



CONSORCIO:	GENERADORA:
 Hamek <small>INGENIEROS ASOCIADOS SAC</small>	

PROYECTO:	CLIENTE:
DETERMINACIÓN DE CONSUMOS ESPECÍFICOS DE UNIDADES GENERADORAS	 COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

TITULO:	PROTOCOLO DE PRUEBAS DE CONSUMOS ESPECÍFICOS NETO DE LA CENTRAL SAN ISIDRO I
N° DE DOCUMENTO PROYECTO	CSI-1-PROT-HMK-006

REVISIÓN:	6	EDITADO PARA	Coordinador Eléctrico Nacional
FECHA:	23-11-2020		

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

REGISTROS DE REVISIONES

REV. N°	FECHA	REVISIONES	REVISADO POR	APROBADO POR
1	12-06-2019	Primera versión	Marco Quispe C.	Amadeo Carrillo V.
2	14-06-2019	Segunda versión	Marco Quispe C.	Amadeo Carrillo V.
3	21-06-2019	Observaciones al Protocolo de Prueba de Consumo Específico Central San isidro I	Eglis Hernández Eduardo González Raicit Guevara	Gretchen Zbinden V.
4	26-06-2019	Tercera versión	Marco Quispe C.	Amadeo Carrillo V.
5	27-06-2019	Cuarta versión	Marco Quispe C.	Amadeo Carrillo V.
6	26-10-2020	Quinta versión	Marco Quispe C.	Amadeo Carrillo V.
7	23-11-2020	Sexta versión	Marco Quispe C.	Amadeo Carrillo V.

APROBACIÓN DE DOCUMENTOS

ENEL			
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL			
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
CONSORCIO HAMEK AMADEO_CARRILLO			
	NOMBRE	FIRMA	FECHA

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME	PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL
			Consortio HAMEK - Amadeo Carrillo

CONTENIDO GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	6
2	NORMAS Y DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA APLICABLES.....	7
3	DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL SAN ISIDRO I	8
4	ESPECIFICACIONES DE LA PRUEBA.....	9
4.1	FRONTERA DE LA PRUEBA	9
4.1.1.	<i>Frontera de Prueba y Mediciones Requeridas para la Unidades Generadoras en la configuración Ciclo Abierto</i>	<i>9</i>
4.1.2.	<i>Frontera de Prueba y Mediciones Requeridas para la Unidades Generadoras en la configuración Ciclo Cerrado.....</i>	<i>10</i>
4.2	VARIABLES A MEDIR	11
4.2.1.	<i>Variables Primarias</i>	<i>11</i>
4.2.2.	<i>Variables Secundarias.....</i>	<i>12</i>
4.3	APLICACIÓN DE FACTORES DE CORRECCIÓN.....	13
4.4	CONDICIONES DE REFERENCIA	14
4.5	RESULTADOS DE LA PRUEBA	14
5	PARTICIPANTES DE LAS PRUEBAS Y RESPONSABILIDADES.....	15
6	INSTRUMENTOS Y MÉTODOS DE MEDICIÓN	16
6.1	REQUERIMIENTOS GENERALES	16
6.2	MEDICIÓN	16
7	PREPARACIÓN PREVIA A LA PRUEBA DE CONSUMO ESPECÍFICO NETO.....	18
7.1	ACTIVIDADES GENERALES	18
7.2	ACTIVIDADES ESPECÍFICAS A SER DESARROLLADAS POR ENEL	18
7.2.1.	<i>Inspección y limpieza de los equipos.....</i>	<i>18</i>
7.2.2.	<i>Pruebas preliminares.....</i>	<i>18</i>
7.3	CONSIDERACIONES PREVIAS	19
7.3.1.	<i>Medición de Potencia Neta.....</i>	<i>19</i>
7.3.2.	<i>Medición del Consumo de Combustible.....</i>	<i>20</i>
7.3.3.	<i>Análisis de Combustible.....</i>	<i>20</i>
8	EJECUCIÓN DE LA PRUEBA DE CONSUMO ESPECÍFICO NETO (MODO PRESENCIAL)	21
8.1	PERÍODO DE ARRANQUE Y AJUSTES OPERATIVOS DE LAS UNIDADES	21
8.1.1.	<i>Verificación de las Condiciones de Estabilidad.....</i>	<i>21</i>
8.1.2.	<i>Verificación de las Condiciones Ambientales.....</i>	<i>21</i>
8.1.3.	<i>..... Verificar el Sistema de Recopilación de Información y Otras Condiciones Operativas.....</i>	<i>22</i>
8.2	CONDICIONES DE OPERACIÓN DURANTE LAS PRUEBAS DE CONSUMO ESPECÍFICO	22
8.3	DURACIÓN DE LA PRUEBA	23

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consortio HAMEK - Amadeo Carrillo

8.4	CONSIDERACIONES SOBRE LA SUSPENSIÓN DE LA PRUEBA DE CONSUMO ESPECÍFICO	25
8.5	FIN DE LA PRUEBA Y ACTA DE LA PRUEBA	25
9	EJECUCIÓN DE LA PRUEBA DE POTENCIA MÁXIMA (MODO REMOTO).....	26
9.1	REQUERIMIENTO DE PERSONAL	26
9.2	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS	26
9.3	VERIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	28
9.4	VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN Y OTRAS CONDICIONES OPERATIVAS	28
9.5	VERIFICACIÓN DE LA CONEXIÓN REMOTA.....	29
10	RESULTADOS Y CÁLCULOS DE LAS PRUEBAS.....	30
10.1	VALIDACIÓN DE DATOS.....	30
10.2	CÁLCULOS DE LOS CONSUMOS ESPECÍFICOS NETO EN CICLO ABIERTO, TG	30
10.2.1	<i>Resultados de los Consumos Específicos Neto Medido ($HRN_{M,TG}$).....</i>	<i>30</i>
10.2.2	<i>Cálculo de los Consumos Específicos Neto Corregido ($HRN_{C,TG}$).....</i>	<i>30</i>
10.3	CÁLCULOS DE LOS CONSUMOS ESPECÍFICOS NETO EN CICLO CERRADO, CC ...	31
10.3.1	<i>Resultados de los Consumos Específicos Neto Medido ($HRN_{M,CC}$).....</i>	<i>31</i>
10.3.2	<i>Cálculo de los Consumos Específicos Neto Corregido ($HRN_{C,CC}$).....</i>	<i>32</i>
11	INCERTIDUMBRE DE LA PRUEBA	33
11.1	INCERTIDUMBRE DE LA PRUEBA	33
11.1.1	<i>Cálculo de la Incertidumbre Sistemática</i>	<i>33</i>
11.1.2	<i>Cálculo de la Incertidumbre Aleatoria</i>	<i>34</i>

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 3-1: Descripción de la Central San Isidro I	8
Tabla 4-1: Variables primarias	11
Tabla 4-2: Condiciones de Referencia	14
Tabla 8-1: Condiciones de estabilidad de la Prueba de Consumo Específico Neto de las Unidades Generadoras de la Central I	21
Tabla 8-2: Estados de Carga (Escalones) de las Pruebas de Consumo Específico Neto de la Configuración Ciclo Abierto con Gas Natural de la Central San Isidro I	23
Tabla 8-3: Estados de Carga (Escalones) de las Pruebas de Consumo Específico Neto de la Configuración Ciclo Abierto con Petróleo Diésel de la Central San Isidro I	23
Tabla 8-4: Estados de Carga (Escalones) de las Pruebas de Consumo Específico Neto de la Configuración Ciclo Cerrado con Gas Natural de la Central San Isidro I	24
Tabla 8-5: Estados de Carga (Escalones) de las Pruebas de Consumo Específico Neto de la Configuración Ciclo Cerrado con Petróleo Diésel de la Central San Isidro I	24
Tabla 9-1: Registro Remoto	29

CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 4-1: Frontera de Prueba de las Unidades Generadora en Ciclo Abierto	9
Ilustración 4-2: Frontera de Prueba de las Unidades Generadora en Ciclo Cerrado.	10
Ilustración 7-1: Reporte Cromatográfico en Línea	20

ANEXOS

ANEXO A:	Layout de las Centrales de la Central San Isidro I
ANEXO B:	Diagrama Unifilar Eléctrico de la Central San Isidro I
ANEXO C:	Curvas de Corrección de las Unidades Generadora de la Central San Isidro I
ANEXO D:	Lista de Instrumentos de Medición de las Unidades Generadoras de la Central San Isidro I
ANEXO E:	Certificados de Calibración de Instrumentos de Medición de Variables Primarias para las Pruebas de Consumos Específicos Neto de las Unidades Generadoras de la Central San Isidro I
ANEXO F:	Formato de Acta de las Pruebas de Consumo Específico Neto

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL				
INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

1 INTRODUCCIÓN

Este documento describe el procedimiento para los procesos de preparación, ejecución y evaluación de la Determinación de Consumos Específicos Neto de las Central San Isidro I de propiedad de ENEL, que opera con gas natural y diésel; según las consideraciones técnicas y administrativas estipuladas en el Anexo Técnico: Determinación de Consumos Específicos de Unidades Generadoras, que está contemplado en la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, aprobada mediante Resolución – Exenta 427/2017 de la Comisión Nacional de Energía (CNE).

En este documento se cita las normas de referencia; se menciona a los participantes de las Pruebas y la asignación de responsabilidades correspondiente; la instrumentación a ser utilizada y mediciones a ser realizadas; los preparativos del ensayo y las condiciones operativas a ensayar. También se presenta la metodología general de cálculo para determinar los consumos específicos de cada unidad de generación.

Habrà una serie de actividades previas a la prueba para comprobar que la central funciona correctamente, que toda la instrumentación pertinente está funcionando correctamente, y se prepara adecuadamente para esta prueba. Estas actividades se detallan en la Sección 7 de este protocolo de pruebas.

Este protocolo debe ser revisado por ENEL y finalmente ser revisado y aprobado por el Coordinador. Antes de la tabla de contenido, se incluye una hoja de registro de revisiones que contiene la fecha de cada revisión y un espacio para las firmas correspondientes.

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

2 NORMAS Y DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA APLICABLES

Las guías que se utilizarán como referencia, en orden de prioridad son los siguientes:

- a. Anexo Técnico: Determinación de Consumos Específicos de Unidades Generadoras, aprobada mediante Resolución - Exenta 427/2017 de la Comisión Nacional de Energía (CNE).
- b. Protocolo de Pruebas.
- c. Normas de referencia:

Para las Turbinas de Combustión en Ciclo Abierto (TG):

- Norma ASME PTC 22: "Performance Test Code on Gas Turbines"
- Norma ASME PTC 19.1: "Test Uncertainty"
- Norma ASME PTC 19.5: "Flow Measurement"
- Norma ASTM D1945 (2004): "Standard Test Method for Analysis of Natural Gas and by Gas Chromatography".
- Norma ASTM D3588-88: "Standard Practice for calculating heat value, compressibility factor, and relative density of gaseous fuels".
- Norma ANSI / IEEE Standard 120-1989: "IEEE Master Test Guide for Electrical Measurements in Power Circuits".
- Norma NIST: "Standards for Calibration References".
- Norma ISO 2314: "Gas Turbines – Acceptance Test".

Para las Turbinas de Combustión en Ciclo Cerrado (TG + TV):

- Norma ASME PTC 46 "Performance Test Code on Overall Plant Performance"
- Norma ASME PTC 4 "Fired Steam Generators"
- Norma ASME PTC 6 "Performance Test Code 6 on Steam Turbines"
- Norma ASME PTC 6-R "Guidance for Evaluation of Measurement Uncertainty in Performance Test of Steam Turbines"
- Norma ASME PTC 19.1 "Test Uncertainty"
- Norma ASME PTC 19.5 "Flow Measurement"
- Norma ASTM D1945 (2004) "Standard Test Method for Analysis of Natural Gas and by Gas Chromatography".
- Norma ASTM D3588-88 "Standard Practice for calculating heat value, compressibility factor, and relative density of gaseous fuels".
- Norma ANSI / IEEE Standard 120-1989 "IEEE Master Test Guide for Electrical Measurements in Power Circuits".
- Norma NIST "Standards for Calibration References".

Además, se tomará como referencia los siguientes documentos:

- Manual de Operación y Mantenimiento de la unidad.
- Informes producidos por las Empresas de Mantenimiento vinculados con la operación y el estado de la unidad.
- Pruebas y ensayos anteriores realizados sobre la unidad, si es el caso.

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

3 DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL SAN ISIDRO I

La Central Termoeléctrica San Isidro I, se ubica a 8 km. de Quillota, Región de Valparaíso, Chile.

Esta central está conformada por un ciclo combinado; compuesta por una turbina de gas y una turbina de vapor, cuyas características se indican a continuación:

Tabla 3-1: Descripción de la Central San Isidro I

Concepto ¹	Unidad	Unidad TG01	Unidad TV02
Marca		Mitsubishi	Mitsubishi
Modelo		701 F	SRT 40.5 AX
Serie		-	-
Tipo de Unidad		Turbina de Gas	Turbina de Vapor
Tipo de Combustible		Gas Natural y Petróleo Diésel	-
Año de Fabricación	Año	1997	1997
Fecha de Entrada en Operación	dd-mm-aa	1998	1998
Potencia Nominal	MW	241	139
Potencia Mínimo Técnico con Gas Natural	MW	14.00	-
Potencia Mínimo Técnico con Petróleo Diésel	MW	13.00	-
Potencia Mínimo Técnico Ambiental con Gas Natural	MW	113.00	-
Potencia Mínimo Técnico Ambiental con Petróleo Diésel	MW	198.00	-
Potencia Máxima Técnico	MW	265.00	130
Tensión Nominal	kV	13.8	15
Factor de Potencia	-	0.85	0.85
Velocidad de Rotación	RPM	3 000	3 000

En el Anexo B, se muestra el Diagrama Unifilar Eléctrico de la Central San Isidro I.

¹ Información extraída desde:

<https://www.enel.cl/es/inversionistas/inversionistas-enel-generacion/nuestras-centrales/san-isidro.html> y <https://infotecnica.coordinador.cl/instalaciones/unidades-generadoras>

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL				
INFORME	PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA	
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

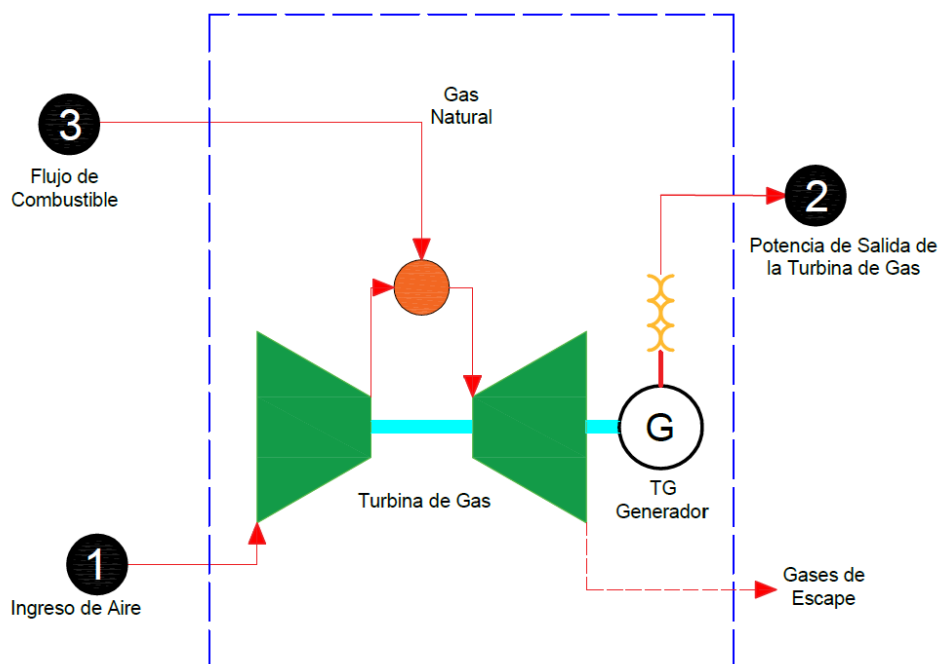
4 ESPECIFICACIONES DE LA PRUEBA

4.1 Frontera de la Prueba

La frontera de prueba identifica los flujos de energía que deben ser medidos para calcular los resultados corregidos. En la siguiente figura se identifica dichos flujos, considerando que son los que atraviesan la frontera, los otros flujos que se quedan dentro de la frontera no se necesitan para obtener los resultados corregidos; sin embargo, sirven para verificar las condiciones operativas.

4.1.1 Frontera de Prueba y Mediciones Requeridas para la Unidades Generadoras en la configuración Ciclo Abierto

Ilustración 4-1: Frontera de Prueba de las Unidades Generadora en Ciclo Abierto



Para la obtención de los resultados corregidos, acorde con la frontera de prueba graficado anteriormente se requiere las siguientes mediciones:

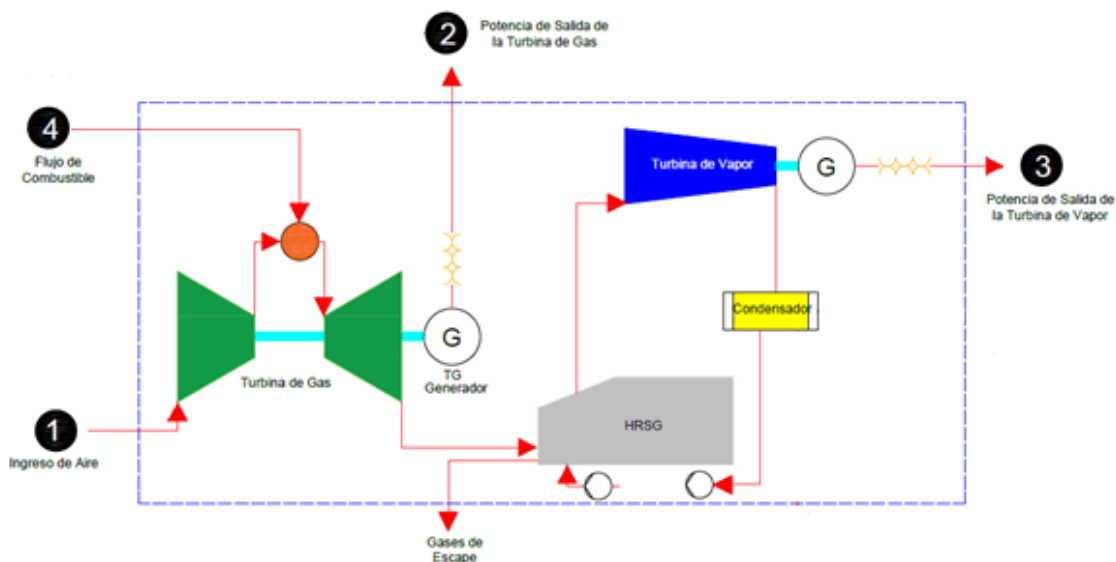
1. Ingreso de aire para combustión, se requiere medir la temperatura, presión y humedad en donde el aire ingresa al compresor de la turbina a gas.
2. Potencia de salida del generador de la turbina a gas.
3. Flujo de gas natural que ingresa a la turbina de gas.

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME	PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL
			Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

4.1.2 Frontera de Prueba y Mediciones Requeridas para la Unidades Generadoras en la configuración Ciclo Cerrado

Ilustración 4-2: Frontera de Prueba de las Unidades Generadora en Ciclo Cerrado



Para la obtención de los resultados corregidos, acorde con la frontera de prueba graficado anteriormente se requiere las siguientes mediciones:

1. Ingreso de aire para combustión, se requiere medir la temperatura, presión y humedad en donde el aire ingresa al compresor de la turbina a gas.
2. Potencia de salida del generador de la turbina a gas.
3. Potencia de salida del generador de la turbina de vapor.
4. Flujo de gas natural que ingresa a la turbina de gas.

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

4.2 Variables a Medir

4.2.1 Variables Primarias

Estas variables son las que se miden y se utilizan en los cálculos de resultados de la Determinación de Consumos Específicos de Unidades Generadoras, en este caso para las configuraciones de ciclo abierto y ciclo cerrado de la Central San Isidro I, son los siguientes:

Tabla 4-1: Variables primarias

Ítem	Variable	Ciclo Abierto	Ciclo Cerrado
Variables de Condiciones Ambientales			
a)	Temperatura Ambiente	Si	Si
b)	Humedad Relativa Ambiente	Si	Si
c)	Presión Ambiente	Si	Si
Variables Eléctricas			
a)	Potencia Activa Bruta	Si	Si
b)	Potencia Reactiva Bruta	Si	Si
c)	Factor de Potencia Bruta	Si	Si
d)	Potencia Activa Neta	Si	Si
e)	Potencia Reactiva Neta	Si	Si
f)	Factor de Potencia Neta	Si	Si
Consumo de Combustible			
a)	Consumo del combustible	Si	Si
b)	Temperatura del combustible	Si	Si
c)	Presión del combustible	Si	Si
d)	Composición del combustible	Si	Si
e)	Poder calorífico del combustible	Si	Si

4.2.2 Variables Secundarias

Estas variables son las que se miden, pero no entran en el cálculo de los resultados de la Determinación de Consumos Específicos de Unidades Generadoras. Estas variables son medidas a través del período de prueba para asegurarse que no se ha violado la condición de prueba requerida; en este caso para las configuraciones de ciclo abierto y ciclo cerrado de la Central San Isidro I, son las que se indican en el literal “a)” del Artículo 35 del Anexo Técnico respectivamente, que son las siguientes:

Variables secundarias a registrarse durante la Prueba en la configuración de Ciclo Abierto

- a. Tensión.
- b. Velocidad de rotación
- c. Consumos propios o auxiliares.
- d. Temperatura de gases de escape.
- e. Temperatura del combustible.
- f. Presión de descarga del compresor.
- g. Presión de Ingreso del fluido de trabajo.

Variables secundarias a registrarse durante la Prueba en la configuración de Ciclo Cerrado

- a. Tensión.
- b. Velocidad de rotación
- c. Consumos propios o auxiliares.
- d. Temperatura del combustible.
- e. Presión de descarga del compresor.
- f. Presión de Ingreso del fluido de trabajo.
- g. Caudal de condensado.
- h. Caudal de agua de alimentación.
- i. Caudal de vapor principal.
- j. Presión en el condensador
- k. Temperatura de condensado.
- l. Temperatura de agua de alimentación.
- m. Presión de vapor principal.
- n. Temperatura de vapor principal.
- o. Temperatura de gases de escape a la entrada de la caldera de recuperación de calor.
- p. Temperatura de gases de escape en chimenea.
- q. Posición de los álabes directores de entrada al (a los) compresor(es) de la(s) turbina(s) a gas.
- r. Temperatura de agua de refrigeración en entrada y salida.

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

4.3 Aplicación de Factores de Corrección

Para determinar los Consumo Específicos Neto de las diversas configuraciones de la Central San Isidro se seguirá el siguiente procedimiento:

- Se calculará el valor de Heat Rate² Neto medido, obtenida en la prueba de consumo específico, para ello se aplicará la siguiente formula:

$$HRN_M = \frac{\dot{m}_C * HHV}{PN_M}$$

Donde:

- HRN_M : Heat Rate Neto Medido, kJ/kWh.
- \dot{m}_C : Consumo de Combustible Total, m³/h o kg/h.
- HHV : Poder Calorífico Superior del Gas Natural, kJ.
- PN_M : Potencia Neta Total Medida, kW.

- Luego. se calculará el valor de Heat Rate Corregido, estas deberán ser ajustados por medio de la aplicación de factores de corrección multiplicativos. Para ello se aplicará la siguiente formula:

$$HRN_C = \frac{HRN_M}{\prod \alpha_i}$$

Donde:

- HRN_C : Heat Rate Neto Corregido, kJ/kWh.
- HRN_M : Heat Rate Neto Medido, kJ/kWh.
- $\prod \alpha_i$: Factores de Corrección Multiplicativos.

En el ítem 10.2 se encuentra las fórmulas que se consideran para la Determinación del Consumo Especifico Neto Corregida.

² Heat Rate o también llamado Consumo Especifico de Calor.

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL				
INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

4.4 Condiciones de Referencia

Según el Artículo 36 del Anexo Técnico, el Consumo Especifico Neto determinado en la prueba correspondiente, podrá ser corregido a fin de homologarla con los valores de referencia para los cuales fue calculado el Consumo Especifico original de garantía. Para ello se hace uso de las Curvas de Corrección de las Unidades Generadoras de la Central San Isidro I, provistas por el fabricante que se adjuntan en el Anexo C.

Las condiciones de referencia a las cuales hay que corregir el Consumo Especifico Neto Medido son los que se indican en la siguiente tabla.

Tabla 4-2: Condiciones de Referencia

Variable	Unidad	Valor
Temperatura Ambiente	°C	15
Humedad Relativa	%	75
Presión Ambiente	mbara	1 006
Factor de Potencia	---	0.95

4.5 Resultados de la Prueba

Como resultado de la Determinación del Consumo Especifico Neto se deberá consignar por separado los valores correspondientes a:

- Consumo Especifico Neto medido, sobre el Poder Calorífico Superior.
- Consumo Especifico Neto corregido, sobre el Poder Calorífico Superior.
- Consumo Especifico Neto medido, sobre el Poder Calorífico Inferior.
- Consumo Especifico Neto corregido, sobre el Poder Calorífico Inferior.

5 PARTICIPANTES DE LAS PRUEBAS Y RESPONSABILIDADES

El Experto Técnico, perteneciente al Consorcio³ es el responsable de desarrollar el protocolo de pruebas, de acuerdo a lo indicado en el TÍTULO V del Anexo Técnico y revisar y supervisar la ejecución de todas las actividades descritas en el protocolo en su versión final; es decir con la conformidad del Coordinador.

Al finalizar la prueba de Consumo Especifico, el experto técnico levantará el Acta de la Prueba el mismo que luego del plazo indicado en el Anexo Técnico, enviará al Coordinador conjuntamente con el Informe Técnico.

El Experto Técnico será asistido por un asistente con quién conforma el Equipo Clave, ambos serán responsables de cumplir con todas las normas de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente de la empresa generadora.

El Equipo Clave deberá efectuar oportunamente todos los trámites que permitan efectuar los trabajos al interior de la planta tales como la solicitud de faena segura y matriz de riesgos.

Un Supervisor, representante de la Empresa Generadora (ENEL), quien será responsable de coordinar el personal a su mando en la operación de la central generadora, y de corroborar que exista personal calificado en la central de forma de poder efectuar íntegramente la prueba.

Esta persona deberá coordinar además las siguientes facilidades.

- Facilidades al equipo clave, para el acceso y recorrido de todas las instalaciones de la planta y unidades de generación a evaluar.
- Facilidades para efectuar las reuniones de coordinación con el Personal Clave de la Planta: Gerente de Planta, Gerente de Operación y Mantenimiento y especialistas.
- Disponer de toda la instrumentación que se utilizarán durante las pruebas según lo establecido en este Protocolo de Pruebas.
- Facilidades mínimas (oficina dentro de la planta, si es posible con acceso a internet y teléfono) para que el Experto Técnico y su equipo clave, puedan establecerse y efectuar sus trabajos según lo establecido en el Protocolo de Pruebas.

Un representante del Coordinador Eléctrico Nacional, será responsable de coordinar la prueba de Consumo Especifico de acuerdo a la programación de la operación y las condiciones del sistema, considerando para esto el protocolo de pruebas. Este coordinador será el encargado de suspender o interrumpir la prueba de Consumo Especifico de ser necesario por condiciones del sistema.

El Coordinador será responsable además de revisar y dar la conformidad correspondiente al Protocolo de Pruebas, el Acta de las Pruebas y el Informe Técnico.

También podrá participar representantes de cualquier coordinado, en calidad de observador, con la aprobación del Coordinador.

³ El Consorcio Hamek Ingenieros Asociados S.A. - Amadeo Carrillo Villena.

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL				
INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

6 INSTRUMENTOS Y MÉTODOS DE MEDICIÓN

6.1 Requerimientos Generales

Los instrumentos de medición que se utilizarán durante las pruebas pueden ser permanentes (fijos) o temporales (portátiles) y deberán ser verificados en cuanto se refiere a su operatividad y sus requerimientos obligatorios según la Norma ASME PTC 19.

Para facilitar la adquisición de suficientes datos durante la prueba, se hará uso del sistema de control (DCS) de la planta, registrando todas las variables necesarias. Para los datos que no se registran en el DCS o que, estando disponibles en el DCS, no tienen la incertidumbre requerida, se utilizará los instrumentos de recolección de datos temporales, en este caso esta instrumentación temporal será sincronizado con el DCS antes de la prueba.

Las mediciones de las variables primarias deberán cumplir, por lo menos, con los requisitos definidos en el Artículo 32 del Anexo Técnico. Todos los instrumentos de medición de estas variables generalmente son de mayor exactitud y redundancia que los que corresponden a las variables secundarias; estos instrumentos tendrán su certificado de calibración vigentes emitidos por un organismo oficial y debe cumplir los requisitos que se encuentren en las normas al que hace referencia las normas ASME PTC 22 y ASME PTC 46. Copia de los registros de calibración de los instrumentos estarán disponibles antes de la prueba y serán incluidos en el informe técnico.

Según las Normas ASME PTC 22 y ASME PTC 46, no se requiere instrumentación de alta exactitud para las variables secundarias. Los instrumentos que miden estas variables pueden ser instrumentación instalada permanentemente en la planta y no necesita ser calibrada contra un estándar de referencia o patrón.

6.2 Medición

Acorde con lo señalado en el Artículo 31 del Anexo Técnico:

Para la medición de las variables primarias:

1. La medición de potencia y factor de potencia se realizará en bornes del generador de la turbina de gas, con instrumentos de Clase 0,2 o superior según norma IEC, con lecturas obtenidas directamente de los respectivos medidores o por adquisición vía software dedicado, realizadas directamente en terreno. Estos valores se registrarán cada 1 minuto.
2. Las mediciones de temperaturas serán realizadas con las termocuplas instaladas en el equipo, de acuerdo con ASME PTC 19.3. Los valores de temperaturas durante la prueba, se registrarán cada 1 minuto, pudiéndose hacer uso de un sistema de adquisición de datos.

