

TRACTEBEL ENGINEERING S.A.

Cerro Colorado 5240, Of. 1601, Ed. Torre del Parque II,
Las Condes, Zip Code 7560995 - Santiago - CHILE
tel. +56 2 2715 8000 - fax +56 2 2715 8001
engineering-cl@tractebel.engie.com
tractebel-engie.com

INFORME TÉCNICO

Código de Documento: P012330-2-GE-INF-00003

RESTRINGIDO

Cliente: Coordinador Eléctrico Nacional
Proyecto: Prueba de Potencia Máxima en Central Quellón II
Asunto: Informe de Prueba
Comentarios: Revisión B sin comentarios. Se incorpora consumo auxiliar de la central y certificados de calibración pendientes.

REV.	DD/MM/AA	ESTATUS	ESCRITO	VERIFICADO	APROBADO	VALIDADO
0	14/05/2019	Revisión Final	Ismael Rodríguez	Eduardo Andrzejewski	Christian López	Eduardo Andrzejewski
C	01/03/2019	Comentarios del Cliente	Ismael Rodríguez	Eduardo Andrzejewski	Christian López	Eduardo Andrzejewski
B	28/02/2019	Comentarios del Cliente	Ismael Rodríguez	Eduardo Andrzejewski	Christian López	Eduardo Andrzejewski
A	22/02/2019	Revisión Interna	Ismael Rodríguez	Eduardo Andrzejewski	Christian López	Eduardo Andrzejewski

Informe de Prueba

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	4
1. OBJETIVO Y ALCANCE DE LA PRUEBA.....	5
2. DEFINICIONES Y ABREVIACIONES.....	5
3. DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL Y SUS UNIDADES	6
4. DOCUMENTOS Y NORMAS APLICADAS.....	7
5. PARTICIPANTES DEL ENSAYO.....	7
6. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	8
7. MEDICIONES.....	9
7.1. Mediciones Eléctricas	9
7.2. Mediciones Ambientales	10
7.3. Resumen de Mediciones	11
8. CÁLCULOS	11
8.1. Correcciones a la Potencia Máxima	11
8.2. Corrección por Temperatura de Aire Ambiente y Altitud.....	12
8.3. Corrección por Humedad Relativa	13
8.4. Corrección por Factor de Potencia	14
9. POTENCIA MÁXIMA.....	15
10. ANEXOS	15
ANEXO A – MEDICIONES Y CÁLCULOS	16

ANEXO B – DATOS DE REFERENCIA.....	17
ANEXO C – CURVAS DE CORRECCIÓN.....	18
ANEXO D – ACTA DE PRUEBA.....	19
ANEXO E – LAYOUT DE LA UNIDAD	20
ANEXO F – CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS	21
ANEXO G – CERTIFICADO DE COMBUSTIBLE	22

RESUMEN EJECUTIVO

El propósito de este informe es reportar los resultados de las Pruebas de Potencia Máxima realizadas en las 10 unidades de la central Quellón II en febrero de 2019. La central se sitúa en la comuna de Quellón, Región de Los Lagos, Chile.

La metodología utilizada se rige por el Anexo Técnico Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras y el correspondiente Protocolo de Pruebas.

La Potencia Máxima Bruta Corregida aplicable a las 10 unidades Cummins C2250 D5 es de 1.803 kW.



Figura 1: Central Quellón II, a la izquierda Nave 1 y derecha Nave 2.

1. OBJETIVO Y ALCANCE DE LA PRUEBA

Conforme resolución de la Comisión Nacional de Energía, las empresas generadoras deberán validar el valor de potencia máxima de sus unidades en conformidad a las disposiciones del Anexo Técnico: “Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras” de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio - Resolución Exenta °375.

El presente documento tiene como objetivo reportar los resultados obtenidos durante el ensayo de las 10 unidades de la **Central Quellón II**, ubicada en la comuna de Quellón, Región de Los Lagos.

2. DEFINICIONES Y ABREVIACIONES

Definiciones

Unidad	Unidad Generadora, motor de combustión interna acoplado a su respectivo generador eléctrico.
Unidades Representativas	Unidades seleccionadas para ser instrumentadas y ensayadas. Los resultados obtenidos de estas unidades serán representativos para otras unidades idénticas de la central, previo acuerdo entre el Coordinador Eléctrico Nacional y el Experto Técnico.
Variables Primarias	Son datos utilizados para los cálculos y correcciones de Potencia Máxima.
Variables Secundarias	Son datos utilizados para verificar, diagnosticar o demostrar que la planta opera normalmente.

Abreviaciones

FP	Factor de Potencia
HR	Humedad Relativa [%]
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
U1 a U10	Unidad 01 a Unidad 10

3. DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL Y SUS UNIDADES

La central Quellón II es una central térmica compuesta por motores de combustión interna conectados a su respectivo generador eléctrico. En la Tabla 1 se indican las características principales de las unidades.

Nave y Unidades	Fabricante Modelo Rating	Potencia [kW]	Consumo de Combustible¹ [litros/hora]	Velocidad [rpm]
Nave 1: U8 a U10	Cummins C2250 D5	1.800	437	1.500
Nave 2: U1 a U7	Standby			

Tabla 1: Características principales de las unidades de la Central Quellón II

Todos los motores utilizan combustible Diésel Grado B, ver certificado en Anexo G. El presente informe considera la Prueba de Potencia Máxima de 10 unidades.



Figura 2: Interior Nave 1, Unidad 10.

¹ Valor referencial extraído del Manual del Operador - Cummins C2250 D5 (Anexo B).

4. DOCUMENTOS Y NORMAS APLICADAS

Los documentos, que son aplicables para la realización de las pruebas, son los siguientes:

- Anexo Técnico: Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras.
- Protocolo de Prueba de Potencia Máxima Central Quellón II: P012330-2-GE-PRG-00003.
- Norma ISO 3046, ISO 15550, ASME PTC 17 e ISO 8528.

5. PARTICIPANTES DEL ENSAYO

Participante	Cargo	Nombre
Tractebel	Experto Técnico	Eduardo Andrzejewski
	Ingeniero de Pruebas	Ismael Rodríguez
Central Quellón II	Gerente de Proyecto – Imelsa	Oscar Díaz
	Administración – Imelsa	Pablo Hormazábal
	Ingeniero – Energía 7	Guillermo Alcaíno
Mediciones y Muestras	Muestras de Combustible	Intertek
	Mediciones Eléctricas	Tecnet

Tabla 2: Participantes del ensayo.

Los involucrados y sus respectivos cargos, se evidencian en el Acta de Prueba, ver Anexo D.

6. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

La prueba de potencia máxima se realizó en las 10 unidades de la central Quellón II separadas en 3 bloques de prueba. Las 10 unidades son idénticas entre sí y acaban de ser puestas en servicio.

Para efectos de cálculos y correcciones, se registró la potencia bruta y factor de potencia con instrumentación clase 0.2 certificada en 6 unidades representativas, 2 en cada bloque de prueba. El experto técnico seleccionó las **Unidades 03 / 04 / 05 / 06 / 09 / 10**.

Además, se registró la potencia neta de la central con el medidor de tarificación existente clase 0.2.

La fecha y horarios de la prueba se indican en la siguiente tabla.

	Bloque 01	Bloque 02	Bloque 03
Fecha	06/02/19	07/02/19	08/02/19
Nave	2	2	1
Unidades	01 / 02 / 03 / 05	04 / 06 / 07	08 / 09 / 10
Hora Inicio Prueba	16:00	17:30	11:00
Hora Fin Prueba	21:00	22:30	16:00

Tabla 3: Bloques de Pruebas de Potencia Máxima.

En todos los bloques, el periodo de estabilización fue de 30 minutos, momento en que la potencia y velocidad de los motores se mantenían dentro de los rangos de estabilidad de 1,3% y 0,65% respectivamente, y la temperatura del refrigerante alcanzaba los 90°C (ver Figura 3).

Los ensayos se ejecutaron durante un periodo de 5 horas continuas, conforme lo requerido en el Anexo Técnico. Las unidades operaron en modo control de carga.



Figura 3: Pantalla de la Unidad 03 previo al inicio de la prueba

7. MEDICIONES

Para efecto de cálculos, se considera la totalidad de las mediciones registradas durante las 5 horas de prueba. La potencia máxima considerada como resultado de esta prueba corresponde al promedio de la potencia bruta tomada en los bornes del generador durante todo el periodo de prueba.

7.1. Mediciones Eléctricas

Potencia Activa Bruta y Factor de Potencia

Para cada bloque de prueba, las mediciones de potencia activa bruta y factor de potencia se registraron en las unidades representativas cada 1 minuto por el medidor externo clase 0.2.

En la Figura 4 se muestra la instalación de un medidor de potencia bruta ION clase 0.2 en la Unidad 10, durante el Bloque de Prueba 03.



Figura 4: Instalación de medidor ION clase 0.2 en unidad representativa.

Potencia Neta del conjunto

Las mediciones de potencia activa neta se registraron cada 1 minuto por el medidor de tarificación existente clase 0.2.



Figura 5: Medidor de tarificación, momento en que iniciaba la prueba del Bloque 01.

Consumos Auxiliares

Los consumos auxiliares de la central promedian un valor de 2,8 kW con todos los calefactores de las unidades apagados.

7.2. Mediciones Ambientales

Las mediciones ambientales, de temperatura ambiente y humedad relativa, se registraron manualmente cada 5 minutos utilizando un medidor portátil calibrado. En el Anexo F se encuentra el certificado de calibración del instrumento.

En cada bloque de prueba, estas mediciones se realizaron para las unidades representativas, al interior del container, cercano a sus respectivas admisiones de aire.



Figura 6: Medidor de temperatura y humedad ambiente situado próximo a la admisión de aire (interior container).

7.3. Resumen de Mediciones

En la Tabla 4 se resumen las variables registradas en cada unidad representativa durante su respectivo intervalo de prueba.

	U3	U4	U5	U6	U9	U10
Potencia Bruta sin corrección [kW]	1.807	1.798	1.799	1.811	1.780	1.803
Factor de Potencia	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Temperatura Aire Admisión [°C]	25,0	19,6	25,5	21,6	22,1	22,8
Humedad Relativa	35,0	36,9	34,3	33,7	42,4	40,6

Tabla 4: Resumen de las mediciones primarias

Nota: Para efectos de correcciones ambientales, se consideran los valores promedios registrados durante la prueba, ajustados conforme al error indicado en los respectivos certificados de calibración de los instrumentos (ver Anexo F).

8. CÁLCULOS

8.1. Correcciones a la Potencia Máxima

Condiciones de Referencia

La potencia máxima bruta determinada debe ser corregida a fin de homologarla con los valores de referencia para los cuales fue calculada la potencia original de garantía².

En la Tabla 5 se indican las condiciones de referencia consideradas para la Central Quellón II.

² Artículo 34 del Anexo Técnico Pruebas De Potencia Máxima En Unidades Generadoras.

Parámetro	Valor	Observación
Temperatura Ambiente [°C]	10,7	Condición de Sitio – Promedio Anual ³
Humedad Relativa [%]	30,0	Condición Referencia ISO
Altitud [msnm]	149	Condición de Sitio ⁴
Factor de Potencia Generador	0,95	Condición Anexo Técnico

Tabla 5: Condiciones de referencia para la Central Quellón II

8.2. Corrección por Temperatura de Aire Ambiente y Altitud

Las unidades de la Central Quellón II están diseñadas para operar en modo *Potencia Standby*. Cada motor posee una potencia mecánica de reserva la cual permite que, dentro de ciertos rangos, las variaciones ambientales no afecten a la máxima potencia activa bruta.

La central Quellón II está ubicada a 149 msnm. Según la curva de corrección por altitud y temperatura del fabricante, hasta una temperatura ambiente de 40°C la unidad no presenta reducción de su potencia (ver Figura 7).

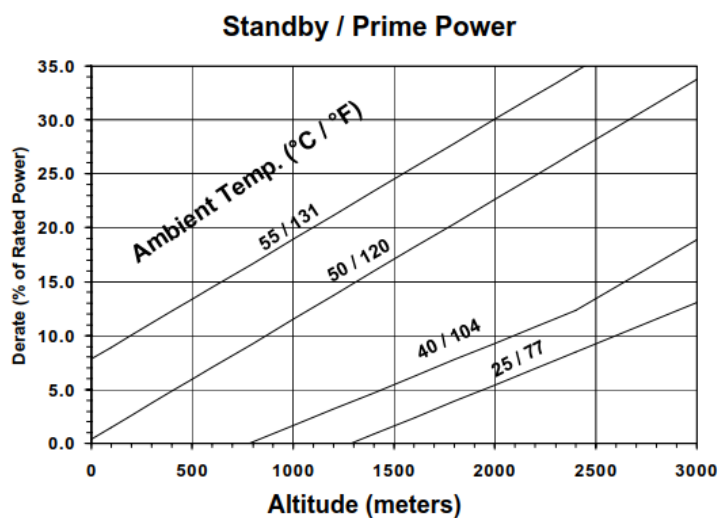


Figura 7: Curvas de reducción de potencia según temperatura ambiente y altitud – Cummins

Durante la prueba, la máxima temperatura de admisión registrada alcanzó los 27,8°C.

³ Temperatura promedio anual del sitio. Fuente: Explorador Solar de la Universidad de Chile.

⁴ Altitud del sitio. Fuente: Explorador Solar de la Universidad de Chile.

