



## INFORME TÉCNICO

### Ensayo a distancia de Potencia Máxima para Unidad Generadora TER 4

### Central Yungay

14 de febrero de 2024  
Inf02E3.23-065



## DATOS DEL PROYECTO

Empresa : Central Yungay S.A.

Planta : Central Termoeléctrica Yungay.

Coordinador Eléctrico Nacional : Aldo Saavedra A.  
Eduardo González V.

Coordinador de planta C. Yungay : Paulo Olivares L.

Experto Técnico : Alberto Piel W.

Ingeniero de Apoyo : Gabriel Hellwig W.

Fecha ensayos : 06/12/2023

Emisión	Datos	Preparó	Revisó	Aprobó
1	Nombre	GHW	APW	APW
	Fecha	27/12/2023	28/12/2023	28/12/2023
2	Nombre	GHW	APW	APW
	Fecha	19/01/2024	19/01/2024	19/01/2024
3	Nombre	GHW	APW	APW
	Fecha	12/02/2024	13/02/2024	14/02/2024



## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Objetivo del ensayo</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Documentos y normas aplicadas</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Antecedentes Técnicos de la Unidad</b> .....	<b>5</b>
	4.1 Información general del establecimiento.....	5
	4.2 Descripción de la unidad de generación .....	6
	4.3 Condiciones de Referencia.....	8
	4.4 Factores de corrección .....	8
<b>5</b>	<b>MÉTODO</b> .....	<b>9</b>
	5.1 Procedimiento general.....	9
	5.2 Potencia Máxima Medida.....	9
	5.3 Potencia Máxima Corregida.....	9
	5.4 Incertidumbre del ensayo.....	10
	5.5 Desviación de los datos .....	10
<b>6</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>11</b>
	6.1 Periodo de pruebas .....	11
	6.2 Análisis del combustible.....	12
	6.3 Potencia máxima .....	12
	6.4 Desviación datos .....	13
	6.5 Resumen Potencia Máxima .....	14
<b>7</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>15</b>
	<b>Anexo 01: Disposición de planta</b> .....	<b>16</b>
	<b>Anexo 02: Curvas de corrección – Pot max</b> .....	<b>17</b>
	<b>Anexo 03: Análisis de muestras de combustibles</b> .....	<b>20</b>
	<b>Anexo 04: Protocolo de prueba</b> .....	<b>21</b>
	<b>Anexo 05: Resgistro de datos de las pruebas y cálculos realizados.</b> .....	<b>21</b>
	<b>Anexo 06: Actas de ensayo Potencia Máxima</b> .....	<b>21</b>
	<b>Anexo 07: Certificados de contrastación de instrumentación</b> .....	<b>22</b>



## INTRODUCCIÓN

El siguiente informe resume el método y resultados de la Prueba de Potencia Máxima (Pmax) llevados a cabo desde el 06 al 07 de diciembre del 2023 a la turbina a gas de la unidad N°4 de la central de generación eléctrica Yungay, propiedad de Inkia, ubicada en la comuna de Cabrero, región del Bío-Bío.

El resultado principal de esta prueba corresponde al máximo valor de potencia activa bruta que puede sostener la unidad generadora N°4, correspondiente a una Turbina a Gas General Electric de 38 [MW], por un periodo continuo mínimo de 5 horas, en los bornes de salida del generador, operando con petróleo diésel como combustible, de acuerdo con las directrices especificadas en el Anexo Técnico “Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras.” del Coordinador Eléctrico Nacional.

Estos ensayos son realizados a pedido del Coordinador Eléctrico Nacional, quien establece la periodicidad necesaria y puede hacer uso de esta información para determinar las potencias máximas de operación de la central.

Como factor adicional y derivado de la factibilidad que generó la pandemia COVID19, se incluyen en este ensayo medidas adicionales para poder realizar todas las pruebas de forma remota, sin personal externo a la planta en terreno, basados en la “guía para efectuar pruebas de anexos técnicos con monitoreo a distancia”, emitido por el Coordinador Eléctrico Nacional.

### 1 OBJETIVO DEL ENSAYO

El objetivo del ensayo es determinar el valor de Potencia Máxima (PMax) de la Unidad Generadora TER 4 de la central de Generación Eléctrica Yungay operando con combustibles Petróleo Diésel. El parámetro de Potencia máxima debe ser informado al Coordinador Eléctrico Nacional de acuerdo con lo señalado en el artículo 6-13 de la NTSyCS. Conforme al Artículo 22 del Anexo Técnico, el informe técnico de la prueba deberá informar 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



## 2 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.

## 3 ANTECEDENTES TÉCNICOS DE LA UNIDAD

### 3.1 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].

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



**Figura 4.1** Ubicación Central Termoeléctrica Yungay.

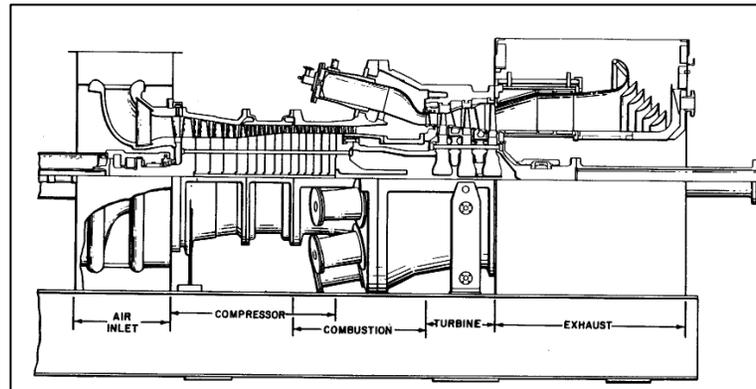
La disposición general de la planta se presenta en el Anexo 01.