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

3. Las mediciones de presión serán obtenidas mediante los transductores existentes, utilizados para la operación rutinaria de la unidad. Su registro se realizará cada 1 minuto.
4. El flujo de combustible será medido y totalizado con el equipo instalado en la unidad, con una frecuencia de cada 1 minuto; previa calibración de los sensores de temperatura, presión y presión diferencial. Se utilizará el medidor de flujo propio de la unidad, con clase $\pm 1\%$ o mejor,

Para las variables secundarias:

Para medir las variables secundarias que se indican en el numeral 4.2.2 se utilizará el sistema de adquisición de datos instalado en las unidades, registrando las magnitudes que interesen a intervalos de 1 minuto.

Una lista completa de las mediciones, junto con los instrumentos utilizados, la codificación del instrumento y el rango, se proporciona en el Anexo D: Lista de Instrumentos de Medición de las Unidades Generadoras de la Central San Isidro I.

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

7 PREPARACIÓN PREVIA A LA PRUEBA DE CONSUMO ESPECÍFICO NETO

7.1 Actividades generales

Todas las partes involucradas en la prueba deberán ser notificados oportunamente por parte del Coordinador, de manera tal que tengan tiempo para preparar el personal, los equipos y toda la documentación necesaria.

Respecto al personal, acorde con las responsabilidades de las partes se asignará el personal que en número y experiencia sea suficiente. Todos deben estar familiarizados con la prueba.

Todas las partes involucradas deberán contar con la oportunidad razonable de verificar la planta, declarando que se encuentra apta para dar inicio a la prueba.

La planta debe ser verificada para asegurarse que los equipos y subsistemas se encuentren instalados y operando de acuerdo con los parámetros de diseño.

7.2 Actividades específicas a ser desarrolladas por ENEL

7.2.1 Inspección y limpieza de los equipos

En esta etapa previa, se recomienda a ENEL efectuar una inspección y limpieza de los equipos antes de la prueba siguiendo los instructivos establecidos en el Manual del fabricante, y deberá informar si se realizó o no. ENEL deberá tomar en cuenta que al no haber correcciones atribuibles al mal estado de sus equipos debiera efectuar todas las acciones que permitan obtener una buena performance, manteniendo en buenas condiciones todas las partes mecánicas y eléctricas.

7.2.2 Pruebas preliminares

ENEL debería efectuar con suficiente anticipación (días antes) a las pruebas de consumo específico, unas pruebas preliminares con la finalidad de poner a punto todos los equipos que conforman la unidad; es decir turbina de gas y los generadores eléctricos; también estas pruebas deben estar orientadas a verificar la operatividad de todos los instrumentos, controles y sistemas de adquisición de información.

Durante estas pruebas también se podrá verificar si se puede alcanzar el funcionamiento de la unidad en estado estacionario y asegurarse que las características del combustible se encuentran dentro de los límites permisibles y que exista suficiente cantidad disponible; es decir los silos debe estar llenados con el nivel adecuado para poder realizar la prueba sin necesidad de ser rellenados.

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

7.3 Consideraciones Previas

7.3.1 Medición de Potencia Neta

En caso que no sea posible la medición de la potencia en el lado de Alta Tensión del transformador, para determinar la potencia neta de salida, se deberá descontar el consumo de energía por servicios auxiliares de la unidad generadora a la potencia bruta medida en bornes.

Se entenderá como servicios auxiliares, todo aquel consumo de energía y potencia asociado al funcionamiento propio de la unidad generadora.

En caso que no sea posible la medición de la potencia en el lado de Alta Tensión del transformador, para determinar la potencia neta de salida, se deberá descontar el consumo de energía por servicios auxiliares de la unidad generadora a la potencia bruta medida en bornes. Se entenderá como servicios auxiliares, todo aquel consumo de energía y potencia asociado al funcionamiento propio de la unidad generadora.

No se considerarán como servicios auxiliares, los siguientes:

- Plantas auxiliares de agua, tales como: agua desalada, desmineralizada, potable, servidas.
- Sistema de manejo y transporte de carbón, desde muelle hasta silos.
- Edificios administrativos.

Los servicios auxiliares que son compartidos por 2 o más unidades deberán ser considerados a prorrata de la energía generada en ambas unidades durante el período de medición.

Para nuestro caso, la Central San Isidro I cuenta con planta de agua desmineralizada, agua potable y servida. Sin embargo, son alimentados desde San Isidro 2 (planta de agua común para ambas centrales), por lo que NO impactan en la prueba.

Para el Caso de los edificios administrativos estos sí deben descontarse y serán medidos con equipos temporales, dichas cargas presentan un consumo aproximado de:

TABLERO	TERRENO	SERVICIO	UBICACIÓN	TENSION kV	CORRIENTE	POTENCIA kW
11BJA01	MCB N° 3	TFA Edif Admin	Sala Electrica SSAA	0,38	150	98,7
11BJC01	MCB S/N 1	HVAC Edif Admin	Sala Electrica SSAA	0,38	150	79
	MCB N° 3	TFA Ampliacion Edif Admin	Sala Electrica SSAA	0,38	100	65,8

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME	PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL
			Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

7.3.2 Medición del Consumo de Combustible

Con el objeto de medir el consumo del combustible, gas natural, utilizado durante los ensayos, se utilizará el equipo de facturación de la empresa distribuidora de gas (Electrogas).

Mientras que, para la medición del consumo del combustible, petróleo diésel, se utilizará el flujómetro propio de planta.

Cabe mencionar que se utilizara para la medición del combustible el equipo propio de la planta si este cumple con las condiciones de calibración y certificación exigidas por el anexo técnico que rige la prueba.

7.3.3 Análisis de Combustible

Con el objeto de determinar el poder calorífico del combustible utilizado durante los ensayos, para el gas natural se utilizará el cromatógrafo de la empresa distribuidora de gas (Electrogas) y se deberá generar un (01) reporte cromatográfico por escalón ensayado de la prueba de consumo específico, dicho reporte puede tomarse en línea de los datos del cromatógrafo.

Mientras que, para el petróleo diésel se tomaran 2 muestras de combustible de 1 litro cada una por día prueba, este combustible deberá provenir de un solo tanque sin reposición.

El reporte cromatográfico y/o reporte del laboratorio, deberá contener la siguiente información:

- I. Análisis cromatográfico en porcentaje volumétrico o molar que incluya el contenido de hidrocarburos (metano, etano, propano, isobutano, n-butano, isopentano, n-pentano, hexano y heptano), nitrógeno, dióxido de carbono y ácido sulfhídrico (H₂S).
- II. Densidad relativa.
- III. Gravedad específica.
- IV. Poderes caloríficos superior e inferior.

A continuación, un modelo del reporte cromatográfico.

Ilustración 7-1: Reporte Cromatográfico en Línea

Tag	Descripción	Unidad
SIS1_COMP_GAS_C6	% molar hexano	%
SIS1_COMP_GAS_CO2	% molar CO2	%
SIS1_COMP_GAS_ETANO	% molar Etano	%
SIS1_COMP_GAS_ISO_BUTANO	% molar Isobutano	%
SIS1_COMP_GAS_ISO_PENTANO	% molar Isopentano	%
SIS1_COMP_GAS_METANO	% molar Metano	%
SIS1_COMP_GAS_N2	% molar Nitrógeno	%
SIS1_COMP_GAS_N_PENTANO	% molar normal Pentano	%
SIS1_COMP_GAS_NEOPENTANO	% molar Neopentano	%
SIS1_COMP_GAS_NORMAL_BUTANO	% molar Isobutano	%
SIS1_COMP_GAS_PROPANO	% molar Propano	%
SIS1_FLUJO_ENERG_EST	Flujo Energético Estación	GJ/h
SIS1_FLUJO_NETO_EST	Flujo Neto Estación	m3/h
SIS1_GAS_PCI	Poder calorífico Inferior	kcal/m3
SIS1_GAS_PCS	Poder calorífico Superior	kcal/m3
SIS1_GAS_RHOR	Densidad relativa	
SIS1_WOBBEINDINFRI	Índice de Wobbe Inferior	kcal/m3
SIS1_WOBBEINDSUPRI	Índice de Wobbe Superior	kcal/m3

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME	PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL
			Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

8 EJECUCIÓN DE LA PRUEBA DE CONSUMO ESPECÍFICO NETO (Modo Presencial)

8.1 Período de Arranque y ajustes Operativos de las Unidades

Antes de iniciar el período de mediciones de la prueba de consumo específico de las unidades generadoras de la Central San Isidro I, existirá un período de un máximo de 1/2 hora para ciclo abierto y 1 hora para ciclo cerrado; para efectuar los ajustes que sean necesarios para estabilizar la unidad a ensayar y sus componentes. Dentro de este período se verificará las condiciones de estabilidad, las condiciones ambientales y que esté funcionando adecuadamente el sistema de recopilación de información.

8.1.1 Verificación de las Condiciones de Estabilidad

Una de las condiciones operativas básicas a ser verificadas en este período (antes de iniciar la prueba de consumo específico) es que las unidades generadoras alcancen sus condiciones de estabilidad; es decir que, una vez alcanzada el escalón correspondiente, los diferentes parámetros se deben encontrar dentro de los límites máximos de fluctuación que se señalan en la siguiente tabla.

Tabla 8-1: Condiciones de estabilidad de la Prueba de Consumo Específico Neto de las Unidades Generadoras de la Central I

Parámetro	Máxima fluctuación respecto al valor promedio
Potencia eléctrica de salida	$\pm 1.3 \%$
Factor de Potencia	$\pm 1.3 \%$
Presión barométrica	$\pm 0.33 \%$
Temperatura de ingreso del aire	$\pm 1.3 \text{ }^{\circ}\text{F o } \pm 0.72 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Presión del combustible gaseoso suministrado a la turbina de gas	$\pm 0.65 \%$
Flujo de combustible	$\pm 1.3 \%$
Presión de descarga	$\pm 0.33 \%$
Velocidad de rotación	$\pm 0.65 \%$
Flujo de agua de alimentación	$\pm 2 \%$

8.1.2 Verificación de las Condiciones Ambientales

Dadas las restricciones medioambientales que deberán ser consideradas durante la prueba de consumo específico, los escalones o cargas consideradas en la prueba tendrán como límite inferior de la prueba es el escalón de carga correspondiente al mínimo técnico, mínimo técnico ambiental y como límite superior la potencia máxima.

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL				
INFORME	PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA	
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

8.1.3 Verificar el Sistema de Recopilación de Información y Otras Condiciones Operativas

Durante esta etapa también se verificará el sistema de recopilación de información; es decir que el sistema de control (DCS), los sistemas de recopilación de datos de los instrumentos de medición temporales estén funcionando adecuadamente y además se verificará que todo el personal de prueba esté en su lugar, listos para registrar datos y cumplir sus labores de coordinación y supervisión según les corresponda.

8.2 Condiciones de Operación Durante las Pruebas de Consumo Específico

De acuerdo al Artículo 27 del Anexo Técnico, las pruebas de medición de Consumo Específico, deberán ser realizadas cercana a las condiciones de referencia (dentro de las fronteras de sus correcciones) a fin de minimizar las correcciones, al menos en siete estados de carga.

Al respecto, las cargas que se han considerado para estas pruebas serán las mostradas en el ítem 8.3.

Para la validez de la prueba de Consumo Específico, mientras dura el período de medición de cada escalón, será necesario que:

- Los instrumentos de medición de los distintos parámetros relevantes para la prueba se encuentren calibrados.
- Todos los dispositivos de control y protecciones, incluyendo alarmas, estén habilitados y operativos.
- Las unidades generadoras operen en el modo de control de carga, o bien en modo control por temperatura de escape (especialmente si la temperatura ambiente es alta); de tal manera que durante las pruebas no participarán en el control de frecuencia.
- Los parámetros de operación de los principales equipos de la unidad (turbina, generador y sus equipos auxiliares) deben estar dentro de sus valores nominales del escalón en ensayo.
- Las pruebas de consumo específico neto deberán ser realizadas a un factor de potencia de 0.95, salvo en aquellos casos en los que se haya alcanzado los niveles de voltaje permisible en la red, en los cuales se realizara la prueba en el factor de potencia alcanzado, corrigiendo los valores de potencia obtenidos, según la curva de capacidad del generador en función del factor de potencia promedio obtenido en la prueba.
- Que el combustible tenga las características físico químicas que se encuentran en el rango de las especificaciones técnicas señaladas por el fabricante.

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

8.3 Duración de la Prueba

En la siguiente tabla se indica la duración de la prueba a las distintas cargas consideradas.

Tabla 8-2: Estados de Carga (Escalones) de las Pruebas de Consumo Especifico Neto de la Configuración Ciclo Abierto con Gas Natural de la Central San Isidro I⁴

Descripción	Nomenclatura	Potencia	Duración
Estabilización Pre Prueba			30 min.
Prueba CEN a Carga Intermedia	P Carga Parcial	230 MW	30 min.
Tiempo para variación de carga y estabilización			30 min.
Prueba CEN a Potencia Máxima.	P Pot. Máx.	255 MW	30 min.

Tabla 8-3: Estados de Carga (Escalones) de las Pruebas de Consumo Especifico Neto de la Configuración Ciclo Abierto con Petróleo Diésel de la Central San Isidro I

Descripción	Nomenclatura	Potencia	Duración
Estabilización Pre Prueba			30 min.
Prueba CEN a Mínimo Técnico Ambiental	P Min. Téc. Amb.	198 MW	30 min.
Tiempo para variación de carga y estabilización			30 min.
Prueba CEN a 2 ^{da} Carga Intermedia	P 2da. Parcial	200 MW	30 min.
Tiempo para variación de carga y estabilización			30 min.
Prueba CEN a 3 ^{ra} Carga Intermedia	P 3ra. Parcial	203 MW	30 min.
Tiempo para variación de carga y estabilización			30 min.
Prueba CEN a 4 ^{ta} Carga Intermedia	P 4ta. Parcial	205 MW	30 min.
Tiempo para variación de carga y estabilización			30 min.
Prueba CEN a 5 ^{ta} Carga Intermedia	P 5ta. Parcial	208 MW	30 min.
Tiempo para variación de carga y estabilización			30 min.
Prueba CEN a 6 ^{ta} Carga Intermedia	P 6ta. Parcial	210 MW	30 min.
Tiempo para variación de carga y estabilización			30 min.
Prueba CEN a Potencia Máxima.	P Pot. Máx.	212 MW	30 min.

⁴ Para esta configuración se están repitiendo las Pruebas de Consumo Especifico Neta; por lo tanto, solo se realizaran las pruebas en los escalones mencionados

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL				
INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

Tabla 8-4: Estados de Carga (Escalones) de las Pruebas de Consumo Específico Neto de la Configuración Ciclo Cerrado con Gas Natural de la Central San Isidro I⁵

Descripción	Nomenclatura	Potencia	Duración
Estabilización Pre Prueba			60 min.
Prueba CEN a Carga Intermedia	P Carga Parcial	320 MW	60 min.
Tiempo para variación de carga y estabilización			60 min.
Prueba CEN a Potencia Máxima.	P Pot. Máx.	340 MW	60 min.
Tiempo para variación de carga y estabilización			60 min.
Prueba CEN a Potencia Máxima con Fuego Adicional.	P Pot. Máx.	356 MW	60 min.

Tabla 8-5: Estados de Carga (Escalones) de las Pruebas de Consumo Específico Neto de la Configuración Ciclo Cerrado con Petróleo Diésel de la Central San Isidro I

Descripción	Nomenclatura	Potencia	Duración
Estabilización Pre Prueba			60 min.
Prueba CEN a Mínimo Técnico Ambiental	P Min. Téc. Amb.	284 MW	60 min.
Tiempo para variación de carga y estabilización			60 min.
Prueba CEN a 2 ^{da} Carga Intermedia	P 2da. Parcial	288 MW	60 min.
Tiempo para variación de carga y estabilización			60 min.
Prueba CEN a 3 ^{ra} Carga Intermedia	P 3ra. Parcial	292 MW	60 min.
Tiempo para variación de carga y estabilización			60 min.
Prueba CEN a 4 ^{ta} Carga Intermedia	P 4ta. Parcial	297 MW	60 min.
Tiempo para variación de carga y estabilización			60 min.
Prueba CEN a 5 ^{ta} Carga Intermedia	P 5ta. Parcial	301 MW	60 min.
Tiempo para variación de carga y estabilización			60 min.
Prueba CEN a 6 ^{ta} Carga Intermedia	P 6ta. Parcial	305 MW	60 min.
Tiempo para variación de carga y estabilización			60 min.
Prueba CEN a Potencia Máxima.	P Pot. Máx.	310 MW	60 min.

Las pruebas pueden comenzarse siguiendo una rampa ascendente de carga o a la inversa.

En cada carga considerada, la unidad deberá mantenerse en condición estable, continua y sin interrupción del valor de potencia activa bruta, asegurándose así la validez de los datos conforme a las condiciones de estabilidad indicadas en el numeral 8.1.1.

Durante el período de medición de la prueba se registrarán las variables listadas en el Anexo D.

⁵ Para esta configuración se están repitiendo las Pruebas de Consumo Específico Neto; por lo tanto, solo se realizarán las pruebas en los escalones mencionados

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL				
INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

La frecuencia mínima de registro de datos correspondientes, será:

- 1 minuto para las variables primarias, y
- 1 minuto para las variables secundarias.

8.4 Consideraciones Sobre la Suspensión de la Prueba de Consumo Específico

En caso que se produzca una falla de la unidad o componente respectiva, o de existir perturbaciones en el SI que lleve al Estado de Emergencia, el Coordinador podrá suspender la prueba.

Así mismo, el Coordinador podrá suspender la prueba en la operación en tiempo real en caso que lo considere necesario dadas las condiciones del sistema.

Una vez superada la condición antes indicada, el Coordinador podrá autorizar la realización de la prueba si las condiciones del SI lo permitan. En caso contrario, el Coordinador programará la realización de la prueba para una nueva fecha.

8.5 Fin de la Prueba y Acta de la Prueba

El experto técnico será el responsable de notificar a todas las partes el fin de la prueba, luego de haber verificado que se han satisfecho las condiciones de operación durante la prueba de consumo específico señalados en 8.2 y haber verificado el registro de datos para asegurarse de su calidad y cantidad.

Al finalizar las pruebas, el experto técnico levantará un acta en la cual se consignará los resultados obtenidos y los aspectos relevantes de la misma. Para efectos de documentar dicha acta, utilizar el formato del Anexo F, esta debe ser firmada por todos los participantes de la prueba, dejando constancia de sus observaciones si las hubiere.

El acta debe contemplar:

- Lista y firma de los participantes
- Fecha de la prueba
- Hora de inicio del período de pruebas
- Hora de fin del período de pruebas
- Resultados obtenidos
- Observaciones

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

9 EJECUCIÓN DE LA PRUEBA DE POTENCIA MÁXIMA (Modo Remoto)

Debido a la situación actual producto de la pandemia COVID 19, y la necesidad de protección del personal responsables de la prueba; sumado a la aplicación de los protocolos de protección internos del Coordinado y el cumplimiento de la cuarentena en diversas regiones; impide que el Experto Técnico y los especialistas requeridos para la prueba hagan su presentación de las instalaciones de la planta y realizar el desarrollo de las pruebas conforme a la aplicación del protocolo establecido.

Al respecto se debe tener especial cuidado en las condiciones de control definidas en el protocolo, toda vez que las condiciones del desarrollo de la prueba, así como del monitoreo de variables requiere de condiciones adicionales o específicas para el control de cumplimiento de los requerimientos de una prueba controlada presencialmente y de la verificación de las condiciones de terreno que no son posibles de revisar.

9.1 Requerimiento de Personal

Dado que el Experto Técnico no se encontrara en las instalaciones, el Coordinado deberá contar con los siguientes especialistas:

- Responsable del Coordinado
- Especialista en Control.
- Especialista de Operación.
- Especialista Técnico Mecánico
- Especialista Técnico Eléctrico

9.2 Requerimientos Técnicos

Dado que las pruebas se darán sin la presencia del Experto Técnico, el Coordinado deberá tener disponible toda la información técnica necesaria para la verificación de la capacidad de las instalaciones para realizar la en las condiciones de Modo Remoto, siendo al menos necesario para el cumplimiento, lo señalado a continuación:

a) Monitoreo a Distancia

El requerimiento primordial de la prueba es el control de las condiciones de la operación en tiempo real de la unidad, siendo para esto necesario el control de las condiciones del desarrollo de las pruebas, para lo cual se debe monitorear en forma remota las variables de la unidad, la condición de los equipos relevantes, como son: posición de válvulas, equipos en servicio, posición de equipos, etc. y cualquier otra condición importante de la prueba.

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

Para lo anterior se debe contar con lo siguiente:

- Comunicación directa entre el responsable del Coordinado con el Coordinador.
- Comunicación directa entre el responsable del Coordinado con el Experto Técnico.
- Acceso remoto del Experto Técnico a las pantallas de control del DCS u otras de las instalaciones de manera remota.
- Acceso remoto del Experto técnico a las pantallas de gráficos de tendencias de la unidad en prueba o datos en tiempo real para su obtención.
- Acceso remoto del Experto técnico a las pantallas de alarmas en tiempo real de las unidades en prueba
- Acceso visual remoto a las instalaciones de terreno: Visión de equipos primarios de medidas relevantes, equipos adicionales externos instalados, equipos de medida relevantes de planta.
- Acceso remoto para Coordinados que conforme al Artículo 11 del Anexo de Potencia Máxima, referente a participantes de la prueba, presenten interés en participar de las pruebas de manera remota limitándose esto a las restricciones técnicas de accesos determinado por el propietario de las instalaciones y por el Coordinador.

b) Información técnica de las instalaciones para monitoreo a distancia

- Información técnica de las instalaciones, y características de los equipos de control que permitan acceder a monitoreo de información de la operación de la central.
- Información técnica relativa a los modos de operación de la instalación, especificando las características y condiciones en que cada uno es usado.
- En los casos en los que los sistemas de control sean de tecnología digital, se podrán utilizar los registros tomados directamente del sistema de control, siempre y cuando se verifique que la frecuencia de muestreo y la resolución con que se almacenan los valores, cumplen lo adecuado para la prueba.
- Los equipos de medición de variables de proceso involucradas en la verificación de las variables requeridas en las pruebas deberán estar calibrados y disponibles para poder analizar los datos que permitan asegurar el correcto desempeño de la prueba.
- Al culminar la verificación en campo, el Coordinado entregará al Experto Técnico remoto un recuento de los factores de cumplimiento de los requerimientos de pruebas.

c) Operaciones de terreno

El Coordinado contara con el personal disponible para todas las tareas de verificación, monitoreo, y trabajos en terreno para el correcto desarrollo de las pruebas.

Todo el personal de pruebas estará en comunicación directa con el responsable del Coordinado, para todas las comunicaciones de maniobras registros o eventos durante el desarrollo de la prueba.

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL				
INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

9.3 Verificación de Instrumentos de Medición

Ante la ausencia del Experto Técnico y su equipo, el Coordinado deberá realizar la instalación y configuración de los instrumentos de medición temporales; para ellos se seguirá lo señalado a continuación:

- Comunicación directa entre el responsable del Coordinado con el Experto Técnico, vía video llamada (Whatsapp).
- Se verificara el punto de conexión de los instrumentos de medición temporal.
- Se verificara la configuración de los instrumentos de medición temporal.
- Al culminar, el responsable del Coordinado tomara fotos de los instrumentos de medición temporales instalados.

9.4 Verificación del Sistema de Recopilación de Información y Otras Condiciones Operativas

Vía remota, se verificará el sistema de recopilación de información; es decir que el sistema de control (DCS), los sistemas de recopilación de datos de los instrumentos de medición temporales estén funcionando adecuadamente y además se verificará que todo el personal de prueba esté en su lugar, listos para registrar datos y cumplir sus labores de coordinación y supervisión según les corresponda.

Para los datos del sistema de control (DCS):

- El Experto Técnico tendrá acceso remoto a las pantallas de control del DCS u otras de las instalaciones de manera remota.
- El Experto Técnico tendrá acceso remoto a las pantallas de gráficos de tendencias de la unidad en prueba o datos en tiempo real para su obtención.
- El Experto Técnico tendrá acceso remoto a las pantallas de alarmas en tiempo real de las unidades en prueba

Para los datos de los instrumentos de medición temporales:

- El Responsable del Coordinado proporcionara al Experto Técnico registro fotográfico y/o video de los instrumentos de medición temporales; así como de otras variables solicitadas por el Experto Técnico y que no sea registrados en el DCS.
- En el caso de que las variables registradas por instrumentos de medición temporales no puedan ser visualizadas en el DCS, se presentaran registro fotográfico y/o video con una frecuencia de:

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL				
INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

Tabla 9-1: Registro Remoto

Ítem	Variable	Frecuencia de Registro Fotográfico	
		Ciclo Abierto	Ciclo Cerrado
Variables de Condiciones Ambientales			
a)	Temperatura Ambiente	1 hora	1 hora
b)	Humedad Relativa Ambiente	1 hora	1 hora
c)	Presión Ambiente	1 hora	1 hora
Variables Eléctricas			
a)	Potencia Activa Bruta	1 hora	1 hora
b)	Potencia Reactiva Bruta	1 hora	1 hora
c)	Factor de Potencia Bruta	1 hora	1 hora
d)	Potencia Activa Neta	1 hora	1 hora
e)	Potencia Reactiva Neta	1 hora	1 hora
f)	Factor de Potencia Neta	1 hora	1 hora
Consumo de Combustible			
a)	Consumo del combustible	1 hora	1 hora
b)	Temperatura del combustible	1 hora	1 hora
c)	Presión del combustible	1 hora	1 hora
d)	Composición del combustible	1 hora	1 hora
e)	Poder calorífico del combustible	1 hora	1 hora

- Al finalizar la prueba, con el soporte del Experto Técnico, se procederá a descargar la información registrada de los instrumentos de mediciones temporales.

9.5 Verificación de la Conexión Remota

Previo a realizar la prueba de Modo Remoto, se verificará la plataforma, la conexión, pantallas y otros medios tecnológicos que se usaran durante la prueba oficial.

Una vez cerrada la revisión de los protocolos de pruebas. El responsable del ENEL Coordinará y llevará a cabo una pre-prueba o ensayo previo, con el objetivo de verificar el correcto funcionamiento de las herramientas tecnológicas, la adquisición de los datos requeridos, y la estabilidad de la conexión al conectarse todos los participantes a la “prueba virtual”.

De haber falla alguna y/o ensayo previo fue insatisfactorio para el Coordinador y/o el Experto Técnico, se harán las correcciones necesarias y de ser necesario, la ampliación del soporte tecnológico; a fin de que el Experto Técnico pueda verificar la operación normal de la unidad. Posterior a ello, se programará una nueva fecha de pre-prueba o ensayo previo.

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL			
INFORME	PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL
			Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

10 RESULTADOS Y CÁLCULOS DE LAS PRUEBAS

10.1 Validación de Datos

Las mediciones de las Variables Primarias, cuyos datos registrados se encuentren fuera de los rangos de fluctuación indicados en la **Tabla 8-1** de este protocolo serán eliminados. Respecto a los datos que serán eliminados, se debe condicionar la prueba a la estabilidad exigida, solo se aceptará eliminar datos fuera de este rango por errores del instrumento o peak de lectura no atribuibles al sistema de control u operación normal de la unidad.

Las mediciones válidas serán todas las mediciones efectuadas menos las mediciones eliminadas.

10.2 Cálculos de los Consumos Específicos Neto en Ciclo Abierto, TG

10.2.1 Resultados de los Consumos Específicos Neto Medido ($HRN_{M,TG}$)

Para los datos validados, se determinará el Consumo Especifico Neto Medido o Heat Rate Neto Medido durante el escalón ensayado ($HRN_{M,TG}$); considerando el consumo, el poder calorífico superior utilizado como combustible (HHV) y la potencia neta medida en cada carga (escalón) ensayada ajustada a un FDP igual a 0.95. Para ellos se aplicará la siguiente formula:

$$HRN_{M,TG} = \frac{\dot{m}_C * HHV}{PN_{M,TG} + \Delta FDP_{0.95 TG}}$$

Donde:

- $HRN_{M,TG}$: Heat Rate Neto Medido, kJ/kWh.
- \dot{m}_C : Consumo de Combustible de la TG, m³/h o kg/h.
- HHV : Poder Calorífico Superior del Combustible, kJ.
- $PN_{M,TG}$: Potencia Neta de la TG Medida, kW.
- $\Delta FDP_{0.95 TG}$: Ajuste de FDP igual a 0.95 de la TG.

10.2.2 Cálculo de los Consumos Específicos Neto Corregido ($HRN_{C,TG}$)

Para calcular el valor de Consumo Especifico Neto Corregido o Heat Rate Neto Corregido, estas deberán ser ajustadas por medio de la aplicación de factores de corrección multiplicativos. Para ello se aplicará la siguiente formula:

$$HRN_C = \frac{HRN_M}{\alpha_1 * \alpha_2}$$

Donde:

- $HRN_{C,TG}$: Heat Rate Neto Corregido, kJ/kWh.
- $HRN_{M,TG}$: Heat Rate Neto Medido, kJ/kWh.
- α_1 : Factor de Corrección por Temperatura Ambiente.
- α_2 : Factor de Corrección por Humedad Relativa.

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME	PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL
			Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

Según la norma ASME PTC 22, el factor de corrección α_1 se deduce de la curva de corrección y es el resultado de dividir el factor de corrección de las condiciones de prueba a condiciones de diseño entre el factor de corrección de las condiciones de referencia a las condiciones de diseño; así por ejemplo el factor de corrección por temperatura ambiente se deduce de la siguiente manera:

$$\alpha_1 = \frac{\alpha_{1a}}{\alpha_{1b}}$$

Donde:

- α_1 : Factor de Corrección por Temperatura Ambiente.
- α_{1a} : Factor de Corrección por Temperatura Ambiente de las condiciones de pruebas a las condiciones de diseño.
- α_{1b} : Factor de Corrección por Temperatura Ambiente de las condiciones de referencia a las condiciones de diseño.

Finalmente, el factor de corrección por humedad relativa (α_2) se deduce de la siguiente manera:

$$\alpha_2 = \frac{\alpha_{2a}}{\alpha_{2b}}$$

Donde:

- α_2 : Factor de Corrección por Humedad Relativa.
- α_{2a} : Factor de Corrección por Humedad Relativa de las condiciones de pruebas a las condiciones de diseño.
- α_{2b} : Factor de Corrección por Humedad Relativa de las condiciones de referencia a las condiciones de diseño.

