatura del aire a la entrada del compresor de Unidades 1A, 1B, 2A, 2B, 3A y 3B.
- f) Humedad relativa del aire a la entrada del compresor: Se adjunta Certificados de contrastación de medidores de Humedad relativa del aire a la entrada del compresor de Unidades 1A, 1B, 2A, 2B, 3A y 3B.
- g) Medidor de Energía (Potencia Bruta): Se adjuntan Certificados de contrastación de medidores de Energía instalados en bornes del generador para las Unidades 1, 2 y 3.
- h) Medidor de Energía (Potencia Neta): Se adjuntan Certificados de contrastación de medidores de Energía instalados antes de la barra de 154 kV para las Unidades 1, 2 y 3.
- i) Presión Barométrica: Se adjuntan Certificados de contrastación de Presión barométrica de estación meteorológica.



## ANEXO 3: PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRAS DE COMBUSTIBLES

Documento PDF Adjunto: OGC-L3-SAM(CL)-INS-30I Muestreo de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo\_Rev02



SISTEMA DE GESTIÓN DE  
INTEGRIDAD OPERACIONAL

TOMA DE MUESTRAS DE COMBUSTIBLES LIQUIDOS EN PLANTA Y TERMINALES		
GRUPO SGS EN CHILE	INSTRUCTIVO	OGC-L3-SAM(CL)-INS-30I
OIL, GAS & CHEMICALS	AREA INSPECCIONES, APLICACION NACIONAL	
Fecha Elaboración:	08/2018	
N° Edición:	02	
Fecha Edición:	09/2019	
Elaborado Por:	Asesor Técnico Inspecciones	
Revisado Por:	Jefe Area Técnica Inspecciones/Supervisor de Inspecciones	
Aprobado Por:	Gerente de sector	

CONTROL DE CAMBIOS		
N° Revisión:	Fecha:	Cambios desde la última revisión/edición:
01	08-2018	Se modifica Versión 01, Modificando el ítem 7.0 sobre Punto de Muestreo y modalidad de llenado de contenedores de muestreo.
02	09-2019	Se modifica el ítem 2: Alcance y Aplicación (Centrales de Generación de Electricidad).

© SGS Group Management SA - 2013 - Reservados todos los derechos - SGS es una marca comercial registrada de SGS Group Management SA

La Impresión de este documento es una copia no controlada a menos que esté firmada por un signatario autorizado.  
La revisión vigente de este documento y la lista maestra se encuentra publicada en Intranet, base de datos OIMS.





## ANEXO 4: ANÁLISIS DE MUESTRAS DE COMBUSTIBLES

# SGS

### Reporte de Análisis: OS20-02872.001

Fecha: 23/12/2020

Central Yungay S.A

Cerro El Plomo 5630 Piso 15 Oficina 1502, Edif. De Las Artes,  
Las Condes - Santiago, Las Condes  
Chile

Los resultados mostrados en este reporte de análisis representan los valores de la muestra (s) analizada(s) según se han recibido e indica que se indica si contrasta. Todos los análisis se han realizado utilizando la última versión de los métodos laborales, a menos que se indique lo contrario en el reporte. Los parámetros de precisión se aplican en la determinación de los resultados obtenidos. Los comentarios de los resultados analíticos, cuando existieran la conformidad con los requisitos contractuales o regulatorios, deben tener en cuenta las disposiciones completas de ASTM D 204, IP207 e ISO 429 en sus contextos, el nivel de confianza predeterminado de las pruebas de potencia se ha establecido en el nivel de confianza del 95%. Por favor consultar estándares a las secciones 7.3.6, 7.3.7 y 7.3.8 de la ASTM D 204. Este reporte de análisis ha sido publicado bajo las Condiciones Generales de Servicio de la Compañía que se encuentra en la página web de la compañía en [www.sgs.com](http://www.sgs.com) o bajo solicitud. Se recomienda la atención de los clientes sobre la limitación de responsabilidad, indemnización y jurisdicción definida en el mismo. El presente reporte no podrá ser reproducido parcialmente o en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio.

CLIENTE ORDEN NO :	LAB3-301027 V2/0200-OGC	SGS ORDEN NO :	-
LOCALIDAD :	VII Región del Bío Bío	BUQUE :	Unidad 1A-Prueba inicial de potencia
ORIGEN DE LA MUESTRA :	Tanque	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO :	Clasal - B1
TIPO DE MUESTRA :	Conjunto	ORIGEN ID :	Tk-01
MUESTREADO :	09/12/2020	MUESTREADO POR :	SGS
ANALIZADO :	17/12/2020 - 23/12/2020	RECIBIDO :	16/12/2020
COMENTARIO MUESTRA :	Valores 9792 - 9721	COMPLETADO :	23/12/2020
COMENTARIO REPORTE :	Límites de exactitud en proporciones por el cliente		
Los análisis de laboratorio suministrados para los ensayos en el Laboratorio Subcontratado son:			
S4 - Subcontratado a un laboratorio externo a SGS			