### **3.2 Descripción de la unidad de generación**

Las unidades generadoras de central Termoeléctrica Yungay consisten en 4 turbogeneradores, de los cuales las 3 correspondientes al fabricante Pratt & Whitney modelo FT8 Swiftpac (Unidades 1, 2 y 3) pueden operar con combustible Diésel y Gas Natural. Por otro lado, la única unidad del fabricante General Electric, modelo frame 6B, sólo opera con Diésel (Unidad 4).

Para este caso, los ensayos de Potencia Máxima se realizarán únicamente con petróleo Diesel para la Unidad 4 General Electric.

La unidad General Electric se compone de 20 etapas en el compresor, de las cuales 17 corresponden al compresor y 3 de la turbina. Esta turbina se compone de un solo eje solidario que gira a 5.178 [rpm]. En este tipo de turbogenerador, parte de la potencia generada por la turbina es consumida por el trabajo que requiere el compresor.



**Figura 4.2** Esquema partes Turbina General Electric.

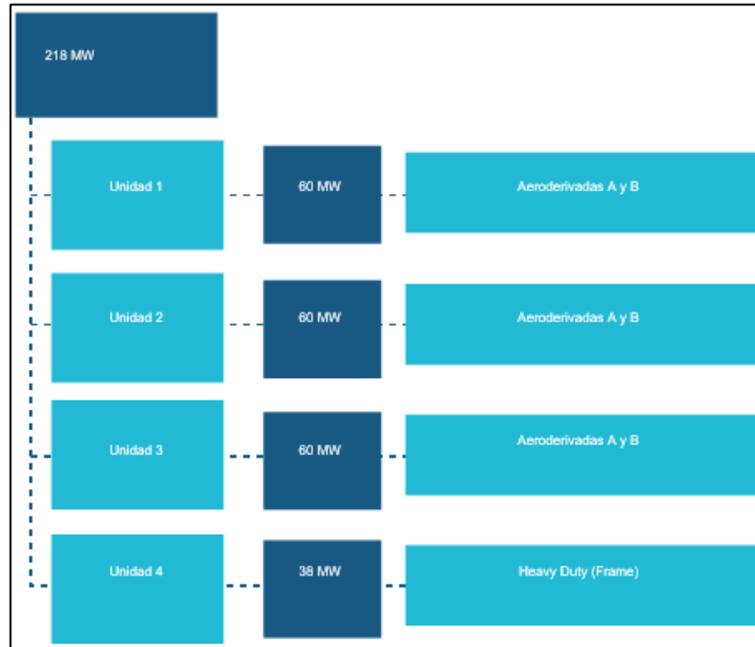
**Tabla 4.2** Características técnicas Turbina General Electric.

Turbina	
Marca	: General Electric
Modelo	: Frame 6B
Potencia Neta Salida	: 38 [MW] (sólo Turbina Gas)
Combustible	: Diésel
Potencia Nominal	: 48,5 [MVA]
Factor de Potencia	: 0,8
Tensión Salida	: 10,5 [kV]
Frecuencia	: 50 [Hz]



### 3.3 Condiciones de Referencia

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



**Figura 4.3** Configuración Central Termoeléctrica Yungay.

### 3.4 Factores de corrección

El valor de Potencia máxima determinado en la prueba será corregido según lo que indica el “Anexo Técnico” de la prueba en su artículo 34. Para ello, se hace uso de las curvas o ecuaciones de corrección provistas por el fabricante por los siguientes motivos:

- Corrección por temperatura del aire de aspiración.
- Corrección por humedad relativa.
- Corrección por factor de potencia.

Las curvas de corrección disponibles, entregadas por el fabricante, se encuentran en el Anexo 2.



## 4 MÉTODO

### 4.1 Procedimiento general

El ensayo consistió en mantener a máxima potencia la turbina y sostener este modo de operación por al menos 5 horas continuas. Este periodo de tiempo fue subdividido en tramos de 30 minutos, llamados TestRun. Durante este periodo, se tomaron registros periódicos de la potencia bruta y neta, consumo de combustible, entre otras variables de interés de la unidad. En este caso se utilizó Petróleo Diésel como combustible.

Detalles del procedimiento se encuentran en el protocolo de pruebas aprobado por el Coordinador Eléctrico Nacional, el que se adjunta en archivo Anexo 04 al presente documento.

### 4.2 Potencia Máxima Medida

La Potencia Máxima considerada como resultado de la prueba corresponde al promedio de valores de potencia bruta obtenido en cada TestRun. Dichos valores son a su vez el promedio de todas las lecturas de potencia bruta tomada en los bornes del generador durante la ejecución de cada TestRun.

La Potencia Neta Medida reportada en el informe técnico se calcula de manera análoga, considerando las mediciones puntuales de Potencia Neta efectuadas durante el ensayo.