10.3 Cálculos de los Consumos Específicos Neto en Ciclo Cerrado, CC

10.3.1 Resultados de los Consumos Específicos Neto Medido ($HRN_{M,CC}$)

Para los datos validados, se determinará el Consumo Especifico Neto Medido o Heat Rate Neto Medido durante el escalón ensayado ($HRN_{M,CC}$); considerando el consumo, el poder calorífico superior utilizado como combustible (HHV) y la potencia neta medida en cada carga (escalón) ensayada ajustada a un FDP igual a 0.95. Para ellos se aplicará la siguiente formula:

$$HRN_{M,CC} = \frac{\dot{m}_C * HHV}{PN_{M,CC} + \Delta FDP_{0.95 TG} + \Delta FDP_{0.95 TV}}$$

Donde:

- $HRN_{M,CC}$: Heat Rate Neto Medido, kJ/kWh.
- \dot{m}_C : Consumo de Combustible Total, m³/h o kg/h.
- HHV : Poder Calorífico Superior del Combustible, kJ.
- $PN_{M,CC}$: Potencia Neta Total del Ciclo Combinado Medida, kW.
- $\Delta FDP_{0.95 TG}$: Ajuste de FDP igual a 0.95 de la TG.
- $\Delta FDP_{0.95 TV}$: Ajuste de FDP igual a 0.95 de la TV.

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME	PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL
			Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

10.3.2 Cálculo de los Consumos Específicos Neto Corregido ($HRN_{C,CC}$)

Para calcular el valor de Consumo Especifico Neto Corregido o Heat Rate Neto Corregido, estas deberán ser ajustadas por medio de la aplicación de factores de corrección multiplicativos. Para ello se aplicará la siguiente formula:

$$HRN_{C,CC} = \frac{HRN_{M,CC}}{\alpha_1 * \alpha_2}$$

Donde:

- $HRN_{C,CC}$: Heat Rate Neto Corregido, kJ/kWh.
- $HRN_{M,CC}$: Heat Rate Neto Medido, kJ/kWh.
- α_1 : Factor de Corrección por Temperatura Ambiente.
- α_2 : Factor de Corrección por Humedad Relativa.

Según la norma ASME PTC 46, el factor de corrección α_1 se deduce de la curva de corrección y es el resultado de dividir el factor de corrección de las condiciones de prueba a condiciones de diseño entre el factor de corrección de las condiciones de referencia a las condiciones de diseño; así por ejemplo el factor de corrección por temperatura ambiente se deduce de la siguiente manera:

$$\alpha_1 = \frac{\alpha_{1a}}{\alpha_{1b}}$$

Donde:

- α_1 : Factor de Corrección por Temperatura Ambiente.
- α_{1a} : Factor de Corrección por Temperatura Ambiente de las condiciones de pruebas a las condiciones de diseño.
- α_{1b} : Factor de Corrección por Temperatura Ambiente de las condiciones de referencia a las condiciones de diseño.

Finalmente, el factor de corrección por humedad relativa (α_2) se deduce de la siguiente manera:

$$\alpha_2 = \frac{\alpha_{2a}}{\alpha_{2b}}$$

Donde:

- α_2 : Factor de Corrección por Humedad Relativa.
- α_{2a} : Factor de Corrección por Humedad Relativa de las condiciones de pruebas a las condiciones de diseño.
- α_{2b} : Factor de Corrección por Humedad Relativa de las condiciones de referencia a las condiciones de diseño.

11 INCERTIDUMBRE DE LA PRUEBA

La incertidumbre de la prueba, es un cálculo matemático que calcula con una confianza específica, el rango dentro del cual se encuentra los resultados reales. Los niveles de incertidumbre que se pueden lograr a partir de pruebas de conformidad con la Norma PTC 22 dependen del tipo de central, la complejidad del diseño específico y la consistencia de la operación durante la prueba. Para la unidad que estamos evaluando en el modo de ciclo combinado esta Norma muestra que la incertidumbre más grande deseada es igual a 0.8%.

11.1 Incertidumbre de la Prueba

El cálculo de la incertidumbre total de una prueba, así como la composición de la incertidumbre sistemática y aleatoria, e obtendrán de la siguiente expresión:

$$U_{95} = \sqrt{B_R^2 + (t \cdot S_R)^2}$$

Donde el primer término corresponde a la contribución de la incertidumbre sistemática y el segundo, a la del azar.

Tomando un intervalo de confianza de 95%, con un número de lecturas de cada medición arriba de 20 la expresión puede transformarse en:

$$U_{95} = 2 \sqrt{\left(\frac{B_R}{2}\right)^2 + (t \cdot S_R)^2}$$

Las incertidumbres se expresan en %.

11.1.1 Cálculo de la Incertidumbre Sistemática

La incertidumbre sistemática se calcula con la siguiente expresión:

$$B_R = \sqrt{\sum_i (\theta_i \cdot B_{\bar{P}i})^2}$$

Donde:

- B_R : Incertidumbre sistemática total, %.
- θ_i : Coeficiente de sensibilidad % / %.
- $B_{\bar{P}i}$: Incertidumbre sistemática de cada variable individual %.
- i : La sumatoria al ejecutar todas las variables que intervienen en el cálculo del resultado.

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

El coeficiente de sensibilidad se obtendrá de:

$$\theta_i = \frac{\bar{P}_i}{R} \cdot \frac{\partial R}{\partial \bar{P}_i}$$

Donde:

- \bar{P}_i : Valor medio de la variable obtenida durante la prueba.
- R : Resultado de los cálculos de la prueba.

El valor de \bar{P}_i será calculado de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\bar{P}_i = \frac{1}{N_j} \cdot \sum_{k=1}^{N_j} P_{ik}$$

Donde:

- N_j : Número total de lecturas de la variable i.
- P_{ik} : Valor de la lectura k de la variable i.
- P_{ik} : La sumatoria al ejecutar todas las lecturas registradas durante la prueba de la variable i.

Si una variable debería determinarse promediando las mediciones de diversos instrumentos, el coeficiente de sensibilidad se dividirá entre el número de instrumentos recolectando la medición.

11.1.2 Cálculo de la Incertidumbre Aleatoria

La incertidumbre aleatoria se dará por:

$$S_R = \sqrt{\sum_i (\theta_i \cdot S_{\bar{P}_i})^2}$$

Donde:

- S_R : Incertidumbre aleatoria total, %.
- $S_{\bar{P}_i}$: Estimación de la desviación estándar de la media de la variable P_i .

Donde:

$$S_{\bar{P}_i} = \frac{1}{\sqrt{N_j}} \sqrt{\sum_{k=1}^{N_j} \frac{(P_{ik} - \bar{P}_i)^2}{N_j - 1}}$$

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

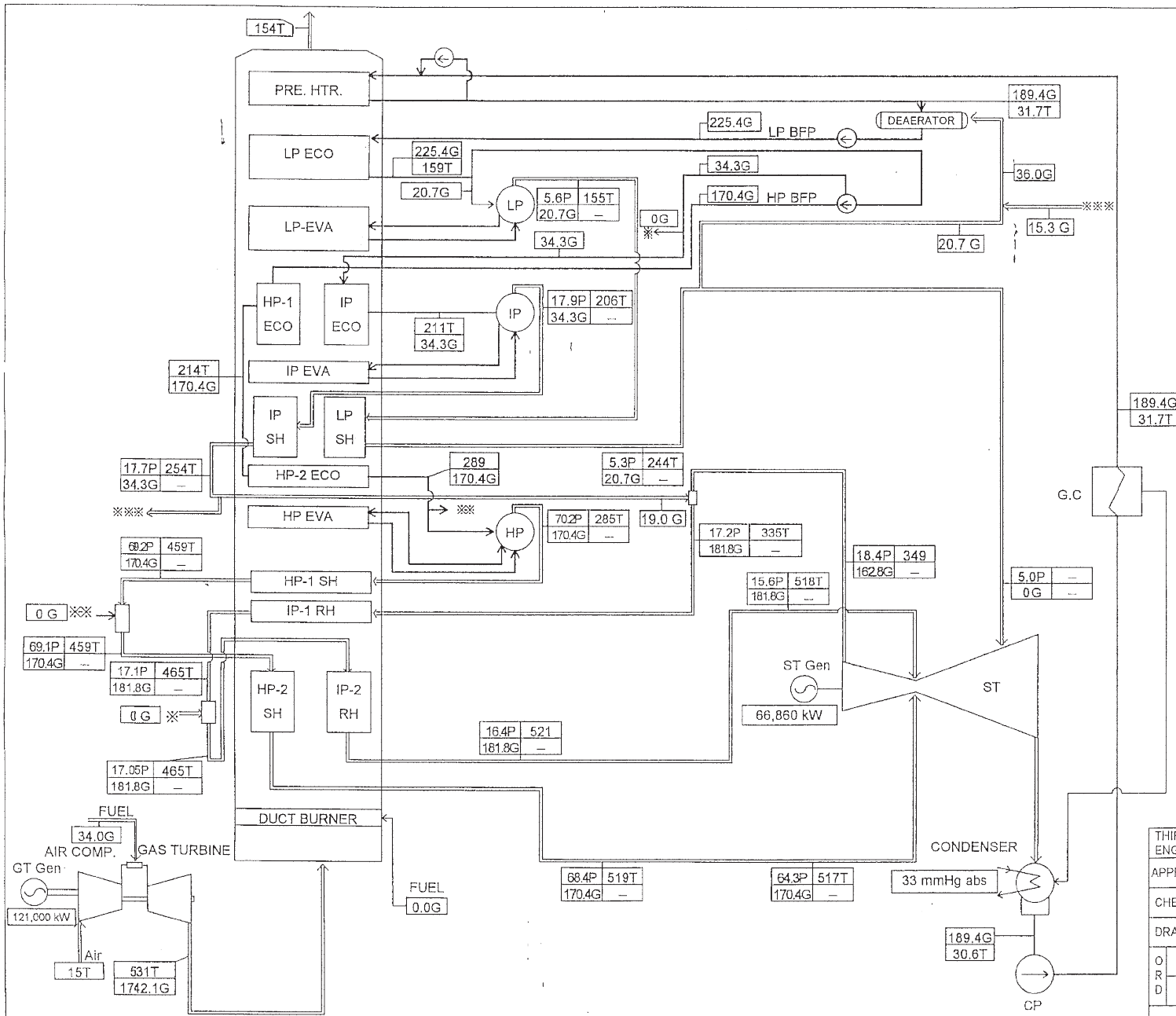
ANEXOS

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL				
INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

ANEXO A

Layout de la Central San Isidro I

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL				
INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo



PROJECT	SAN ISIDRO(QUILLOTA)
GROSS OUTPUT	
GT :	121,000 kW
ST :	66,860 kW
GROSS BLOCK OUTPUT	
187,860 kW	
AUX POWER CONSUMPTION	
6,560 kW	
NET BLOCK OUTPUT	
181,300 kW	
NET HEAT RATE (LHV)	
1,912.9 kcal/kwh	
OPERATING CONDITION	
LOAD	60%
AMBIENT TEMP.	15°C
AMBIENT R.H.	75%
AMBIENT PRESS.	1,006 mbar
FUEL	DIESEL OIL
FUEL LHV	10,200 kcal/kg

※ Above output and heat rate are calculated based on new and clean machine condition.

P kg/cm ² a	T °C
G t/h	

THIRD POWER PLANT ENGINEERING SECTION	EMPRESA ELECTRICAL PEHUENCHE S.A.
APPROVED	PROYECT CICLO COMBINADO
CHECKED	SAN ISIDRO(QUILLOTA)
DRAWN	HEAT BALANCE DIAGRAM
O R D	95236E
D W G	J10-707
R E V	1

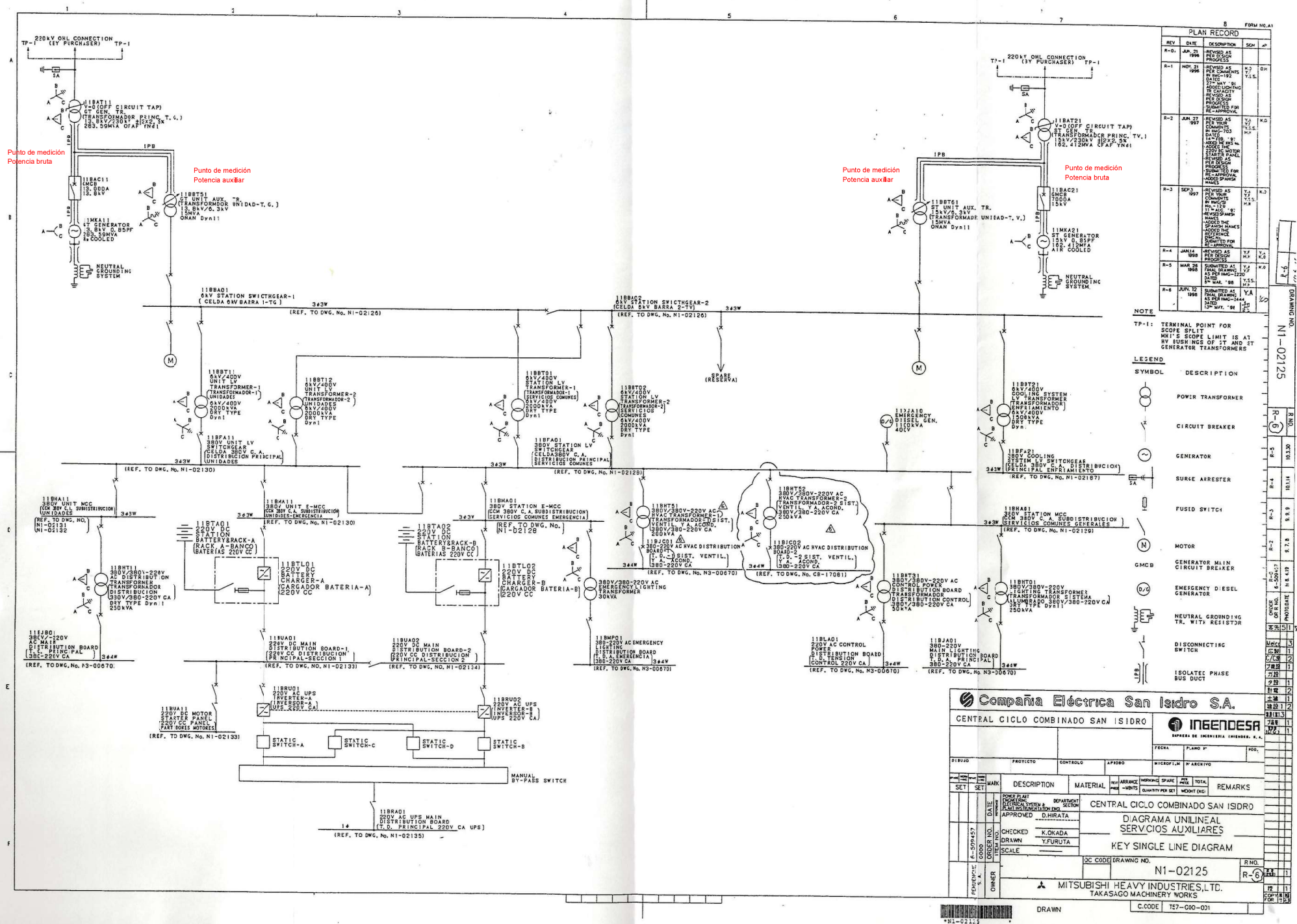
MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.

ANEXO B

Diagrama Unifilar Eléctrico de la Central San Isidro I

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo



ANEXO C

Curvas de Corrección de las Unidades Generadora de la Central San Isidro I

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consortio HAMEK - Amadeo Carrillo

CORRECTION CURVES

1. For C/C MODE MCR (with supplementary firing)

J10-801	Net plant output VS Ambient temperature
J10-802	Net plant heat rate VS Ambient temperature
J10-803	Net plant output VS Ambient pressure
J10-804	Net plant heat rate VS Ambient pressure
J10-805	Net plant output VS Relative humidity
J10-806	Net plant heat rate VS Relative humidity
J10-807	Net plant output VS Fuel gas LHV
J10-808	Net plant heat rate VS Fuel gas LHV

2. For steam turbine performance

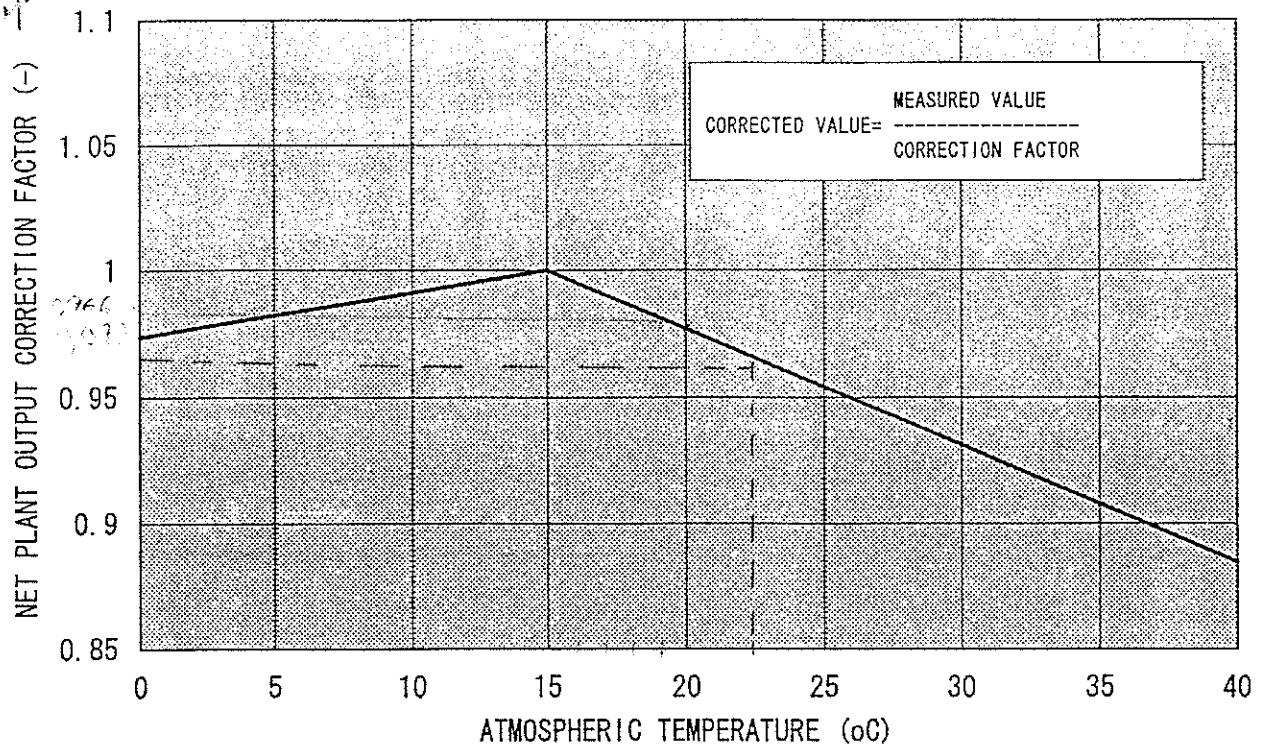
J10-501	Condenser vacuum correction
J10-502	Condenser vac. VS Cooling water temperature
J10-503	ST Output VS Ambient temperature

3. For Gas turbine open cycle

E01-95447	Correction factor for Ambient temperature (Natural gas)
E01-95448	Correction factor for Relative humidity (Natural gas)
E01-95465	Correction factor for Fuel gas LHV (Natural gas)
E01-95466	Correction factor for Ambient temperature (Diesel oil)
E01-95467	Correction factor for Relative humidity (Diesel oil)
E01-022	Correction factor for Ambient pressure