Dado lo expuesto anteriormente, no corresponde aplicar corrección de potencia por temperatura ni altitud, ver Tabla 6.

	U3	U4	U5	U6	U9	U10
Temperatura Aire de Admisión Promedio [°C]	25,0	19,6	25,5	21,6	22,1	22,8
Corrección por Temperatura	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica

Tabla 6: Corrección por temperatura de aire de admisión

8.3. Corrección por Humedad Relativa

Debido a que no se cuenta con las curvas de corrección del fabricante, se procede a utilizar curvas de corrección por humedad genéricas.

En la Tabla 7 se indican los porcentajes de reducción de potencia en función de la temperatura y humedad.

Atmospheric Temperature (F)	Percentage Humidity (%)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
85						0.5	1.0	1.5	2.0	2.4
90					0.4	1.0	1.6	2.2	2.7	3.3
95				0.2	0.9	1.6	2.2	2.9	3.6	4.2
100				0.7	1.5	2.2	3.0	3.8	4.6	5.3
105			0.3	1.2	2.1	3.0	3.9	4.8	5.7	6.6
110			0.7	1.8	2.8	3.8	4.9	5.9	6.9	8.0
115			1.2	2.4	3.6	4.8	6.0	7.2	8.4	9.6
120		0.4	1.7	3.1	4.5	5.9	7.3	8.6	10.0	11.4
125		0.8	2.3	3.9	5.5	7.1	8.7	10.2	11.8	13.4

Tabla 7: Porcentaje de reducción de potencia en función de la temperatura y humedad relativa
Fuente: *A Model for Estimation of De-rating in Diesel Engines used for Power Generation* (ver Anexo C).

Las condiciones de temperatura y humedad que se encuentran bajo la curva indicada en la Figura 8 no producen una reducción de potencia.

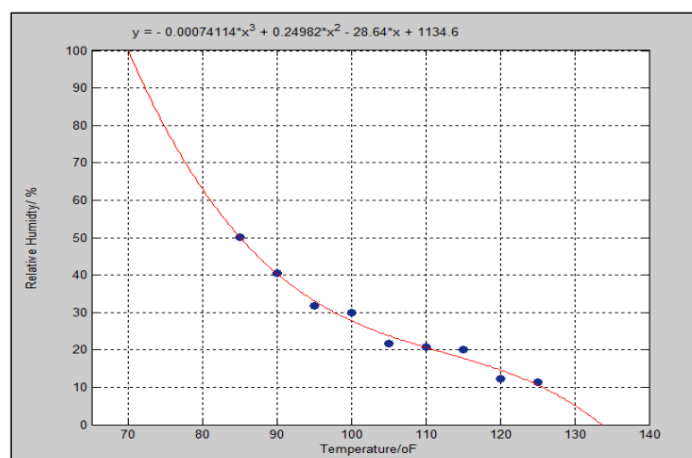


Figura 8: Curva de puntos de temperatura y humedad donde la reducción de potencia es nula
Fuente: *A Model for Estimation of De-rating in Diesel Engines used for Power Generation*. (Anexo C)

En la Tabla 8 se indican las condiciones de temperatura y humedad durante la prueba de cada unidad. Según la tabla y curva antes indicadas, no corresponde aplicar corrección por humedad relativa a la potencia de las unidades.

Unidades Representativas	U3	U4	U5	U6	U9	U10
Temp. Ambiente Promedio [°C]	25,0	19,6	25,5	21,6	22,1	22,8
Humedad Relativa	35,0	36,9	34,3	33,7	42,4	40,6
Corrección por Humedad Relativa	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica

Tabla 8: Corrección por Humedad Relativa.

8.4. Corrección por Factor de Potencia

Las unidades de la Central Quellón II operaron con FP ajustado a 0,95, por consiguiente no se aplica corrección por factor de potencia.

Unidades Representativas	U3	U4	U5	U6	U9	U10
Factor de Potencia Medido	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Corrección por Factor de Potencia	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica

Tabla 9: Corrección por factor de potencia.

9. POTENCIA MÁXIMA

Finalmente, es posible indicar que bajo las condiciones registradas durante la prueba, no se aplica corrección por temperatura ambiente, humedad relativa ni factor de potencia del generador.

En la Tabla 10 se indican los valores de potencia máxima de las unidades representativas y los respectivos promedios.

Unidades Representativas	U3	U4	U5	U6	U9	U10	Promedio
Potencia Bruta Medida [kW]	1.807	1.798	1.799	1.811	1.800	1.803	1.803
Potencia Neta Medida [kW]	1.747	1.755	1.747	1.755	1.754	1.754	1.752
Potencia Neta Corregida [kW]	1.747	1.755	1.747	1.755	1.754	1.754	1.752
Potencia Bruta Corregida [kW]	1.807	1.798	1.799	1.811	1.800	1.803	1.803

Tabla 10: Resultados Finales Prueba de Potencia Máxima Central Quellón II

El valor calculado para Potencia Máxima Bruta Corregida aplicable a las 10 unidades es de 1.803 kW.

En el Anexo A se adjuntan las mediciones, cálculos y gráficos.

10. ANEXOS

ANEXO A – MEDICIONES Y CÁLCULOS

ANEXO B – DATOS DE REFERENCIA

ANEXO C – CURVAS DE CORRECCIÓN

ANEXO D – ACTA DE PRUEBA

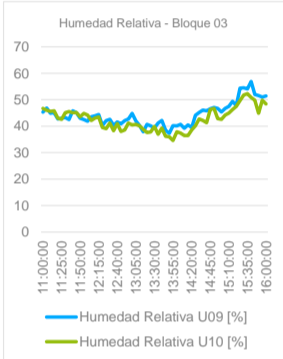
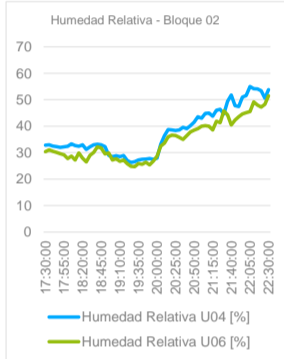
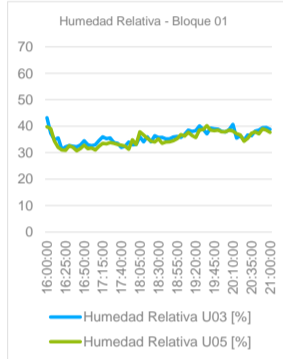
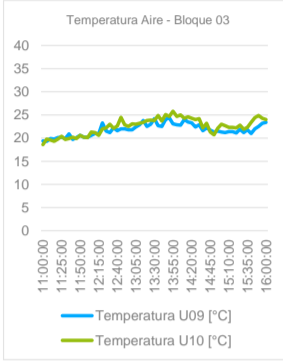
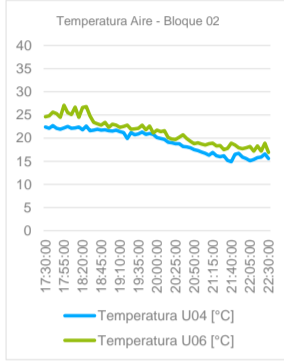
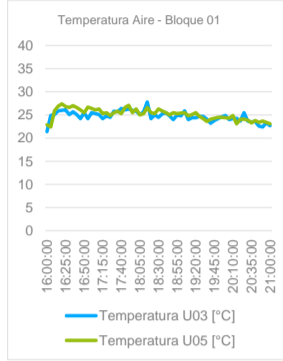
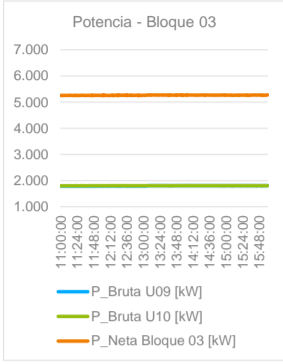
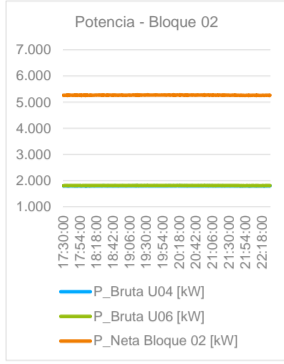
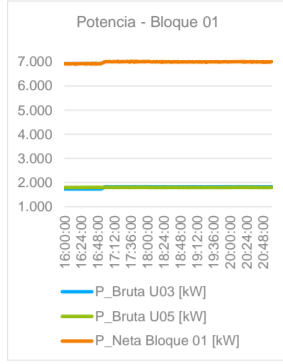
ANEXO E – LAYOUT DE LA UNIDAD

ANEXO F – CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

ANEXO G – CERTIFICADO DE COMBUSTIBLE

ANEXO A – MEDICIONES Y CÁLCULOS

Pbruta Promedio	1.803 kW
Pneta Promedio	1.752 kW



19:10:00	1.819	0.945	6.998
19:11:00	1.823	0.946	7.004
19:12:00	1.820	0.946	6.997
19:13:00	1.825	0.946	6.990
19:14:00	1.821	0.946	6.993
19:15:00	1.821	0.946	7.004
19:16:00	1.823	0.946	7.001
19:17:00	1.822	0.946	6.990
19:18:00	1.821	0.945	6.997
19:19:00	1.819	0.945	6.990
19:20:00	1.821	0.945	6.992
19:21:00	1.821	0.945	6.998
19:22:00	1.825	0.946	7.002
19:23:00	1.821	0.946	6.997
19:24:00	1.819	0.946	6.990
19:25:00	1.821	0.946	7.012
19:26:00	1.824	0.946	6.986
19:27:00	1.821	0.946	7.003
19:28:00	1.823	0.946	6.997
19:29:00	1.822	0.946	7.001
19:30:00	1.825	0.946	6.997
19:31:00	1.822	0.946	7.001
19:32:00	1.823	0.946	7.008
19:33:00	1.824	0.946	7.001
19:34:00	1.822	0.945	7.002
19:35:00	1.823	0.946	6.998
19:36:00	1.822	0.946	7.004
19:37:00	1.824	0.946	6.990
19:38:00	1.822	0.946	7.004
19:39:00	1.823	0.946	6.998
19:40:00	1.821	0.946	7.005
19:41:00	1.822	0.946	7.002
19:42:00	1.824	0.946	6.994
19:43:00	1.820	0.946	6.990
19:44:00	1.823	0.946	7.007
19:45:00	1.822	0.946	6.996
19:46:00	1.821	0.946	7.002
19:47:00	1.823	0.946	7.003
19:48:00	1.822	0.946	6.995
19:49:00	1.823	0.946	6.997
19:50:00	1.822	0.946	7.002
19:51:00	1.823	0.946	7.008
19:52:00	1.823	0.946	7.003
19:53:00	1.823	0.946	7.001
19:54:00	1.825	0.946	7.005
19:55:00	1.823	0.946	7.012
19:56:00	1.826	0.946	6.994
19:57:00	1.822	0.946	7.010
19:58:00	1.823	0.946	6.999
19:59:00	1.822	0.946	7.003
20:00:00	1.824	0.946	7.003
20:01:00	1.821	0.946	6.997
20:02:00	1.823	0.946	6.997
20:03:00	1.823	0.946	7.003
20:04:00	1.826	0.947	7.002
20:05:00	1.821	0.946	7.006
20:06:00	1.824	0.946	7.004
20:07:00	1.825	0.946	7.002
20:08:00	1.824	0.946	7.003
20:09:00	1.823	0.946	7.009
20:10:00	1.823	0.946	7.011
20:11:00	1.825	0.947	7.010
20:12:00	1.825	0.947	7.001
20:13:00	1.825	0.947	7.010
20:14:00	1.824	0.947	7.007
20:15:00	1.823	0.947	7.006
20:16:00	1.825	0.947	7.005
20:17:00	1.824	0.947	7.017
20:18:00	1.825	0.947	6.994
20:19:00	1.822	0.947	7.005
20:20:00	1.824	0.947	7.013
20:21:00	1.825	0.946	6.983
20:22:00	1.821	0.946	7.008
20:23:00	1.824	0.946	7.006
20:24:00	1.824	0.946	7.008
20:25:00	1.824	0.946	6.995
20:26:00	1.821	0.946	7.001
20:27:00	1.824	0.946	7.006
20:28:00	1.824	0.946	6.999
20:29:00	1.823	0.946	7.006
20:30:00	1.822	0.946	7.002
20:31:00	1.824	0.946	7.011
20:32:00	1.825	0.946	6.989
20:33:00	1.821	0.946	7.001
20:34:00	1.824	0.946	7.015
20:35:00	1.824	0.946	7.001
20:36:00	1.821	0.946	7.002
20:37:00	1.824	0.946	7.000
20:38:00	1.820	0.946	7.004
20:39:00	1.827	0.946	6.996
20:40:00	1.823	0.946	7.006
20:41:00	1.822	0.946	6.998
20:42:00	1.822	0.946	6.997
20:43:00	1.823	0.946	7.003
20:44:00	1.821	0.946	6.998
20:45:00	1.821	0.946	6.995
20:46:00	1.824	0.946	6.997
20:47:00	1.818	0.945	6.983
20:48:00	1.823	0.946	7.005
20:49:00	1.820	0.945	6.997
20:50:00	1.823	0.946	6.988
20:51:00	1.821	0.945	7.008
20:52:00	1.821	0.945	6.992
20:53:00	1.823	0.946	6.995
20:54:00	1.822	0.946	7.007
20:55:00	1.825	0.946	6.996
20:56:00	1.819	0.945	6.991
20:57:00	1.823	0.946	7.005
20:58:00	1.823	0.946	6.995
20:59:00	1.824	0.946	7.002
21:00:00	1.823	0.946	7.006