### 4.3 Potencia Máxima Corregida

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

$$P_{corr} = P_{med} * F_T * F_H * F_{FP} \quad (1)$$

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 se aleja de 0,950



Los factores de corrección son la relación del factor de corrección entre la condición de referencia y la condición de medición para cada parámetro a corregir.

$$F_x = \frac{F_{x, \text{referencia}}}{F_{x, \text{medición}}} = \frac{1}{F_{x, \text{medición}}} \quad (2)$$

Donde:

- $x$  : Parámetro del factor de corrección
- $F_{x, \text{referencia}}$  : Factor de corrección de referencia es igual a uno (1)
- $F_{x, \text{medición}}$  : Factor de corrección de parámetro  $x$  medido

#### 4.4 Incertidumbre del ensayo

La incertidumbre de los resultados obtenidos fue calculada según las directrices de las normas ASME PTC 22 Y 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. Certificados de contrastación de instrumentos en Anexo 07.

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%.

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

#### 4.5 Desviación de los datos

La norma ASME PTC 22 define en su numeral 3.3-5 la desviación máxima aceptable para los parámetros medidos durante la prueba. La tabla 5.5 es un extracto de la norma. La desviación de cada parámetro se calcula respecto al promedio de cada TestRun.



**Tabla 5.5:** Desviación máxima permisible durante la Prueba (ASME PTC 22).

<b>Table 3-3.5-1 Maximum Permissible Variations in Operating Conditions</b>	
Variable	Sample Standard Deviation
Power output (electrical)	0.65%
Torque	0.65%
Barometric pressure	0.16%
Inlet air temperature	1.3°F (0.7°C)
Fuel flow	0.65%
Rotating speed	0.33%

## 5 RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de las Pruebas de Potencia Máxima. El detalle de los registros de las pruebas y los cálculos realizados se adjuntan en los archivos del Anexo 05.

### 5.1 Periodo de pruebas

En la tabla 6.1 se resume los periodos de medición y los valores de promedio de parámetros utilizados en la corrección de la Potencia máxima.

**Tabla 6.1:** Periodos de medición TestRun y valores promedio de parámetros de corrección.

TestRun	Día	Hora inicio	Hora término	Temp. Admisión [°C]	Temp. Ambiental [°C]	Humedad Relativa [%]	Pres. Ambiental [mbar]	Humedad Absoluta [kg_w/kg_as]	Factor potencia [-]
1	06-12-2023	20:30	21:00	23,14	23,11	41,32	998	0,0074	0,953
2	06-12-2023	21:00	21:30	22,15	22,19	48,10	998	0,0081	0,951
3	06-12-2023	21:30	22:00	21,33	21,33	52,75	999	0,0085	0,952
4	06-12-2023	22:00	22:30	20,70	20,66	55,21	999	0,0085	0,952
5	06-12-2023	22:30	23:00	20,11	20,08	58,13	999	0,0086	0,951
6	06-12-2023	23:00	23:30	19,20	19,16	62,51	999	0,0088	0,952
7	06-12-2023	23:30	0:00	18,57	18,52	63,26	999	0,0085	0,953
8	07-12-2023	0:00	0:30	17,86	17,85	64,74	999	0,0084	0,953
9	07-12-2023	0:30	1:00	17,08	17,05	65,25	999	0,0080	0,950
10	07-12-2023	1:00	1:30	16,39	16,37	63,80	999	0,0075	0,949
<b>Promedio</b>				<b>19,65</b>	<b>19,63</b>	<b>57,51</b>	<b>999</b>	<b>0,0082</b>	<b>0,952</b>



## 5.2 Análisis del combustible

La siguiente tabla presenta de forma resumida los resultados del análisis de poder calorífico superior (PCS) e inferior (PCI) del combustible Petróleo Diesel utilizado en el ensayo. En Anexo 03 se presentan los informes de resultados de los análisis de laboratorio.

**Tabla 6.2:** Poder calorífico superior (PCS).

Día	Hora	PCS [kcal/kg]	PCI [kcal/kg]
06/12/2023	00:00	10.914,76	10.240,20

El poder calorífico superior utilizado es de 10.915 kcal/kg.

## 5.3 Potencia máxima

La potencia máxima alcanzada en cada uno de los TestRun se presenta a continuación.

**Tabla 6.3:** Potencia Máxima Bruta Diesel.

TestRun	Pot. Max (Bruta) [MW]	F <sub>T</sub>	F <sub>H</sub>	FFP	Pot. Max. Corr. (Bruta) [MW]	Incertidumbre [%]
1	35,711	0,949	1,000	0,987	38,128	0,54307
2	35,700	0,955	1,000	0,987	37,874	0,52494
3	36,100	0,960	1,000	0,987	38,098	0,50925
4	36,202	0,964	1,000	0,987	38,050	0,50955
5	36,642	0,968	1,000	0,987	38,366	0,51020
6	36,689	0,974	1,000	0,987	38,195	0,52110
7	36,691	0,978	1,000	0,987	38,043	0,50365
8	37,175	0,982	1,000	0,987	38,373	0,51909
9	37,653	0,987	1,000	0,987	38,671	0,51311
10	37,653	0,991	1,000	0,987	38,499	0,51306
<b>Promedio</b>	<b>36,622</b>	<b>0,971</b>	<b>1,000</b>	<b>0,987</b>	<b>38,230</b>	<b>0,51670</b>

La potencia máxima bruta corregida promedio del ensayo fue de 38,230 MW y con una incertidumbre de 0,5167%.