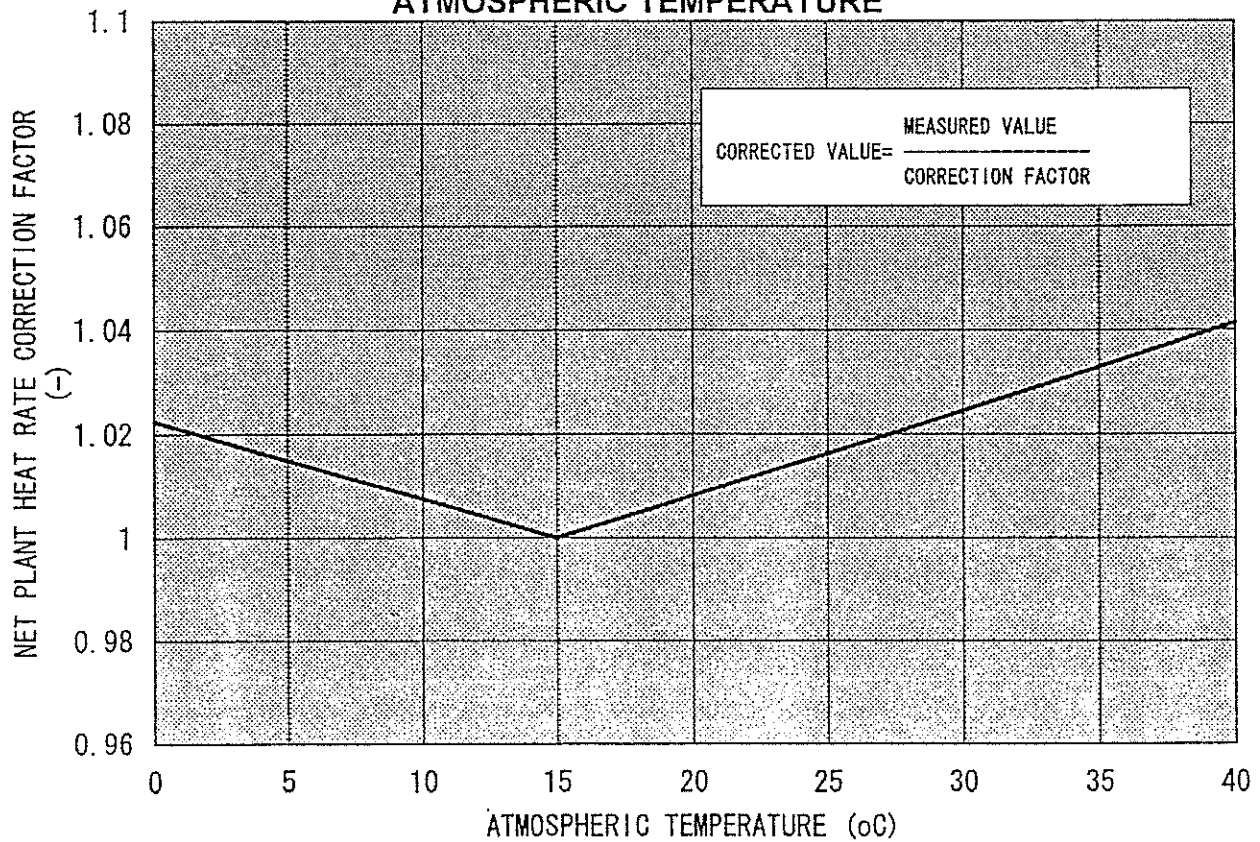
to find solid

J10-801 CORRECTION CURVE FOR NET PLANT OUTPUT VS ATMOSPHERIC TEMPERATURE

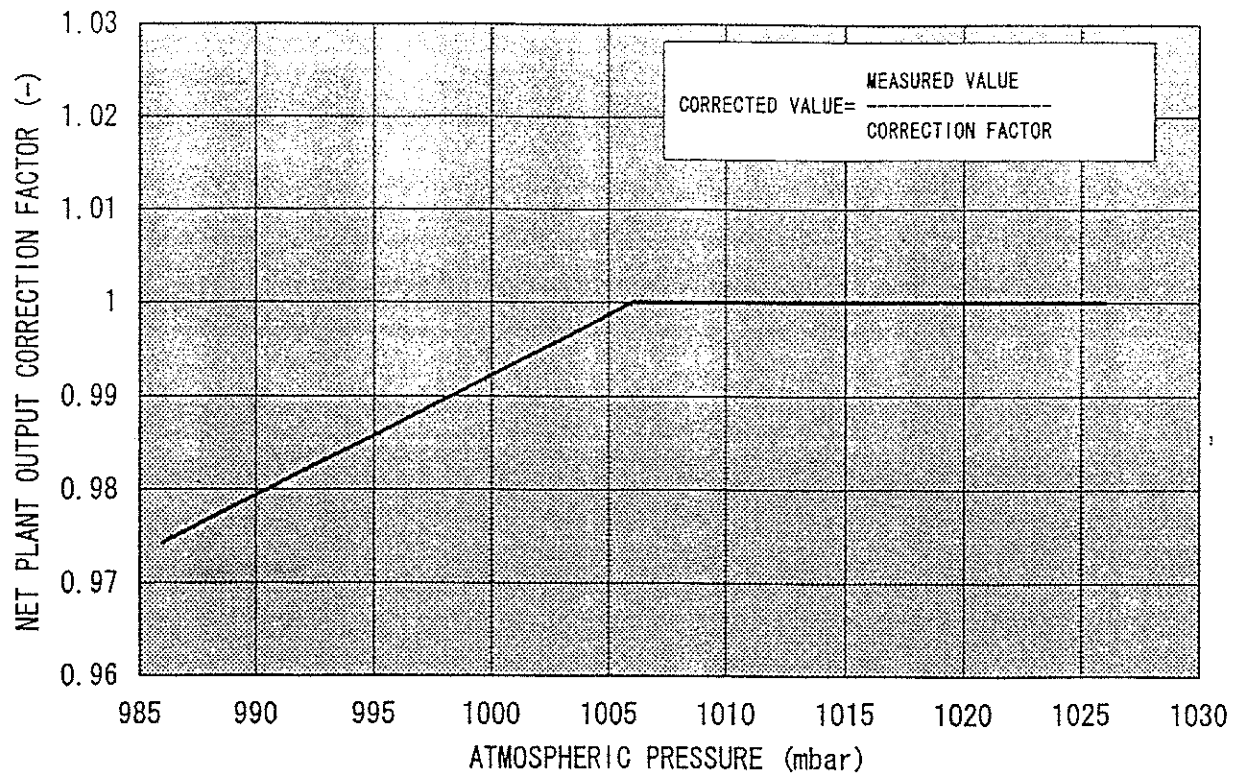


to find specific

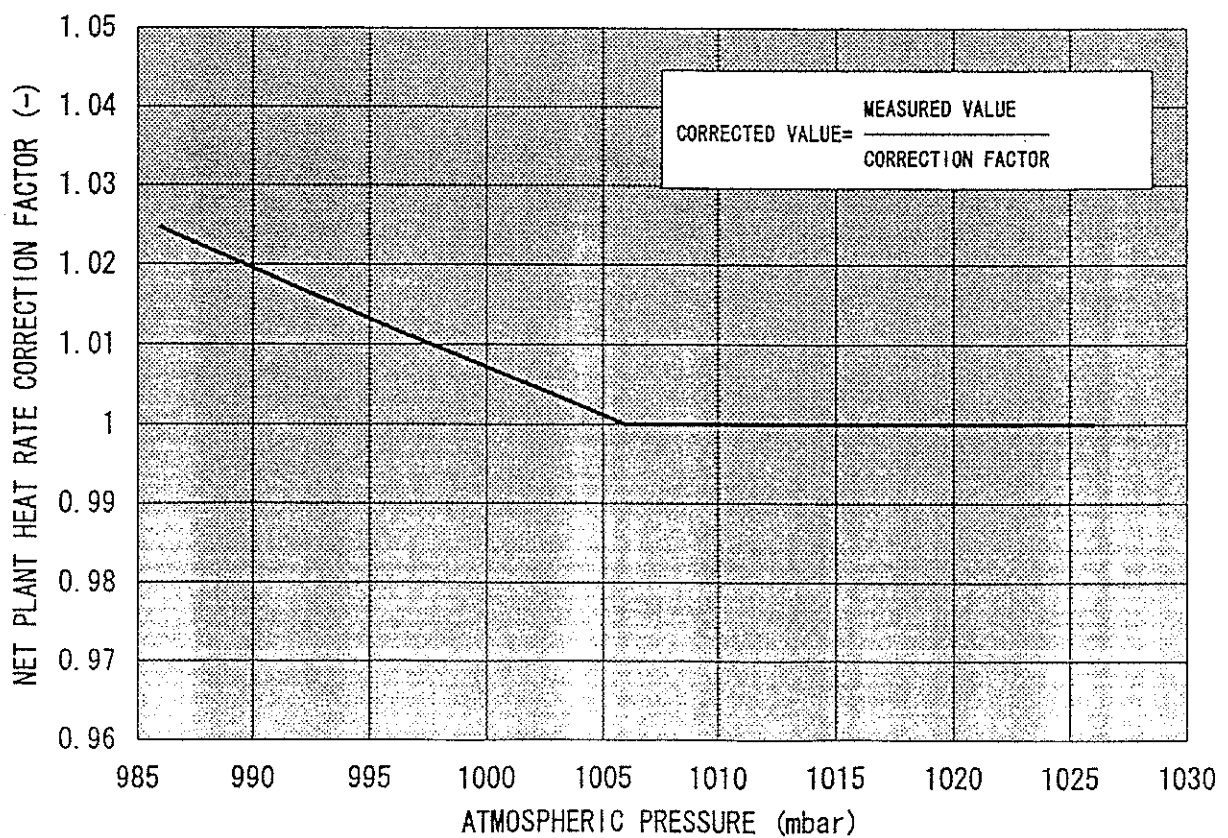
J10-802 CORRECTION CURVE FOR NET PLANT HEAT RATE VS ATMOSPHERIC TEMPERATURE



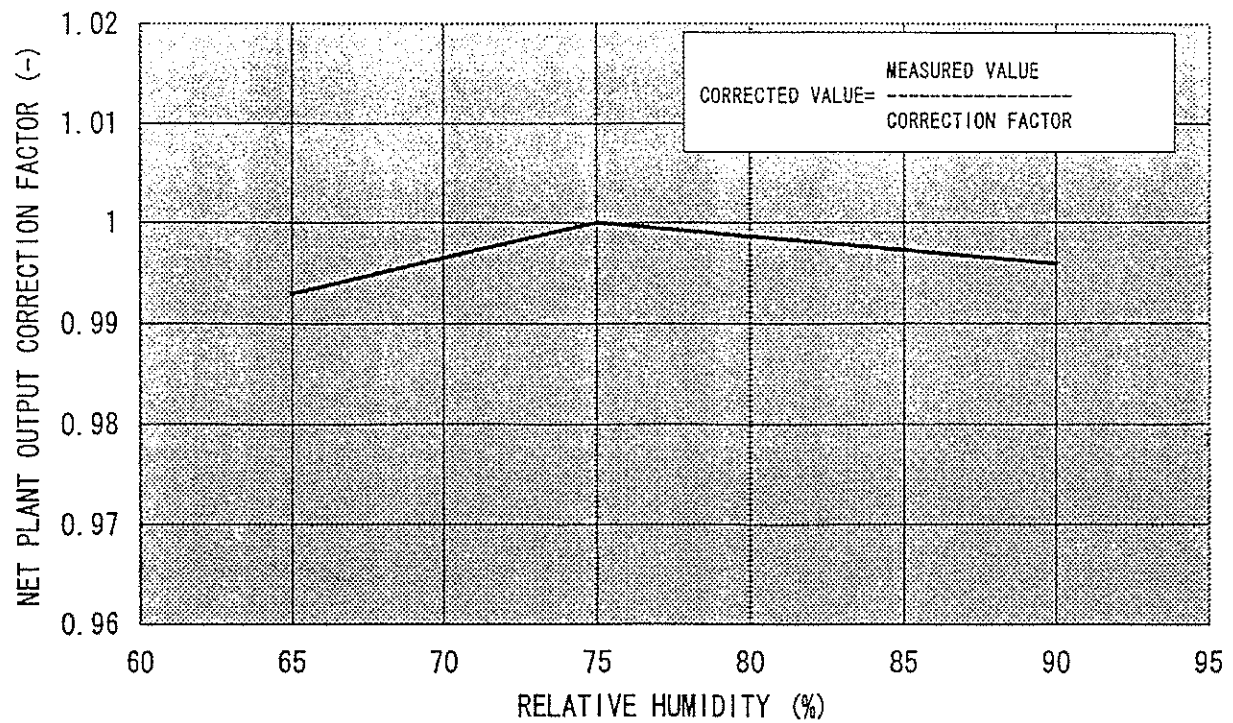
**J10-803 CORRECTION CURVE FOR NET PLANT OUTPUT VS
ATMOSPHERIC PRESSURE**



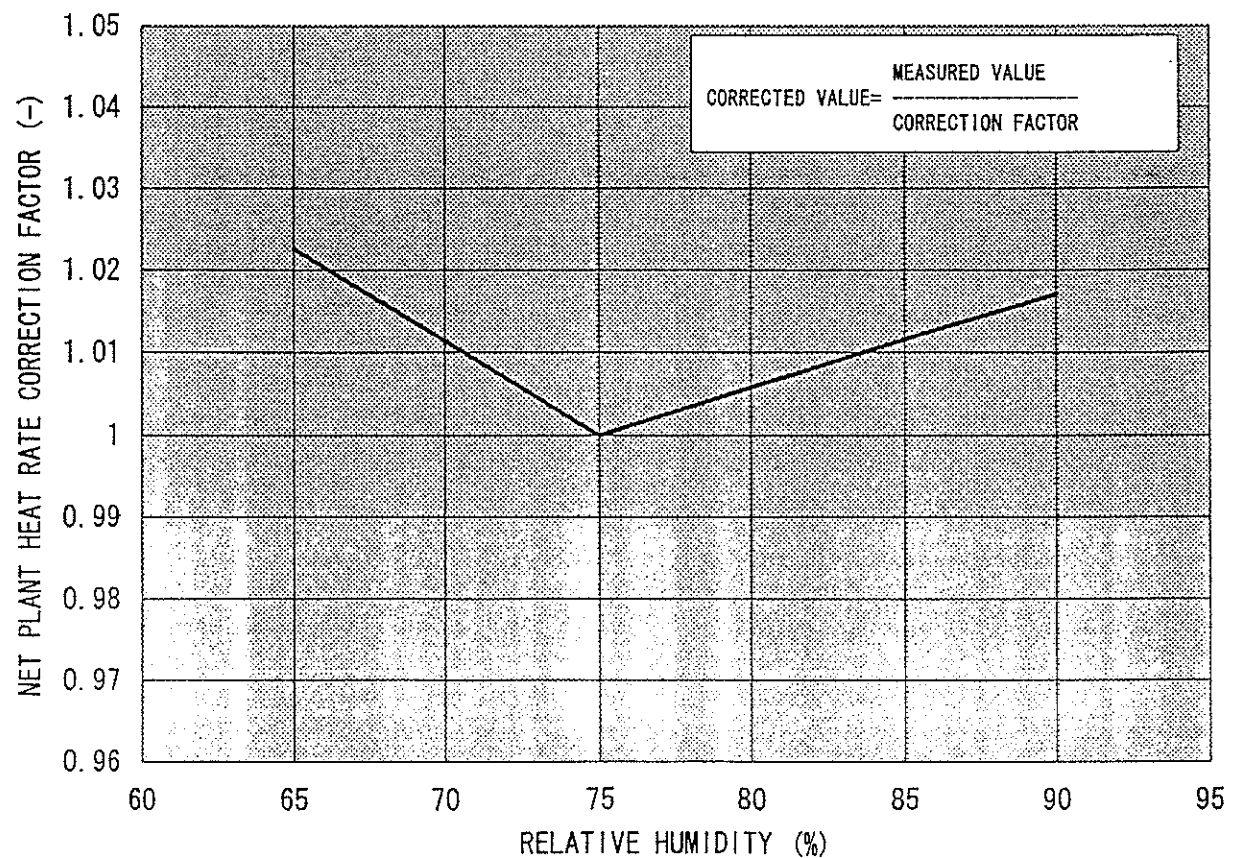
**J10-804 CORRECTION CURVE FOR NET PLANT HEAT RATE VS
ATMOSPHERIC PRESSURE**



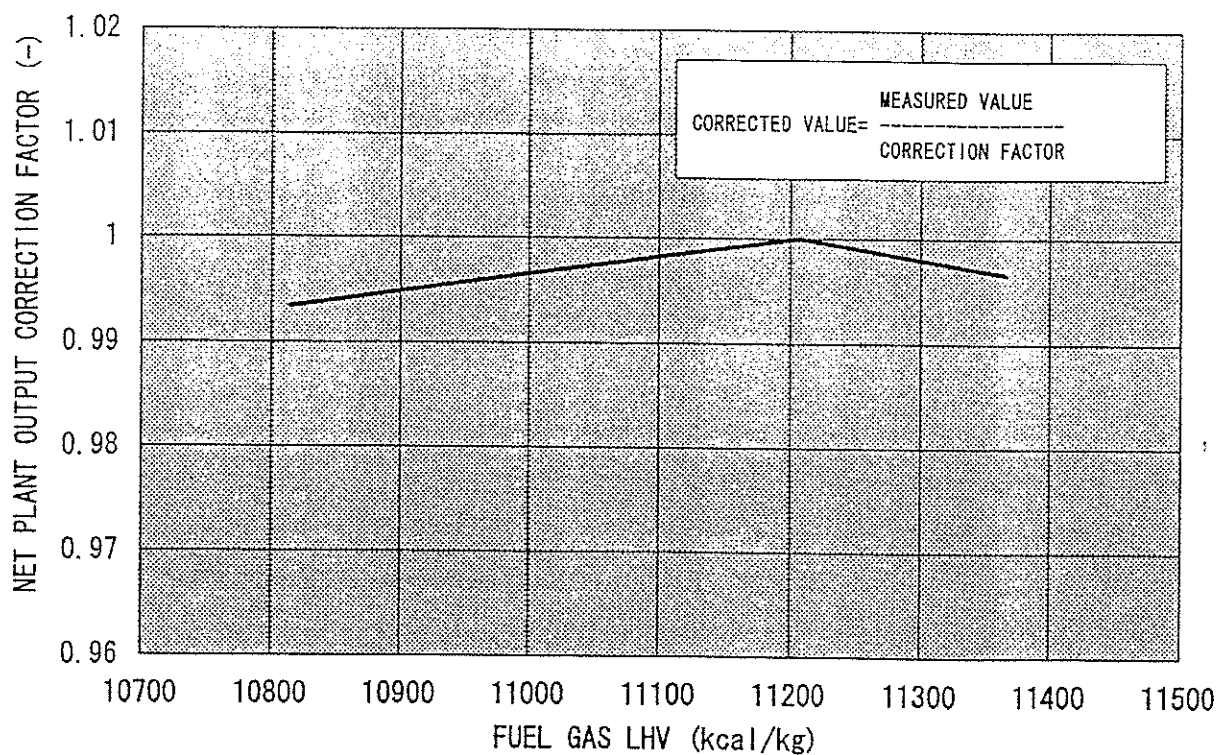
**J10-805 CORRECTION CURVE FOR NET PLANT OUTPUT VS
RELATIVE HUMIDITY**



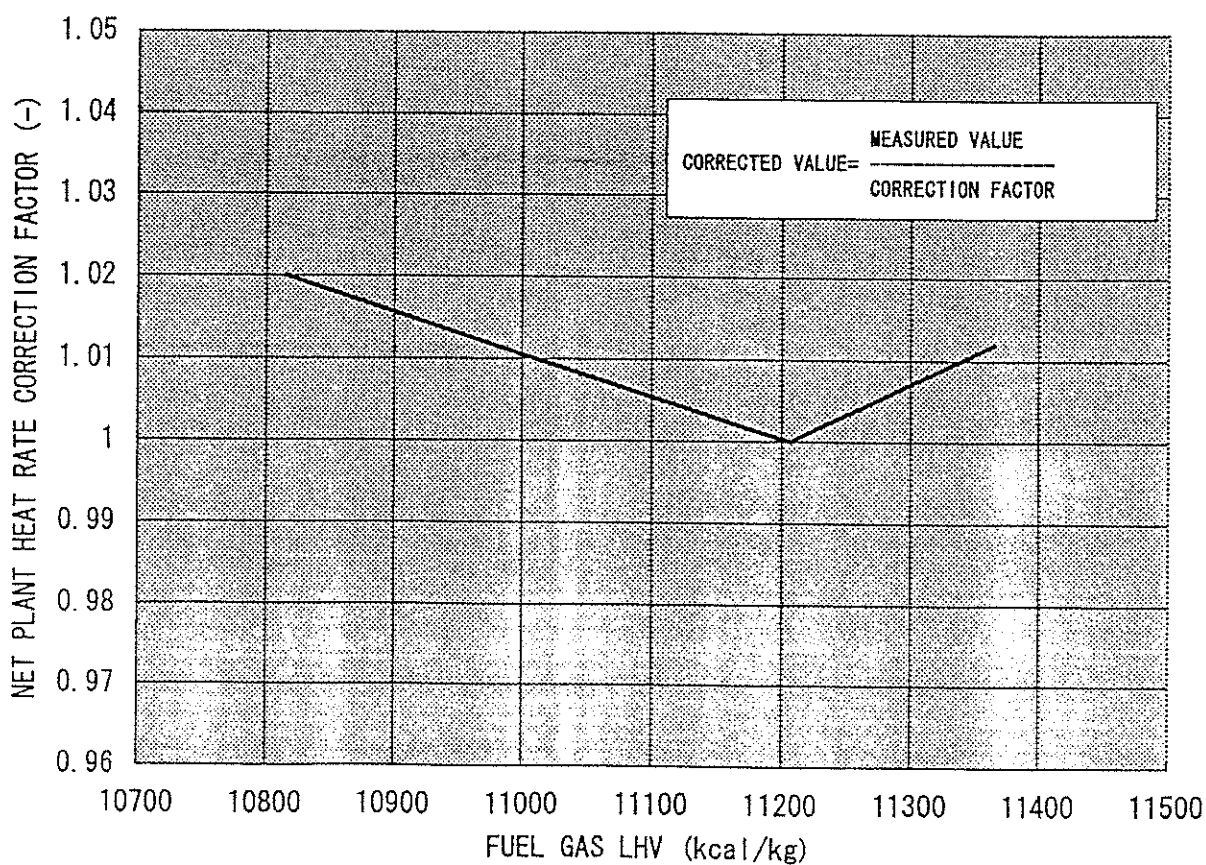
**J10-806 CORRECTION CURVE FOR NET PLANT HEAT RATE VS
RELATIVE HUMIDITY**



J10-807 CORRECTION CURVE FOR NET PLANT OUTPUT VS FUEL GAS LHV

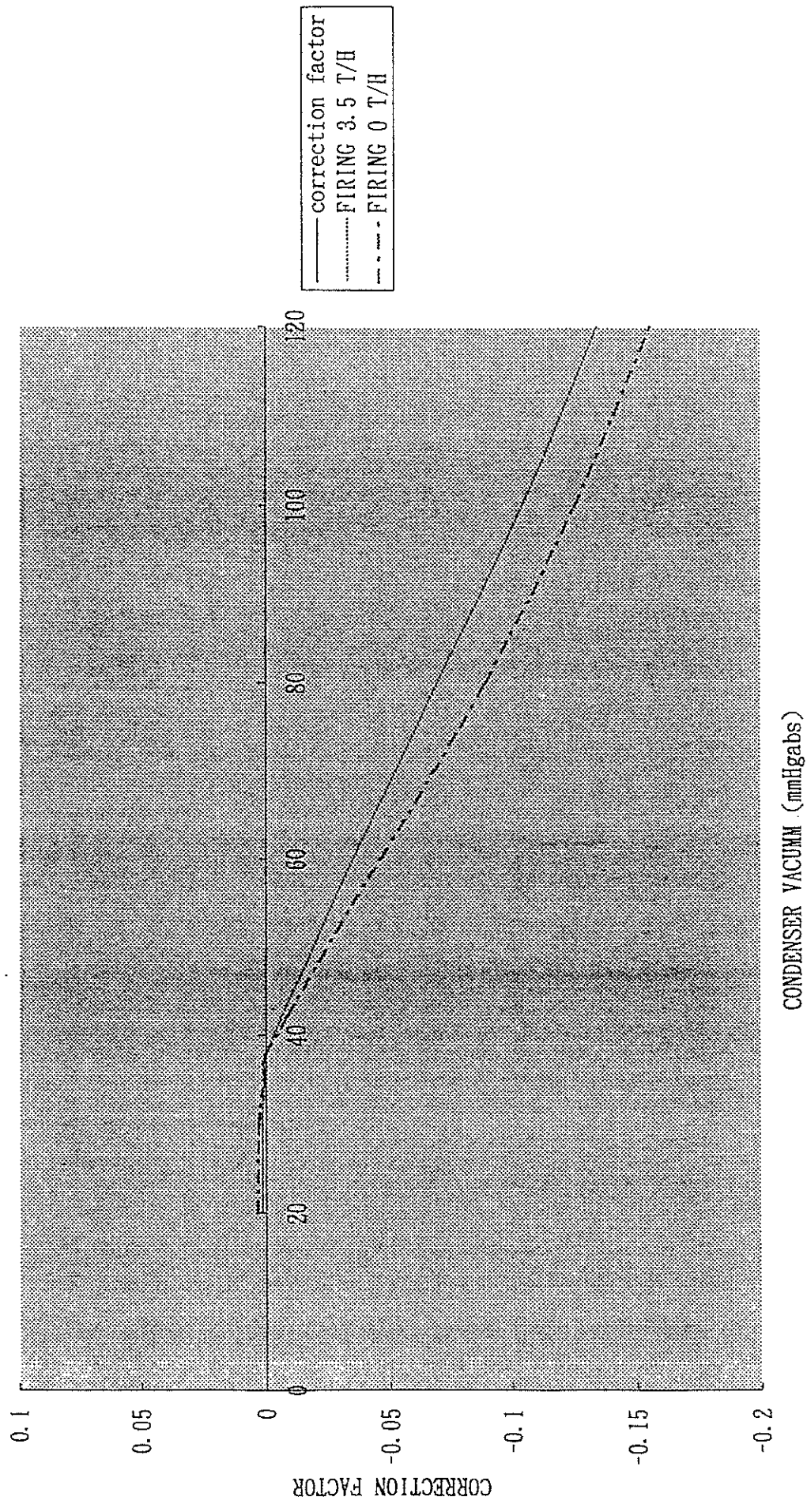


J10-808 CORRECTION CURVE FOR NET PLANT HEAT RATE VS FUEL GAS LHV

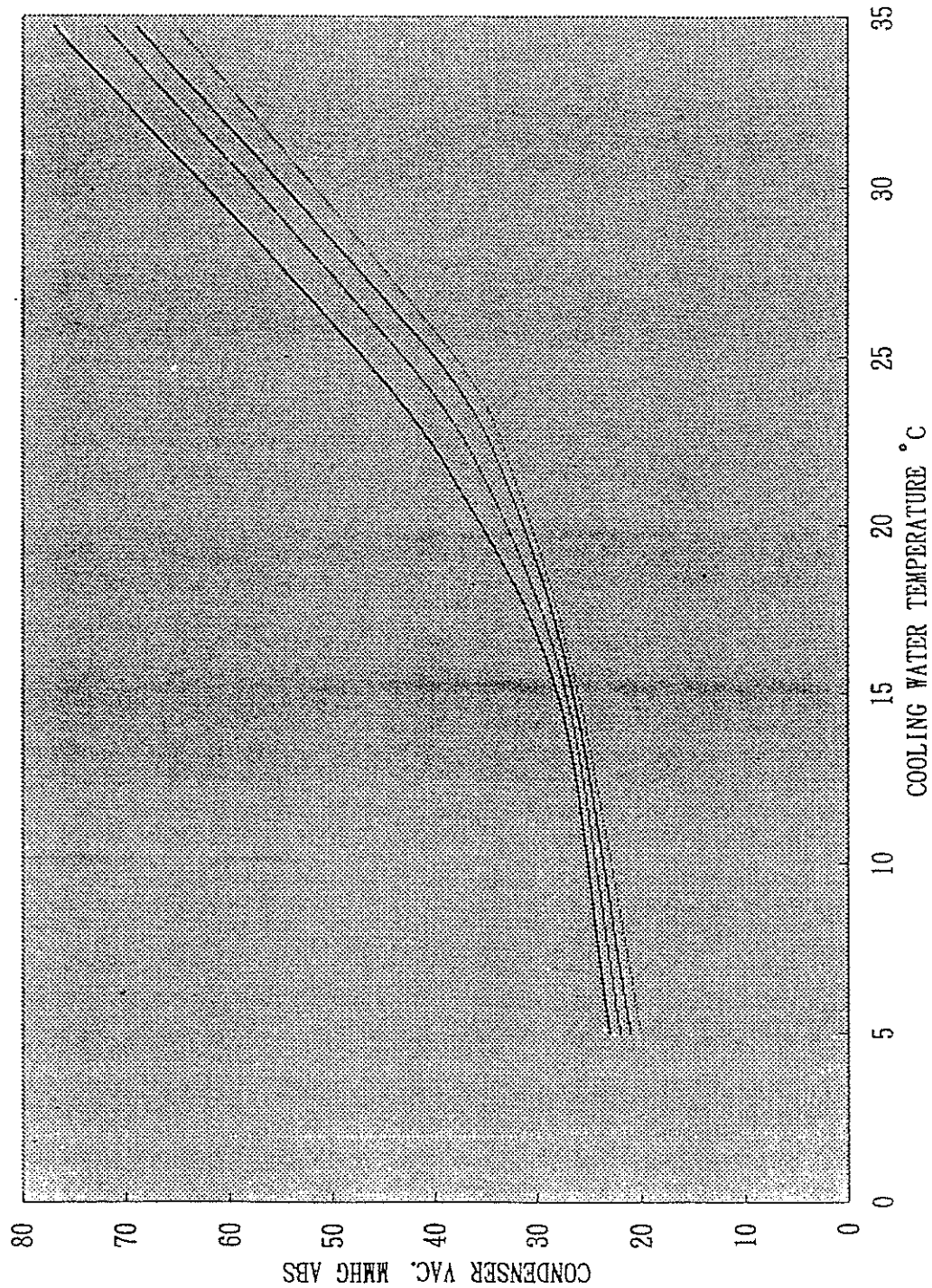


J10-501 CONDENSER VACUUM CORRECTION

57 mil per +

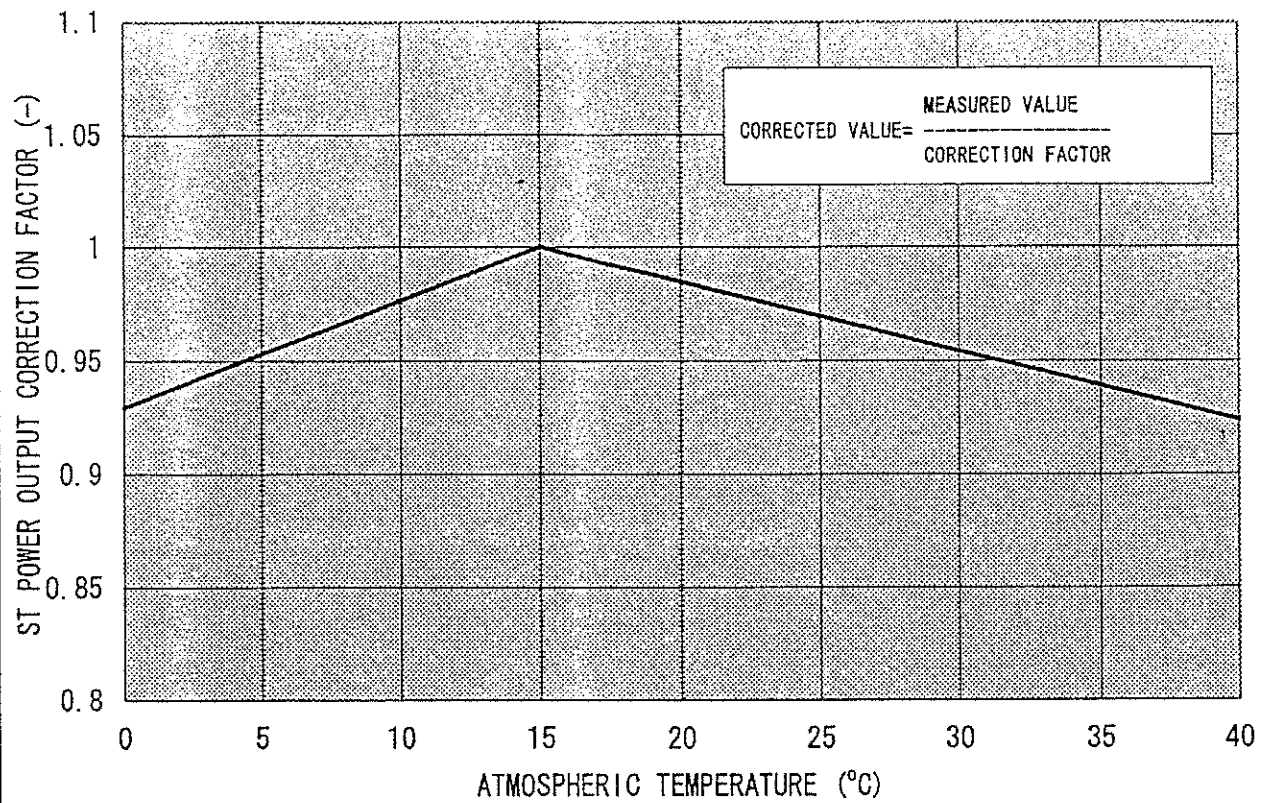


J10-502 CONDENSER VAC. VS. COOLING WATER TEMPERATURE



— 100 % LOAD WITH FIRING
 100 % LOAD WITH NO FIRING
 — 80 % LOAD
 60 % LOAD

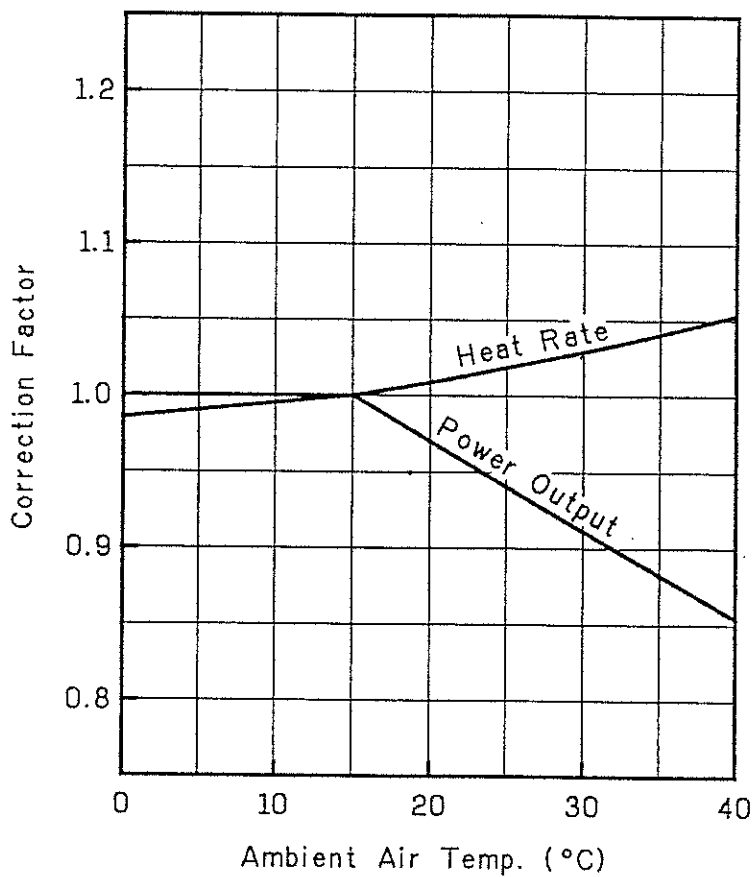
J10-503 CORRECTION CURVE FOR STEAM TURBINE OUTPUT VS
ATMOSPHERIC TEMPERATURE



EXPECTED PERFORMANCE CURVE
FOR
CHILE/Quillota

[CONDITIONS]

Fuel : Natural Gas
Ambient Press. : 1006mbar
Relative Humidity : 75%
Operation Mode : Open Cycle

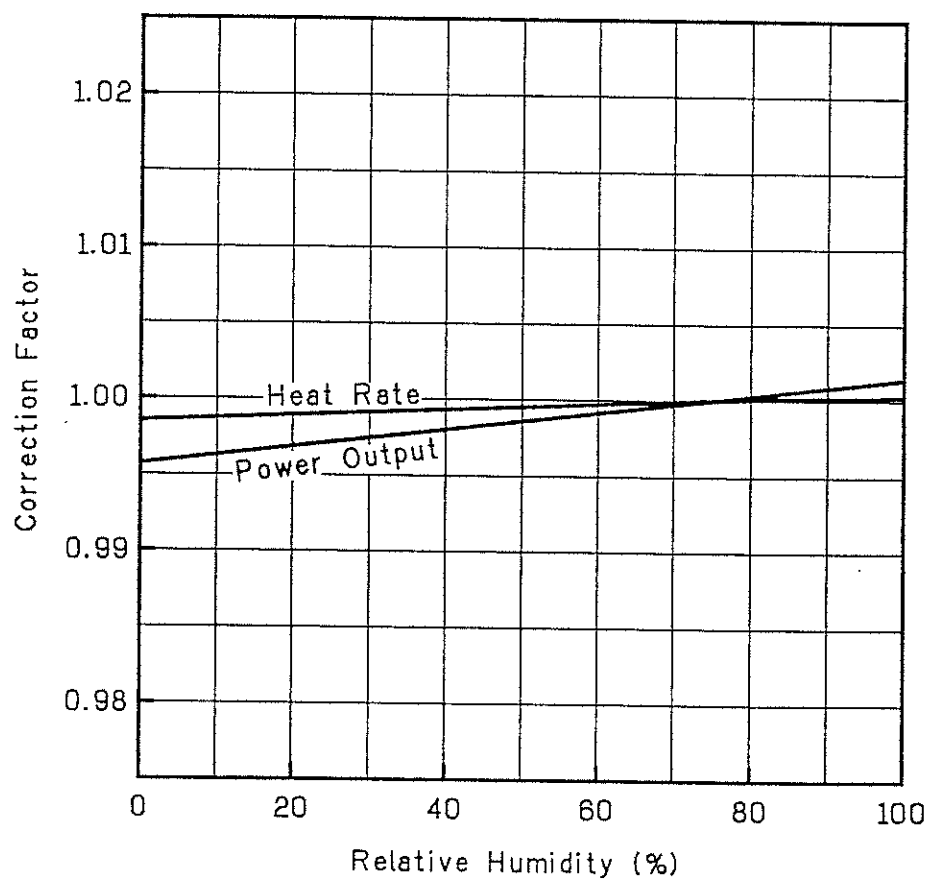


COMBUSTION TURBINE ENGINEERING
APRD <i>[Signature]</i>
CHKD <i>[Signature]</i>
ENGR <i>[Signature]</i>
DATE 7th Nov. 1995

EXPECTED PERFORMANCE CURVE
FOR
CHILE/Quillota

[CONDITIONS]

Fuel : Natural Gas
Ambient Press. : 1006mbar
Operation Mode : Open Cycle



COMBUSTION
TURBINE
ENGINEERING

APRD

[Signature]

CHKD

ENGR

[Signature]