20:40:00	1.801	0.955	5.269
20:41:00	1.797	0.955	5.264
20:42:00	1.800	0.955	5.272
20:43:00	1.801	0.955	5.272
20:44:00	1.798	0.955	5.261
20:45:00	1.799	0.955	5.271
20:46:00	1.803	0.956	5.277
20:47:00	1.799	0.955	5.266
20:48:00	1.798	0.955	5.266
20:49:00	1.800	0.955	5.270
20:50:00	1.803	0.955	5.277
20:51:00	1.798	0.955	5.265
20:52:00	1.800	0.955	5.270
20:53:00	1.800	0.955	5.272
20:54:00	1.798	0.955	5.262
20:55:00	1.804	0.956	5.284
20:56:00	1.800	0.955	5.269
20:57:00	1.798	0.955	5.263
20:58:00	1.799	0.955	5.266
20:59:00	1.802	0.956	5.278
21:00:00	1.800	0.955	5.268
21:01:00	1.797	0.955	5.258
21:02:00	1.802	0.955	5.275
21:03:00	1.797	0.955	5.263
21:04:00	1.799	0.955	5.267
21:05:00	1.799	0.955	5.268
21:06:00	1.802	0.955	5.274
21:07:00	1.796	0.955	5.257
21:08:00	1.798	0.955	5.266
21:09:00	1.799	0.955	5.267
21:10:00	1.800	0.955	5.272
21:11:00	1.796	0.955	5.256
21:12:00	1.798	0.955	5.262
21:13:00	1.801	0.955	5.270
21:14:00	1.796	0.955	5.260
21:15:00	1.803	0.955	5.279
21:16:00	1.798	0.955	5.263
21:17:00	1.799	0.955	5.268
21:18:00	1.800	0.955	5.268
21:19:00	1.797	0.955	5.261
21:20:00	1.796	0.955	5.258
21:21:00	1.802	0.955	5.275
21:22:00	1.798	0.955	5.262
21:23:00	1.799	0.955	5.267
21:24:00	1.796	0.955	5.256
21:25:00	1.800	0.955	5.267
21:26:00	1.798	0.954	5.265
21:27:00	1.797	0.954	5.258
21:28:00	1.800	0.955	5.269
21:29:00	1.798	0.954	5.264
21:30:00	1.800	0.954	5.269
21:31:00	1.799	0.954	5.264
21:32:00	1.795	0.954	5.255
21:33:00	1.797	0.954	5.263
21:34:00	1.798	0.954	5.262
21:35:00	1.799	0.954	5.266
21:36:00	1.796	0.954	5.258
21:37:00	1.799	0.954	5.267
21:38:00	1.797	0.954	5.261
21:39:00	1.796	0.954	5.257
21:40:00	1.800	0.954	5.273
21:41:00	1.797	0.954	5.260
21:42:00	1.796	0.954	5.255
21:43:00	1.797	0.954	5.261
21:44:00	1.796	0.954	5.260
21:45:00	1.797	0.954	5.263
21:46:00	1.796	0.954	5.253
21:47:00	1.794	0.954	5.254
21:48:00	1.800	0.954	5.266
21:49:00	1.796	0.954	5.256
21:50:00	1.794	0.954	5.254
21:51:00	1.797	0.954	5.260
21:52:00	1.795	0.953	5.257
21:53:00	1.796	0.953	5.256
21:54:00	1.795	0.953	5.254
21:55:00	1.794	0.953	5.252
21:56:00	1.796	0.953	5.259
21:57:00	1.797	0.953	5.264
21:58:00	1.795	0.953	5.253
21:59:00	1.793	0.953	5.248
22:00:00	1.799	0.954	5.265
22:01:00	1.793	0.953	5.251
22:02:00	1.796	0.953	5.255
22:03:00	1.796	0.954	5.259
22:04:00	1.795	0.954	5.256
22:05:00	1.797	0.954	5.263
22:06:00	1.797	0.954	5.261
22:07:00	1.796	0.954	5.258
22:08:00	1.795	0.954	5.252
22:09:00	1.798	0.954	5.264
22:10:00	1.793	0.953	5.250
22:11:00	1.799	0.954	5.268
22:12:00	1.795	0.953	5.251
22:13:00	1.796	0.953	5.259
22:14:00	1.796	0.953	5.255
22:15:00	1.795	0.953	5.256
22:16:00	1.796	0.953	5.256
22:17:00	1.795	0.953	5.256
22:18:00	1.795	0.953	5.255
22:19:00	1.799	0.954	5.265
22:20:00	1.796	0.953	5.259
22:21:00	1.794	0.953	5.253
22:22:00	1.794	0.953	5.251
22:23:00	1.797	0.953	5.262
22:24:00	1.798	0.954	5.262
22:25:00	1.794	0.953	5.255
22:26:00	1.798	0.954	5.262
22:27:00	1.796	0.953	5.259
22:28:00	1.796	0.954	5.259
22:29:00	1.795	0.954	5.250
22:30:00	1.796	0.954	5.261

19:10:00	1.795	0.957	6.998
19:11:00	1.798	0.957	7.004
19:12:00	1.795	0.957	6.997
19:13:00	1.800	0.957	6.990
19:14:00	1.797	0.957	6.993
19:15:00	1.796	0.957	7.004
19:16:00	1.798	0.957	7.001
19:17:00	1.798	0.957	6.990
19:18:00	1.796	0.957	6.997
19:19:00	1.794	0.957	6.990
19:20:00	1.796	0.957	6.992
19:21:00	1.797	0.957	6.998
19:22:00	1.800	0.957	7.002
19:23:00	1.797	0.957	6.997
19:24:00	1.794	0.957	6.990
19:25:00	1.796	0.957	7.012
19:26:00	1.799	0.957	6.986
19:27:00	1.796	0.957	7.003
19:28:00	1.798	0.957	6.997
19:29:00	1.797	0.957	7.001
19:30:00	1.800	0.957	6.997
19:31:00	1.797	0.957	7.001
19:32:00	1.798	0.957	7.008
19:33:00	1.800	0.957	7.001
19:34:00	1.797	0.957	7.002
19:35:00	1.798	0.957	6.998
19:36:00	1.797	0.957	7.004
19:37:00	1.799	0.957	6.990
19:38:00	1.797	0.957	7.004
19:39:00	1.798	0.957	6.998
19:40:00	1.797	0.957	7.005
19:41:00	1.798	0.957	7.002
19:42:00	1.799	0.957	6.994
19:43:00	1.796	0.957	6.990
19:44:00	1.798	0.957	7.007
19:45:00	1.798	0.957	6.996
19:46:00	1.797	0.957	7.002
19:47:00	1.799	0.958	7.003
19:48:00	1.798	0.957	6.995
19:49:00	1.799	0.958	6.997
19:50:00	1.797	0.958	7.002
19:51:00	1.799	0.957	7.008
19:52:00	1.798	0.957	7.003
19:53:00	1.799	0.957	7.001
19:54:00	1.801	0.958	7.005
19:55:00	1.798	0.958	7.012
19:56:00	1.802	0.958	6.994
19:57:00	1.798	0.958	7.010
19:58:00	1.798	0.958	6.999
19:59:00	1.798	0.958	7.003
20:00:00	1.800	0.958	7.003
20:01:00	1.797	0.958	6.997
20:02:00	1.798	0.958	6.997
20:03:00	1.798	0.958	7.003
20:04:00	1.801	0.958	7.002
20:05:00	1.797	0.958	7.006
20:06:00	1.800	0.958	7.004
20:07:00	1.800	0.958	7.002
20:08:00	1.799	0.958	7.003
20:09:00	1.799	0.958	7.009
20:10:00	1.798	0.958	7.011
20:11:00	1.800	0.958	7.010
20:12:00	1.800	0.958	7.001
20:13:00	1.801	0.958	7.010
20:14:00	1.800	0.958	7.007
20:15:00	1.799	0.958	7.006
20:16:00	1.800	0.958	7.005
20:17:00	1.799	0.958	7.017
20:18:00	1.800	0.958	6.994
20:19:00	1.798	0.958	7.005
20:20:00	1.799	0.958	7.013
20:21:00	1.800	0.958	6.983
20:22:00	1.796	0.958	7.008
20:23:00	1.799	0.958	7.006
20:24:00	1.800	0.958	7.008
20:25:00	1.799	0.958	6.995
20:26:00	1.796	0.958	7.001
20:27:00	1.800	0.958	7.006
20:28:00	1.800	0.958	6.999
20:29:00	1.799	0.958	7.006
20:30:00	1.797	0.958	7.002
20:31:00	1.799	0.958	7.011
20:32:00	1.801	0.958	6.989
20:33:00	1.796	0.958	7.001
20:34:00	1.800	0.958	7.015
20:35:00	1.800	0.958	7.001
20:36:00	1.797	0.958	7.002
20:37:00	1.800	0.958	7.000
20:38:00	1.795	0.958	7.004
20:39:00	1.803	0.958	6.996
20:40:00	1.799	0.958	7.006
20:41:00	1.798	0.957	6.998
20:42:00	1.797	0.957	6.997
20:43:00	1.799	0.957	7.003
20:44:00	1.797	0.957	6.998
20:45:00	1.797	0.957	6.995
20:46:00	1.800	0.957	6.997
20:47:00	1.794	0.957	6.983
20:48:00	1.799	0.957	7.005
20:49:00	1.796	0.957	6.997
20:50:00	1.798	0.957	6.988
20:51:00	1.796	0.957	7.008
20:52:00	1.797	0.957	6.992
20:53:00	1.798	0.957	6.995
20:54:00	1.797	0.957	7.007
20:55:00	1.801	0.957	6.996
20:56:00	1.795	0.957	6.991
20:57:00	1.798	0.957	7.005
20:58:00	1.798	0.957	6.995
20:59:00	1.799	0.957	7.002
21:00:00	1.799	0.957	7.006

20:40:00	1.812	0.952	5.269
20:41:00	1.810	0.952	5.264
20:42:00	1.813	0.952	5.272
20:43:00	1.813	0.952	5.272
20:44:00	1.809	0.952	5.261
20:45:00	1.813	0.952	5.271
20:46:00	1.815	0.952	5.277
20:47:00	1.811	0.952	5.266
20:48:00	1.811	0.952	5.266
20:49:00	1.812	0.952	5.270
20:50:00	1.815	0.952	5.277
20:51:00	1.811	0.952	5.265
20:52:00	1.812	0.952	5.270
20:53:00	1.813	0.952	5.272
20:54:00	1.810	0.952	5.262
20:55:00	1.817	0.953	5.284
20:56:00	1.812	0.952	5.269
20:57:00	1.810	0.952	5.263
20:58:00	1.811	0.952	5.266
20:59:00	1.815	0.952	5.278
21:00:00	1.812	0.952	5.268
21:01:00	1.808	0.952	5.258
21:02:00	1.814	0.952	5.275
21:03:00	1.810	0.952	5.263
21:04:00	1.811	0.952	5.267
21:05:00	1.812	0.952	5.268
21:06:00	1.814	0.952	5.274
21:07:00	1.808	0.952	5.257
21:08:00	1.811	0.952	5.266
21:09:00	1.811	0.952	5.267
21:10:00	1.813	0.952	5.272
21:11:00	1.808	0.952	5.256
21:12:00	1.810	0.952	5.262
21:13:00	1.813	0.952	5.270
21:14:00	1.809	0.952	5.260
21:15:00	1.815	0.952	5.279
21:16:00	1.810	0.952	5.263
21:17:00	1.812	0.952	5.268
21:18:00	1.811	0.952	5.266
21:19:00	1.809	0.952	5.261
21:20:00	1.808	0.952	5.258
21:21:00	1.814	0.952	5.275
21:22:00	1.810	0.952	5.262
21:23:00	1.811	0.952	5.267
21:24:00	1.808	0.951	5.255
21:25:00	1.812	0.951	5.267
21:26:00	1.811	0.951	5.265
21:27:00	1.808	0.951	5.258
21:28:00	1.812	0.952	5.269
21:29:00	1.810	0.951	5.264
21:30:00	1.812	0.951	5.269
21:31:00	1.811	0.951	5.264
21:32:00	1.808	0.951	5.255
21:33:00	1.810	0.951	5.263
21:34:00	1.810	0.951	5.262
21:35:00	1.811	0.951	5.266
21:36:00	1.809	0.951	5.258
21:37:00	1.812	0.951	5.267
21:38:00	1.810	0.951	5.261
21:39:00	1.808	0.951	5.257
21:40:00	1.813	0.951	5.273
21:41:00	1.809	0.951	5.260
21:42:00	1.808	0.951	5.255
21:43:00	1.810	0.951	5.261
21:44:00	1.809	0.951	5.260
21:45:00	1.810	0.951	5.263
21:46:00	1.807	0.951	5.253
21:47:00	1.807	0.951	5.254
21:48:00	1.811	0.951	5.266
21:49:00	1.809	0.950	5.256
21:50:00	1.807	0.950	5.254
21:51:00	1.809	0.950	5.260
21:52:00	1.808	0.950	5.257
21:53:00	1.808	0.950	5.256
21:54:00	1.807	0.950	5.254
21:55:00	1.807	0.950	5.252
21:56:00	1.809	0.950	5.259
21:57:00	1.810	0.950	5.264
21:58:00	1.807	0.950	5.253
21:59:00	1.805	0.950	5.248
22:00:00	1.811	0.950	5.265
22:01:00	1.806	0.950	5.251
22:02:00	1.808	0.950	5.255
22:03:00	1.809	0.950	5.259
22:04:00	1.808	0.950	5.256
22:05:00	1.810	0.951	5.263
22:06:00	1.809	0.951	5.261
22:07:00	1.808	0.950	5.258
22:08:00	1.807	0.950	5.252
22:09:00	1.810	0.950	5.264
22:10:00	1.806	0.950	5.250
22:11:00	1.812	0.951	5.268
22:12:00	1.806	0.950	5.251
22:13:00	1.809	0.950	5.259
22:14:00	1.808	0.950	5.255
22:15:00	1.808	0.950	5.256
22:16:00	1.808	0.950	5.256
22:17:00	1.808	0.950	5.256
22:18:00	1.808	0.950	5.255
22:19:00	1.811	0.951	5.265
22:20:00	1.809	0.950	5.259
22:21:00	1.807	0.950	5.253
22:22:00	1.806	0.950	5.251
22:23:00	1.810	0.950	5.262
22:24:00	1.810	0.950	5.262
22:25:00	1.807	0.950	5.255
22:26:00	1.810	0.951	5.262
22:27:00	1.809	0.951	5.259
22:28:00	1.809	0.951	5.259
22:29:00	1.806	0.950	5.250
22:30:00	1.809	0.951	5.261