**Tabla 6.4: Potencia Máxima Neta Diesel.**

TestRun	Pot. Max (Neta) [MW]	F <sub>T</sub>	FH	FFP	Pot. Max. Corr. (Neta) [MW]	Incertidumbre [%]
1	35,325	0,949	1,000	0,987	37,716	0,54340
2	35,322	0,955	1,000	0,987	37,473	0,52527
3	35,681	0,960	1,000	0,987	37,656	0,50960
4	35,781	0,964	1,000	0,987	37,607	0,50990
5	36,213	0,968	1,000	0,987	37,917	0,51055
6	36,269	0,974	1,000	0,987	37,757	0,52145
7	36,270	0,978	1,000	0,987	37,607	0,50400
8	36,749	0,982	1,000	0,987	37,933	0,51943
9	37,218	0,987	1,000	0,987	38,225	0,51346
10	37,218	0,991	1,000	0,987	38,054	0,51341
<b>Promedio</b>	<b>36,205</b>	<b>0,971</b>	<b>1,000</b>	<b>0,987</b>	<b>37,795</b>	<b>0,51705</b>

La potencia máxima Neta corregida promedio del ensayo fue de 37,795 MW y con una incertidumbre de 0,51705%. Los consumos de servicios auxiliares se calculan a partir de las potencias bruta y neta corregidas en 0,435 MW.

#### 5.4 Desviación datos

La siguiente tabla muestra las desviaciones estándar de los datos medidos

**Tabla 6.5: Desviación estándar.**

Test Run	Pot. Act. (bruta) [%]	Pot. Act. (Neta) [%]	Presión barométrica [%]	Temp. aire admisión [°C]	Caudal comb. [%]	Vel. Rot. [%]	Factor potencia [%]
1	0,66%	0,66%	0,00%	0,01 °C	0,57%	0,08%	0,48%
2	0,63%	0,62%	0,05%	0,27 °C	0,57%	0,14%	0,20%
3	0,75%	0,76%	0,00%	0,20 °C	0,67%	0,07%	0,18%
4	0,64%	0,64%	0,00%	0,20 °C	0,58%	0,08%	0,19%
5	0,68%	0,68%	0,00%	0,20 °C	0,64%	0,09%	0,35%
6	0,71%	0,72%	0,00%	0,25 °C	0,62%	0,10%	0,21%
7	0,62%	0,60%	0,00%	0,16 °C	0,63%	0,06%	0,17%
8	0,64%	0,62%	0,00%	0,25 °C	0,59%	0,05%	0,19%
9	0,58%	0,58%	0,00%	0,22 °C	0,57%	0,07%	0,27%
10	0,58%	0,58%	0,00%	0,22 °C	0,57%	0,07%	0,27%
<b>Promedio</b>	<b>0,65%</b>	<b>0,64%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,20 °C</b>	<b>0,60%</b>	<b>0,08%</b>	<b>0,25%</b>



Algunos de los resultados de las desviaciones estándar de los registros de las potencias son levemente mayor a la recomendación de la ASME PTC 22 para la medición de potencia, pero el valor promedio de todos los TestRun cumple con la recomendación. Por tal motivo se considera que siguen siendo representativos.

## 5.5 Resumen Potencia Máxima

A continuación, se resume la Potencia Máxima (Bruta y Neta) y la incertidumbre para cada TestRun.

**Tabla 6.6:** Resumen Potencia máxima

Escalón	Pot. Max. (Bruta) [MW]	Pot. Max. (Neta) [MW]	Pot. Max. Corr. (Bruta) [MW]	Incertidumbre Pot. Max. Corr. (Bruta) [%]	Pot. Max. Corr. (Neta) [MW]	Incertidumbre Pot. Max. Corr. (Neta) [%]
1	35,711	35,325	38,128	0,54307	37,716	0,54340
2	35,700	35,322	37,874	0,52494	37,473	0,52527
3	36,100	35,681	38,098	0,50925	37,656	0,50960
4	36,202	35,781	38,050	0,50955	37,607	0,50990
5	36,642	36,213	38,366	0,51020	37,917	0,51055
6	36,689	36,269	38,195	0,52110	37,757	0,52145
7	36,691	36,270	38,043	0,50365	37,607	0,50400
8	37,175	36,749	38,373	0,51909	37,933	0,51943
9	37,653	37,218	38,671	0,51311	38,225	0,51346
10	37,653	37,218	38,499	0,51306	38,054	0,51341
<b>Promedio</b>	<b>36,622</b>	<b>36,205</b>	<b>38,230</b>	<b>0,51670</b>	<b>37,795</b>	<b>0,51705</b>

La potencia máxima bruta corregida promedio del ensayo fue de 38,230 MW y la potencia máxima neta corregida fue de 37,795 MW y con una incertidumbre de 0,51670% y 0,51705% respectivamente.



## 6 CONCLUSION

A continuación, se describen las principales conclusiones obtenidas de los ensayos de Potencia Máxima en la unidad N°4 de la central de generación eléctrica Yungay.