DATE

7th. Nov. 1995

1995

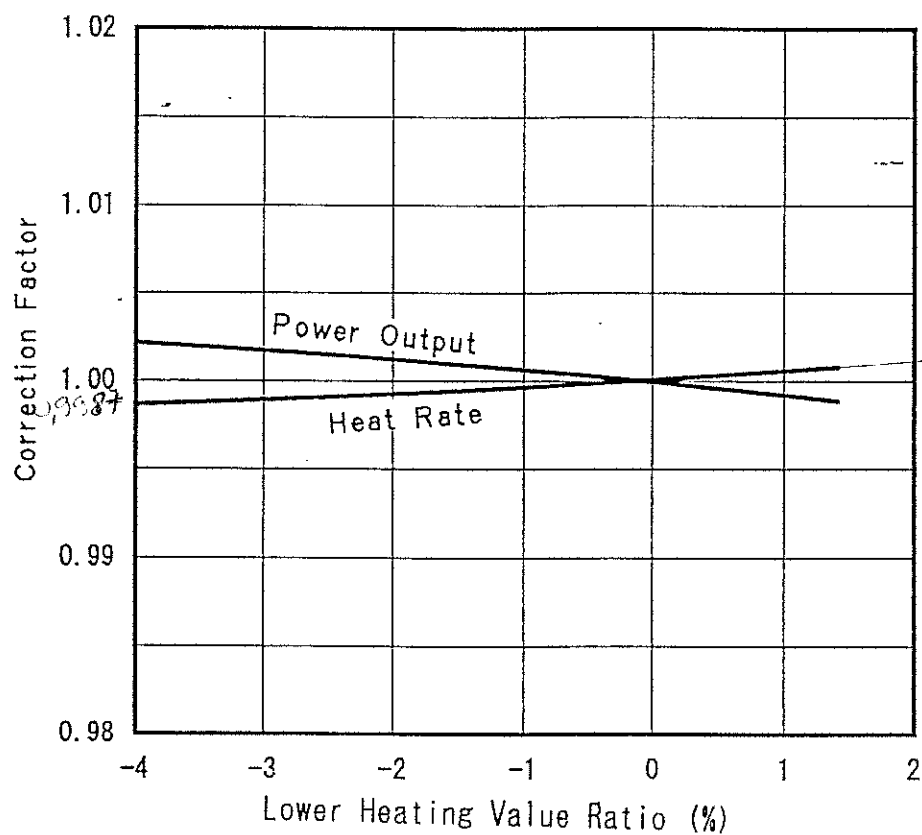


E01-95465

EXPECTED PERFORMANCE CURVE
FOR
CHILE/Quillota

[CONDITIONS]

Fuel : Natural Gas
Ambient Press. : 1006mbar
Relative Humidity : 75%
Operation Mode : Open Cycle
Ambient Temperature : 15 °C



COMBUSTION
TURBINE
ENGINEERING

APRD

CHKD

ENGR

DATE

15th Dec. 1995

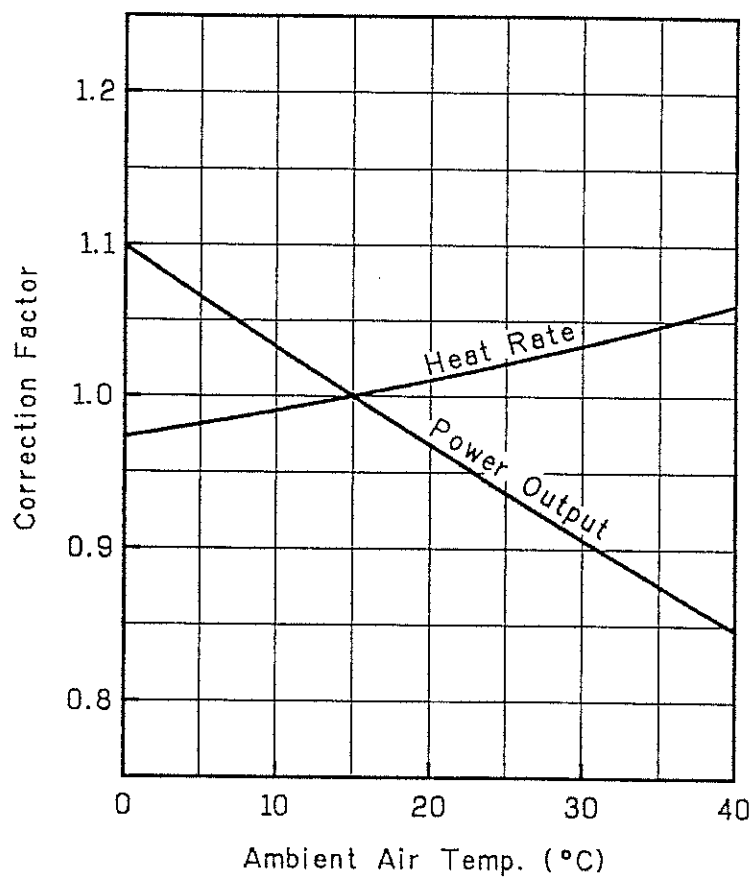
[Conditions]

GT Model : 701F
LHV Adjustment: CH4 and N2 only
Basis of LHV : 11206.7 kcal/kg

EXPECTED PERFORMANCE CURVE
FOR
CHILE/Quillota

[CONDITIONS]

Fuel : Diesel oil
Ambient Press. : 1006mbar
Relative Humidity : 75%
Operation Mode : Open Cycle

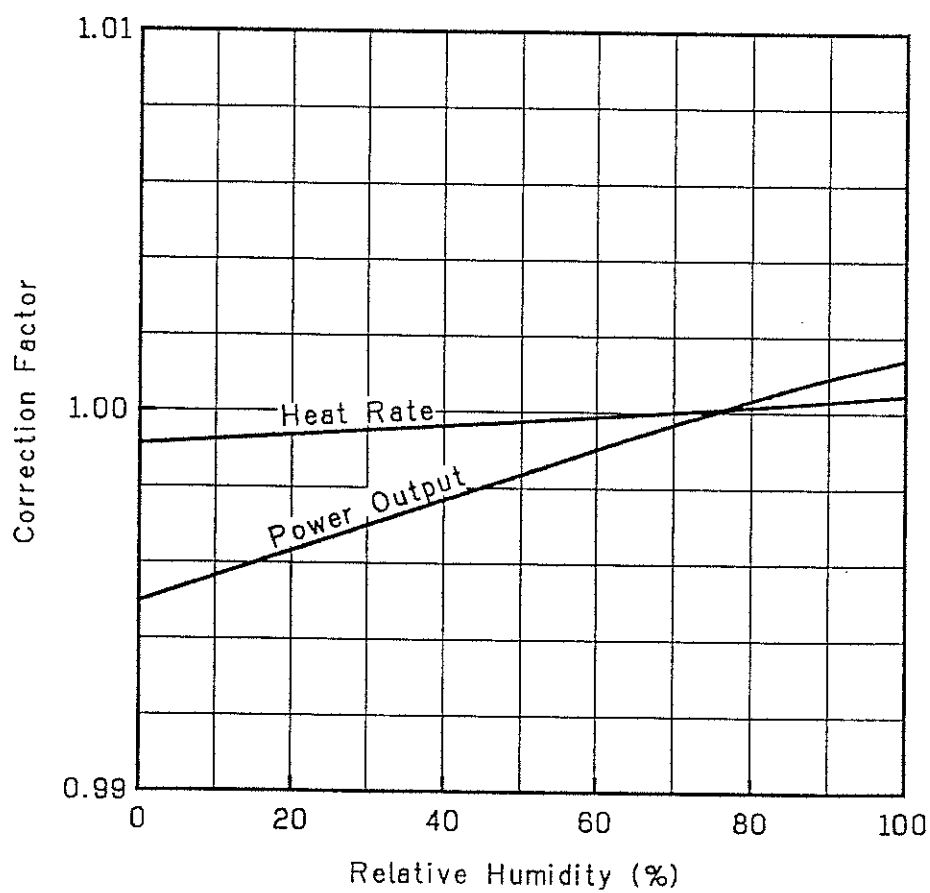


COMBUSTION TURBINE ENGINEERING
APRD
CHKD <i>T. Komori</i>
ENGR <i>O. Takahara</i>
DATE 15th Dec. 1995

EXPECTED PERFORMANCE CURVE
FOR
CHILE/Quillota

[CONDITIONS]

Fuel : Diesel Oil
Ambient Press. : 1006mbar
Operation Mode : Open Cycle
Ambient Temperature : 15 °C



COMBUSTION TURBINE ENGINEERING
APRD
CHKD <i>T. Ramon</i>
ENGR <i>A. Ishihara</i>
DATE 15th Dec. 1995

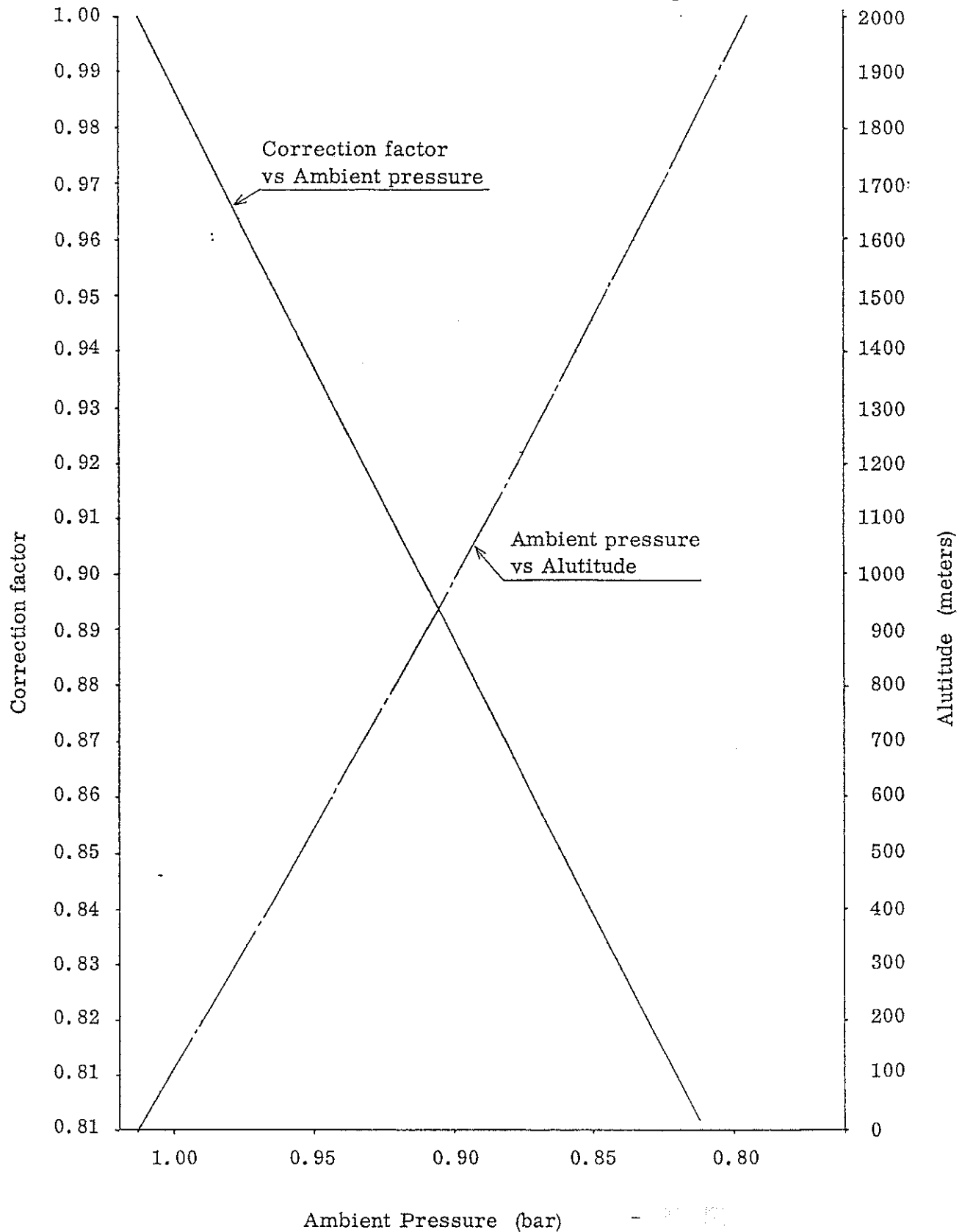
- JUL 1996

CORRECTION FACTOR
for
POWER OUTPUT, EXHAUST GAS FLOW AND FUEL CONSUMPTION
vs
AMBIENT PRESSURE or ALTITUDE

Basis: ISO conditions

100% = 1.013 bar (Sea level)

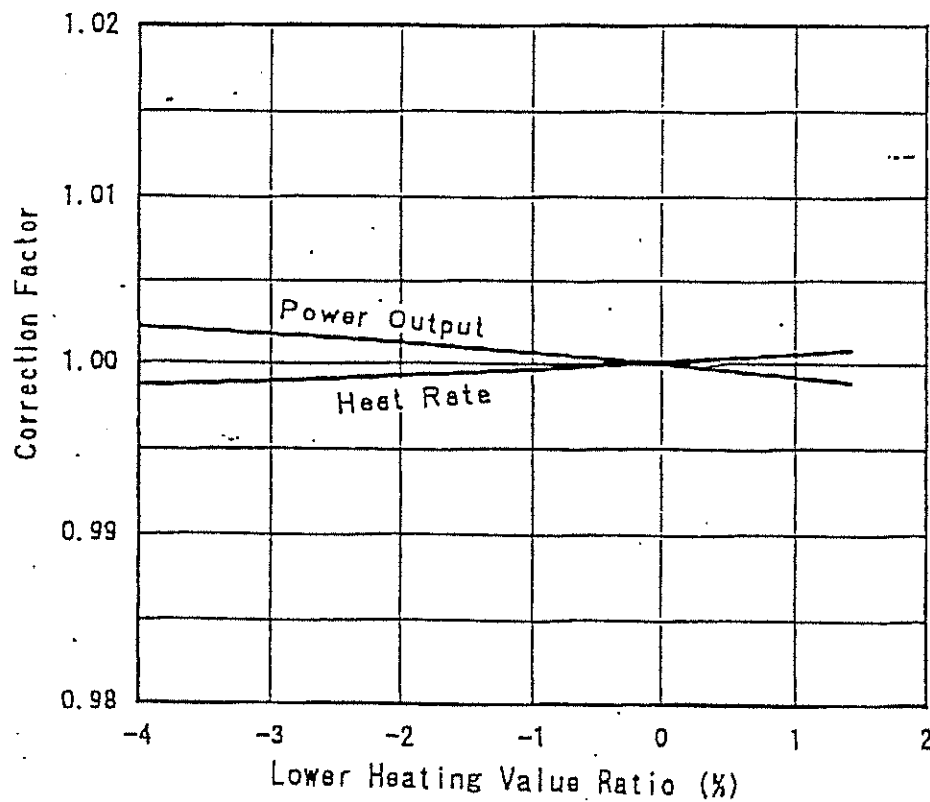
Constant Ambient Temperature



EXPECTED PERFORMANCE CURVE
FOR
CHILE/Quillota

[CONDITIONS]

Fuel : Natural Gas
Ambient Press. : 1006mbar
Relative Humidity : 75%
Operation Mode : Open Cycle
Ambient Temperature : 15 °C



COMBUSTION TURBINE ENGINEERING
APSD
CHKD <i>T. D. H. V.</i>
<i>P. K. H. V.</i>
DATE 15th Dec. 1995

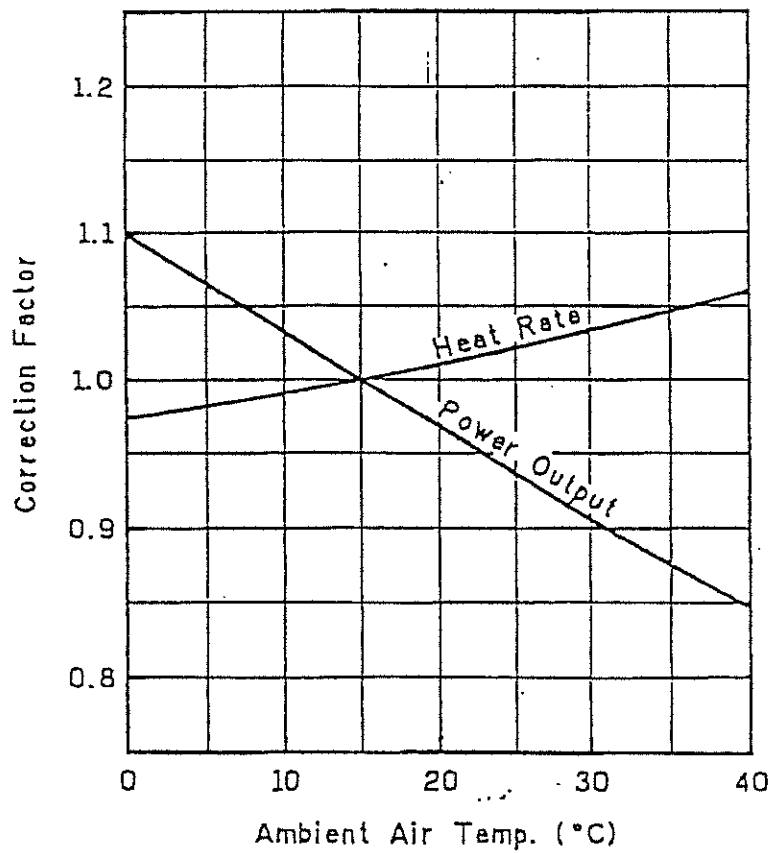
[Conditions]

GT Model : 701F
LHV Adjustment: CH4 and N2 only
Basis of LHV : 11206.7 kcal/kg

EXPECTED PERFORMANCE CURVE
FOR
CHILE/Quillota

[CONDITIONS]

Fuel : Diesel oil
Ambient Press. : 1006mbar
Relative Humidity : 75%
Operation Mode : Open Cycle



COMBUSTION TURBINE ENGINEERING
APRD
CHKD <i>T. Kometani</i>
E <i>10.12.1995</i>
DATE <i>15th Dec 1995</i>

C. Combined Cycle Operation in Fuel Oil (For Plant)

1. Ambient Temperature Correction Curve <I10-400-O-AT>

x : Ambient Temperature (deg.C) , y : Correction Factor (-)

- Power Output

$$y = 1.652794 \times 10^{-4} x^4 - 9.982590 \times 10^{-3} x^3 + 2.213354 \times 10^{-6} x^2 - 4.560258 \times 10^{-3} x + 1.070438$$

- Heat Rate

$$y = 4.076617 \times 10^{-5} x^4 - 4.893297 \times 10^{-3} x^3 + 5.045884 \times 10^{-6} x^2 - 7.056472 \times 10^{-4} x + 1.000677$$

2. Barometric Pressure Correction Curve <I10-400-O-BP>

x : Barometric Pressure (mbar) , y : Correction Factor (-)

- Power Output

$$y = -2.002435 \times 10^{-7} x^2 + 1.380879 \times 10^{-3} x - 1.865108 \times 10^{-1}$$

- Heat Rate

$$y = 1.168981 \times 10^{-6} x^2 - 2.348796 \times 10^{-3} x + 2.179838$$

3. Relative Humidity Correction Curve <I10-400-O-RH-PW, HR>

x : Relative Humidity (RH%) , y : Correction Factor (-)

- Power Output

$$y = -2.318985 \times 10^{-10} x^4 + 3.500500 \times 10^{-8} x^3 - 1.858016 \times 10^{-6} x^2 + 1.097597 \times 10^{-4} x + 9.947890 \times 10^{-1}$$

- Heat Rate

$$y = 1.575917 \times 10^{-10} x^4 - 2.059017 \times 10^{-8} x^3 + 8.857680 \times 10^{-7} x^2 - 9.776465 \times 10^{-6} x + 9.994510 \times 10^{-1}$$

4. Fuel Oil LHV Correction Curve <I10-400-O-LHV>

x : Fuel Gas LHV (kJ/kg) , y : Correction Factor (-)

- Power Output

$$y = 1.264871 \times 10^{-10} x^2 - 1.674519 \times 10^{-9} x + 1.484429$$

- Heat Rate

$$y = 6.027994 \times 10^{-11} x^2 - 6.178264 \times 10^{-9} x + 1.153910$$

5. Water Injection Ration Correction Curve <I10-400-O-WI>

x : Water Injection Ratio (kg/kg) , y : Correction Factor (-)

- Power Output

$$y = -1.036260 \times 10^{-2} x^4 + 3.138817 \times 10^{-2} x^3 - 1.715686 \times 10^{-2} x^2 + 8.869185 \times 10^{-2} x + 8.855248 \times 10^{-1}$$

- Heat Rate

$$y = -3.330538 \times 10^{-3} x^4 + 9.991615 \times 10^{-3} x^3 - 8.140653 \times 10^{-3} x^2 + 4.133116 \times 10^{-2} x + 9.517658 \times 10^{-1}$$

II. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En resumen, se llevó a cabo un programa de prueba de potencia máxima completo dentro del alcance especificado en el procedimiento "Determinación de Potencia Máxima según la Resolución Exenta 37/2016 de la Comisión Nacional de Energía" revisión 01.

Cada punto de medición corresponde a un periodo de 60 minutos. Los datos fueron recolectados de los medidores temporales de potencia bruta y potencia auxiliar del ciclo combinado. También, se recolectaron datos del sistema DCS de la instrumentación permanente de la planta. Los resultados de esta prueba ilustran que se alcanzó el objetivo de la prueba de potencia máxima.

En el Apéndice A se detallan los cálculos de los resultados presentados en la Tabla 1. El estudio de incertidumbre de la prueba se encuentra en el Apéndice B. En el Apéndice C se incluyen las actas de prueba y en el apéndice D se anexan los certificados de calibración de los medidores de potencia temporales utilizados en la prueba.

A. Cálculo de Corrección para Factor de Potencia de los Generadores

Como no estaba disponible curvas de corrección para factor de potencia de los generadores esta necesario calcular las pérdidas de cada alternador en su condición de prueba y compararlas con resultados a condiciones de referencia.

2.A.1 Cálculos de las pérdidas del generador de la TG

El cálculo de las pérdidas de potencia del generador de la turbina de gas se hace utilizando las expresiones incluidas en el Anexo A del protocolo de pruebas (Apéndice E). Los valores que tienen dependencia en la corriente son las pérdidas de potencia asociadas al estator y rotor del generador. Dicho lo anterior, se calcula la eficiencia de la unidad introduciendo los valores de potencia entregada, factor de potencia y voltaje medidos comparando ésta eficiencia con aquella calculada con los valores de referencia de la unidad. La diferencia entre ambos resultados será el valor utilizado para corregir por factor de potencia del generador de la turbina de gas.

$$\begin{aligned} \text{Perdidas Generador_PFmed}_{TGtotal} \\ = \text{Enrrollado} + \text{Cojinetes} + \text{Nucleo} + \text{Dispersión} + \text{Excitador} + \text{Estator} + \text{Rotor} \end{aligned}$$

Donde;

Enrrollado = 330 kW indicado por fabricante.

Cojinetes = 205 kW indicado por fabricante.

Núcleo = 500 kW indicado por fabricante.

Dispersión = 695 kW indicado por fabricante.

Excitador = 135 kW indicado por fabricante.

$$\text{Estator} = \text{Perdidas del Estator}_{I_{2R}} = \frac{I_{calculada}^2 * R_{estator}}{1000}$$

Donde;

$I_{calculada}$ = Corriente calculada a partir de la potencia activa bruta, voltaje y factor de potencia medidos.

$R_{estator}$ = Resistencia del estator indicada por el fabricante = 0.003126 Ohm.

$$I_{calculada} = \frac{KW_{medido}}{Voltaje_{medido} * FP * \sqrt{3}}$$

Donde;

KW_{medido} = KW medida durante la prueba
 $Voltaje_{medido}$ = Voltaje de salida del generador
 FP = Factor de potencia medio durante la prueba

$$Rotor = Perdas del Rotor_{I2R} = \frac{I_{calculada}^2 * R_{rotor}}{1000}$$

Donde;

$I_{calculada}^2$ = Corriente calculada a partir de la potencia activa bruta, voltaje y factor de potencia medidos.

R_{rotor} = Resistencia del rotor indicada por el fabricante = 0.005328 Ohm.

Tenemos que la eficiencia del generador de la turbina de gas con factor de potencia medido es:

$$Eff_{PFmed_{GenTG}} = \frac{P_B}{(Perdidas_{Generador_{PFmed_{TGtotal}}} + P_B)}$$

Donde;

P_B = Potencia activa bruta medida.

Para calcular perdidas al FP de referencia (0.95) se repito el mismo proceso con:

- Corriente, I, calculado usando PF = 0.95

2.A.2 Cálculos de las pérdidas del generador de la TV

El cálculo de las pérdidas de potencia del generador de la turbina de vapor se hace utilizando las expresiones incluidas en el Anexo A del protocolo de pruebas (Apéndice E). Los valores que tienen dependencia en la corriente son las pérdidas de potencia asociadas al estator y rotor del generador. Dicho lo anterior, se calcula la eficiencia de la unidad introduciendo los valores de potencia entregada, factor de potencia y voltaje medidos comparando ésta eficiencia con aquella calculada con los valores de referencia de la unidad. La diferencia entre perdidas será el valor utilizado para corregir por factor de potencia del generador de la turbina de vapor.

$$Perdidas_{Generador_{PFmed_{TVtotal}}} = Mecánicas + Núcleo + Dispersión + Excitador + Estator + Rotor$$

Donde;

$Mecánicas$ = 780 kW indicado por fabricante.

$Núcleo$ = 235 kW indicado por fabricante.

$Dispersión$ = 275 kW indicado por fabricante.

$Excitador$ = 56 kW indicado por fabricante.

$$Estator = Perdas del Estator_{I2R} = \frac{I_{calculada}^2 * R_{estator}}{1000}$$

$I_{calculada}$ = Corriente calculada a partir de la potencia activa bruta, voltaje y factor de potencia medidos.

$R_{estator}$ = Resistencia del estator indicada por el fabricante = 0.006781 Ohm.

$$Rotor = Perdas del Rotor_{I2R} = \frac{I_{calculada}^2 * R_{rotor}}{1000}$$

$I_{calculada}$ = Corriente calculada a partir de la potencia activa bruta, voltaje y factor de potencia medidos.

R_{rotor} = Resistencia del rotor indicada por el fabricante = 0.011848 Ohm.

Tenemos que la eficiencia del generador de la turbina de gas con factor de potencia medido es:

$$Eff_PFmed_{GenTV} = \frac{P_B}{(Perdas_Generador_PFmed_{TVtotal} + P_B)}$$

Para calcular perdidas al FP de referencia (0.95) se repito el mismo proceso con:

- Corriente, I, calculado usando PF = 0.95

ANEXO D

Lista de Instrumentos de Medición de las Unidades Generadoras de la Central San Isidro I

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

Parámetro	Estación (S) o Instrumentos de precisión temporales (P)	Unidad	Ubicación	Comentarios
Potencia activa bruta	S	TG	Bornas del generador	Generador TG
Potencia reactiva bruta	S	TG	Bornas del generador	Generador TG
Factor de potencia bruta	S	TG	Bornas del generador	Generador TG
Frecuencia bruta	S	TG	Bornas del generador	Generador TG
Field current (Corriente de campo)	S	TG		Generador TG
Corriente del estator	S	TG		Generador TG
Voltaje del estator	S	TG		Generador TG
Tempertatura del embobinado del rotor	S	TG		Generador TG
TG velocidad del rotor	S	TG	línea central TG	
Potencia activa auxiliar	P	TG	Indicado en Anexo D	
Potencia reactiva auxiliar	P	TG	Indicado en Anexo D	
Factor de potencia auxiliar	P	TG	Indicado en Anexo D	
Frecuencia auxiliar	P	TG	Indicado en Anexo D	
Temperatura de gases de escape TG	S	TG	Salidad de TG	
Temperatura del combustible	S	TG		
Temperatura de aire de ingreso al compresor	S	TG		
Presion de descarga del compresor	S	TG		
Presión del combustible	S	TG		
Presión absoluta de salida de gases	S	TG		
Potencia activa bruta	S	TV	bornes del generador	Generador TV
Potencia reactiva bruta	S	TV	bornes del generador	Generador TV
Factor de potencia bruta	S	TV	bornes del generador	Generador TV
Frecuencia bruta	S	TV	Bornas del generador	Generador TV
Field current (Corriente de campo)	S	TV		Generador TV
Corriente del estator	S	TV		Generador TV
Voltaje del estator	S	TV		Generador TV
Tempertatura del embobinado del rotor	S	TV		Generador TV
TV velocidad del rotor	S	TV	línea central TV	
Potencia activa auxiliar	P	TV	Indicado en Anexo D	
Potencia reactiva auxiliar	P	TV	Indicado en Anexo D	
Factor de potencia auxiliar	P	TV	Indicado en Anexo D	
Frecuencia auxiliar	P	TV	Indicado en Anexo D	
Temperatura del vapor sobrecalentado	S	TV		
Presion del vapor sobrecalentado	S	TV		
Presion del vapor de entrada al condensador	S	TV		
Temperatura del agua de enfriamiento que ingresa al condensador	S	TV		
Temperatura del vapor recalentado caliente	S	TV		
Presion del vapor recalentado caliente	S	TV		
Presion del condensador	S	TV		
Temperatura de agua de enfriamiento a la salida del condensador	S	TV		
Presión de vacío del condensador	S	TV		
Presión de vapor de alta (HP)	S	TV		
Consumo de combustible	S	CC		
Caudal de condensado	S	CC		
Caudal de agua de alimentación	S	CC		
Caudal de vapor principal	S	CC		
Presión en el condensador	S	CC		
Temperatura de condensado	S	CC		
Temperatura de agua de alimentación	S	CC		
Presión de vapor principal (bar)	S	CC		
Temperatura de vapor principal	S	CC		
Temperatura de gases de escape a la entrada de la caldera de recuperación	S	CC		
Temperatura de gases de escape en chimenea	S	CC		
Posición de los álabes directores de entrada al (a los) compresor(es) de la(s) turbinas de gas.	S	CC		
Temperatura del agua de refrigeración en entrada y salida.	S	CC		
Presión barométrica	S			