14:10:00	1.805	0.952	5.265
14:11:00	1.803	0.952	5.266
14:12:00	1.805	0.952	5.269
14:13:00	1.805	0.952	5.268
14:14:00	1.803	0.952	5.261
14:15:00	1.804	0.951	5.265
14:16:00	1.802	0.952	5.262
14:17:00	1.804	0.952	5.265
14:18:00	1.803	0.952	5.263
14:19:00	1.803	0.952	5.262
14:20:00	1.803	0.952	5.266
14:21:00	1.805	0.952	5.267
14:22:00	1.803	0.952	5.263
14:23:00	1.805	0.952	5.267
14:24:00	1.805	0.952	5.270
14:25:00	1.805	0.952	5.265
14:26:00	1.804	0.952	5.266
14:27:00	1.807	0.952	5.273
14:28:00	1.803	0.952	5.263
14:29:00	1.803	0.952	5.265
14:30:00	1.808	0.952	5.273
14:31:00	1.802	0.952	5.261
14:32:00	1.807	0.952	5.272
14:33:00	1.804	0.952	5.266
14:34:00	1.805	0.952	5.267
14:35:00	1.805	0.952	5.268
14:36:00	1.802	0.952	5.260
14:37:00	1.805	0.952	5.265
14:38:00	1.804	0.952	5.267
14:39:00	1.804	0.952	5.267
14:40:00	1.804	0.952	5.263
14:41:00	1.805	0.952	5.268
14:42:00	1.804	0.952	5.263
14:43:00	1.803	0.952	5.265
14:44:00	1.803	0.952	5.260
14:45:00	1.805	0.952	5.269
14:46:00	1.803	0.952	5.264
14:47:00	1.805	0.952	5.265
14:48:00	1.803	0.952	5.263
14:49:00	1.805	0.952	5.266
14:50:00	1.804	0.952	5.265
14:51:00	1.803	0.952	5.262
14:52:00	1.805	0.952	5.265
14:53:00	1.804	0.952	5.267
14:54:00	1.801	0.952	5.258
14:55:00	1.804	0.952	5.265
14:56:00	1.807	0.952	5.273
14:57:00	1.805	0.952	5.268
14:58:00	1.801	0.952	5.257
14:59:00	1.804	0.952	5.266
15:00:00	1.804	0.952	5.265
15:01:00	1.806	0.952	5.270
15:02:00	1.803	0.952	5.262
15:03:00	1.804	0.952	5.262
15:04:00	1.804	0.952	5.265
15:05:00	1.804	0.952	5.264
15:06:00	1.806	0.952	5.271
15:07:00	1.803	0.952	5.259
15:08:00	1.801	0.952	5.256
15:09:00	1.805	0.952	5.269
15:10:00	1.801	0.952	5.258
15:11:00	1.805	0.952	5.263
15:12:00	1.802	0.952	5.259
15:13:00	1.803	0.952	5.263
15:14:00	1.805	0.952	5.267
15:15:00	1.804	0.952	5.264
15:16:00	1.803	0.952	5.263
15:17:00	1.803	0.952	5.260
15:18:00	1.807	0.952	5.272
15:19:00	1.803	0.952	5.259
15:20:00	1.802	0.952	5.259
15:21:00	1.807	0.952	5.270
15:22:00	1.807	0.952	5.271
15:23:00	1.803	0.952	5.258
15:24:00	1.804	0.952	5.262
15:25:00	1.805	0.952	5.267
15:26:00	1.804	0.952	5.266
15:27:00	1.804	0.952	5.261
15:28:00	1.805	0.952	5.268
15:29:00	1.803	0.952	5.261
15:30:00	1.806	0.952	5.268
15:31:00	1.803	0.952	5.257
15:32:00	1.805	0.952	5.270
15:33:00	1.805	0.952	5.265
15:34:00	1.804	0.952	5.265
15:35:00	1.802	0.952	5.255
15:36:00	1.805	0.952	5.268
15:37:00	1.805	0.952	5.267
15:38:00	1.805	0.952	5.267
15:39:00	1.806	0.952	5.271
15:40:00	1.804	0.952	5.266
15:41:00	1.805	0.952	5.269
15:42:00	1.807	0.953	5.274
15:43:00	1.806	0.952	5.269
15:44:00	1.801	0.952	5.259
15:45:00	1.806	0.953	5.271
15:46:00	1.805	0.952	5.268
15:47:00	1.806	0.952	5.273
15:48:00	1.805	0.952	5.269
15:49:00	1.804	0.952	5.264
15:50:00	1.804	0.952	5.267
15:51:00	1.805	0.952	5.269
15:52:00	1.801	0.951	5.253
15:53:00	1.804	0.951	5.267
15:54:00	1.803	0.951	5.263
15:55:00	1.804	0.952	5.266
15:56:00	1.803	0.952	5.262
15:57:00	1.803	0.952	5.263
15:58:00	1.804	0.952	5.267
15:59:00	1.803	0.952	5.263
16:00:00	1.808	0.952	5.277

14:01:00	1.804	0.956	5.267
14:02:00	1.804	0.956	5.266
14:03:00	1.809	0.957	5.280
14:04:00	1.803	0.956	5.263
14:05:00	1.804	0.956	5.266
14:06:00	1.804	0.956	5.267
14:07:00	1.804	0.956	5.267
14:08:00	1.805	0.956	5.269
14:09:00	1.805	0.956	5.270
14:10:00	1.804	0.956	5.265
14:11:00	1.804	0.956	5.266
14:12:00	1.805	0.956	5.269
14:13:00	1.805	0.956	5.268
14:14:00	1.802	0.956	5.261
14:15:00	1.804	0.956	5.265
14:16:00	1.803	0.956	5.262
14:17:00	1.804	0.956	5.265
14:18:00	1.803	0.956	5.263
14:19:00	1.803	0.956	5.262
14:20:00	1.804	0.956	5.266
14:21:00	1.804	0.956	5.267
14:22:00	1.803	0.956	5.263
14:23:00	1.805	0.956	5.267
14:24:00	1.805	0.956	5.270
14:25:00	1.804	0.956	5.265
14:26:00	1.804	0.956	5.266
14:27:00	1.807	0.956	5.273
14:28:00	1.803	0.956	5.263
14:29:00	1.804	0.956	5.265
14:30:00	1.807	0.956	5.273
14:31:00	1.802	0.956	5.261
14:32:00	1.806	0.956	5.272
14:33:00	1.804	0.956	5.269
14:34:00	1.804	0.956	5.267
14:35:00	1.805	0.956	5.268
14:36:00	1.802	0.956	5.260
14:37:00	1.804	0.956	5.265
14:38:00	1.804	0.956	5.267
14:39:00	1.804	0.956	5.267
14:40:00	1.803	0.956	5.263
14:41:00	1.805	0.956	5.268
14:42:00	1.803	0.956	5.263
14:43:00	1.804	0.956	5.265
14:44:00	1.802	0.956	5.260
14:45:00	1.805	0.956	5.269
14:46:00	1.803	0.956	5.264
14:47:00	1.804	0.956	5.265
14:48:00	1.803	0.956	5.263
14:49:00	1.804	0.956	5.266
14:50:00	1.804	0.956	5.265
14:51:00	1.803	0.956	5.262
14:52:00	1.804	0.956	5.265
14:53:00	1.805	0.956	5.267
14:54:00	1.801	0.956	5.258
14:55:00	1.804	0.956	5.265
14:56:00	1.807	0.956	5.273
14:57:00	1.805	0.956	5.268
14:58:00	1.801	0.956	5.257
14:59:00	1.804	0.956	5.266
15:00:00	1.804	0.956	5.265
15:01:00	1.806	0.956	5.270
15:02:00	1.803	0.956	5.262
15:03:00	1.803	0.956	5.262
15:04:00	1.804	0.956	5.265
15:05:00	1.804	0.956	5.264
15:06:00	1.806	0.956	5.271
15:07:00	1.802	0.956	5.259
15:08:00	1.801	0.956	5.256
15:09:00	1.805	0.956	5.269
15:10:00	1.801	0.956	5.258
15:11:00	1.803	0.956	5.263
15:12:00	1.802	0.956	5.259
15:13:00	1.803	0.956	5.263
15:14:00	1.805	0.956	5.267
15:15:00	1.804	0.956	5.264
15:16:00	1.803	0.956	5.263
15:17:00	1.802	0.951	5.260
15:18:00	1.806	0.946	5.272
15:19:00	1.802	0.945	5.259
15:20:00	1.801	0.946	5.259
15:21:00	1.806	0.946	5.270
15:22:00	1.806	0.946	5.271
15:23:00	1.801	0.946	5.258
15:24:00	1.803	0.946	5.262
15:25:00	1.804	0.946	5.267
15:26:00	1.804	0.946	5.266
15:27:00	1.803	0.946	5.261
15:28:00	1.805	0.946	5.268
15:29:00	1.802	0.946	5.261
15:30:00	1.805	0.946	5.268
15:31:00	1.801	0.946	5.257
15:32:00	1.805	0.946	5.270
15:33:00	1.804	0.946	5.265
15:34:00	1.804	0.946	5.265
15:35:00	1.800	0.945	5.255
15:36:00	1.804	0.946	5.268
15:37:00	1.804	0.946	5.267
15:38:00	1.804	0.946	5.267
15:39:00	1.805	0.946	5.271
15:40:00	1.803	0.946	5.266
15:41:00	1.804	0.946	5.269
15:42:00	1.806	0.946	5.274
15:43:00	1.804	0.946	5.269
15:44:00	1.801	0.946	5.259
15:45:00	1.805	0.946	5.271
15:46:00	1.804	0.946	5.268
15:47:00	1.806	0.946	5.273
15:48:00	1.804	0.946	5.269
15:49:00	1.803	0.946	5.264
15:50:00	1.803	0.946	5.267
15:51:00	1.804	0.945	5.269
15:52:00	1.799	0.945	5.253
15:53:00	1.804	0.945	5.267
15:54:00	1.802	0.945	5.263
15:55:00	1.803	0.945	5.266
15:56:00	1.802	0.945	5.262
15:57:00	1.802	0.945	5.263
15:58:00	1.804	0.945	5.267
15:59:00	1.802	0.946	5.263
16:00:00	1.807	0.946	5.277

ANEXO B – DATOS DE REFERENCIA

» Generator set data sheet

Model: C2250 D5
Frequency: 50
Fuel Type: Diesel

Spec sheet:	SS17-CPGK
Noise data sheet (Open/enclosed):	ND50-OSHHP/ND50-CSHHP
Airflow data sheet:	AF50-HHP
Derate data sheet (Open/enclosed):	DD50-OSHHP/DD50-CSHHP
Transient data sheet:	RTF

Fuel consumption	Standby				Data Center Continuous			
	kVA (kW)				kVA (kW)			
Ratings	2250 (1800)				2000 (1600)			
Load	1/4	1/2	3/4	Full	1/4	1/2	3/4	Full
gph	30.3	60.4	72.0	96.0	25.1	44.0	64.0	86.6
L/hr	137.70	229.40	327.80	437.00	114.00	200.00	291.00	394.00

Engine	Standby rating	Data Center Continuous
Engine manufacturer	Cummins	
Engine model	QSK60-G4	
Configuration	Cast Iron, 60° V16 Cylinder	
Aspiration	Turbo Charged and Low Temperature After-Cooled	
Gross engine power output, kWm	1915	1730
BMEP at set rated load, kPa	2544	2296
Bore, mm	159	
Stroke, mm	190	
Rated speed, rpm	1500	
Piston speed, m/s	9.5	
Compression ratio	14.5:1	
Lube oil capacity, L	Stby - 280 Prime - 397	
Overspeed limit, rpm	1850 ±50	
Regenerative power, kW	146	
Governor type	Electronic	
Starting voltage	24V Volts DC	

Fuel flow	
Maximum fuel flow, L/hr	1893
Maximum fuel Inlet restriction, mm Hg	120
Maximum fuel Inlet temperature (°C)	70