- Los ensayos de Potencia Máxima 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 la 20:30 del 06 de diciembre y las 01:30 del 07 de diciembre del 2023. Durante la ejecución de los ensayos no se detectaron alarmas que pudiesen haber generado perturbaciones operacionales.
- Las Potencias Máximas corregidas desarrolladas por la turbina para el combustible Petróleo Diesel se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 7: Parámetros de Potencia Máxima TER Yungay U4**

Central/Unidad	Potencia Máxima Bruta [MW]	Servicios Auxiliares [MW]	Potencia Máxima Neta [MW]
TER Yungay U4	38,230	0,435	37,795

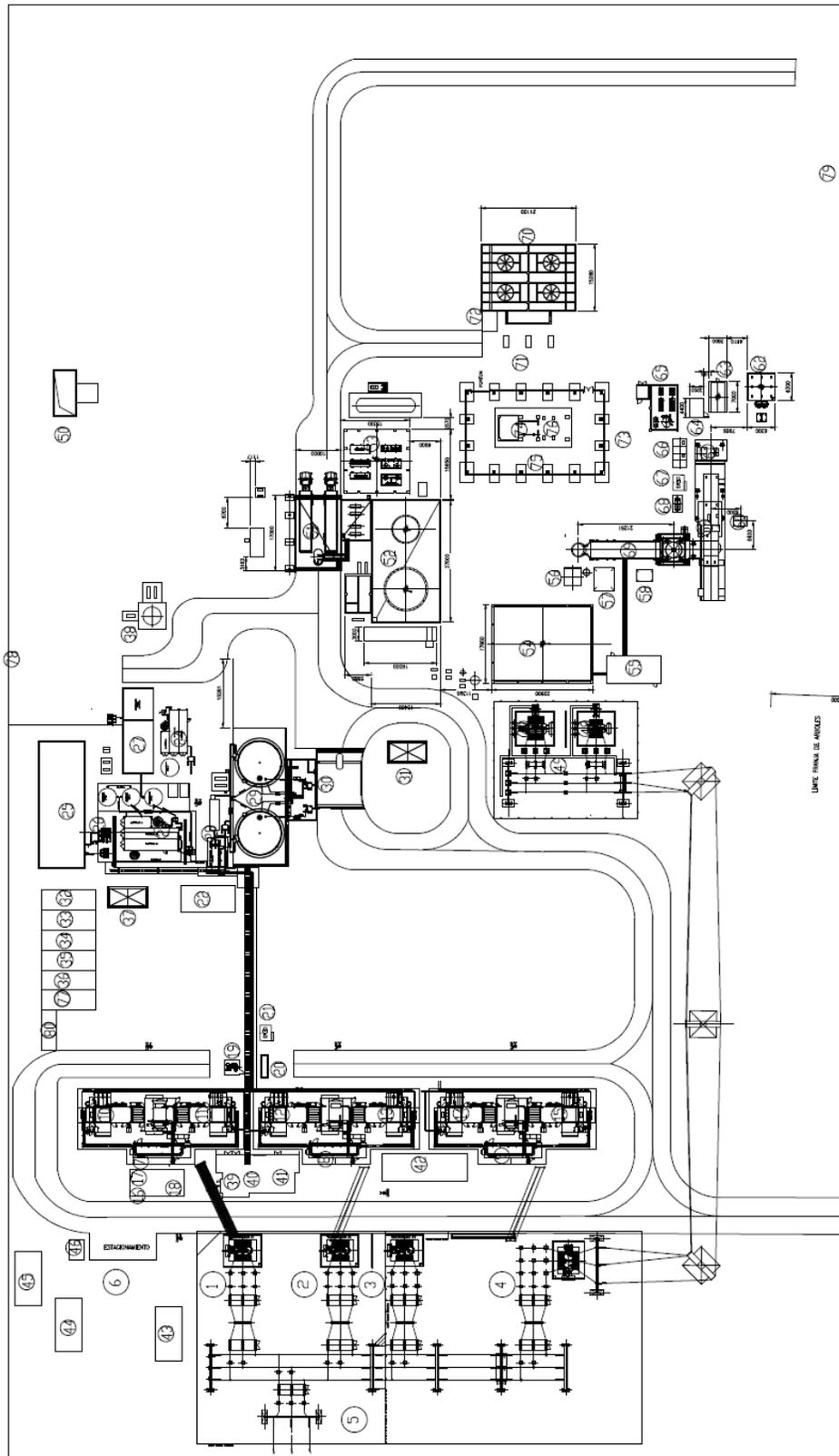
- Las incertidumbres calculadas para las potencias máximas bruta y neta fueron de 0,51670% y 0,51705% respectivamente.

Alberto Piel Westermeyer  
Gerente de Ingeniería  
Proterm S.A.

Gabriel Hellwig Wendler  
Jefe Proyectos  
Proterm S.A.