Datos Necesarios Según Anexo Técnico			
a) Correcciones al consumo específico de calor de una turbina de vapor (unidad TV)			
(i) Corrección por temperatura de aire de entrada al VTF de la caldera.			
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11058	TEMPERATURA AMBIENTE	°C
(ii) Corrección por temperatura de agua de circulación o por presión en el condensador.			
(iii) Corrección por factor de potencia.			
CHLEND SIHA	SIS1PCA-LA11118	CONDENSADOR A AGUA CIRCUL. ENTRADA TEMP.	°C
CHLEND SIHA	SIS1_TG_BR_PF_sign_tot	Factor de Potencia signo Total	%
CHLEND SIHA	SIS1_TV_BR_PF_sign_tot	Factor de Potencia signo Total	%
(iv) Corrección por presión y temperatura de vapor sobrecalentado.			
b) Correcciones al consumo específico de calor de una turbina de gas (unidad TG)			
(i) Corrección por temperatura de aire de aspiración			
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11058	TEMPERATURA AMBIENTE	°C
(ii) Corrección por depresión en la aspiración			
CHLEND SIHA	SIS1GT-LA11066	DIF. PRESION AIRE ENTRADA TG [mbar]	mbar
(iii) Corrección por contrapresión de escape			
		Dato Manual (instrumento local)	
(iv) Corrección por humedad relativa			
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11059	HUMEDAD RELATIVA	%
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11060	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	mbar
c) Ciclos combinados			
(i) Potencia activa y reactiva en bornes de la unidad.			
CHLEND SIHA	SIS1_TG_BR_kW_tot	Potencia Total	kW
CHLEND SIHA	SIS1_TV_BR_kW_tot	Potencia Total	kW
CHLEND SIHA	SIS1_TG_BR_kVAR_tot	Potencia Reactiva Total	kVAR
CHLEND SIHA	SIS1_TV_BR_kVAR_tot	Potencia Reactiva Total	kVAR
CHLEND SIHA	SIS1_TG_NET_kW_tot	Potencia Total	kW
CHLEND SIHA	SIS1_TV_NET_kW_tot	Potencia Total	kW
CHLEND SIHA	SIS1_TG_NET_kVAR_tot	Potencia Reactiva Total	kVAR
CHLEND SIHA	SIS1_TV_NET_kVAR_tot	Potencia Reactiva Total	kVAR
(ii) Consumo de combustible.			
CHLEND SIHA	SIS1_FLUJO_ENERG_EST	Flujo Energético Estación	GJ/h
CHLEND SIHA	SIS1_FLUJO_NETO_EST	Flujo Neto Estación	m3/h
CHLEND SIHA	SIS1_GAS_PCI	Poder calorífico Inferior	kcal/m3
CHLEND SIHA	SIS1_GAS_PCS	Poder calorífico Superior	kcal/m3
CHLEND SIHA	SIS1GT-LA11099	TG. P. DIESEL. FLUJO ALIMENT. A TURBINA	m3/h
(iii) Consumos propios o auxiliares.			
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11017	6kV BARRA 1-TG POT.ACTIVA	MW
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11024	6kV BARRA 2-TF POT.ACTIVA	MW
(iv) Caudal de condensado.			
CHLEND SIHA	SIS1PCA-LA11075	AGUA CONDENSADO CAUDAL	T/H

Datos Necesarios Según Anexo Técnico			
(v) Caudal de agua de alimentación.			
CHLEND SIHA	SIS1PCB-LA11020	AGUA ALIM.BP ENTR.DOMO FLUJO	T/H
CHLEND SIHA	SIS1PCB-LA11024	AGUA ALIM.MP ENTR.DOMO FLUJO	T/H
CHLEND SIHA	SIS1PCB-LA11033	AGUA ALIM.AP ENTR.DOMO FLUJO	T/H
(vi) Caudal de vapor principal.			
CHLEND SIHA	SIS1PCB-LA11021	VAPOR BP SAL.SOBRECAL.FLUJO	T/H
CHLEND SIHA	SIS1PCB-LA11025	VAPOR MP SAL.SOBRECAL.FLUJO	T/H
CHLEND SIHA	SIS1PCB-LA11034	VAPOR AP SALIDA 2°SOBRECAL.FLUJO	T/H
(vii) Presión en el condensador.			
CHLEND SIHA	SIS1PCA-LA11426	TV VACIO CONDENSADOR	mmHg
(viii) Temperatura de condensado.			
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11073	CONDENSADOR TEMP.HOT WELL	°C
(ix) Temperatura de agua de alimentación.			
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11106	ECO/BP TEMP.SALIDA AGUA	°C
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11113	ECO/MP TEMP.ENTRADA AGUA	°C
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11119	2RY ECO/AP TEMP.SALIDA AGUA	°C
(x) Presión de vapor principal (bar).			
CHLEND SIHA	SIS1ST-LA11049	TV VAPOR AP ENTR.TURB.PRESION	bar
CHLEND SIHA	SIS1ST-LA11050	TV VAPOR MP ENTR.TURB.PRESION	bar
CHLEND SIHA	SIS1ST-LA11051	TV VAPOR BP ENTR.TURB.PRESION	bar
(xi) Temperatura de vapor principal.			
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11082	TEMP.ENTRADA VAPOR MP	°C
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11066	TEMP.ENTRADA VAPOR TURBINA BP	°C
CHLEND SIHA	SIS1PCB-LA11034	VAPOR AP SALIDA 2°SOBRECAL.FLUJO	T/H
(xii) Temperatura de gases de escape a la entrada de la caldera de recuperación.			
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11098	2RY-RH/HP-2RY-SH TEMP.ENTRADA GASES	°C
(xiii) Temperatura de gases de escape en chimenea.			
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11316	TEMPERATURA GASES DE SALIDA HRSG	°C
(xiv) Posición de los álabes directores de entrada al (a los) compresor(es) de la(s) turbinas de gas			
CHLEND SIHA	SIS1GT-LA11268	IGV F.B.	%
(xv) Temperatura del agua de refrigeración en entrada y salida.			
CHLEND SIHA	SIS1PCA-LA11118	CONDENSADOR A AGUA CIRCUL. ENTRADA TEMP.	°C
CHLEND SIHA	SIS1PCA-LA11119	CONDENSADOR B AGUA CIRCUL. ENTRADA TEMP.	°C
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11193	TEMP.-1 SALIDA AGUA CIRC.-A COND.	°C
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11194	TEMP.-2 SALIDA AGUA CIRC.-A COND.	°C
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11195	TEMP.-3 SALIDA AGUA CIRC.-A COND.	°C
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11196	TEMP.-4 SALIDA AGUA CIRC.-A COND.	°C
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11209	TEMP.-1 SALIDA AGUA CIRC.-B COND.	°C
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11210	TEMP.-2 SALIDA AGUA CIRC.-B COND.	°C
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11211	TEMP.-3 SALIDA AGUA CIRC.-B COND.	°C
CHLEND SIHA	SIS1HDS-LA11212	TEMP.-4 SALIDA AGUA CIRC.-B COND.	°C

Datos Necesarios Según Anexo Técnico			
Información en Línea del Proveedor de Gas			
CHLENDSIHA	SIS1_COMP_GAS_C6	% molar hexano	%
CHLENDSIHA	SIS1_COMP_GAS_CO2	% molar CO2	%
CHLENDSIHA	SIS1_COMP_GAS_ETANO	% molar Etano	%
CHLENDSIHA	SIS1_COMP_GAS_ISO_BUTANO	% molar Isobutano	%
CHLENDSIHA	SIS1_COMP_GAS_ISO_PENTANO	% molar isopentano	%
CHLENDSIHA	SIS1_COMP_GAS_METANO	% molar Metano	%
CHLENDSIHA	SIS1_COMP_GAS_N2	% molar Nitrógeno	%
CHLENDSIHA	SIS1_COMP_GAS_N_PENTANO	% molar normal Pentano	%
CHLENDSIHA	SIS1_COMP_GAS_NEOPENTANO	% molar Neopentano	%
CHLENDSIHA	SIS1_COMP_GAS_NORMAL_BUTANO	% molar Isobutano	%
CHLENDSIHA	SIS1_COMP_GAS_PROPANO	% molar Propano	%
CHLENDSIHA	SIS1_FLUJO_ENERG_EST	Flujo Energético Estación	GJ/h
CHLENDSIHA	SIS1_FLUJO_NETO_EST	Flujo Neto Estación	m3/h
CHLENDSIHA	SIS1_GAS_PCI	Poder calorífico Inferior	kcal/m3
CHLENDSIHA	SIS1_GAS_PCS	Poder calorífico Superior	kcal/m3
CHLENDSIHA	SIS1_GAS_RHOR	Densidad relativa	kg/m3
CHLENDSIHA	SIS1_INFCVDRIYPRIUNITS	Poder calorífico Inferior	kcal/m3
CHLENDSIHA	SIS1_PRES_OUT_EST	Presión Salida Estación	bar
CHLENDSIHA	SIS1_SUPCVDRIYPRIUNITS	Poder calorífico Superior	kcal/m3
CHLENDSIHA	SIS1_WOBBEINDINFPRI	índice de Wobbe Inferior	kcal/m3
CHLENDSIHA	SIS1_WOBBEINDSUPPRI	Índice de Wobbe Superior	kcal/m3

ANEXO E

Certificados de Calibración de Instrumentos de Medición de Variables Primarias para las Pruebas de Consumos Específicos Neto de las Unidades Generadoras de la Central San Isidro I

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo



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

FOLIO: 36871

ANTECEDENTES DEL CLIENTE	
Solicitud	: Correo
Fecha Calibración	: 16.02.2018
Medidor	: ION 7650
Cliente	: Endesa
Instalación	: Turbina a gas
Subestación	: Central San Isidro

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR	
Marca	: Schneider Electric
Modelo	: M7650A0C0B5E0A0E
N° de Serie	: MJ-1302A908-03
Estado	: Fuera de Servicio
Año Fabricación	: 2013
Clase Exactitud (%)	: 0,2
Constante Med.	: 1

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

CONDICIONES DE MEDIDA	
Tipo de Medida	: W.ESTRELLA/ACTIVO
Tensión Aplicada	: 63,5 (V)
Corriente Nominal	: 5 (A)
N° de Elementos	: 3
Método Calibración	: Comparación Directa
Frecuencia (Hz)	: 50 (HZ)
Temperatura (C°)	: 23,6
Humedad (%)	: 45,3
Calibrador	: B.Figueroa - M. Flores

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
				Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,042	± 0,2	-0,063	± 0,2
2	123	100	0,5	-0,052	± 0,3	-0,023	± 0,3
3	123	10	1	-0,079	± 0,2	-0,072	± 0,2
4	123	10	0,5	-0,068	± 0,3	-0,066	± 0,3
5	1	100	1	-0,050	± 0,3	-0,107	± 0,3
6	2	100	1	-0,030	± 0,3	-0,033	± 0,3
7	3	100	1	-0,062	± 0,3	-0,046	± 0,3
8	1	100	0,5	0,012	± 0,4	-0,090	± 0,4
9	2	100	0,5	-0,027	± 0,4	0,001	± 0,4
10	3	100	0,5	-0,019	± 0,4	0,000	± 0,4

RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
				Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,060	± 2,0	-0,068	± 2,0
2	123	100	0,5	-0,057	± 2,0	-0,048	± 2,0
3	123	10	1	-0,089	± 2,0	-0,083	± 2,0
4	123	10	0,5	-0,100	± 2,0	-0,085	± 2,0
5	1	100	1	-0,052	± 3,0	-0,028	± 3,0
6	2	100	1	-0,059	± 3,0	-0,071	± 3,0
7	3	100	1	-0,072	± 3,0	-0,060	± 3,0
8	1	100	0,5	-0,055	± 3,0	-0,062	± 3,0
9	2	100	0,5	-0,019	± 3,0	0,000	± 3,0
10	3	100	0,5	-0,062	± 3,0	-0,084	± 3,0

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

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

Jaime Eduardo García Collao
Jefe Área 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



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

FOLIO: 36870

ANTECEDENTES DEL CLIENTE	
Solicitud	: Correo
Fecha Calibración	: 16.02.2018
Medidor	: ION 7650
Cliente	: Enel
Instalación	: Turbina a Vapor
Subestación	: Central San Isidro I

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR	
Marca	: Schneider Electric
Modelo	: M7650A0C0B5E0A0E
N° de Serie	: MJ-1303A878-03
Estado	: Fuera de Servicio
Año Fabricación	: 2013
Clase Exactitud (%)	: 0,2
Constante Med.	: 1

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

CONDICIONES DE MEDIDA	
Tipo de Medida	: W. ESTRELLA/ACTIVO
Tensión Aplicada	: 63,5 (V)
Corriente Nominal	: 5 (A)
N° de Elementos	: 3
Método Calibración	: Comparación Directa
Frecuencia (Hz)	: 50 (HZ)
Temperatura (C°)	: 22,4
Humedad (%)	: 45,8
Calibrador	: B.Figueroa - M. Flores

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
				Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
N	Fase	Cte. %	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,035	± 0,2	-0,037	± 0,2
2	123	100	0,5	-0,012	± 0,3	-0,008	± 0,3
3	123	10	1	-0,085	± 0,2	-0,080	± 0,2
4	123	10	0,5	-0,055	± 0,3	-0,054	± 0,3
5	1	100	1	-0,054	± 0,3	-0,046	± 0,3
6	2	100	1	-0,016	± 0,3	-0,026	± 0,3
7	3	100	1	-0,022	± 0,3	-0,030	± 0,3
8	1	100	0,5	-0,069	± 0,4	-0,048	± 0,4
9	2	100	0,5	-0,001	± 0,4	0,019	± 0,4
10	3	100	0,5	0,044	± 0,4	0,022	± 0,4

RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
				Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
N	Fase	Cte. %	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,043	± 2,0	-0,043	± 2,0
2	123	100	0,5	-0,025	± 2,0	-0,019	± 2,0
3	123	10	1	-0,092	± 2,0	-0,090	± 2,0
4	123	10	0,5	-0,066	± 2,0	-0,065	± 2,0
5	1	100	1	-0,039	± 3,0	-0,050	± 3,0
6	2	100	1	-0,068	± 3,0	-0,038	± 3,0
7	3	100	1	-0,044	± 3,0	-0,051	± 3,0
8	1	100	0,5	-0,024	± 3,0	-0,036	± 3,0
9	2	100	0,5	-0,013	± 3,0	-0,025	± 3,0
10	3	100	0,5	-0,040	± 3,0	-0,053	± 3,0

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

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

Jaime Eduardo García Collao
Jefe Área 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



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

FOLIO: 36962

ANTECEDENTES DEL CLIENTE	
Solicitud	: Correo
Fecha Calibración	: 19.04.2018
Medidor	: ION 7650
Cliente	: Enel
Instalación	: San Isidro I, TG J5
Subestación	: Central San Isidro

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR	
Marca	: Schneider Electric
Modelo	: P7650A0C0B5E0A0E
N° de Serie	: PJ-1009A639-02
Estado	: En Servicio
Año Fabricación	: 2010
Clase Exactitud (%)	: 0,2
Constante Med.	: 1

PATRON DE CALIBRACIÓN	
Marca	: MTE
Modelo	: PTS 3.3
N° Serie	: 29564
Clase de Exactitud	: 0,05
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnored

CONDICIONES DE MEDIDA	
Tipo de Medida	: W. ESTRELLA/ACTIVO
Tensión Aplicada	: 63,5 (V)
Corriente Nominal	: 5 (A)
N° de Elementos	: 3
Método Calibración	: Comparación Directa
Frecuencia (Hz)	: 50 (HZ)
Temperatura (C°)	: 20,9°
Humedad (%)	: 45,90%
Calibrador	: A. Nuñez - O. Vergara

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
				Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
N	Fase	Cte. %	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,064	± 0,2	-0,074	± 0,2
2	123	100	0,5	-0,079	± 0,3	-0,063	± 0,3
3	123	10	1	-0,072	± 0,2	-0,060	± 0,2
4	123	10	0,5	-0,052	± 0,3	-0,059	± 0,3
5	1	100	1	-0,077	± 0,3	-0,079	± 0,3
6	2	100	1	-0,079	± 0,3	-0,095	± 0,3
7	3	100	1	-0,023	± 0,3	-0,027	± 0,3
8	1	100	0,5	-0,083	± 0,4	-0,093	± 0,4
9	2	100	0,5	-0,147	± 0,4	-0,030	± 0,4
10	3	100	0,5	-0,027	± 0,4	0,038	± 0,4

RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
				Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
N	Fase	Cte. %	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,076	± 2,0	-0,070	± 2,0
2	123	100	0,5	-0,077	± 2,0	-0,075	± 2,0
3	123	10	1	-0,078	± 2,0	-0,075	± 2,0
4	123	10	0,5	-0,051	± 2,0	-0,047	± 2,0
5	1	100	1	-0,054	± 3,0	-0,052	± 3,0
6	2	100	1	-0,113	± 3,0	-0,110	± 3,0
7	3	100	1	-0,068	± 3,0	-0,073	± 3,0
8	1	100	0,5	-0,051	± 3,0	-0,053	± 3,0
9	2	100	0,5	-0,069	± 3,0	-0,065	± 3,0
10	3	100	0,5	-0,087	± 3,0	-0,075	± 3,0

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

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

Jaime Eduardo García Collao
Jefe Área 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



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

FOLIO: 36961

ANTECEDENTES DEL CLIENTE	
Solicitud	: Correo
Fecha Calibración	: 19.04.2018
Medidor	: ION 7650
Cliente	: Enel
Instalación	: San Isidro I, TV J8
Subestación	: Central San Isidro

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR	
Marca	: Schneider Electric
Modelo	: P7650AOCOB5EOAOE
N° de Serie	: PJ-1009A676-02
Estado	: En Servicio
Año Fabricación	: 2010
Clase Exactitud (%)	: 0,2
Constante Med.	: 1

PATRON DE CALIBRACIÓN	
Marca	: MTE
Modelo	: PTS 3.3
N° Serie	: 29564
Clase de Exactitud	: 0,05
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnored

CONDICIONES DE MEDIDA	
Tipo de Medida	: W. ESTRELLA/ACTIVO
Tensión Aplicada	: 63,5 (V)
Corriente Nominal	: 5 (A)
N° de Elementos	: 3
Método Calibración	: Comparación Directa
Frecuencia (Hz)	: 50 (HZ)
Temperatura (C°)	: 20,9°
Humedad (%)	: 45,90%
Calibrador	: A. Nuñez - O. Vergara

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
				Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
N	Fase	Cte. %	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,030	± 0,2	-0,086	± 0,2
2	123	100	0,5	0,003	± 0,3	-0,158	± 0,3
3	123	10	1	-0,075	± 0,2	-0,130	± 0,2
4	123	10	0,5	-0,067	± 0,3	0,045	± 0,3
5	1	100	1	-0,174	± 0,3	-0,034	± 0,3
6	2	100	1	-0,045	± 0,3	-0,020	± 0,3
7	3	100	1	-0,103	± 0,3	0,039	± 0,3
8	1	100	0,5	0,395	± 0,4	0,007	± 0,4
9	2	100	0,5	-0,052	± 0,4	-0,017	± 0,4
10	3	100	0,5	0,061	± 0,4	-0,192	± 0,4

RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
				Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
N	Fase	Cte. %	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0,088	± 2,0	-0,084	± 2,0
2	123	100	0,5	-0,130	± 2,0	-0,143	± 2,0
3	123	10	1	-0,062	± 2,0	-0,118	± 2,0
4	123	10	0,5	0,015	± 2,0	-0,051	± 2,0
5	1	100	1	-0,169	± 3,0	-0,164	± 3,0
6	2	100	1	-0,078	± 3,0	-0,092	± 3,0
7	3	100	1	-0,098	± 3,0	-0,126	± 3,0
8	1	100	0,5	-0,054	± 3,0	-0,168	± 3,0
9	2	100	0,5	-0,107	± 3,0	-0,022	± 3,0
10	3	100	0,5	-0,062	± 3,0	0,098	± 3,0

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

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

Jaime Eduardo García Collao
Jefe Área 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

**PLAN DE MANTENCIÓN DE INSTRUMENTACIÓN
CARTILLA DE CALIBRACIÓN Y/O CONTRASTACIÓN
ESTACIÓN DE MEDICIÓN SAN ISIDRO**

FECHA	17-oct-18
UBICACIÓN	Plant Gate Quillota

HORA DE INICIO	10:00 am
HORA DE TÉRMINO	12:30 pm

TEMPERATURA AMBIENTE	21,0 °C
----------------------	---------

COMPUTADOR DE FLUJO	OMNI 6000 N° Serie 63188				
INST. PATRÓN MARCA	Fluke/ MOD 9102S	Fluke 700P09	Fluke 700P04	Fluke Documentador 744	Fluke 717
INST. PATRÓN Nro. SERIE	D63433	18810912	95550415	9003013	9556123
INST. PATRÓN FEC. CALIB.	21-05-2018	16-05-2018	16-05-2018	16-05-2018	16-05-2018

PRESIÓN ESTÁTICA RAMA Nro. 1 (PT-3332 / OMNI Input 2) N° Serie: 0509553

Rango Transmitter	VALOR PRESION Instrumento Patrón (PSI)	VALOR PRESION Transmitter (PSI)	Error (en PSI)
0%	0,000	0,200	0,200
25%	249,000	249,000	1,000
50%	497,100	497,800	0,700
75%	747,600	748,900	1,100
100%	997,400	998,100	0,700
Error Promedio			0,74
% Error Full Scale			0,07%

Condición Transmitter **OK**

VALOR CORRIENTE Transmitter (mA)	VALOR CORRIENTE OMNI (mA)	Error (en mA)
4,000	3,990	0,010
7,983	7,978	0,005
11,983	11,959	0,004
15,984	15,961	0,003
19,970	19,980	-0,010
Error Promedio		0,00
% Error Full Scale		0,01%

Condición OMNI **OK**

PRESIÓN DIFERENCIAL RAMA Nro. 1 (PDT-3331 / OMNI Input 3) N° Serie: 0509559

Rango Transmitter	VALOR PRESION DIFERENCIAL Instrumento Patrón ("H2O)	VALOR PRESION DIFERENCIAL Transmitter ("H2O)	Error (en "H2O)
0%	0,000	0,000	0,000
25%	50,490	50,340	-0,150
50%	100,200	101,130	0,930
75%	147,600	147,130	-0,470
100%	199,150	198,770	-0,380
Error Promedio			-0,01
% Error Full Scale			-0,01%

Condición Transmitter **OK**

VALOR CORRIENTE Transmitter (mA)	VALOR CORRIENTE OMNI (mA)	Error (en mA)
4,000	3,997	0,003
8,027	8,025	0,002
12,038	12,139	-0,101
15,771	15,771	0,000
19,891	19,888	0,005
Error Promedio		-0,02
% Error Full Scale		-0,11%

Condición **OK**

TEMPERATURA (TE-3341 / OMNI Input 1) N° Serie

VALOR TEMP Instrumento Patrón (°C)	Valor Referencia Resistencia (Ohm) (TABLA)	Valor Resistencia OMNI (Ohm)	Error (en Ohm)
0,00	100,000	99,990	0,01
10,00	103,850	103,870	-0,02
20,00	107,700	107,770	-0,07
30,00	111,550	111,600	-0,05
Error Promedio			-0,03
% Error Full Scale			-0,03%

Condición OMNI **OK**

Joaquín Delgadillo Peralta
Jefe de Mantenimiento
ELECTROGAS S.A.

**PLAN DE MANTENCIÓN DE INSTRUMENTACIÓN
CARTILLA DE CALIBRACIÓN Y/O CONTRASTACIÓN
ESTACIÓN DE MEDICIÓN SAN ISIDRO**

PRESIÓN ESTÁTICA RAMA Nro. 2 (PT-3337 / OMNI Input 6) N° Serie: 0509554

Rango Transmitter	VALOR PRESION Instrumento Patrón (PSI)	VALOR PRESION Transmitter (PSI)	Error (en PSI)
0%	0,000	0,000	0,000
25%	249,900	250,200	0,300
50%	500,000	500,400	0,400
75%	745,600	745,500	-0,300
100%	994,000	994,600	0,600

Error Promedio **0,24**
% Error Full Scale **0,02%**

Condición Transmitter **OK**

VALOR CORRIENTE Transmitter (mA)	VALOR CORRIENTE OMNI (mA)	Error (en mA)
3,999	3,994	0,005
8,002	8,005	-0,003
12,005	12,003	0,002
15,942	15,940	0,002
19,910	19,913	0,003

Error Promedio **0,00**
% Error Full Scale **0,01%**

Condición OMNI **OK**

PRESIÓN DIFERENCIAL RAMA Nro. 2 (DPT-3336 / OMNI Input 7) N° Serie: 0509557

Rango Transmitter	VALOR PRESION DIFERENCIAL Instrumento Patrón ("H2O)	VALOR PRESION DIFERENCIAL Transmitter ("H2O)	Error (en "H2O)
0%	0,000	0,020	0,020
25%	52,490	52,540	0,050
50%	100,520	100,600	0,080
75%	152,670	152,690	-0,010
100%	199,490	199,470	-0,020

Error Promedio **0,02**
% Error Full Scale **0,01%**

Condición Transmitter **OK**

VALOR CORRIENTE Transmitter (mA)	VALOR CORRIENTE OMNI (mA)	Error (en mA)
4,001	4,000	0,001
8,201	8,206	-0,005
12,082	12,052	0,030
16,384	16,384	-0,010
19,959	19,963	-0,004

Error Promedio **0,00**
% Error Full Scale **0,02%**

Condición **OK**

Observaciones Calibración:

Calibración sin la presencia del cliente, se procede con su autorización.

Sin ajustes

PARTICIPANTES

SAN ISIDRO

NOMBRE

FIRMA

ELECTROGAS OMNI :

Alexis Astudillo O

NOMBRE

FIRMA

ELECTROGAS TERRENO :

Freddy Alvarado C

NOMBRE

FIRMA

Joaquín Delgadillo Peralta
Jefe de Mantenimiento
ELECTROGAS S.A.

Pág. 2 de 2

**PLAN DE MANTENCIÓN DE INSTRUMENTACIÓN
CARTILLA DE CALIBRACIÓN Y/O CONTRASTACIÓN
ESTACIÓN DE MEDICIÓN SAN ISIDRO**

FECHA	21-02-2019
UBICACIÓN	Plant Gate Quillota

HORA DE INICIO	11:00 AM
HORA DE TÉRMINO	1:00 PM

TEMPERATURA AMBIENTE	21°C
----------------------	------

COMPUTADOR DE FLUJO	OMNI 6000 N° Serie 63188				
INST. PATRÓN MARCA	Fluke MOD 91025	Fluke 750P09	Fluke 700P04	Fluke Documentador 744	Fluke 717
INST. PATRÓN Nro. SERIE	B63433	4400574	95550415	9009013	9556123
INST. PATRÓN FEC. CALIB.	21-06-2018	22-10-2018	23-11-2018	23-11-2018	23-11-2018

PRESIÓN ESTATICA RAMA Nro. 1 (PT-3332 / OMNI Input 2) N° Serie: 0508553

Rango Transmitter	VALOR PRESION Instrumento Patrón (PSI)	VALOR PRESION Transmitter (PSI)	Error (en PSI)
0%	0,000	0,200	0,200
25%	252,600	253,100	0,600
50%	501,200	501,900	0,700
75%	750,800	751,800	1,000
100%	1007,400	1008,900	1,500
Error Promedio			0,80
% Error Full Scale			0,08%

Condición Transmitter **OK**

VALOR CORRIENTE Transmitter (mA)	VALOR CORRIENTE OMNI (mA)	Error (en mA)
4,002	3,999	0,003
8,049	8,048	0,001
12,031	12,023	0,008
16,028	16,025	0,003
20,141	20,138	0,003
Error Promedio		0,00
% Error Full Scale		0,03%

Condición OMNI **OK**

PRESIÓN DIFERENCIAL RAMA Nro. 1 (PDT-3331 / OMNI Input 3) N° Serie: 0509559

Rango Transmitter	VALOR PRESION DIFERENCIAL Instrumento Patrón (H2O)	VALOR PRESION DIFERENCIAL Transmitter (H2O)	Error (en "H2O)
0%	0,000	0,110	0,110
25%	51,350	51,370	0,020
50%	100,540	100,460	-0,080
75%	151,700	151,530	-0,170
100%	201,310	201,030	-0,280
Error Promedio			-0,08
% Error Full Scale			-0,04%

Condición Transmitter **OK**

VALOR CORRIENTE Transmitter (mA)	VALOR CORRIENTE OMNI (mA)	Error (en mA)
4,008	4,005	0,003
8,109	8,105	0,004
12,031	12,026	0,005
16,121	16,118	0,003
20,082	20,077	0,005
Error Promedio		0,00
% Error Full Scale		0,02%

Condición **OK**

TEMPERATURA (TE-3341 / OMNI Input 1) N° Serie

VALOR TEMP Instrumento Patrón (°C)	Valor Referencia Resistencia (Ohm) (TABLA)	Valor Resistencia OMNI (Ohm)	Error (en Ohm)
0,00	100,000	99,990	0,01
10,00	103,850	103,850	0,00
20,00	107,700	107,730	-0,03
30,00	111,550	111,600	-0,05
Error Promedio			-0,02
% Error Full Scale			-0,02%

Condición OMNI **OK**

Joaquín Delgadillo Peralta
Jefe de Mantenimiento
ELECTROGAS S.A.

**PLAN DE MANTENCIÓN DE INSTRUMENTACIÓN
CARTILLA DE CALIBRACIÓN Y/O CONTRASTACIÓN
ESTACIÓN DE MEDICIÓN SAN ISIDRO**

PRESIÓN ESTÁTICA RAMA Nro. 2 (PT-3337 / OMNI Input 6) N° Serie: 0509554

Rango Transmitter	VALOR PRESION Instrumento Patrón (PSI)	VALOR PRESION Transmitter (PSI)	Error (en PSI)
0%	0,000	0,500	0,500
25%	253,500	254,100	0,600
50%	511,500	512,300	0,800
75%	752,400	753,600	1,200
100%	1000,900	1002,700	1,800
Error Promedio			0,98
% Error Full Scale			0,10%

Condición Transmitter ☒ OK

VALOR CORRIENTE Transmitter (mA)	VALOR CORRIENTE OMNI (mA)	Error (en mA)
4,007	4,005	0,002
8,064	8,060	0,004
12,197	12,195	0,002
16,057	16,055	0,002
20,038	20,036	0,002
Error Promedio		0,00
% Error Full Scale		0,01%

Condición OMNI ☒ OK

PRESIÓN DIFERENCIAL RAMA Nro. 2 (DPT-3336 / OMNI Input 7) N° Serie: 0509557

Rango Transmitter	VALOR PRESION DIFERENCIAL Instrumento Patrón ("H ₂ O)	VALOR PRESION DIFERENCIAL Transmitter ("H ₂ O)	Error (en "H ₂ O)
0%	0,000	0,000	0,000
25%	51,020	51,090	0,070
50%	100,790	100,890	0,100
75%	150,510	150,590	0,080
100%	200,950	201,140	0,190
Error Promedio			0,09
% Error Full Scale			0,04%

Condición Transmitter ☒ OK

VALOR CORRIENTE Transmitter (mA)	VALOR CORRIENTE OMNI (mA)	Error (en mA)
3,999	3,999	0,000
8,085	8,086	-0,001
12,070	12,069	0,001
16,048	16,043	0,003
20,091	20,090	0,001
Error Promedio		0,00
% Error Full Scale		0,01%

Condición ☒ OK

Observaciones Calibración:

Se realiza Calibración a ramas de medición a Estación San Isidro N°1, se encuentra sin observaciones.
Se procede con la calibración con la autorización, pero sin la presencia del cliente.