Air	Standby rating	Data Center Continuous
Combustion air, m ³ /min	144.00	138.00
Maximum air cleaner restriction, kPa	6.2	

Exhaust		
Exhaust gas flow at set rated load, m ³ /min	338	311
Exhaust gas temperature, °C	450	430
Maximum exhaust back pressure, kPa	6.7	

Standard set-mounted radiator cooling		
Ambient design, °C	40	
Fan load, KW _e	33	
Coolant capacity (with radiator), L	454	
Cooling system air flow, m ³ /sec @ 12.7mmH ₂ O	26.4	
Total heat rejection, BTU/min	54030	48080
Maximum cooling air flow static restriction mmH ₂ O	0.12	

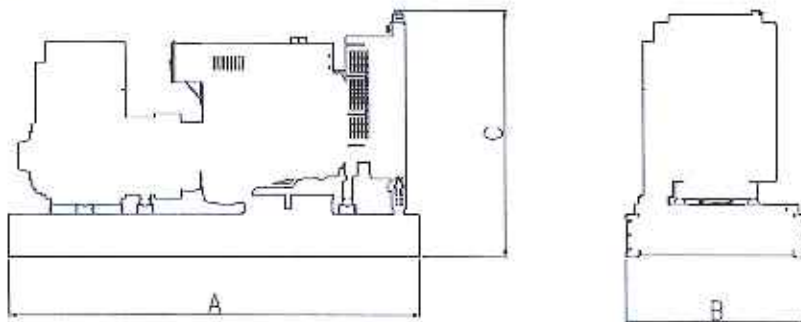
Weights ^A	Open	Enclosed
Unit dry weight kgs	14863	N/A
Unit wet weight kgs	15510	N/A

^A Weights represent a set with standard features. See outline drawing for weights of other configurations

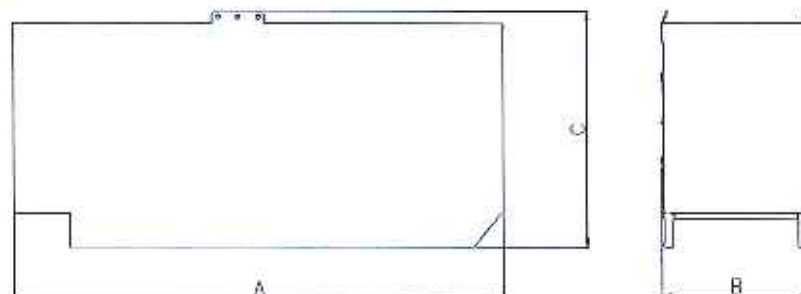
Dimensions	Length	Width	Height
Standard open set dimensions	6175.1	2286	2537.2
Enclosed set standard dimensions	N/A	N/A	N/A

Genset outline

Open set



Enclosed set



Outlines are for illustrative purposes only. Please refer to the genset outline drawing for an exact representation of this model.

Alternator data

Connection ¹	Temp rise °C	Duty ²	Alternator	Voltage
Wye, 3 Phase	150/125C	S/P	LVP7G	400-440V
Wye, 3 Phase	105C	P	HVSI804R1	480V

Ratings definitions

Emergency Standby Power (ESP)	Limited-Time running Power (LTP):	Prime Power (PRP)	Data Center Continuous Power (COP)
Applicable for supplying power to varying electrical load for the duration of power interruption of a reliable utility source. Emergency Standby Power (ESP) is in accordance with ISO 8528. Fuel Stop power in accordance with ISO 3046, AS 2789, DIN 6271 and BS 5514.	Applicable for supplying power to a constant electrical load for limited hours. Limited Time Running Power (LTP) is in accordance with ISO 8528.	Applicable for supplying power to varying electrical load for unlimited hours. Prime Power (PRP) is in accordance with ISO 8528. Ten percent overload capability is available in accordance with ISO 3046, AS 2789, DIN 6271 and BS 5514.	Applicable for supplying back-up power for data center applications evaluated at specific site conditions. This rating is based on load profiles and performance requirements consistent with the data center industry. This rating is site specific and changes in application type or location would require further consideration.

Formulas for calculating full load currents:

Three phase output

$$\frac{\text{kW} \times 1000}{\text{Voltage} \times 1.73 \times 0.8}$$

Single phase output

$$\frac{\text{kW} \times \text{Single Phase Factor} \times 1000}{\text{Voltage}}$$

See your distributor for more information.

Cummins Power Generation
 Mansion Park, Columbus Avenue
 Manston, Ramsgate
 Kent CT12 5BF, UK
 Telephone: +44 (0) 1843 255000
 Fax: +44 (0) 1843 255902
 E-Mail: cpg.uk@cummins.com
 Web: www.cumminspower.com

1.1.3 Información acústica

1.1.3.1 Información acústica (1500 rpm)

TABLE 1. DATOS ACÚSTICOS (1500 RPM)

Modelo	C1760 D5	C2000 D5	C2000 D5e	C2200 D5e	C2250 D5	C2500 D5A
Motor	QSK60GS3	QSK60G3	QSK60GS3	QSK60GS3	QSK60G4	QSK60G8
Datos acústicos del grupo cerrado – LWA*	NO DISPONIBLE	NO DISPONIBLE	NO DISPONIBLE	NO DISPONIBLE	NO DISPONIBLE	NO DISPONIBLE
Datos acústicos del grupo abierto – dB(A) a 1m ³ – SPL (o grupo cerrado con las puertas abiertas)	103,7	103,7	103,7	103,7	103,7	103,7

1. Las cifras con las puertas cerradas se miden a partir de niveles de potencia sonora garantizados por 2000/14/EC
 2. En base a una carga del 75%
 3. En base a una carga del 110%
 De acuerdo con la política de Cummins Power Generation de mejora continua, estas cifras están sujetas a cambios. Para ver las cifras del espectro sonoro, consultar también con un distribuidor autorizado.
 *(En base al uso de una cubierta estándar de Cummins y el funcionamiento con las puertas cerradas de un grupo de 50 Hz) ^{1, 2}

1.1.3.2 Información acústica (1800 rpm)

TABLE 2. DATOS ACÚSTICOS (1800 RPM)

Modelo	C2000 D6	C2250 D6A
Motor	QSK60G6	QSK60G9
Datos acústicos del grupo cerrado – LWA (En base al uso de la cubierta estándar de Cummins y el funcionamiento con las puertas cerradas de un grupo de 60 Hz) ^{1, 2}	NO DISPONIBLE	NO DISPONIBLE
Datos acústicos del grupo abierto – dB(A) a 1m ³ – SPL (o grupo cerrado con las puertas abiertas)	105,7	105,7

1. Las cifras con las puertas cerradas se miden a partir de niveles de potencia sonora garantizados por 2000/14/EC
 2. En base a una carga del 75%
 3. En base a una carga del 110%
 Para ver las cifras del espectro sonoro, consultar también con un distribuidor autorizado.
 De acuerdo con la política de Cummins Power Generation de mejora continua, estas cifras están sujetas a cambios.

1.1.4 Consumo de combustible del motor (L/hr)

Modelo	C1760 D5e	C2000 D5	C2000 D5e	C2200 D5e	C2250 D5	C2500 D5A
Motor	QSK60GS3	QSK60G3	QSK60GS3	QSK60GS3	QSK60G4	QSK60G8

Datos de rendimiento del motor a 50 Hz ¹	A determinar	393	A determinar	A determinar	437	500
<p>1. Reserva/Carga Total Consultar las hojas de datos para otras aplicaciones. De acuerdo con la política de CPGK de mejora continua, estas cifras están sujetas a cambio.</p>						
Modelo	C2000 D6		C2250 D6A			
Motor	QSK60G6		QSK60G9			
Datos de rendimiento del motor a 60 Hz ¹	518		569			
<p>1. Reserva/Carga Total Consultar las hojas de datos para otras aplicaciones. De acuerdo con la política de CPGK de mejora continua, estas cifras están sujetas a cambio.</p>						

ANEXO C – CURVAS DE CORRECCIÓN



Cummins Inc.
Columbus, Indiana 47201
Engine Data Sheet

Basic Engine Model:
QSK60-G4
Engine Critical Parts List:
CPL: 2888

Curve Number:
FR-6345
Date:
6Feb03

G-DRIVE
QSK
1

Displacement : 60.2 litre (3673 in ³)	Bore : 159 mm (6.25 in.) Stroke : 190 mm (7.48 in.)
No. of Cylinders : 16	Aspiration : Turbocharged and Low Temperature Aftercooled (2 Pump / 2 Loop)
Emissions: Refer to Emission Data Sheet for Details.	

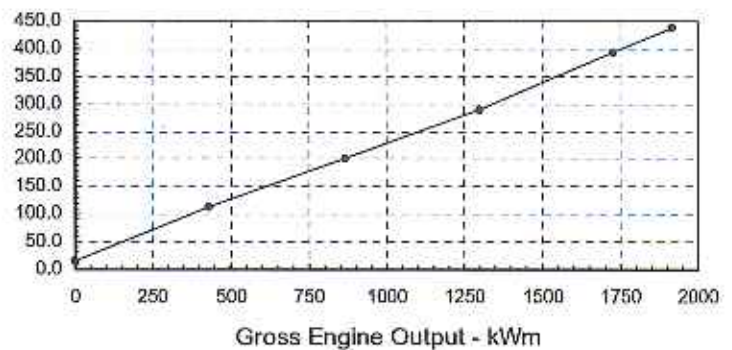
Engine Ratings:

Engine Speed RPM	Standby Power		Prime Power		Continuous Power	
	kWm	BHP	kWm	BHP	kWm	BHP
1500	1915	2567	1730	2319	1415	1897

Engine Fuel Consumption @ 1500 RPM

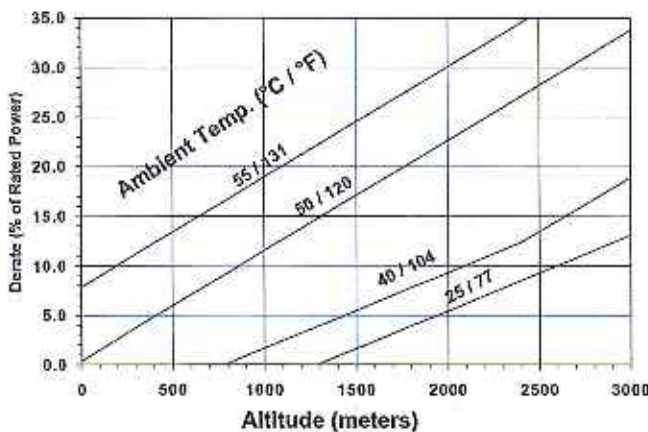
OUTPUT POWER			FUEL CONSUMPTION			
%	kWm	BHP	kg/ kWm-h	lb/ BHP-h	litre/ hour	U.S. Gal/ hour
STANDBY POWER						
100	1915	2567	0.194	0.319	437	115.3
PRIME POWER						
100	1730	2319	0.193	0.318	394	103.9
75	1298	1739	0.191	0.314	291	76.9
50	865	1160	0.196	0.323	200	52.7
25	433	580	0.224	0.369	114	30.1
CONTINUOUS POWER						
100	1415	1897	0.192	0.316	320	84.4

Litres / hour

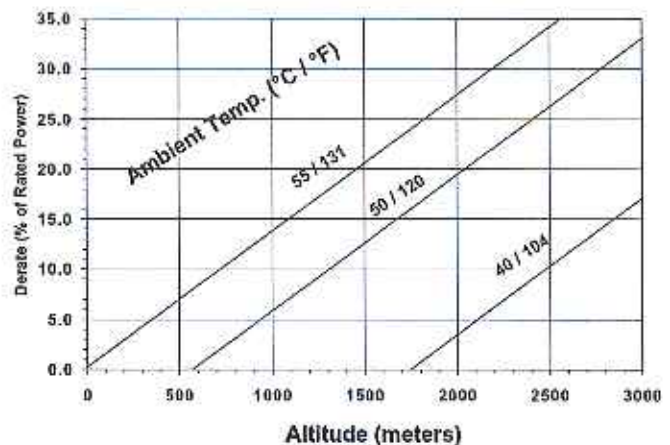


Power Derate Curves:

Standby / Prime Power



Continuous Power



Operation At Elevated Temperature And Altitude:

For sustained operation above these conditions, derate by an additional 4.1% per 300 m (1000 ft), and 16% per 10° C (18° F).

CONVERSIONS:(litres = U.S. Gal x 3.785) (U.S. Gal = litres x 0.2642)

Data Subject to Change Without Notice

These guidelines have been formulated to ensure proper application of generator drive engines in A.C. generator set installation. **STANDBY POWER RATING:** Applicable for supplying emergency power for the duration of the utility power outage. No overload capability is available for this rating. Under no condition is an engine allowed to operate in parallel with the public utility at the Standby Power rating. This rating should be applied where reliable utility power is available. A Standby rated engine should be sized for a maximum of an 80% average load factor and 200 hours of operation per year. This includes less than 25 hours per year at the Standby Power rating. Standby ratings should never be applied except in true emergency power outages. Negotiated power outages contracted with a utility company are not considered an emergency. **PRIME POWER RATING:** Applicable for supplying electric power in lieu of commercially purchased power. Prime Power applications must be in the form of one of the following two categories: **UNLIMITED TIME RUNNING PRIME POWER:** Prime Power is available for an unlimited number of hours per year in a variable load application. Variable load should not exceed a 70% average of the Prime Power rating during any operating periods of 200 hours. The total operating time at 100% Prime Power shall not exceed 500 hours per year. A 10% overload capability is available for a period of 1 hour within a 10-hour period of operation. Total operating time at the 125% overload power shall not exceed 25 hours per year. **LIMITED TIME RUNNING PRIME POWER:** Limited Time Prime Power is available for a limited number of hours in a non-variable load application. It is intended for use in situations where power outages are contracted, such as in utility power outages. Engines may be operated in parallel in the public utility up to 750 hours per year at power levels never to exceed the Prime Power rating. The customer should be aware, however, that the life of any engine will be reduced by this repeated high load operation. Any operation exceeding 750 hours per year at the Prime Power rating should use the Continuous Power rating. **CONTINUOUS POWER RATING:** Applicable for supplying utility power at a constant 100% load for an unlimited number of hours per year. No overload capability is available for this rating.