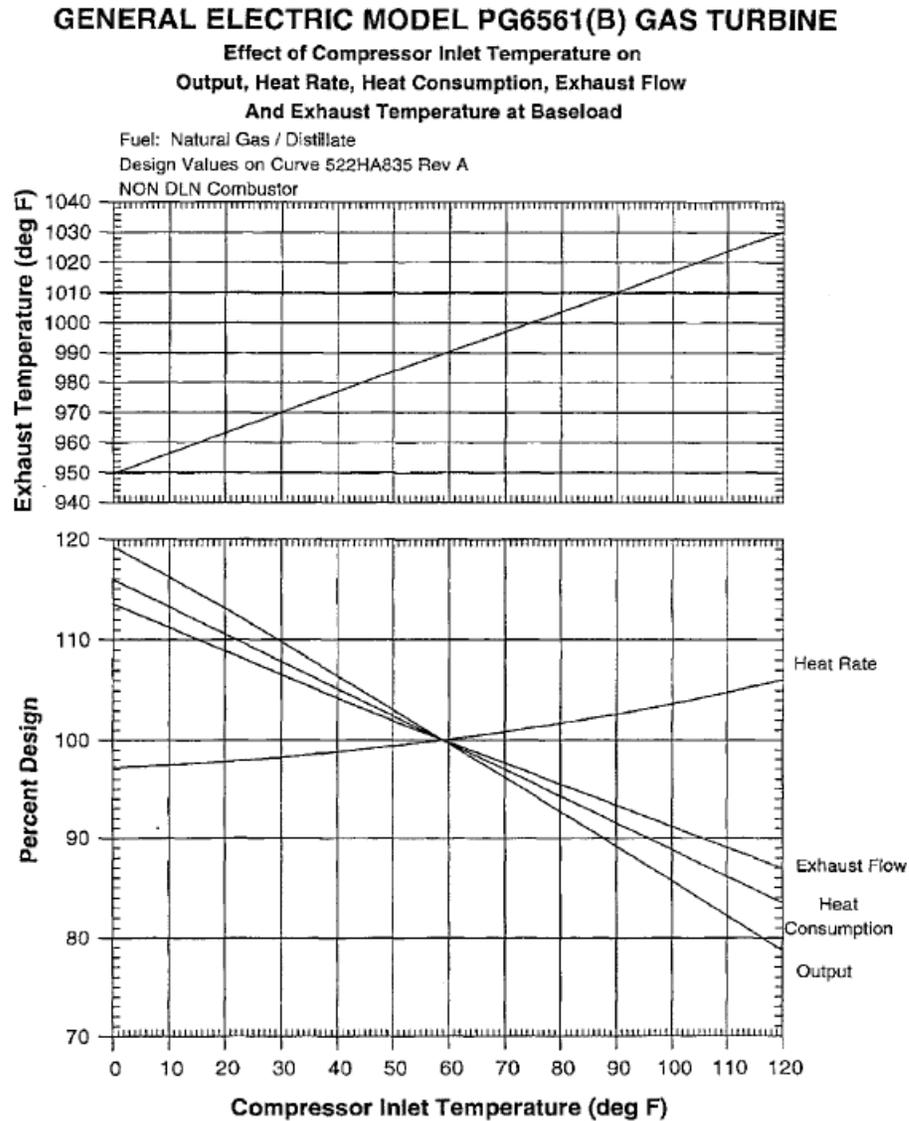
## ANEXO 01: DISPOSICIÓN DE PLANTA





## ANEXO 02: CURVAS DE CORRECCIÓN – POT MAX.

a) Curva de corrección por temperatura de aire de aspiración:



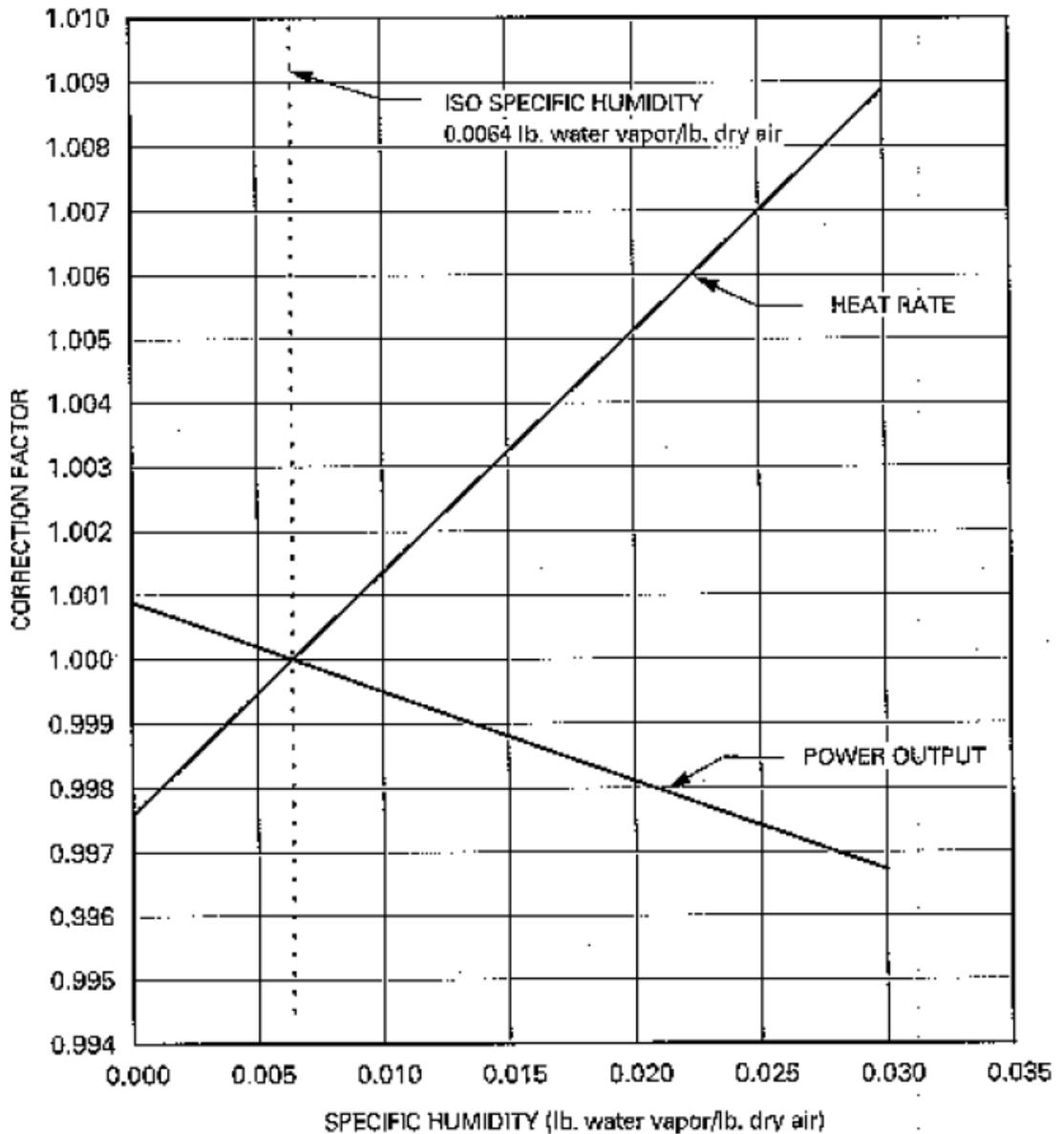


b) Curva de corrección por humedad

**General Electric MS6001, MS7001 And MS9001 Gas Turbines**

Corrections To Output And Heat Rate  
For Non-Iso Specific Humidity Conditions

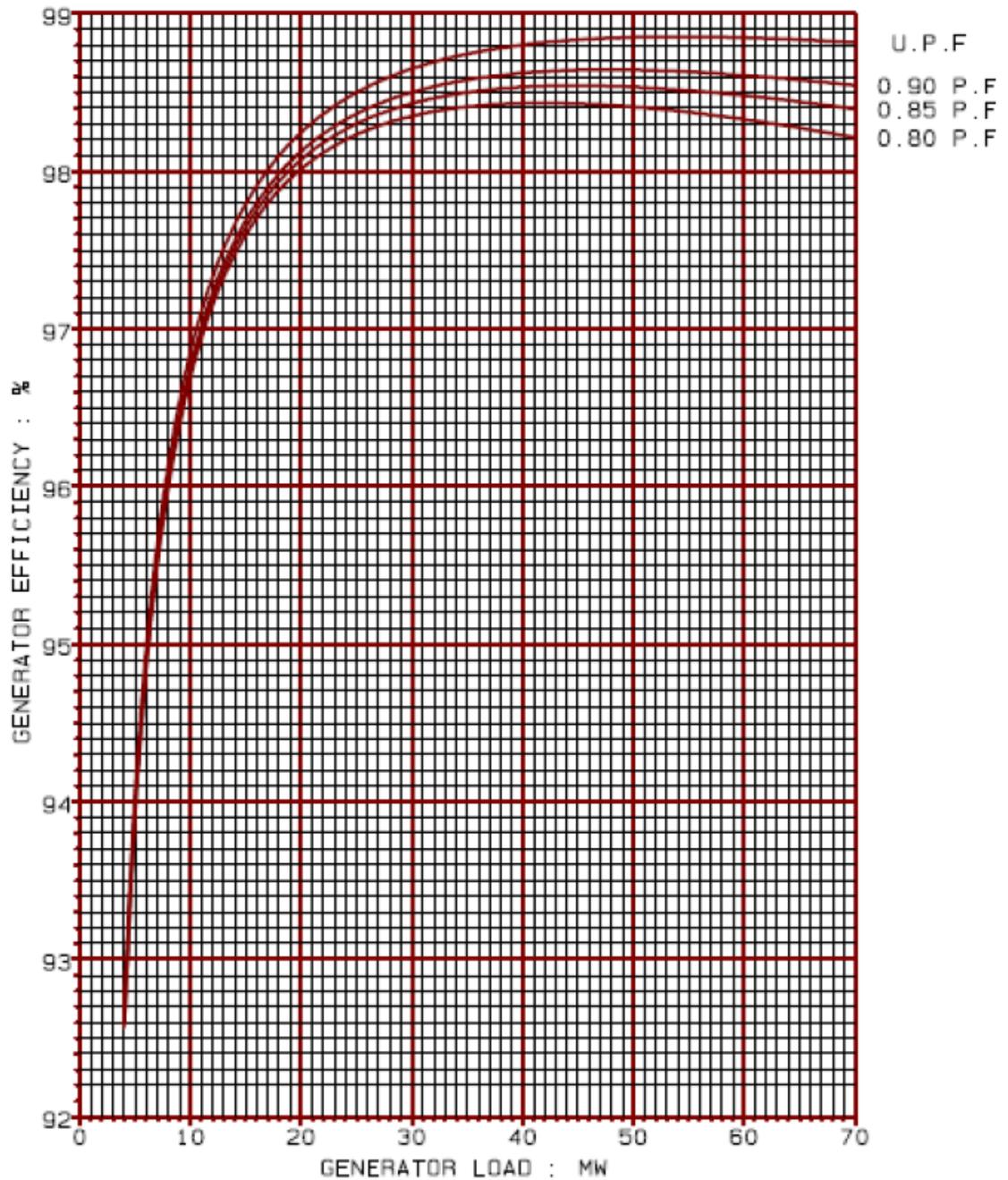
For Operation At Base Load On Exhaust  
Temperature Control Curve





c) Curva de corrección por factor de potencia

VARIATION OF GENERATOR EFFICIENCY WITH LOAD





## ANEXO 03: ANÁLISIS DE MUESTRAS DE COMBUSTIBLES



### AMSPEC CHILE S.A.

Los Castaños N°1100, La Greda Norte, Puchuncaví, V Región,  
- ross.sanchez@amspecgroup.com