PARTICIPANTES

SAN ISIDRO

No Asiste
NOMBRE

MANTENIMIENTO OMNI:

Jovanny Inostroza
NOMBRE

MANTENIMIENTO TERRENO :

Manuel Cubillos
NOMBRE

FIRMA

FIRMA

FIRMA

Joaquín Delgadillo Peralta
Jefe de Mantenimiento
ELECTROGAS S.A.

**PLAN DE MANTENCIÓN DE INSTRUMENTACIÓN
CARTILLA DE CALIBRACIÓN Y/O CONTRASTACIÓN
ESTACIÓN DE MEDICIÓN SAN ISIDRO**

FECHA	28-jun-18
UBICACIÓN	Plant Gate Quillota

HORA DE INICIO	2.00 pm
HORA DE TÉRMINO	3.10 pm

TEMPERATURA AMBIENTE	14 C
----------------------	------

COMPUTADOR DE FLUJO	OMNI 6000 N° Serie 63188				
INST. PATRÓN MARCA	Fluke/ MOD 9102S	Fluke 700P09	Fluke 700P04	Fluke Documentador 744	Fluke 717
INST. PATRÓN Nro. SERIE	B63433	18810912	95550415	9009013	9556123
INST. PATRÓN FEC. CALIB.	21-08-2018	16-05-2018	16-05-2018	16-05-2018	16-05-2018

PRESIÓN ESTÁTICA RAMA Nro. 1 (PT-3332 / OMNI Input 2) N° Serie: 0509563

Rango Transmitter	VALOR PRESION Instrumento Patrón (PSI)	VALOR PRESION Transmitter (PSI)	Error (en PSI)
0%	0,000	0,200	0,200
25%	252,100	252,500	0,400
50%	403,500	404,300	0,800
75%	600,500	601,500	1,000
100%	1001,100	1002,100	1,000
Error Promedio			0,68
% Error Full Scale			0,07%
Condición Transmitter <input type="text"/> OK			

VALOR CORRIENTE Transmitter (mA)	VALOR CORRIENTE OMNI (mA)	Error (en mA)
4,002	4,000	0,002
8,040	8,038	0,002
12,070	12,068	0,002
16,022	16,025	-0,003
20,028	20,030	-0,002
Error Promedio		0,00
% Error Full Scale		0,00%
Condición OMNI <input type="text"/> OK		

PRESIÓN DIFERENCIAL RAMA Nro. 1 (PDT-3331 / OMNI Input 3) N° Serie: 0509559

Rango Transmitter	VALOR PRESION DIFERENCIAL Instrumento Patrón ("H2O)	VALOR PRESION DIFERENCIAL Transmitter ("H2O)	Error (en "H2O)
0%	0,000	0,020	0,020
25%	50,490	50,490	0,000
50%	100,880	100,740	-0,140
75%	150,350	150,080	-0,290
100%	200,950	200,680	-0,290
Error Promedio			-0,14
% Error Full Scale			-0,07%
Condición Transmitter <input type="text"/> OK			

VALOR CORRIENTE Transmitter (mA)	VALOR CORRIENTE OMNI (mA)	Error (en mA)
4,002	4,000	0,002
8,039	8,035	0,004
12,059	12,052	0,007
16,004	16,002	0,002
20,045	20,044	0,001
Error Promedio		0,00
% Error Full Scale		0,02%
Condición <input type="text"/> OK		

TEMPERATURA (TE-3341 / OMNI Input 1) N° Serie

VALOR TEMP. Instrumento Patrón (°C)	Valor Referencia Resistencia (Ohm) (TABLA)	Valor Resistencia OMNI (Ohm)	Error (en Ohm)
0,00	100,000	99,990	0,01
10,00	103,850	103,980	-0,01
20,00	107,700	107,750	-0,05
30,00	111,550	111,600	-0,05
Error Promedio			-0,02
% Error Full Scale			-0,02%
Condición OMNI <input type="text"/> OK			

Joaquín Delgadillo Peralta
Jefe de Mantenimiento
ELECTROGAS S.A.

**PLAN DE MANTENCIÓN DE INSTRUMENTACIÓN
CARTILLA DE CALIBRACIÓN Y/O CONTRASTACIÓN
ESTACIÓN DE MEDICIÓN SAN ISIDRO**

PRESIÓN ESTÁTICA RAMA Nro. 2 (PT-3337 / OMNI Input 6) N° Serie: 0509554

Rango Transmitter	VALOR PRESION Instrumento Patrón (PSI)	VALOR PRESION Transmitter (PSI)	Error (en PSI)
0%	0,000	-0,010	-0,010
25%	252,300	252,400	0,100
50%	501,500	501,800	0,300
75%	751,300	751,700	0,400
100%	1001,100	1001,600	0,500
Error Promedio			0,28
% Error Full Scale			0,03%
Condición Transmitter			OK

VALOR CORRIENTE Transmitter (mA)	VALOR CORRIENTE OMNI (mA)	Error (en mA)
3,999	4,000	-0,001
8,036	8,034	0,002
12,028	12,030	-0,002
16,027	16,031	-0,004
20,021	20,031	-0,010
Error Promedio		0,00
% Error Full Scale		-0,02%
Condición OMNI		OK

PRESIÓN DIFERENCIAL RAMA Nro. 2 (DPT-3336 / OMNI Input 7) N° Serie: 0509557

Rango Transmitter	VALOR PRESION DIFERENCIAL Instrumento Patrón ("H2O)	VALOR PRESION DIFERENCIAL Transmitter ("H2O)	Error (en "H2O)
0%	0,000	0,000	0,000
25%	51,200	51,300	0,100
50%	100,710	100,780	0,050
75%	150,960	151,050	0,090
100%	200,620	200,650	0,030
Error Promedio			0,05
% Error Full Scale			0,03%
Condición Transmitter			OK

VALOR CORRIENTE Transmitter (mA)	VALOR CORRIENTE OMNI (mA)	Error (en mA)
4,000	4,000	0,000
8,082	8,081	0,001
12,060	12,059	0,001
16,084	16,083	0,001
20,060	20,060	0,000
Error Promedio		0,00
% Error Full Scale		0,00%
Condición		OK

Observaciones Calibración:

Calibración sin la presencia del cliente, se procede con su autorización.

Sin ajustes.

PARTICIPANTES

SAN ISIDRO

NOMBRE

FIRMA

ELECTROGAS OMNI :

Guido Jerez A.
NOMBRE

ELECTROGAS TERRENO :

Manuel Cubillos B.
NOMBRE

Joaquín Delgadillo Peralta:
Jefe de Mantenimiento
ELECTROGAS S.A.

Calibration Certificate / Kalibrierschein

Device under test (DUT) / Testgerät

Certificate No. FT20160504.021
Kalibrierschein Nr.:

Transmitter: Fluxus G608
Messumformer

Ser. No. 06080956
Ser. Nr.:

Simulation parameter / Simulationsparameter

Transducer: cal_03 Frequency 0,50 MHz
Schallwandler Frequenz

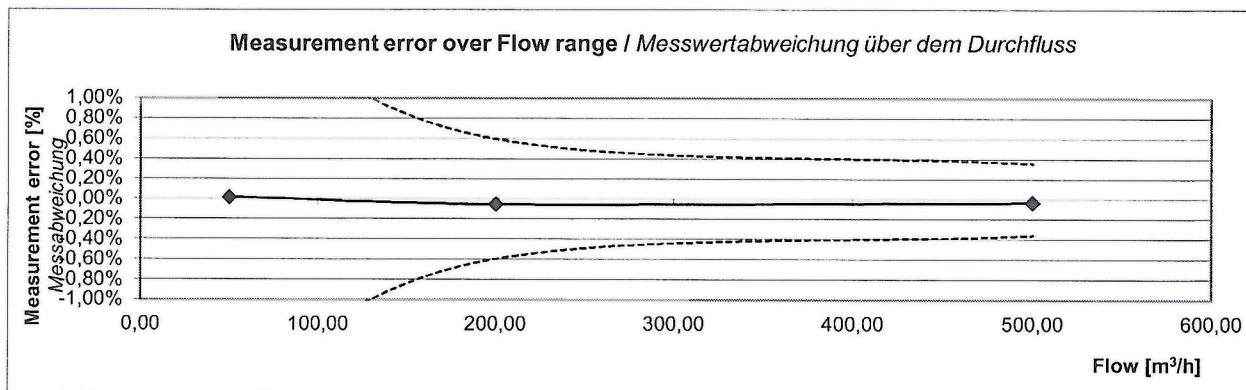
Pipe [inch]: 7,87 Fluid Methan
Rohr Di [mm] 200,0 Fluid Methan

Flow range [m³/h]: 500 Error Limit: 0,20 % ± 0,70 cm/s
sim. Fluss Bereich Fehlergrenze

Sound velocity [m/s]: 400
sim. Schallgeschw.

Test results / Messergebnisse

Meas. time Messzeit s	Standard	DUT	Measurement error		Limit	Standard	ok ok
	Normal	Prüfung	Messabweichung		Grenze	Normal	
	Flow Durchfluss Q _n m³/h	Flow Durchfluss Q _p m³/h	Flow Durchfluss Q _p -Q _n m³/h	Flow Durchfluss (Q _p -Q _n)/Q _n %	Flow Durchfluss Q m³/h	Velocity Strömung v m/s	
27	0,00	0,00	-0,003	-	0,792	0,000	p
190	50,00	50,01	0,007	0,014%	0,892	0,442	p
101	200,00	199,89	-0,107	-0,054%	1,192	1,769	p
100	500,00	499,82	-0,181	-0,036%	1,792	4,422	p



Environmental conditions / Umgebungsbedingungen

Temperature: 25 ± 5

Temp. [°C]

The indicated instrument meets the accuracy data published in the specification (passed / failed).

p

Das angegebene Messgerät erfüllt die in unserer Spezifikation angegebenen Genauigkeitsdaten (passed / failed).

The instrument specified above was calibrated against measurement standards which are traceable to national measurement standards. The calibration was carried out according to the guidelines monitored by our certified QM system in compliance with DIN EN ISO 9001.

Die Kalibrierung des oben angegebenen Messgerätes wurde gegen Normale ausgeführt, die sich auf nationale Normale rückführen lassen. Die Kalibrierung erfolgte nach Vorgaben, die im Rahmen unseres zertifizierten QM-Systems nach DIN EN ISO 9001 überwacht werden.

Standard	Manufacturer	Type	Ser. No.	Calibration due:	Certificate No.
Normal	Hersteller	Typ	Ser. Nr.	Kalibriert bis	Zertifikat Nr.
Transit Time Calibrator	Flexim	FS100	111	18.06.2016	F160318PM0541

Date: 04.05.2016 Test eng.:

Voigt

Signature:

Datum

Prüfer

Unterschrift

This certificate contains 2 pages and should be copied only in its entirety. Dieses Protokoll enthält 2 Seiten und darf nur vollständig vervielfältigt werden.

FLEXIM GmbH Wolfener Str. 36 D-12681 Berlin

Annex / Anhang

Total Measurement Uncertainty of the Transmitter and the Transducers

Due to the separate calibration of the transmitter and the transducers, they can be used and, if necessary, replaced in any combination. The total measurement uncertainty U is determined from the uncertainties U_t of the transmitter and U_A of the transducers as follows:

$$U = \sqrt{U_t^2 + U_A^2} \quad (1)$$

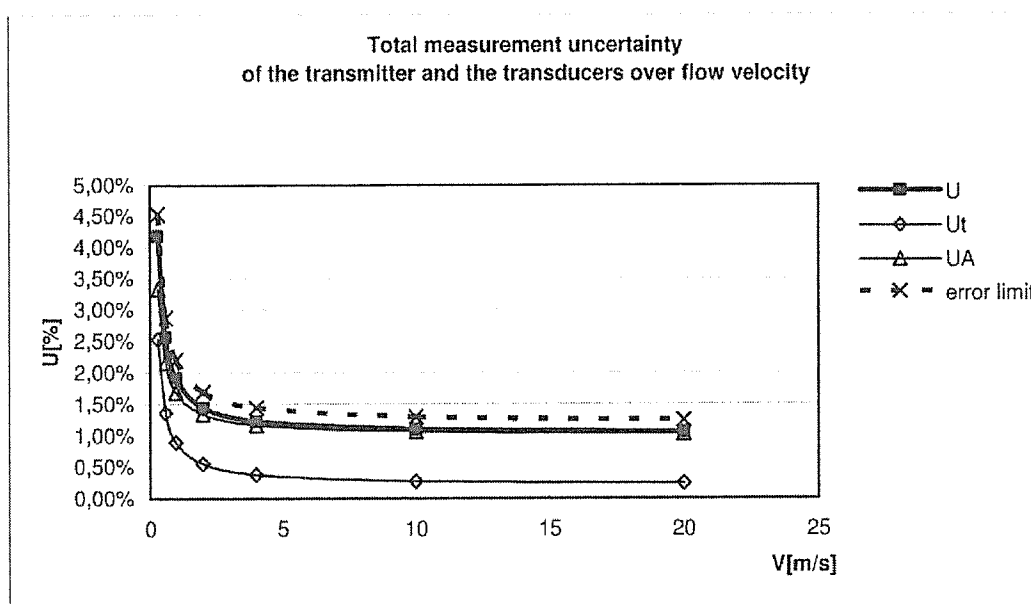
The measurement uncertainties U_t of the transmitter and U_A of the transducers are smaller than the error limits documented in the individual calibration protocols of the transmitter and the transducers, respectively. The total measurement uncertainty that results from (1) is shown below in graphic form

Gesamt-Messunsicherheit des Messumformers und der Sensoren

Durch die getrennte Kalibrierung von Messumformer und Sensoren sind diese beliebig miteinander kombinierbar und bei Bedarf austauschbar. Die Gesamt-Messunsicherheit U wird folgendermaßen aus den Unsicherheiten U_t des Messumformers und U_A der Sensoren ermittelt:

Die Messunsicherheiten U_t des Messumformers und U_A der Sensoren sind kleiner als die Grenzen der Messunsicherheiten, die in den jeweiligen Kalibrierprotokollen des Messumformers bzw. der Sensoren dokumentiert sind. Die Gesamt-Messunsicherheit, die sich aus der Gleichung (1) ergibt, ist in der nachfolgenden Abbildung grafisch dargestellt.

Error limit: 1,2% ± 1 cm/s



The measurement system consisting of transducers and transmitter fulfils the specified measurement uncertainty.

Das aus den Sensoren und dem Messumformer bestehende Messsystem erfüllt die spezifizierte Messunsicherheit.

Kalibrierschein Calibration Certificate

Testgerät / Device under test (DUT)

Kalibrierschein Nr.: 20160513-035
Certificate No.

Schallwandler: CDM2NW1
Transducer

Ser. Nr.: 66311
Ser. No.

Messumformer: Flexim
Transmitter

G721

Ser. Nr.:
Ser. No.

Master24

Rohr Di [mm]: 197,56
Pipe [inch]: 7,78

Flüssigkeit:
Fluid

Wasser
Water

Temperatur: 24,0 °C
Temperature 75,2 °F

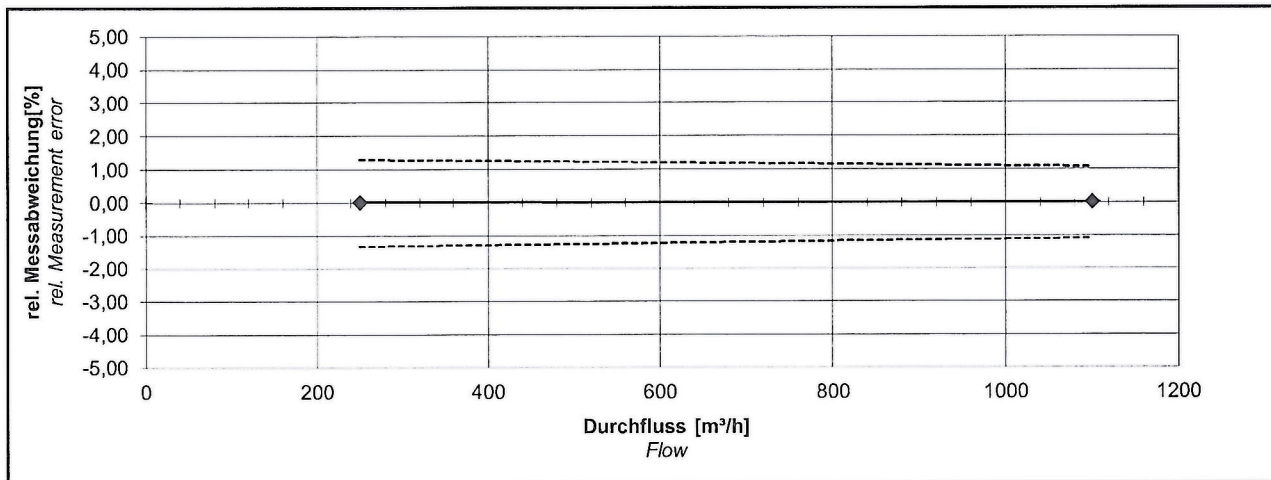
Bereich [m³/h]: 1100
Range

Fehlergrenze: 1,0 %
Error limit

± 0,7 cm/s

Messergebnisse / Test results

Messpunkt Meas. Point	Messzeit Meas. time	Normal	Prüfling	Messwertabweichung		Grenze	Normal	ok
		Standard	DUT	measurement error		Limit	Standard	
		Durchfluss Flowrate Qn m³/h	Durchfluss Flowrate Qp m³/h	Durchfluss Flowrate (Qp-Qn) m³/h	Durchfluss Flowrate (Qp-Qn) / Qn %	Durchfluss Flowrate Q m³/h	Strömung Velocity v m/s	
1	13	0,00	0,14	0,14	-	0,77	0,00	p
2	13	249,96	250,00	0,04	0,01	3,27	2,27	p
3	13	1100,33	1100,35	0,02	0,00	11,78	9,97	p



Das angegebene Messgerät erfüllt die in unserer Spezifikation angegebenen Genauigkeitsdaten (passed / failed).

p

The indicated instrument meets the accuracy data published in the specification (passed / failed).

Die Kalibrierung des oben angegebenen Messgerätes wurde gegen Normale ausgeführt, die sich auf nationale Normale rückführen lassen. Die Kalibrierung erfolgte nach Vorgaben, die im Rahmen unseres zertifizierten QM-Systems nach DIN EN ISO 9001 überwacht werden.

The instrument specified above was calibrated against measurement standards which are traceable to national measurement standards. The calibration was carried out according to the guidelines monitored by our certified QM system in compliance with DIN EN ISO 9001.

Normal Flexim Ser. Nr. 10342

Standard VXX1NHO Ser. No.

Kalibriert bis: 04.05.2017 Zertifikat Nr. F_18-008_VXX1NHO10342 20160504(01)DE

Calibration due Certificate No.

Datum: 13.05.2016
Date

Prüfer: Czudowski
Test eng.

Unterschrift:
Signature



Dieses Protokoll enthält 1 Seite und darf nur vollständig vervielfältigt werden. This certificate contains 1 page and should be copied only in its entirety.

FLEXIM GmbH Wolfener Str. 36 D-12681 Berlin

Kalibrierschein Calibration Certificate

Testgerät / Device under test (DUT)

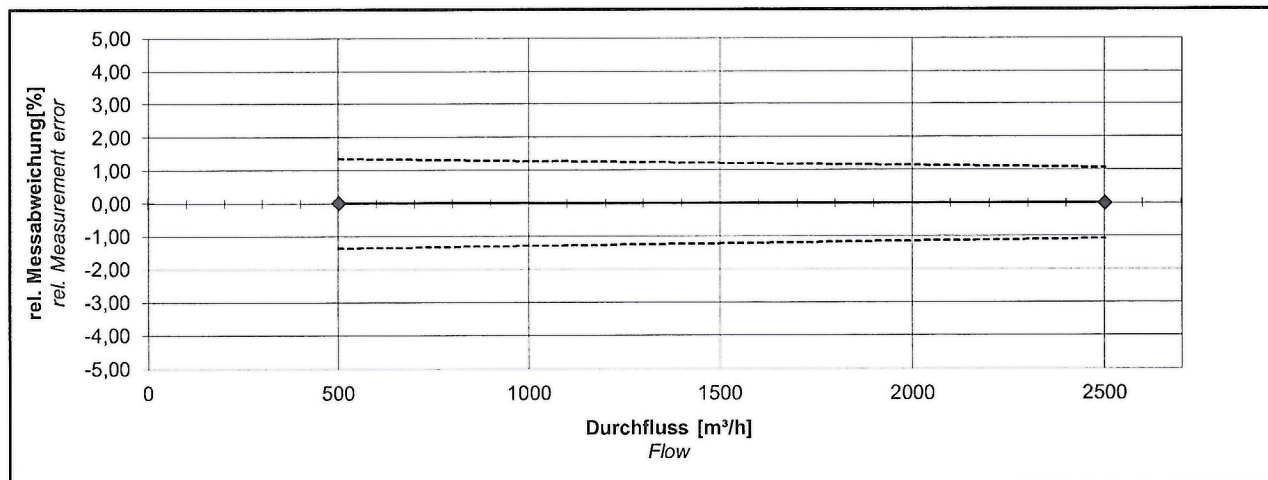
Kalibrierschein Nr.: 20160513-033
Certificate No.

Schallwandler: GRK1NW3 Ser. Nr.: 66310
Transducer Ser. No.

Messumformer: Flexim G721 Ser. Nr.: Master24
Transmitter Ser. No.
Rohr Di [mm]: 297,56 Flüssigkeit: Wasser Temperatur: 24,0 °C
Pipe [inch]: 11,71 Fluid Water Temperature 75,2 °F
Bereich [m³/h]: 2500 Fehlergrenze: 1,0 % ± 0,7 cm/s
Range Error limit

Messergebnisse / Test results

Messpunkt Meas. Point	Messzeit Meas. time	Normal	Prüfling	Messwertabweichung		Grenze	Normal	ok
		Standard	DUT	measurement error		Limit	Standard	
		Durchfluss Flowrate Qn m³/h	Durchfluss Flowrate Qp m³/h	Durchfluss Flowrate (Qp-Qn) m³/h	Durchfluss Flowrate (Qp-Qn) / Qn %	Durchfluss Flowrate Q m³/h	Strömung Velocity v m/s	
1	17	0,00	0,17	0,17	-	1,75	0,00	p
2	17	500,28	500,37	0,09	0,02	6,76	2,00	p
3	17	2501,79	2501,78	-0,01	0,00	26,77	10,00	p



Das angegebene Messgerät erfüllt die in unserer Spezifikation angegebenen Genauigkeitsdaten (passed / failed).

p

The indicated instrument meets the accuracy data published in the specification (passed / failed).

Die Kalibrierung des oben angegebenen Messgerätes wurde gegen Normale ausgeführt, die sich auf nationale Normale rückführen lassen. Die Kalibrierung erfolgte nach Vorgaben, die im Rahmen unseres zertifizierten QM-Systems nach DIN EN ISO 9001 überwacht werden.

The instrument specified above was calibrated against measurement standards which are traceable to national measurement standards. The calibration was carried out according to the guidelines monitored by our certified QM system in compliance with DIN EN ISO 9001.

Normal Flexim Ser. Nr. 10342
Standard VXX1NHO Ser. No.
Kalibriert bis: 04.05.2017 Zertifikat Nr. F_18-008_VXX1NHO10342 20160504(01)DE
Calibration due Certificate No.

Datum: 13.05.2016
Date

Prüfer: Czudowski
Test eng.

Unterschrift:
Signature



Dieses Protokoll enthält 1 Seite und darf nur vollständig vervielfältigt werden. This certificate contains 1 page and should be copied only in its entirety.

FLEXIM GmbH Wolfener Str. 36 D-12681 Berlin



INFORME DE VERIFICACIÓN TRANSMISOR DE FLUJO

Central San Isidro

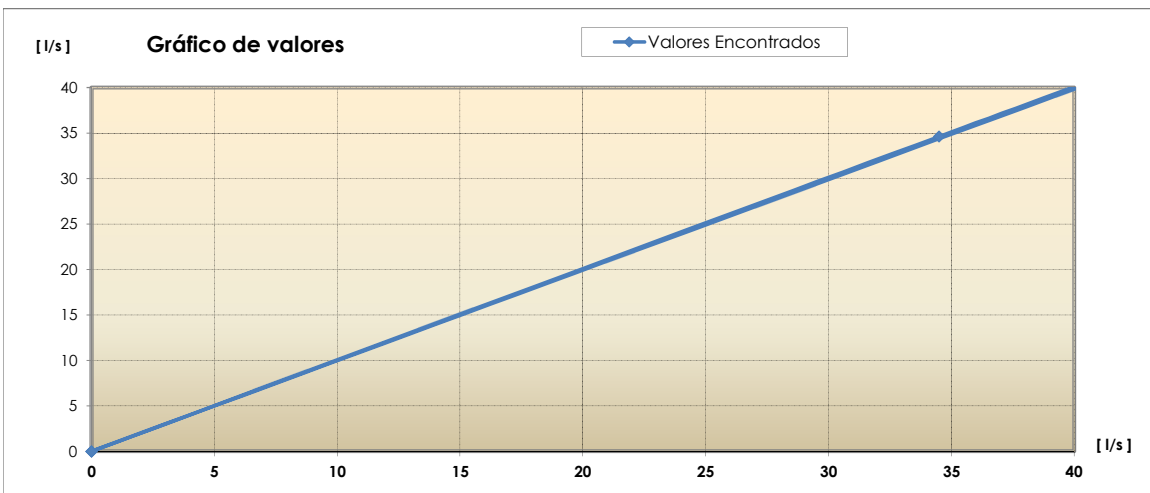
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO

Marca	OVAL CORPORATION	TAG	11EGD65CF001QP1
Modelo	LC311-116-F614-700	Área	Sistema Diesel
Tipo	Desplazamiento Positivo	Ubicación	Salida bombas principales diesel
N° de serie	C131-7781	Rango	37 - 200 m³/h
Descripción	Sistema de alimentación Diesel Oil		

Equipos patrones utilizados

Descripción	Marca	Modelo	N° Serie	Certificado	Fecha Certif.
Flujómetro Ultrasónico	FLEXIM	FLUXUS G608	6080956	FT20160504.021	18/06/2016
-	-	-	-	-	-

Flujometro Patrón	Flujometro de campo Valores Encontrados		Flujometro de campo Valores Ajustados	
Flujo [l/s]	Flujo [l/s]	Error [%]	Flujo [l/s]	Error [%]
0,00	0,00	0,00	--	--
34,63	34,50	0,13	--	--
60,40	60,60	0,20	--	--
			--	--



OBSERVACIONES:

--

	ENC. MANTENIMIENTO	SUP. MANTENIMIENTO
NOMBRE RESPONSABLE	Patricio Ortega S.	Cristian Valenzuela R.
FIRMA RESPONSABLE		
FECHA DE VERIFICACIÓN	24/08/2017	24/08/2017



MANTENIMIENTO ELECTROGAS

CROMATOGRAFO: Quintero SERIE N: 9009550(Mod 700) FECHA: 09/1/19

GAS CARRIER

Cilindro N:	Presión Manómetro de alta	Presión Manómetro de baja	Observaciones
4565381 Y	800 Psi	120 Psi	

GAS PATRON

Cilindro N:	Presión Manómetro de alta	Presión Manómetro de baja	Observaciones
CC317039	1250 Psi	22 Psi	

MEDICION DE CAUDAL DE VENTEO DE HELIO REGULADOR DE PRESION EN EL PANEL

CABEZAL C6+	92 psig
CABEZAL H2S	50 psig

BALANCE DEL PUENTE

CABEZAL C6+	Se encontro	..3,9 mV	Se dejo	...0,0..... mV
CABEZAL H2S	Se encontro	.. 13,7 mV	Se dejo	...0,0 mV

TEMPERATURA

CABEZAL C6+			CABEZAL H2S		
	Se encontro	Se dejo		Se encontro	Se dejo
DETECTOR (cable 1)	..82 C	82 C	DETECTOR (cable 1)82.. C82... C
COLUMNA (cable 2)	...84 C	84 C	COLUMNA (cable 2)	84 C	84 . C

PERDIDAS EN EL CIRCUITO DE HELIO

	Consumo Helio durante 5'	Consumo Helio durante 10'	Observaciones
Stand By	250 Psi		
Analizando			

OBSERVACIONES: Se desarmaron rotámetros de el circuito de C6+ y C9+, se realizo limpieza, se purgo el circuito, se dejo el equipo analizando durante 12 horas, el equipo analiza correctamente pero se observa en el cromatograma picos provenientes de diafragmas deteriorados, se deben cambiar los diafragmas de las tres válvulas. El equipo queda en stand-by

Por ELECTROGAS

Victor Mennucci
Por SONDA SRL

CONTROLADOR: Quintero
(MOD. 2350A)

SERIE N:9009550

FECHA: 09/1/19

CANALES DE ENTRADA

		Valor leído Cabezal C6+	Valor leído Cabezal H2S
GRI (CH.2)	0.8 - 1.2	1,00041	0,99966
GRI (CH.3)	0.8 - 1.2	1,00383	1,00341
GRI (CH.4)	0.8 - -1.2	1,01752	1,01702
PAZ 1	4800 -6400	5656	5656
PAZ 2	4801 -6400	5652	5659
PAZ 3	4802 -6400	5638	5655
PAZ 4	9200 - 12000	9554	9364

IMPRESION DE REPORTES SI .X. NO

CROMATOGRAMA SI .X.. NO

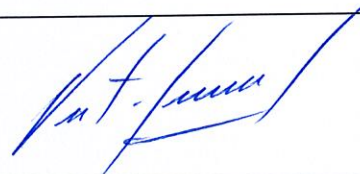
COMUNICACIONES SI .X.. NO

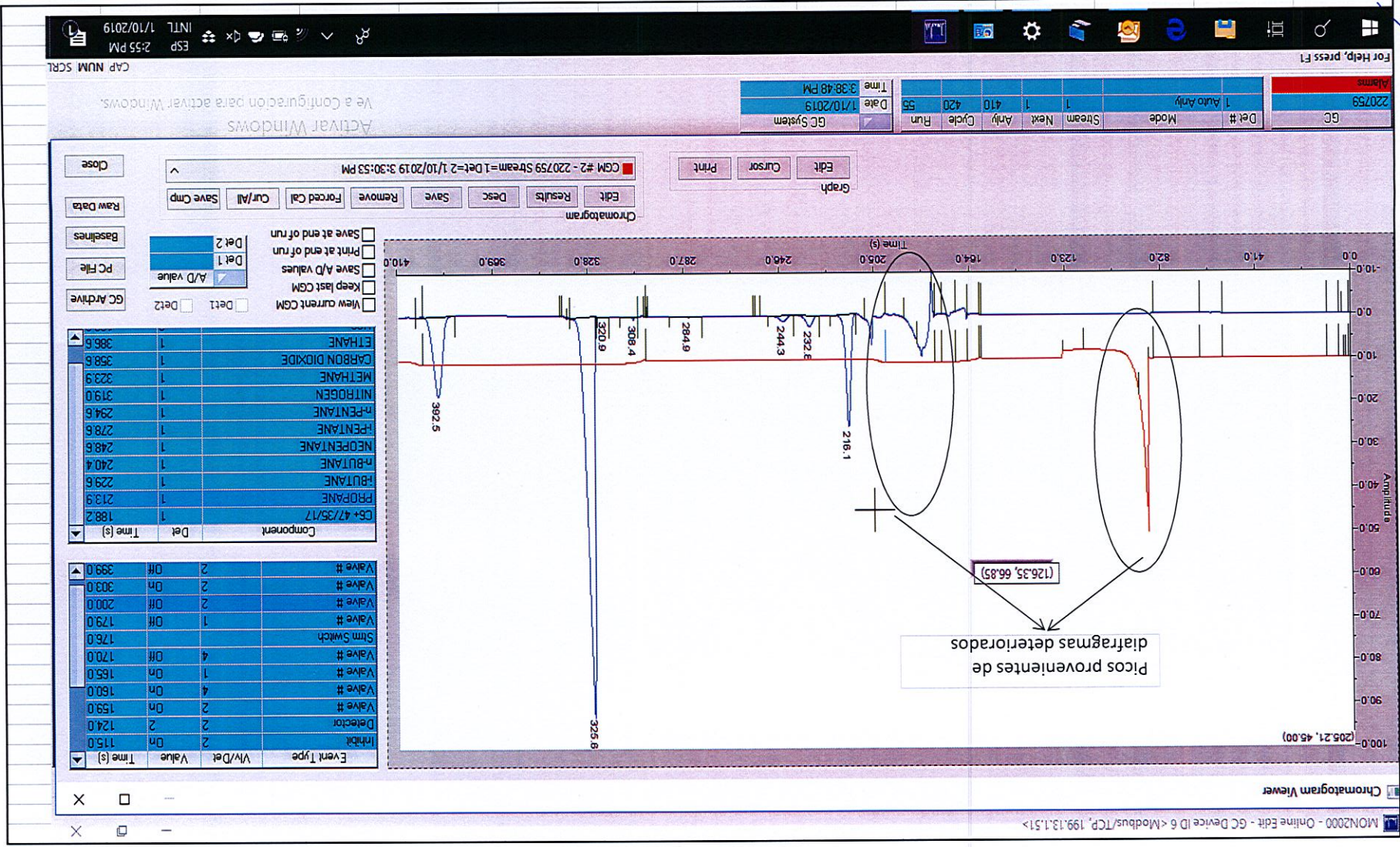
CALIBRACION SI NO .X....