ANÁLISIS	MÉTODO	RESULTADO UNIDAD	MINIMO	MAXIMO
Calentamiento de ensayo	ASTM D5403	11 mg/kg	-	15
SH - Cloruros	ASTM D5291 (Method A)	86,4 % (m/m)	-	-
SH - Hidrogeno	ASTM D5291 (Method A)	13,4 % (m/m)	-	-
SH - Nitrogeno	ASTM D5291 (Method A)	<0,18 % (m/m)	-	-
Poder Calorífico Bruto	ASTM D4808	10908 kcal/kg	-	-
Poder Calorífico Medio	ASTM D4808	10234 kcal/kg	-	-
Poder Calorífico Bajo	ASTM D4808	46670 kJ/kg	-	-
Poder Calorífico Medio	ASTM D4808	42650 kJ/kg	-	-

**\*\* Fin De Los Resultados Analíticos \*\***

SEÑAL AUTÓGRAFA

Patricia Parra  
Supervisor de Laboratorio  
23120200170400000287

SEÑAL AUTÓGRAFA

Jorge López  
Jefe de Laboratorio

Página 1 de 1

OGC-Ea\_report-2014-10-10\_69K

SGS Chile Ltda

Av. Tres Puntos N° 800 Maipo, Santiago, 8250000, Chile

Member of the SGS Group | (SGS Chile Ltda de Sucursales)



# SGS

## Reporte de Análisis: 0820-02872.002

Fecha: 23/12/2020

Central Yungay S.A

Cerro El Plomo 5630 Piso 15 Oficina 1502, Edif. De Las Artes,

Las Condes -Santiago, Las Condes

Chile

Los resultados mostrados en este reporte de ensayo específicamente se refieren a la muestra (o) ensayada según se han recibido a menos que se indique lo contrario. Todos los ensayos se han realizado utilizando la última revisión de los métodos indicados, a menos que se indique lo contrario en el reporte. Los parámetros de prueba se ajustan en la determinación de los resultados anteriores. Los comentarios de los resultados analíticos, cuando establecen la conformidad con los requisitos normativos o regulatorios, deben tener en cuenta las disposiciones completas de ASTM D 324, 1997 a 90 429 en ese contexto, el nivel de confianza predefinido de los pruebas de juicio en la estadística en el nivel de confianza de 95%. Por favor, especial atención a las secciones 7.3.6, 7.3.7 y 7.3.8 de la ASTM D 324. Este reporte de ensayo ha sido publicado bajo las Condiciones Generales de Servicio de la Compañía (puede disponerse en la página web de la compañía en [www.sgs.com](http://www.sgs.com)) o bajo solicitud. Se reconocen la alta calidad de los servicios sobre la base de la responsabilidad, integridad y puntualidad de los mismos. El presente reporte no podrá ser reproducido parcialmente o en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio.

CLIENTE/ORDEN NO.:	LAB3-3D1027_V2/2020-OGC	SGS ORDEN NO.:	-
LOCALIDAD:	VII Región del Biobío	BUQUE:	Unidad 1A-Prueba final de potencia
ORIGEN DE LA MUESTRA:	Tanque	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:	Clasif - B1
TIPO DE MUESTRA:	Conjunto	ORIGEN ID:	Tx-01
MUESTREADO:	14/12/2020	MUESTREADO POR:	SGS
ANALIZADO:	17/12/2020 - 23/12/2020	RECIBIDO:	16/12/2020
COMENTARIO MUESTRA:	<b>Salvo: 0004-0000</b>	COMPLETADO:	23/12/2020
COMENTARIO REPORTE:	<b>Medios de exportación preparados por el cliente</b>		

Los análisis de laboratorio suministrados para los ensayos en el Laboratorio Subcontratado son:  
S4 - Subcontratado a un laboratorio externo a SGS

ANÁLISIS	MÉTODO	RESULTADO	UNIDAD	REFERENCIA	REQUISITO
<b>Oxígeno de azufre</b>	ASTM D5403	7,5	mg/kg	-	15
<b>H2 - Cloruro</b>	ASTM D5291 (Method A)	86,2	% (mln)	-	-
<b>H2 - Hidrogeno</b>	ASTM D5291 (Method A)	13,4	% (mln)	-	-
<b>H2 - Nitrogeno</b>	ASTM D5291 (Method A)	<0,18	% (mln)	-	-
<b>Poder Calorífico Bruto</b>	ASTM D4955	10626	kcal/kg	-	-
<b>Poder Calorífico Medio</b>	ASTM D4955	10248	kcal/kg	-	-
<b>Poder Calorífico Bajo</b>	ASTM D4955	45750	kJ/kg	-	-
<b>Poder Calorífico Medio</b>	ASTM D4955	42910	kJ/kg	-	-