Reference AEB 10.47 for determining Electrical Output.
Data shown above represent gross engine performance capabilities obtained and corrected in accordance with ISO-9046 conditions of 100 kPa (29.53 in Hg) barometric pressure (110 m (361 ft) altitude), 25 °C (77 °F) air inlet temperature, and relative humidity of 30% with No. 2 diesel or a fuel corresponding to ASTM D2.
Derates shown are based on 15 in H₂O air intake restriction and 2 in Hg exhaust back pressure.
The fuel consumption data is based on No. 2 diesel fuel weight at 0.85 kg/litre (7.1 lb/US gal). Power output curves are based on the engine operating with fuel system, water pump and lubricating oil pump; not included are battery charging alternator, fan, optional equipment and driven components.
Data Status: Limited Production
Data Tolerance: ± 5%
Chief Engineer:
D.K. J...
www.fdkenergy.com

A Model for Estimation of De-rating in Diesel Engines used for Power Generation

U. G. Kithsiri^{1,2,3}, N. S. Senanayake^{1*}, Ruchira Abeyweera^{1,3}, Jeevan Jayasuriya³

¹The Open University of Sri Lanka, Nawala, Nugegoda, Sri Lanka

²University of Gävle, Gävle, Sweden

³KTH – Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden

Abstract In tropical countries the charge air conditions of power generating Diesel engines deviate noticeably from the standard ISO conditions. This results in a significant drop in engine performance. One of the reasons for dropping the engine performance is the engine de-rating, which leads to an increase in the specific fuel consumption. This paper presents a study carried out to develop a model for predicting whether the prevailing site conditions cause de-rating. The model was developed with the use of recorded information in previous studies and was validated with site conditions relevant to a selected Diesel power plant in Sri Lanka. With the use of the model, it is possible to predict how close the operating temperature and relative humidity to the de-rating condition are. When applied to the selected power plant, the model predicted that the power loss due to de-rating of 8.924 MW Diesel power plant is 139kW under the operating condition of 27.8°C ambient temperature and 70.4 % relative humidity. Adjusting the temperature and humidity according to ISO conditions, it is possible to reduce the de-rating and generate the rated power and improve the specific fuel consumption as a result.

Keywords Diesel engine, Engine de-rating, Diesel power plant

1. Introduction

Power generators are typically designed to run most efficiently at or near sea level under standard conditions of temperature and pressure. Any fluctuation from these conditions affects the performance of generators, hence causing a decrease in power output. The reduction of power output is called as de-rating of the engine to match the ambient air conditions [1]. Ambient conditions are extremely crucial for proper combustion and functioning of a generator. The altitude at which the generator is operated the relative humidity and the temperature of air affect the mass of oxygen that goes into the engine, hence affecting the combustion process, finally resulting in deviations in the power output. Therefore, de-rating has to be done to ensure optimum efficiency by restricting the power output hence saving in fuels [1, 2]. Otherwise specific fuel consumption increases because of low power output of the generator.

This emphasises the importance that engine rating need to be checked for operation under standard conditions of ambient temperature and humidity. If conditions at site differ from the prescribed standard condition with respect to any of these factors the engine will not be able to carry its

full load as previously determined. Then it is needed to calculate the de-rating allowance. De-rating owing to high ambient temperature is obvious as warm air has less density than the cold air. High ambient temperature therefore contains low weight of oxygen which is required for the combustion in the engine cylinder [1]. According to British practice the ambient temperatures below 85F (29.5°C) would not be considered as de-rating condition. But the corresponding figure for American standards is usually 90F (32°C) [2]. Usually for higher temperatures a de-rating percentage of between 2% and 3% must be allowed for every 10F increase from the datum.

The humidity of atmosphere is a measure of the percentage of water vapour which is held in suspension in the air. Since water vapour occupies a certain space, an equal volume of air is displaced. Water vapour is of no use for combustion process as it lessens the amount of oxygen [2]. Hence a de-rating percentage must be allowed to compensate for the oxygen lost in the displaced air.

The reason for de-rating being necessary for high altitude operation is similar to that for high ambient temperature. This means the air is less dense, and therefore less oxygen is available in the engine cylinder to support combustion. The British standard requires 500 feet above sea level to start de-rating while the American ratings are usually more generous in this respect. The Diesel Engine Manufacturers Association (DEMA) standard recommends that de-rating needs to be started at 1500 feet above sea level. Above the

* Corresponding author:

nssen2010@gmail.com (N. S. Senanayake)

Published online at <http://journal.sapub.org/ijee>

Copyright © 2016 Scientific & Academic Publishing. All Rights Reserved

datum line de-rating is then at the rate of approximately 3.5% per 1000 feet for normally aspirated engines and approximately 2.5% per 1000 feet for turbocharged engines [3]. Below Table 1 gives percentages of de-rating at different values of temperatures and relative humidity [4].

The ISO standard gives the Standard Reference conditions for Diesel engines as given below [5].

ISO 3046-1: 2002; ISO 15550: 2002

Air temperature: 25°C

Air pressure: 100kPa

Relative humidity: 30%

Cooling water temperature before charge air cooler: 25°C

The operating parameters of engine and its auxiliary system cannot be altered from its optimum ranges because it is of no value for the operation and maintenance of a Diesel power plant [6]. Also, the deviations of site

conditions from the standard conditions of a Diesel power plant are unavoidable. Therefore, corrective measures need to be implemented to bring the temperature, the pressure and the relative humidity as much as closer to the standard conditions to ensure the avoidance of de-rating. For this purpose often absorption chillers operated by waste heat recovery from the plant are used [7-9]. In order to do this it is first necessary to determine whether the prevailing site conditions, specifically the combined effect from temperature, relative humidity and the altitude, are falling within the de-rating situation. Therefore, the objective of this study was to develop a model to determine whether the operating conditions of a diesel engine is in the de-rating region and to predict the amount of de-rating, which allows the operators to corrective measures.

Table 1. Percentage of De-rating Vs Percentage Humidity and Atmospheric Temperature [4]

Atmospheric Temperature (F)	Percentage Humidity (%)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
85						0.5	1.0	1.5	2.0	2.4
90					0.4	1.0	1.6	2.2	2.7	3.3
95				0.2	0.9	1.6	2.2	2.9	3.6	4.2
100				0.7	1.5	2.2	3.0	3.8	4.6	5.3
105			0.3	1.2	2.1	3.0	3.9	4.8	5.7	6.6
110			0.7	1.8	2.8	3.8	4.9	5.9	6.9	8.0
115			1.2	2.4	3.6	4.8	6.0	7.2	8.4	9.6
120		0.4	1.7	3.1	4.5	5.9	7.3	8.6	10.0	11.4
125		0.8	2.3	3.9	5.5	7.1	8.7	10.2	11.8	13.4

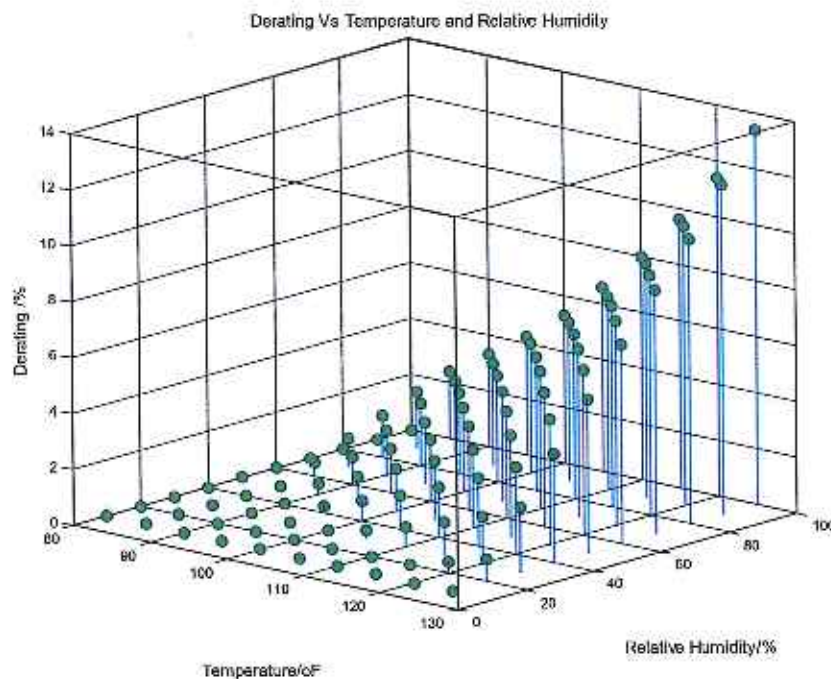


Figure 1. De-rating Vs. Temperature & Relative Humidity

2. Methodology

The present study was carried out to develop a model for engine de-rating with reference to the standard ISO conditions. Recorded information in previous studies pertaining to the operating parameters of Diesel engine power plant was used to relate the de-rating conditions to temperature and relative humidity. The effect of altitude was not considered as variable as this varies rarely. Then the model was validated with site conditions relevant to a selected power plant in Sri Lanka.

3. Model for De-rating

The Diesel power s in Sri Lanka are well below the 500 feet sea level and so altitude de-rating allowance is not applicable. Table 1 gives the recommended percentages of de-rating depending upon the prevailing humidity and temperature. Figure.1 gives the graphical representation of de-rating with humidity and temperature values in Table 1.

The data presented in Table 1 can be expressed in the form third order regression equations as described below. For instance, at temperature 85F the percentage de-rating (Y) vs. percentage humidity (X) is denoted by the equation following equation.

$$Y = -4.6296 \times 10^{-6} X^3 + 0.00095238 X^2 - 0.013823X - 1.1079 \dots \dots \dots (T85)$$

Regression analysis for this relation is:

$$S = 0.0140859, R^2 = 100.0\%, \quad R^2(\text{adj}) = 100.0\%, \\ p = 0.000$$

Generally coefficient of determination (R^2) should be high ($R^2 \geq 80\%$). As R^2 for the above T85 equation is 100.0%, we can conclude that the fitted model explains 100% of the observed variability. The p value (significant) should be less than 0.05 for an acceptable relationship. Since the p value is 0.000, the fitted model (T85 equation) is proved to be acceptable for forecasting with 95% significant level as well.

Similar expressions for percentage de-rating (Y) were obtained for other temperatures: 90F, 95F, 100F, 105F, 110F, 115F, 120F, and 125F.

The critical value of the relative humidity (the relative humidity which gives zero percentage de-rating) at a particular ambient temperature is the point where the de-rating becomes zero. By equating the value of Y to zero, the values for X (% Relative humidity values) were then determined by solving 3rd order polynomials as below.