OBSERVACIONES GENERALES:

por ELECTROGAS

Victor Mennucci
Por SONDA SRL







MANTENIMIENTO ELECTROGAS

CROMATOGRAFO: AI5107 SERIE N: 9008292(Mod 700) FECHA: 10/1/19

GAS CARRIER

Cilindro N:	Presión Manómetro de alta	Presión Manómetro de baja	Observaciones
9559875	2550 Psi	110 Psi	
163110095	500 Psi	120 Psi	

GAS PATRON

Cilindro N:	Presión Manómetro de alta	Presión Manómetro de baja	Observaciones
4302755Y	2350 Psi	18 Psi	

MEDICION DE CAUDAL DE VENTEO DE HELIO REGULADOR DE PRESION EN EL PANEL

CABEZAL C6+ 85 psig
CABEZAL C9+ N/A

BALANCE DEL PUENTE

CABEZAL C6+ Se encontro ..- 6,01 mV Se dejo ...0,0..... mV
CABEZAL C9+ Se encontro .. N/A Se dejoN/A

TEMPERATURA

CABEZAL C6+			CABEZAL C9+		
	Se encontro	Se dejo		Se encontro	Se dejo
DETECTOR (cable 1)	..82 C	82 C	DETECTOR (cable 1)N/A... CN/A... C
COLUMNA (cable 2)	...84 C	84 C	COLUMNA (cable 2)	N/A C	N/A. C

PERDIDAS EN EL CIRCUITO DE HELIO

	Consumo Helio durante 5'	Consumo Helio durante 10'	Observaciones
Stand By	100 Psi		
Analizando			

OBSERVACIONES:

Por ELECTROGAS

Victor Mennucci
Por SONDA SRL

CONTROLADOR: AI 5107
(MOD. 2350A)

SERIE N:9008292

FECHA: 10/1/19

CANALES DE ENTRADA

		Valor leído Cabezal C6+	Valor leído Cabezal C9+
GRI (CH.2)	0.8 - 1.2	0,9998	NA
GRI (CH.3)	0.8 - 1.2	1,0045	NA
GRI (CH.4)	0.8 - -1.2	1,01662	NA
PAZ 1	4800 -6400	5675	NA
PAZ 2	4801 -6400	5664	NA
PAZ 3	4802 -6400	5667	NA
PAZ 4	9200 - 12000	9560	NA

IMPRESION DE REPORTES SI .X. NO

CROMATOGRAMA SI .X.. NO

COMUNICACIONES SI .X.. NO

CALIBRACION SI .X.. NO

OBSERVACIONES GENERALES:

MGREDDO - Online Edit - GC Device ID 1 - Modbus/TCP, 199.1.1.1

File Application Reports Logs Data Collection Chromatogram Control View Help

Component Data Table 1 (Total Concentration = 5.05879%)

Table 1 (Screens 1,2,3,4) Table 2 Table 3 Table 4 Table 5

#	Component	Unit	Std ID	Ret Time	Resp Factor	Fwd/Var	Calc Conc	Anly Meth	RT % Dev	RT Sec Dev	RT Upd Meth	Resp Fact %	Gross Dry BTU
1	CS-4779017	Std		32.5	2.05733e+007	Var	0.00661	Area	1	3 Cal	10		5288.7
2	PROPANE	Std		51.7	1.21517e+007	Var	0.25053	Area	1	4 Cal	10		2621.9
3	ISOBUTANE	Std		64.7	1.40087e+007	Var	0.09553	Area	1	4 Cal	10		3754.4
4	NEOPENTANE	Std		72.5	1.41771e+007	Var	0.09323	Area	1	4 Cal	10		3559.8
5	ISOPENTANE	Std		104.3	1.54682e+007	Fwd	0.0	Area	1	4 Cal	10		3994
6	PENTANE	Std		116.0	1.64163e+007	Var	0.07063	Area	2	6 Cal	10		4010.2
7	ISOPENTANE	Std		116.4	1.52824e+007	Var	0.02055	Area	1	6 Cal	10		4018
8	NITROGEN	Std		145.4	5480276	Var	0.04441	Area	1	15 Cal	10		0
9	METHANE	Std		149.3	6271715	Var	0.04441	Area	1	7 Cal	10		1019.3
10	CARBON DIOXIDE	Std		180.2	9003165	Var	0.01965	Area	1	6 Cal	10		0
11	ETHANE	Std		210.2	1.04291e+007	Var	4.40451	Area	1	6 Cal	10		1723.8
12		Std		0.0	0	Var	0.0	Area	2	15 Cal	10		0

Delete Insert Alter

Std Values @ 35... Raw Data @ 6... Update STD @ 10... Sort LRT @ 10... Save OK Cancel

GC: Det 8 Mode: Manual Edit Stream: Heat Anly: Cycle Run: 1 GC System

10/1/2019 10:52 AM

For Help, press F1

Activar Windows

Ve a Configuración para activar Windows.

CAP NUM SCPL

por ELECTROGAS

Victor Mennucci
Por SONDA SRL

[Handwritten signature]



PLANILLA DE CONTRASTE DE CROMATÓGRAFO

Cromatógrafo: Daniel 700			Gas de Calibración		Gas de Contraste	
Analizador:	9008292			4158975Y		4158975Y
Ubicación:	AI 5107					
% molar	Gas calib.	Gas cont.	1° Corrida	2° Corrida	3° Corrida	Promedio
N ₂	0,0544	0,0544	0,0543	0,0542	0,0540	0,0542
CO ₂	0,0158	0,0158	0,0159	0,0157	0,0161	0,0159
CH ₄	94,9957	94,9957	94,9990	94,9968	94,9967	94,9975
C ₂ H ₆	4,4040	4,4040	4,3996	4,4033	4,4034	4,4021
C ₃ H ₈	0,3926	0,3926	0,3931	0,3926	0,3928	0,3928
iC ₄ H ₁₀	0,0550	0,0550	0,0550	0,0550	0,0551	0,0550
nC ₄ H ₁₀	0,0532	0,0532	0,0531	0,0530	0,0530	0,0530
iC ₅ H ₁₂	0,0098	0,0098	0,0100	0,0098	0,0097	0,0098
nC ₅ H ₁₂	0,0099	0,0099	0,0104	0,0098	0,0097	0,0100
neoC5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C ₆ H ₁₄	0,0096	0,0096	0,0095	0,0096	0,0095	0,0095
H ₂ S	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C ₈ H ₁₈	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C ₉ H ₂₀	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C ₁₀ H ₂₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
TOTALES	100,0000	100,0000	99,9999	99,9998	100,0000	99,9999
REPETIBILIDAD			REPRODUCIBILIDAD			
% molar	Diferencia	Tolerancia	Cumple ?	Diferencia	Tolerancia	Cumple ?
N ₂	0,0003	0,01	Sí	0,0002	0,02	Sí
CO ₂	0,0004	0,01	Sí	0,0001	0,02	Sí
CH ₄	0,0023	0,10	Sí	0,0018	0,15	Sí
C ₂ H ₆	0,0038	0,07	Sí	0,0019	0,10	Sí
C ₃ H ₈	0,0005	0,04	Sí	0,0002	0,07	Sí
iC ₄ H ₁₀	0,0001	0,01	Sí	0,0000	0,02	Sí
nC ₄ H ₁₀	0,0001	0,01	Sí	0,0002	0,02	Sí
iC ₅ H ₁₂	0,0003	0,01	Sí	0,0000	0,02	Sí
nC ₅ H ₁₂	0,0007	0,01	Sí	0,0001	0,02	Sí
C ₆ H ₁₄	0,0001	0,01	Sí	0,0001	0,02	Sí
H ₂ S	0,0000	0,01	Sí	0,0000	0,02	Sí
C ₈ H ₁₈	0,0000	0,01	Sí	0,0000	0,02	Sí
C ₉ H ₂₀	0,0000	0,01	Sí	0,0000	0,02	Sí
C ₁₀ H ₂₂	0,0000	0,01	Sí	0,0000	0,02	Sí
EL EQUIPO FUE FABRICADO BAJO NORMAS: ISO , ASTM, GPA, AGA						
QUEDA TRABAJANDO BAJO NORMAS ASTM D 1945/95						
CERTIFICACIONES						
POR		POR		REALIZADO POR:		
				Victor Mennucci		
Observaciones:						
Visita de control al cromatógrafo de Quillota 5107				FECHA	Hora inicio	Hora fin
				10-01-2019	11:00	12:07



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

CALIBRATION CERTIFICATE

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

Certificate Number:

HEL182450097



Instrument: Pressure, Humidity and Temperature Transmitter PTU301
Order code: PTU300 11A01C1CBPB1A0A1AAD0B4A
Serial Number: P2440211
Manufacturer: Vaisala Oyj, Finland
Calibration date: 2018-06-14

Approved by:

Digitally signed by EVL
Date: 2018.06.15 08:51:29 +03:00
Reason: Calibration responsible
Location: Vaisala Oyj, Finland

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

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

Analog output channel 1 calibration results

Channel 1 scaling: T -40...60 °C

Output forced to mA	Observed output mA	Difference mA	Acceptance limit mA	Pass/Fail
+5.600	+5.601	+0.001	± 0.010	Pass
+12.000	+12.001	+0.001	± 0.010	Pass
+18.400	+18.401	+0.001	± 0.010	Pass

Analog output channel 2 calibration results

Channel 2 scaling: RH 0...100 %RH

Output forced to mA	Observed output mA	Difference mA	Acceptance limit mA	Pass/Fail
+5.600	+5.598	-0.002	± 0.010	Pass
+12.000	+11.998	-0.002	± 0.010	Pass
+18.400	+18.398	-0.002	± 0.010	Pass

Analog output channel 3 calibration results

Channel 3 scaling: P 500...1100 hPa

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

Reference equipment used in calibration

Type	Identity Number	Certificate Number	Calibration Date
HP34970A	EM 11296	1250-307087860	2017-09-30
Shunt Cable	ES 14466	A01877	2017-08-21

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

Current ± 0.00175 mA

Ambient conditions:

Humidity [%RH] Temperature [°C] Pressure [hPa]
17 \pm 4 23 \pm 2 1010 \pm 20



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

CALIBRATION CERTIFICATE

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

Certificate Number:

HEL182450098



Instrument: Pressure, Humidity and Temperature Transmitter PTU301
Order Code: PTU300 11A01C1CBPB1A0A1AAD0B4A
Serial Number: P2440211
Manufacturer: Vaisala Oyj, Finland
Calibration Date: 2018-06-14

Approved by:

Digitally signed by EVL
Date: 2018.06.15 08:51:40 +03:00
Reason: Calibration responsible
Location: Vaisala Oyj, Finland

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

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

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

Humidity calibration results

Reference Humidity [%RH]	Reference Temperature [°C]	Observed Humidity [%RH]	Observed Temperature [°C]	Humidity Error [%RH]	Acceptance Limit [%RH]	Pass/Fail
15.0	+23.13	14.5	+23.12	-0.5	±1.0	Pass
33.0	+23.13	32.4	+23.14	-0.6	±1.0	Pass
54.1	+23.14	53.6	+23.13	-0.5	±1.0	Pass
75.0	+23.14	75.0	+23.14	0.0	±1.0	Pass
94.5	+23.15	94.9	+23.14	+0.4	±1.7	Pass

Temperature calibration results

Reference Temperature [°C]	Observed Temperature [°C]	Error [°C]	Acceptance Limit [°C]	Pass/Fail
+23.14	+23.14	0.00	±0.10	Pass

Additional temperature probe calibration results

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

Reference equipment used in calibration

Type	Identity Number	Certificate Number	Calibration Date	Calibration Due Date
PTU307	17919	K008-A01739	2017-08-02	2018-08-31
HMP307	17004	K008-A02622	2017-11-10	2018-11-30
GE Druck DPS 823B	17652	K008-B00576	2018-02-27	2018-08-31
AM1612	16669	K008-A02621	2017-11-10	2018-11-30
PXI-4070	17055	A02624	2017-11-13	2018-11-30

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

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

Ambient conditions:

Humidity [%RH] Temperature [°C] Pressure [hPa]
33 ± 4 23 ± 2 1009 ± 20



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

CALIBRATION CERTIFICATE

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

Certificate Number:

HEL182450101



Instrument: Pressure, Humidity and Temperature Transmitter PTU301
Pressure Range: 500-1100 hPa
Order Code: PTU300 11A01C1CBPB1A0A1AAD0B4A
Serial Number: P2440211
Manufacturer: Vaisala Oyj, Finland
Calibration Date: 15th June 2018

Approved by:

Digitally signed by EVL
Date: 2018.06.15 08:51:53 +03:00
Reason: Calibration responsible
Location: Vaisala Oyj, Finland

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

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

Pressure calibration results

Reference hPa	Observed hPa	Correction* hPa	Acceptance Limit hPa	Pass/Fail
500.01	500.01	0.00	±0.05	Pass
550.01	550.01	0.00	±0.05	Pass
650.01	650.00	0.01	±0.05	Pass
750.01	750.01	0.00	±0.05	Pass
850.00	850.00	0.00	±0.05	Pass
949.99	949.99	0.00	±0.05	Pass
999.98	999.98	0.00	±0.05	Pass
1050.00	1049.99	0.01	±0.05	Pass
1100.00	1100.00	0.00	±0.05	Pass

*To obtain the true pressure, add the correction to the barometer reading.

Interpolated corrections may be used at intermediate readings of the scale of the barometer.

Reference equipment used in calibration

Type	Identity Number	Certificate Number	Calibration Date	Calibration Due Date
Fluke PPC4	16676	K008-B00990	2018-04-17	2018-10-31

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

Pressure ± 0.07 hPa

Ambient conditions:

Humidity [%RH]	Temperature [°C]	Pressure [hPa]
35 ± 5	23 ± 1	1008 ± 1

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO

CLIENTE	ENEL	PLANTA	SAN ISIDRO UNIDAD 1
MARCA	OKAZAKI	TAG	11MBL10CT001QP1
MODELO	--	RANGO	(-) 5 a 50 °C
N° SERIE	ABS44901	PROCESO	COMP. INLET AIR RTD 1
SENSOR (Tipo)	RTD 3 WIRE	ÁREA	TURBINA A GAS

PATRONES UTILIZADOS	MODELO	SERIE	TRAZABILIDAD	PRÓXIMA CALIBRACIÓN
Horno	9142	A94343	FLUKE	08-06-2019
--	--	--	--	--
--	--	--	--	--

CALCULO DE ERROR:

$$\text{Error RELATIVO AL SPAN (\%)} = \left[\frac{\text{Valor Máximo} - \text{Valor Mínimo}}{\text{SPAN}} \right] * 100$$

VERIFICACIÓN INICIAL

VERIFICACIÓN INICIAL						VERIFICACIÓN		
PUNTOS A VERIFICAR EN % RANGO / °C		VALOR REFERENCIA	VALOR ENCONTRADO	[ERROR]	ERROR			
(%)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(%)	Error ≤	± 2,0	%
0	-5,00	-5,00	-4,96	0,04	0,07	SI	✓	NO
25	12,50	12,50	12,55	0,05	0,09	SI	✓	NO
50	25,00	25,00	25,17	0,17	0,31	SI	✓	NO
75	37,50	37,50	37,66	0,16	0,29	SI	✓	NO
100	50,00	50,00	50,15	0,15	0,27	SI	✓	NO

VERIFICACIÓN FINAL

VERIFICACIÓN FINAL						VERIFICACIÓN		
PUNTOS A VERIFICAR EN % RANGO / °C		VALOR REFERENCIA	VALOR AJUSTADO	[ERROR]	ERROR			
(%)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(%)	Error ≤	± 2,0	%
0	--	--	--	--	--	SI		NO
25	--	--	--	--	--	SI		NO
50	--	--	--	--	--	SI		NO
75	--	--	--	--	--	SI		NO
100	--	--	--	--	--	SI		NO

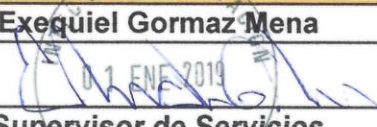
OBSERVACIONES:

Se realiza mantención y verificación del sensor.

Largo total del sensor: 52 Cm. Largo desde conexión a proceso: 47 Cm.

Equipo queda normalizado y operativo.

APROBACIÓN:

Nombre Responsable :	Exequiel Gormaz Mena
Firma Responsable :	
Cargo :	Supervisor de Servicios
Fecha Calibración :	15-01-2019

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO

CLIENTE	ENEL	PLANTA	SAN ISIDRO UNIDAD 1
MARCA	YOKOGAWA	TAG	SIN TAG
MODELO	EJX110A	RANGO	0,41 a 15,43 mBar
N° SERIE	91H139921	PROCESO	PRESION DIFF FILTRO DE AIRE
SENSOR (Tipo)	MANOMETRICO	ÁREA	FILTRO DE AIRE

PATRONES UTILIZADOS	MODELO	SERIE	TRAZABILIDAD	PRÓXIMA CALIBRACIÓN
Multicalibrador	743B	1617002	FLUKE	28-12-2019
Modulo de Presión	700PD3	21364306	FLUKE	06-03-2019
--	--	--	--	--

CALCULO DE ERROR:

$$Error_{RELATIVO\ AL\ SPAN} (\%) = \left[\frac{Valor\ Máximo - Valor\ Mínimo}{SPAN} \right] * 100$$

VERIFICACIÓN INICIAL

VERIFICACIÓN

RANGO	PUNTOS A VERIFICAR	VALOR REFERENCIA	VALOR ENCONTRADO	[ERROR]	ERROR			
(%)	(mBar)	(mA)	(mA)	(mA)	(%)	Error ≤	± 1,0	%
0	0,41	4,000	4,013	0,01	0,08	SI	✓	NO
25	4,17	8,000	7,986	0,01	0,09	SI	✓	NO
50	7,92	12,000	11,998	0,00	0,01	SI	✓	NO
75	11,68	16,000	16,005	0,00	0,03	SI	✓	NO
100	15,43	20,000	20,014	0,01	0,09	SI	✓	NO

VERIFICACIÓN FINAL

VERIFICACIÓN

RANGO	PUNTOS A VERIFICAR	VALOR REFERENCIA	VALOR AJUSTADO	[ERROR]	ERROR			
(%)	(mBar)	(mA)	(mA)	(mA)	(%)	Error ≤	± 1,0	%
0	--	--	--	--	--	SI		NO
25	--	--	--	--	--	SI		NO
50	--	--	--	--	--	SI		NO
75	--	--	--	--	--	SI		NO
100	--	--	--	--	--	SI		NO

OBSERVACIONES:

Se realiza mantencion y verificacion.

Equipo queda normalizado y operativo.

APROBACIÓN:

Nombre Responsable :

Exequiel Gormaz Mena

Firma Responsable :

Cargo :

Supervisor Servicios

Fecha Calibración :

21-01-2019

Calibration Certificate

Certificate No Cert.Temperatura Ambiente SI1

Calibration status As found / Online

Calibration result Pass

Max. deviation 0,65°C

Time start 18:47:06

Duration 00:56:13

Calibration date jueves, 17 de enero de 2019



Device under test (D.U.T.)

Identification Temperatura Ambiente SI1

Serial number N3710045

Manufacturer VAISALA

Pass/Fail criteria $\pm(0,50\%rdg.+1,00^{\circ}C)$

Device type RTD

Last calibrated jueves, 17 de enero de 2019

Device subtype P100(90)385

Scaling 4 mA=-40°C; 20 mA=60°C

Output unit Current

Note

Central

Unidad

Equipo

SI1

D.U.T. reading device mA input on master

True reading device Reference input on master

Reference sensor

Identification STS-200 A 918

Serial number 664054-02

Manufacturer AMETEK Denmark A/S

Note

Source 1

Identification RTC-187

Serial number 666813-00007

Manufacturer AMETEK Denmark A/S

Device type RTC-187 B

Note

Calibrated by Master user

Approved by

Date viernes, 18 de enero de 2019

Pages : 1 of 2

Calibration Certificate

Certificate No Cert.Temperatura Ambiente SI1

Calibration status As found / Online

Calibration result Pass

Max. deviation 0,65°C

Time start 18:47:06

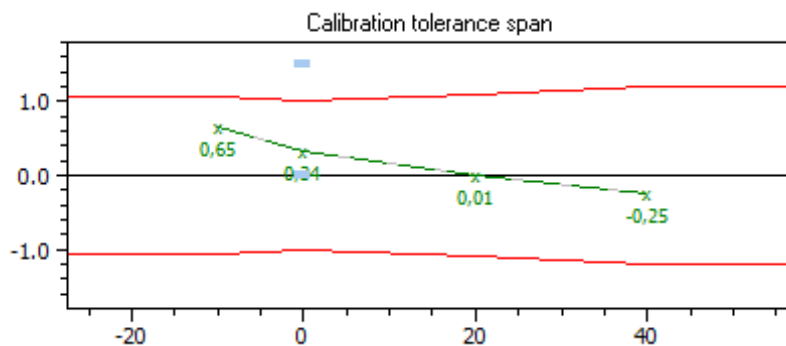
Duration 00:56:13

Calibration date jueves, 17 de enero de 2019

Calibration graph deviation Temperatura Ambiente SI1

Deviation up - - - - -

Deviation down



Stability (True) :

Variations less than $\pm 0,50^{\circ}\text{C}$ during 10min..

Stability (D.U.T) :

Stability criteria not used

Step	Set °C	True °C	D.U.T [°C]	Deviation [°C]	Pass/Fail
1	-10,00	-9,88	-9,23	0,65	Pass
2	0,00	0,04	0,38	0,34	Pass
3	20,00	19,99	20,00	0,01	Pass
4	40,00	39,94	39,69	-0,25	Pass

Calibrated by

Master user

Approved by

ANEXO F

Formato de Acta de las Pruebas de Consumo Especifico Neto

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA Y NO PUEDE SER DUPLICADO, PROCESADO O CEDIDO A TERCEROS PARA UN USO DISTINTO AL DE ESTE PROYECTO Y EL OBJETO PARA EL QUE HA SIDO PREVISTO SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL				
INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	ENEL	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

ACTA DE PRUEBAS DE CONSUMOS ESPECIFICOS NETO

Página 1

DATOS GENERALES	
Empresa Generadora	
Nombre de la Unidad	
Configuración de la Prueba	

INICIO DE ACTA		
FECHA	HORA	LUGAR

HITOS DE DESARROLLO DE LA PRUEBA		RESULTADO DE LA PRUEBA	
1 ^{ER} ESCALON			
Hito	Hora	Resultado	Check
Hora a la cual se alcanza el escalón.		Exitoso sin Interrupciones.	
Hora de inicio de estabilización.			
Hora de inicio de la prueba.		Concluido con Interrupciones	
Hora de inicio de interrupción.			
Hora de reinicio de la prueba.		Invalidado.	
Hora de fin de prueba.			
2 ^{DO} ESCALON			
Hito	Hora	Resultado	Check
Hora a la cual se alcanza el escalón.		Exitoso sin Interrupciones.	
Hora de inicio de estabilización.			
Hora de inicio de la prueba.		Concluido con Interrupciones	
Hora de inicio de interrupción.			
Hora de reinicio de la prueba.		Invalidado.	
Hora de fin de prueba.			
3 ^{ER} ESCALON			
Hito	Hora	Resultado	Check
Hora a la cual se alcanza el escalón.		Exitoso sin Interrupciones.	
Hora de inicio de estabilización.			
Hora de inicio de la prueba.		Concluido con Interrupciones	
Hora de inicio de interrupción.			
Hora de reinicio de la prueba.		Invalidado.	
Hora de fin de prueba.			

4TO ESCALON			
Hito	Hora	Resultado	Check
Hora a la cual se alcanza el escalón.		Exitoso sin Interrupciones.	
Hora de inicio de estabilización.			
Hora de inicio de la prueba.		Concluido con Interrupciones	
Hora de inicio de interrupción.			
Hora de reinicio de la prueba.		Invalidado.	
Hora de fin de prueba.			
5TO ESCALON			
Hito	Hora	Resultado	Check
Hora a la cual se alcanza el escalón.		Exitoso sin Interrupciones.	
Hora de inicio de estabilización.			
Hora de inicio de la prueba.		Concluido con Interrupciones	
Hora de inicio de interrupción.			
Hora de reinicio de la prueba.		Invalidado.	
Hora de fin de prueba.			
6TO ESCALON			
Hito	Hora	Resultado	Check
Hora a la cual se alcanza el escalón.		Exitoso sin Interrupciones.	
Hora de inicio de estabilización.			
Hora de inicio de la prueba.		Concluido con Interrupciones	
Hora de inicio de interrupción.			
Hora de reinicio de la prueba.		Invalidado.	
Hora de fin de prueba.			
7MO ESCALON			
Hito	Hora	Resultado	Check
Hora a la cual se alcanza el escalón.		Exitoso sin Interrupciones.	
Hora de inicio de estabilización.			
Hora de inicio de la prueba.		Concluido con Interrupciones	
Hora de inicio de interrupción.			
Hora de reinicio de la prueba.		Invalidado.	
Hora de fin de prueba.			

ASISTENTES A LA PRUEBA		
ENTIDAD	NOMBRE	CARGO
Por la Empresa ENEL GENERACIÓN CHILE S.A.		
Experto Técnico y Equipo Clave HAMEK INGENIEROS ASOCIADOS S.A.C.		
Coordinador COORDINADOR ELECTRICO NACIONAL		

DESCRIPCIÓN DE EVENTOS (Incluye desviaciones de la prueba)

ANEXOS AL ACTA DE LA PRUEBA DE CONSUMOS ESPECÍFICOS	
ANEXO A	Desarrollo de la Prueba de Consumos Específicos.
ANEXO B	Registros de Variables Primarias.
ANEXO C	Registros de Variables Secundarias.
ANEXO D	Certificados de Calibración de los Instrumentos de Medición
ANEXO E	Curvas de Corrección.
ANEXO F	Información Adicional

CIERRA DE ACTA		
FECHA	HORA	LUGAR

SUSCRIPCIÓN DEL ACTA		
INSTITUCIÓN	NOMBRE	FIRMA
Por la Empresa ENEL GENERACIÓN CHILE S.A.		
Experto Técnico y Equipo Clave HAMEK INGENIEROS ASOCIADOS S.A.C.		
Coordinador COORDINADOR ELECTRICO NACIONAL		