**\*\* Fin De Los Resultados Analíticos \*\***

PREPARADOR

Pamela Pérez  
Supervisor de Laboratorio  
23/12/2020 17:29:00 000020M

PREPARADOR

Jorge López  
Jefe de Laboratorio

Página 1 de 1

OGC-Ea\_report-2014-10-10\_059K

SGS Chile Ltda

Av. Tres Pontones N° 800 Maipo, Santiago, 8250000, Chile

Member of the SGS Group | SGS Chile de Servicios



---

## **ANEXO 5: ACTAS DE ENSAYOS POTENCIA MÁXIMA**

Se adjuntan las siguientes actas de ensayos:

- a) Acta01E1 Prueba Pot Max I-20-085\_20201209\_
- b) Acta02E1 Prueba Pot Max I-20-085\_20201210\_
- c) Acta03E1 Prueba Pot Max I-20-085\_20201211\_
- d) Acta04E1 Prueba Pot Max I-20-085\_20201211\_



## ANEXO 6: DESVIACIONES DE DATOS RELEVANTES

- **Variaciones de datos Unidad 1:**

Test Run	Pot. Act. (bruta) [%]	Pot. Act. (Neta) [%]	Presión baro. [%]	Temp. aire admisión [°C]	Caudal comb. [%]	RPM [%]	PF [%]
1	0,44%	0,25%	0,00%	0,31	0,27%	0,06%	0,11%
2	0,29%	0,13%	0,04%	0,34	0,21%	0,08%	0,07%
3	0,25%	0,07%	0,05%	0,25	0,18%	0,10%	0,09%
4	0,23%	0,01%	0,00%	0,35	0,17%	0,05%	0,08%
5	0,19%	0,05%	0,00%	0,41	0,16%	0,16%	0,08%
6	0,18%	0,03%	0,00%	0,33	0,14%	0,08%	0,11%
7	0,19%	0,03%	0,00%	0,25	0,17%	0,05%	0,10%
8	0,18%	0,07%	0,05%	0,26	0,16%	0,11%	0,09%
9	0,18%	0,08%	0,00%	0,32	0,17%	0,05%	0,09%
10	0,17%	0,00%	0,00%	0,13	0,12%	0,06%	0,09%

- **Variaciones de datos Unidad 2:**

Test Run	Pot. Act. (bruta) [%]	Pot. Act. (Neta) [%]	Presión baro. [%]	Temp. aire admisión [°C]	Caudal comb. [%]	RPM [%]	PF [%]
1	0,40%	0,31%	0,00%	0,27	0,29%	0,07%	0,16%
2	0,29%	0,00%	0,00%	0,30	0,28%	0,07%	0,15%
3	0,35%	0,00%	0,00%	0,84	0,34%	0,06%	0,18%
4	0,36%	0,04%	0,00%	0,54	0,34%	0,06%	0,16%
5	0,31%	0,21%	0,00%	0,33	0,28%	0,08%	0,16%
6	0,22%	0,00%	0,00%	0,44	0,19%	0,08%	0,21%
7	0,23%	0,10%	0,00%	0,25	0,19%	0,07%	0,14%
8	0,22%	0,21%	0,00%	0,27	0,19%	0,13%	0,14%
9	0,19%	0,17%	0,04%	1,02	0,21%	0,12%	0,13%
10	0,26%	0,19%	0,00%	0,37	0,27%	0,08%	0,12%



- **Variaciones de datos Unidad 3:**

Test Run	Pot. Act. (bruta) [%]	Pot. Act. (Neta) [%]	Presión baro. [%]	Temp. aire admisión [°C]	Caudal comb. [%]	RPM [%]	PF [%]
1	0,43%	0,21%	0,04%	0,34	0,38%	0,12%	0,06%
2	0,30%	0,24%	0,04%	0,26	0,29%	0,07%	0,05%
3	0,33%	0,04%	0,00%	0,33	0,35%	0,08%	0,06%
4	0,33%	0,19%	0,00%	0,44	0,38%	0,13%	0,05%
5	0,45%	0,12%	0,00%	0,71	0,45%	0,08%	0,13%
6	0,42%	0,08%	0,00%	0,38	0,42%	0,08%	0,06%
7	2,79%	1,50%	0,00%	0,53	2,98%	0,10%	0,56%
8	0,45%	0,20%	0,00%	0,44	0,43%	0,15%	0,06%
9	0,45%	0,04%	0,00%	0,42	0,49%	0,05%	0,06%
10	0,44%	0,11%	0,00%	0,33	0,47%	0,07%	0,06%