### REPORTE DE ANÁLISIS

Nuestra Referencia	: OTICH23-1231	Cliente	: Central Yungay S.A.
Producto <sup>(1)</sup>	: Petróleo Diesel	Contacto (s)	: Nancy Silva
Identificación de la Muestra	: 20000	Email	: nancy.silva@inkiaenergy.cl
N° de Sello	: 1953571	Dirección	: Cerro El Plomo 5680 piso 15, Oficina ...
Muestra Obtenida por <sup>(2)</sup>	: Muestra Puntual	Ref. Cliente	:
Ubicación del Muestreo	: Central Yungay	Fecha de Recepción de Muestra	: 11/12/2023
Tipo de Muestreo	: Muestra Puntual	Fecha Inicio de Análisis	: 11/12/2023
Fecha de Muestreo	: 06/12/2023 00:00:00	Fecha Término de Análisis	: 18/12/2023
Plan/Método de Muestreo	: Sin Antecedentes	Análisis realizados en	: Lab. AmSpec Chile
Responsable de Muestreo	: Victor Oyarzo	Fecha de Emisión de Reporte	: 18/12/2023
Muestra Obtenida de	: TG4		

Analizado       Atestiguado<sup>(3)</sup>       Preliminar       Final

Ensayos	Unidades	Métodos	Especificaciones	Resultados
Gravedad API		ASTM D4052-22	Informar	36.72
Gravedad Especifica 60/60		ASTM D4052-22	Informar	0.8411
Densidad a 15°C	Kg/m3	ASTM D4052-22	Informar	840.7
Calor de Combustión Bruto	Kcal/Kg	ASTM D4868-17	Informar	10914.76
Calor de Combustión Neto	Kcal/Kg	ASTM D4868-17	Informar	10240.20
Azúfre Total	mg/Kg	ASTM D5453-19	Informar	8.9
Carbono	% m/m	ASTM D5291-21	Informar	85.51
Hidrógeno	% m/m	ASTM D5291-21	Informar	14.41
Nitrógeno	% m/m	ASTM D5291-21	Informar	<0.18

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

Condiciones ambientales de los ensayos:

Observaciones:

Juan Pablo Palma  
Firmado digitalmente por  
Juan Pablo Palma  
Fecha: 2023.12.18  
16:25:32 -0300

Supervisor de Laboratorio



---

#### **ANEXO 04: PROTOCOLO DE PRUEBA**

Se adjunta archivo Anexo al presente documento

#### **ANEXO 05: RESGISTRO DE DATOS DE LAS PRUEBAS Y CÁLCULOS REALIZADOS.**

Se adjunta archivos Anexo al presente documento

#### **ANEXO 06: ACTAS DE ENSAYO POTENCIA MÁXIMA**

Se adjunta archivo Anexo al presente documento



## ANEXO 07: CERTIFICADOS DE CONTRASTACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN

Se adjunta Certificados de contrastación de instrumentación de la turbina Unidad 4.

A7.1.	Temperatura aire aspiración	SMT290523_17
A7.2.	Presión aire aspiración	No requerido
A7.3.	Presión diferencial aire aspiración	SMT290523_21
A7.4.	Caudal combustible Diesel	20201029-012, FT20201104.005
A7.5.	Temperatura combustible Diesel	SMT290523_28
A7.6.	Presión combustible Diesel	SMT290523_20
A7.7.	Temperatura gases de escape turbina	SMT290523_01 al 12 y SMT290523_22 al 27
A7.8.	Presión gases de escape turbina	SMT290523_19
A7.9.	Presión descarga compresor	SMT070723_29, SMT070723_30
A7.10.	Potencia bruta	MW-1811A713-02_19-01-2022
A7.11.	Potencia activa	MW-1811A713-02_19-01-2022
A7.12.	Potencia reactiva	MW-1811A713-02_19-01-2022
A7.13.	Factor de potencia	MW-1811A713-02_19-01-2022
A7.14.	Tensión	MW-1811A713-02_19-01-2022
A7.15.	Frecuencia	MW-1811A713-02_19-01-2022
A7.16.	Potencia Neta	PT-1211A017-01_10-07-2023
A7.17.	Velocidad rotor	No permite calibración
A7.18.	Potencia Servicios Auxiliares	PT-1012A395-01_11-02-2023
A7.19.	Temperatura interior turbina	SMT290523_13, SMT290523_14, SMT290523_15, SMT290523_16
A7.20.	Humedad ambiental	23-01-2023 CAL Sensor humedad
A7.21.	Presión barométrica ambiental	23-01-2023 CAL Sensor P.Barométrica