For T = 85F;

$$0 = -4.6296 \times 10^{-6} X^3 + 0.00095238 X^2 - 0.013823X - 1.1079 \quad (\text{at T85})$$

Possible solutions are:

$$X1 = 178.9987, \quad X2 = -26.3024, \quad X3 = 50.1103$$

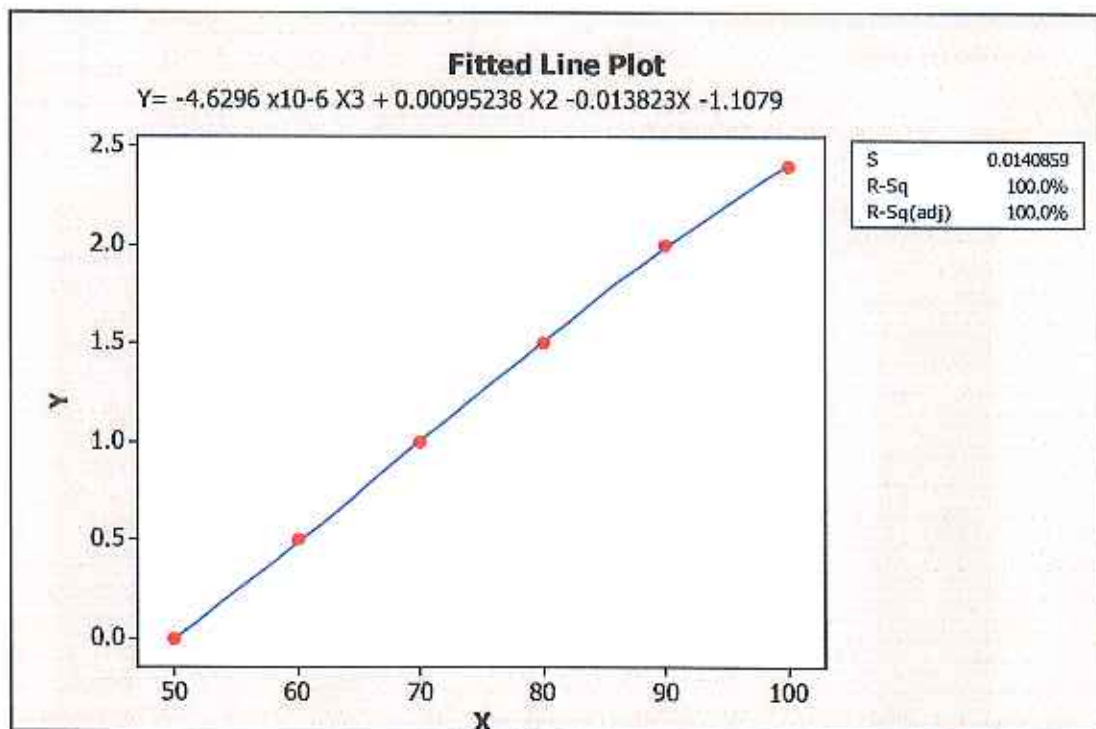


Figure 2. Fitted line Plot for T85

These X values give the percentage of relative humidity at which the de-rating becomes zero at the given temperature. By having the solution of T85, 3rd order polynomial equation it is obvious when ambient temperature is at 85F, zero percentage de-rating could be obtained when percentage of relative humidity is 50.1103% or less. The other solutions are not practically possible and can be eliminated. Similar values for X are obtained at various temperatures as follows:

$$0 = -5.5556 \times 10^{-6} X^3 + 0.0012262 X^2 - 0.03004X - 0.42381 \quad (T90)$$

Solutions are:

$$X1 = 190.1719, \quad X2 = -9.9151, \quad X3 = 40.4574$$

$$0 = -8.5859 \times 10^{-6} X^3 + 0.0018409 X^2 - 0.0594X - 1.1079 \quad (T95)$$

Solutions are:

$$X1 = 176.2779, \quad X2 = 6.3941, \quad X3 = 31.7377$$

$$0 = -2.2727 \times 10^{-6} X^3 + 0.00047294 X^2 - 0.045974X - 1.7405 \quad (T100)$$

Solutions are:

$$X1 = 272.0964, \quad X2 = -93.9563, \quad X3 = 29.9560$$

$$0 = -7.0707 \times 10^{-6} X^3 + 0.0014545 X^2 - 0.0038384X - 0.53333 \quad (T105)$$

Solutions are:

$$X1 = 201.1449, \quad X2 = -17.2171, \quad X3 = 21.7803$$

$$0 = -3.0303 \times 10^{-6} X^3 + 0.00063961 X^2 - 0.06105X - 1.5071 \quad (T110)$$

Solutions are:

$$X1 = 27.2639, \quad X2 = -86.8467, \quad X3 = 20.6543$$

$$0 = -5.0564 \times 10^{-21} X^3 + 1.3582 \times 10^{-18} X^2 - 0.12X - 2.4 \quad (T115)$$

Solutions are:

$$X1 = 48715809, \quad X2 = -4871580693, \quad X3 = 19.9978$$

$$0 = -8.5664 \times 10^{-6} X^3 + 0.0016445 X^2 - 0.041696X - 0.74333 \quad (T120)$$

Solutions are:

$$X1 = 212.9173, \quad X2 = -33.2159, \quad X3 = 12.2695$$

$$0 = -6.9347 \times 10^{-6} X^3 + 0.0013298 X^2 - 0.080204X - 1.0633 \quad (T125)$$

Solutions are:

$$X1 = 237.7024, \quad X2 = -57.2161, \quad X3 = 11.2740$$

The relative humidity values more than 100% and those with minus values were rejected since those are impossible. Zero de-rating relative humidity at different temperatures was summarized in Table 2.

Table 2. Zero percentage de-rating Relative Humidity and Temperature

No.	Possible Relative Humidity (%)	Temperature (F)
T85	50.1103	85
T90	40.4574	90
T95	31.7377	95
T100	29.9560	100
T105	21.7803	105
T110	20.6543	110
T115	19.9978	115
T120	12.2695	120
T125	11.2740	125

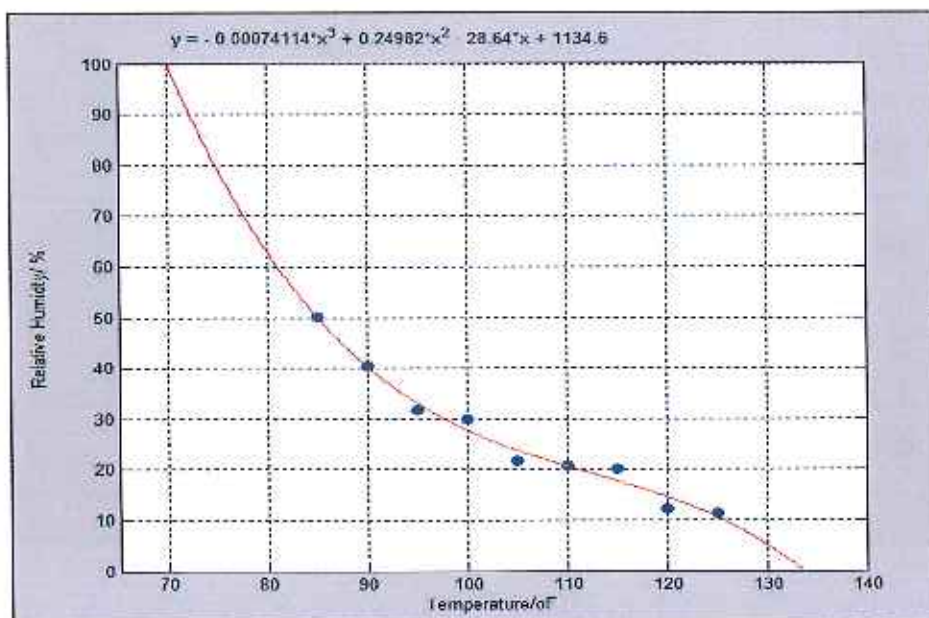


Figure 3. Relative Humidity vs. Temperature

The regression equation fitting to above data points are shown in Figure 3. Y and X axes represent the temperature and percentage of relative humidity respectively.

$$Y = 1134.6 - 28.64X + 0.24982 X^2 - 0.000741 X^3 \dots\dots\dots(A)$$

$$s = 2.07746 \quad R^2 = 98.4\% \quad R^2(\text{adj}) = 97.4\%, p = 0.000$$

As R^2 is 98.4% it can be concluded that the fitted model explains 98.4 % of the observed variability. The statistic R^2 indicates the percentage of variability of the dependent variable. The P value (significant) should be less than 0.05 for a better model. Since the p value is 0.000 in the fitted model (equation A) can be used for predicting relative humidity values or the temperature at which de-rating is zero. Figure 3 shows when the ambient air condition is hot and wet the engine de-rates while the dry cool ambient condition will not de-rate the diesel engine.

From Figure 3, it is obvious when the temperature is 70F the relative humidity percentage is very close to 100%. This means when the temperature goes further down from 70F there will not be a real value for the relative humidity at which de-rating becomes zero. Therefore, this implies that engine would not de-rate (de-rating percentage is zero) temperatures below 70F.

This situation, i.e. de-rating at 70F can be expressed by a 3rd order polynomial of de-rating (Y) vs. RH (X) as follows.

$$Y = 0 X^3 + 0 X^2 - 0X - 0 \quad (T70)$$

4. De-rating Percentage Calculation

4.1. De-rating Due to Humidity

By introducing a 3rd order polynomial as above it is possible to calculate the de-rating percentage for a given sites condition by the use other known relationships between relative humidity and temperatures as illustrated below for the temperatures selected.

$$Y = 0x^3 + 0 X^2 - 0X - 0 \dots\dots\dots(T70)$$

$$Y = -4.6296 \times 10^{-6}x^3 + 0.00095238 X^2 - 0.013823X - 1.1079 \dots\dots\dots(T85)$$

$$Y = -5.5556 \times 10^{-6}x^3 + 0.0012262 X^2 - 0.03004X - 0.42381 \dots\dots\dots(T90)$$

$$Y = -8.5859 \times 10^{-6}x^3 + 0.0018409 X^2 - 0.0594X - 1.1079 \dots\dots\dots(T95)$$

$$Y = -2.2727 \times 10^{-6}x^3 + 0.00047294 X^2 - 0.045974X - 1.7405 \dots(T100)$$

$$Y = -7.0707 \times 10^{-6}x^3 + 0.0014545 X^2 - 0.0038384X - 0.53333 \dots\dots\dots(T105)$$

$$Y = -3.0303 \times 10^{-6}x^3 + 0.00063961 X^2 - 0.06105X - 1.5071 \dots\dots\dots(T110)$$

$$Y = -5.0564 \times 10^{-21}x^3 + 1.3582 \times 10^{-18}X^2 - 0.12X - 2.4 \dots\dots\dots(T115)$$

$$Y = -8.5664 \times 10^{-6}x^3 + 0.0016445X^2 - 0.041696X - 0.74333 \dots\dots\dots(T120)$$

$$Y = -6.9347 \times 10^{-6}x^3 + 0.0013298 X^2 - 0.080204X - 1.0633 \dots\dots\dots(T125)$$

In To find out percentage de-rating at any other temperature, mathematical iteration method can be used and determine the corresponding constants of the 3rd order polynomial.

4.2. De-rating Due to Ambient Temperature

Below equation was used to calculate de-rating with temperature.

$$Y = 0.2 T - 17$$

Where,

Y - De-rating Percentage due to ambient temperature variations

T - Temperature in F

Total De-rating = De-rating due to relative humidity + De-rating due to ambient temperature.

4.3. Model Testing with Actual Data

The developed model was applied to an operational data available in the *Uthuru Janani* Power Station (UIPS), Sri Lanka which was selected for the study. This heavy fuel operated power plant was installed in 2013, having three units of 8.924 MW each [10].

4.4. De-rating Due to Relative Humidity Effect

Figure 4 shows plotted points of ambient temperature vs. relative humidity for the operational data available in the plant, on the graphical model of relative humidity vs temperature. The red color shows the actual operating points and from that it is obvious when temperature and relative humidity is closer to the ISO standard values it gets closer to the curve which separates de-rating and Non de-rating area (given function) due to the humidity effect. This means it moves towards the non-de-rating area from de-rating area.

4.5. Amount of De-rating

The rated engine full load is 8.924MW [10] and according to the calculations it shows below mentioned amount of de-rating percentage. The calculation method is given below. Actual number of kWh de-rated can be calculated from the percentage of de-rating. Sample calculation for the de-rating was done from a selected set of data as given below.

Temperature = 27.8°C = 82F

Relative humidity = 70.4%

It is needed to iterate and derive the equation of de-rating percentage vs. relative humidity at (27.8°C) 82F constant temperature. The equations, T85 and T70 were used for calculations as the value 82.0F lies in between these two temperatures for which the relationships have been established.

$$Y = 0X^3 + 0 X^2 - 0X - 0 \dots\dots\dots(T170)$$

$$Y = -4.6296 \times 10^{-6} X^3 + 0.00095238 X^2 - 0.013823X - 1.1079 \dots\dots\dots (T85)$$

$$Y = aX^3 + bX^2 - cX - d \dots\dots\dots (T82)$$

Where Y = de-rating percentage, X = Relative humidity
 The factors, a, b, c, and d constants of above 3rd order polynomial that were calculated by interpolation and the values are shown below.

$$a = -3.7037 \times 10^{-6} \quad b = 0.00076190, \quad c = -0.011058$$

By applying the above values the corresponding equation can be written as follows.

$$Y = -3.7037 \times 10^{-6} X^3 + 0.000761908 X^2 - 0.011058X - 0.8863 \dots\dots\dots (T82)$$

By using the above T82 the de-rating percentage at 82F and 70.4% relative humidity was calculated as below.

$$Y = -3.7037 \times 10^{-6} (70.4^3) + 0.00076190 (70.4^2) - 0.011058 (70.4) - 0.8863$$

$$Y = -1.6877 + 3.7761 - 0.7785 - 0.8863$$

$$Y = 0.8190\%$$

Accordingly a, b, c, d constants of the 3rd order polynomial for the selected data were calculated and average de-rating percentage was obtained as 1.0256% for the considered period. Average de-rating due to the ambient temperature effect was obtained as 0.5283%. The resultant de-rating was taken combining these two scenarios as mentioned below.

De-rating due to the ambient temperature effect = 0.5283 %

De-rating due to the relative humidity effect = 1.0256%

Total de-rating = 0.5283 % + 1.0256% = 1.5539 %

According to the engines at UJPS the maximum load at ISO standard conditions = 8.924 MW

De-rating percentage = 1.5539 %

At site the calculated maximum load = 8.924 (100-1.5539)/100 = 8.785 MW

So the engine capacity increment gain = 8.924 - 8.785 = 0.139MW

De-rated power per engine = 139 kW

All three engines De-rated power = 139 x 3 = 417 kW

Engine de-rated power in the plant was found as 417 kW compared to ISO standard condition. This de-rated amount could be avoided by bringing operation environment into ISO conditions or changing relative humidity at a selected temperature.

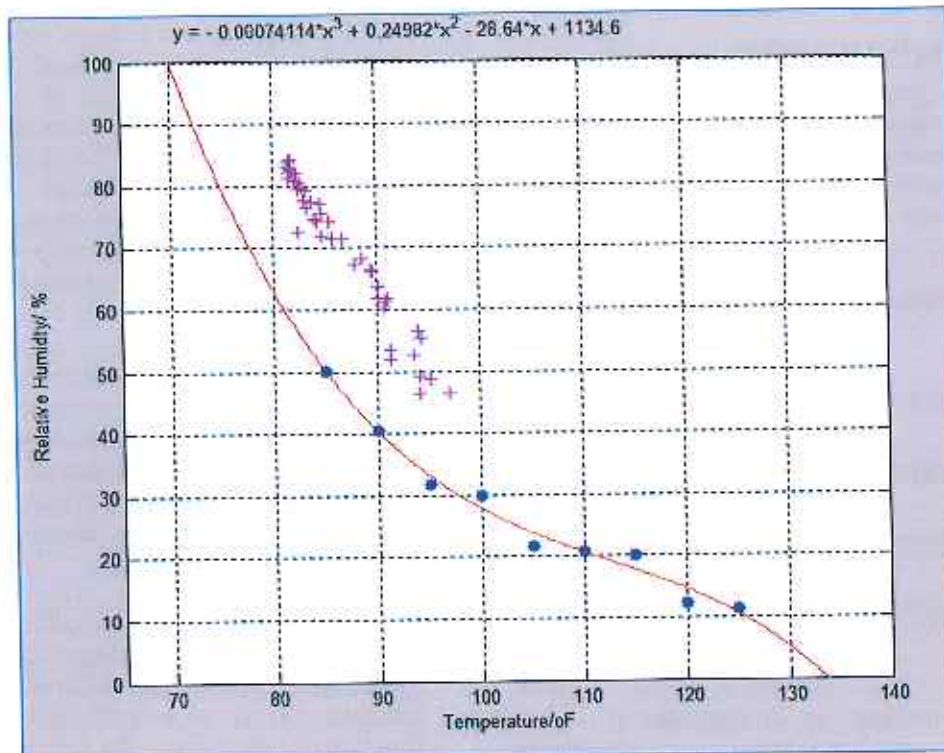


Figure 4. Scatter plot of measured temperature and RH points

5. Conclusions

The overall objective of this study was to evaluate possible performance improvement by avoiding the engine de-rating in diesel power plant. In this study a model was developed using past data in order to predict on how close is the de-rating condition under the operating temperature and relative humidity. Also the model can be used to determine the amount of de-rated power as a result of deviating from the ISO standard conditions of operation.

According to the prevailing scenario the engine de-rating was studied in *Uthuru Janani* Power Station (UJPS). In the study it was clearly shown that engine de-rating is an issue with significant loss of power. The power loss was estimated as 139kW from an engine unit of 8.924MW capacity. As power plant runs three units in the same power rating the total loss amounts to 417kW. Diesel engines in tropical countries like Sri Lanka always operate under the conditions much deviated from ISO defined conditions. This is because the average relative humidity of the Sri Lanka is around 80% and temperature at day time is always around 30°C which is above the ISO standard conditions, hence engines are always de-rated. The model developed in this study could be used to find out de-rated percentage under this scenario, and accordingly take appropriate measures to avoid such conditions.

It is always possible to avoid de-rating by cooling the inlet air, modifying the relative humidity and improving charge air cooling to be close to the ISO conditions. For this purpose absorption chiller could be installed that is operated by the waste heat recovery from the plant. Potential of waste heat available at *Uthuru Janani* Power Station (UJPS) was identified as 4.2MW of thermal energy.

REFERENCES

- [1] Hindren A. Saber, Ramzi R. Ibraheem Al-Barwari, Ziyad J. Talabany (2013). Effect of Ambient Air Temperature on Specific Fuel Consumption of Naturally Aspirated Diesel Engine, *Journal of Science and Engineering*, Vol. 1(1), 1-7.
- [2] Klaus Mollenhauer (Ed.), Helmut Tschoeke (Ed.) (2010). *Diesel engine engineering hand book*, Springer, ISBN-10: 3540890823.
- [3] Sharma, P. C. (2013). *Power plant engineering, Result of super charging, Advantage of total energy systems*, Page 379
- [4] McCrone A. K. L., *Diesel Plant Operator's Hand Book*, Pitman, ISBN-10: 0273409603.
- [5] ISO 3046-1: 2002; ISO 15550: 2002 standard, available at: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:3046:-1:ed-5:v1:en>, Accessed on June 1, 2016.
- [6] G. D. Rai, *An Introduction to power plant Technology*, 3rd edition, Delhi Khanna publishers, 1997.
- [7] Terry J. Hendriks, Valerie H. Johnson, Mathew K. Keyser (2000). *Heat-Generated Cooling opportunities*, National Renewable Energy Laboratory, Colorado, and Available at: http://www.nrel.gov/transportation/pdfs/heat_cooling.pdf, Accessed on May 3, 2016.
- [8] Talbi, M. and Agnew, B. (2002). Energy recovery from diesel Engine exhaust gases for performance enhancement and air conditioning, *Applied Thermal Engineering*, Vol. 22, Issue 6, 693 – 702.
- [9] Yadav, R. J and Verma, R.S. (2006). Effective utilisation of waste heat from diesel genset to run air conditioning plant, *Advances in Energy Research*, pp 371-376, (AER 2006).
- [10] Engine manual, W32-V20 engine, Watscka Corporation.

ANEXO D – ACTA DE PRUEBA

gp

TRACTEBEL ENGINEERING S.A.
 Cerro Colorado 5240, Of. 1601, Ed. Torre del Parque II,
 Las Condes, Zip Code 7560995 - Santiago - CHILE
 tel. +56 2 2715 8000 - fax +56 2 2715 8001
 engineering-cl@tractebel.engie.com
 tractebel-engie.com

ACTA DE PRUEBA

Código P012330

RESTRINGIDO

Asunto: Pruebas de potencia máxima en unidad(es) generadora(s)
Lugar: Central Quellón II, Chiloé
Fecha: 06/02/18

Nave N°	2, Bloque 1: unidades 01, 02, 03 y 05.
Unidad N°	3 y 5 (representativas)
Equipo de generación	Cummins C2250 D5
Generador eléctrico	Stamford

Evento	Hora [HH:MM]
Inicio de las actividades	09:00 / fin: 23:30h
Arranque de la Unidad	12:30
Unidad en potencia máxima	15:00
Inicio de la estabilización	15:30
Inicio de la prueba	16:00
Hora de finalización de la prueba	21:00
Lista de asistentes	Anexo 01

PRINCIPALES EVENTOS OCURRIDOS

1. Cambio de filtros de succión: Sí / No - Fecha: *Unidades nuevas.*

OBSERVACIONES

1. Medición de potencia bruta efectuada por *Tecnos* con *clax 0.5*
2. 1er bloque de prueba unidades 01, 02, 03 y 05.
3. La unidad 04 será incluida en el 2do bloque de prueba dado que tiene pendiente la puesta en servicio por parte de Cummins.
4. Pruebas iniciaron 1,5 días en retraso debido a problemas de reconexión de lo control a la subestación. Reconexión redigada aprox. 11:30am.
5. ~~Antes~~ Antes del inicio de los pruebas, las unidades pasaron por recalibración (prime → Standby) y puesta en marcha (prueba in vacío, synch) 1/3



Prueba de Potencia Quellón II – Unidad N° 3 (Bloque 01)

Hora HH:MM	Potencia Bruta Activa [kW]	Potencia Neta (Central) [kW]	FP	T _{amb}	HR %
16:00	1.799	6.903	0,94	21,4	43,2
17:00	1.834	6.995	0,95	24,7	32,6
18:00	1.840	7.088	0,95	25,8	33,1
19:00	1.826	6.969	0,95	24,8	35,8
20:00	1.819	7.006	0,95	24,9	37,8
21:00	1.815	6.972	0,95	22,7	38,8

Central Quellón II enviará la totalidad de los datos en formato digital el día: 13/02/19

gp

Prueba de Potencia Quellón II – Unidad N° 5 (Bloque 01)

Hora HH:MM	Potencia Bruta Activa [kW]	Potencia Neta (Central) [kW]	FP	T _{amb}	HR %
16:00	1.732	6.903	0,94	22,9	39,8
17:00	1.802	6.995	0,94	26,4	31,8
18:00	1.812	7.088	0,96	26,3	33,1
19:00	1.807	6.969	0,96	25,4	36,8
20:00	1.808	7.006	0,96	24,4	37,9
21:00	1.807	6.972	0,96	23,1	37,7

Central Quellón II enviará la totalidad de los datos en formato digital el día: 13/02/19



TRACTEBEL ENGINEERING S.A.
 Cerro Colorado 5240, Of. 1601, Ed. Torre del Parque II,
 Las Condes, Zip Code 7560995 - Santiago - CHILE
 tel. +56 2 2715 8000 - fax +56 2 2715 8001
 engineering-cl@tractebel.engie.com
 tractebel-engie.com

ACTA DE PRUEBA

Código P012330

RESTRINGIDO

Asunto: Pruebas de potencia máxima en unidad(es) generadora(s)
Lugar: Central Quellón II, Chiloé
Fecha: 07/02/19

Nave N°	2, Bloque 2: unidades 4, 6 y 7
Unidad N°	4 y 6
Equipo de generación	Cummins C1250 D5
Generador eléctrico	Stamford

Evento	Hora [HH:MM]
Inicio de las actividades	10:00 / fin: 22:45
Arranque de la Unidad	previo en pruebas CEN
Unidad en potencia máxima	16:30
Inicio de la estabilización	17:00
Inicio de la prueba	17:30
Hora de finalización de la prueba	22:30
Lista de asistentes	Anexo 01

PRINCIPALES EVENTOS OCURRIDOS

1. Cambio de filtros de succión: SI / NO Fecha: Unidades nuevas

OBSERVACIONES

- 1) Medición de potencia bruta efectuada por Tecnet con teclox 0.5.
- 2) 2do Bloque de prueba unidades 04, 06 y 07.



JP

Prueba de Potencia Quellón II – Unidad N° 4 (Bloque 02)

Hora HH:MM	Potencia Bruta Activa [kW]	Potencia Neta (Central) [kW]	FP	T _{amb} [°C]	HR %
17:30	1.796	5.208	0,95	21,4	32,8
18:30	1.813	5.300	0,96	21,6	32,2
19:30	1.813	5.208	0,96	20,7	26,6
20:30	1.812	5.229	0,96	18,8	38,6
21:30	1.791	5.229	0,95	16,2	44,6
22:30	1.797	5.247	0,95	15,6	53,8

Central Quellón II enviará la totalidad de los datos en formato digital el día: 13/02/19

EP

Prueba de Potencia Quellón II – Unidad N° 6 (Bloque 02)

Hora HH:MM	Potencia Bruta Activa [kW]	Potencia Neta (Central) [kW]	FP	T _{amb}	HR %
17:30	1.834	5.208	0,95	24,6	39,4
18:30	1.812	5.300	0,95	24,8	29,0
19:30	1.817	5.268	0,95	22,0	24,7
20:30	1.807	5.229	0,95	20,2	35,8
21:30	1.808	5.229	0,95	17,5	45,8
22:30	1.804	5.247	0,95	16,9	52,9

Central Quellón II enviará la totalidad de los datos en formato digital el día: 13/02/19

ACTA DE PRUEBA

Código P012330

RESTRINGIDO

Asunto: Pruebas de potencia máxima en unidad(es) generadora(s)
Lugar: Central Quellón II, Chiloé
Fecha: 08/02/19

Nave N°	1, Bloque 3: Unidades 8, 9 y 10.
Unidad N°	9 y 10 (representativas)
Equipo de generación	Lummins C2250 DS
Generador eléctrico	Stamford

Evento	Hora [HH:MM]
Inicio de las actividades	09:25 / Fin: 19:30
Arranque de la Unidad	10:15
Unidad en potencia máxima	10:30
Inicio de la estabilización	10:45
Inicio de la prueba	11:00
Hora de finalización de la prueba	16:00
Lista de asistentes	Anexo 01

PRINCIPALES EVENTOS OCURRIDOS

1. Cambio de filtros de succión: Sí No Fecha: Unidades nuevas.

OBSERVACIONES

- 1) Medición de potencia bruta efectuada por Tecnet, con tolerancia 0,5
- 2) 3er bloque de pruebas unidades 08, 09 y 10.
- 3) Antes del inicio de las actividades, unidades puestas por punto en servicio.
- 4)



Prueba de Potencia Quellón II – Unidad N° 1, IDN 8600 ser PT-0901A368-01

Hora HH:MM	Potencia Bruta Activa [kW]	Potencia Neta (Central) [kW]	FP	T _{amb}	HR %
11:00	1.763	5.282	0,95	19,4	45,3
12:00	1.786	5.238	0,95	20,2	41,9
13:00	1.789	5.233	0,95	21,8	44,8
14:00	1.796	5.298	0,95	21,9	40,4
15:00	1.806	5.246	0,95	21,3	45,4
16:00	1.812		0,95	23,4	51,4

Central Quellón II enviará la totalidad de los datos en formato digital el día: 13/02/19

ep

2/2



Prueba de Potencia Quellón II – Unidad N° 10 , IDN 8650 sr MW-1404A04Z-01

Hora HH:MM	Potencia Bruta Activa [kW]	Potencia Neta (Central) [kW]	FP	T _{amb}	HR %
11:00	1.799	5.282	0,94	18,6	46,7
12:00	1.810	5.238	0,96	20,1	44,2
13:00	1.807	5.233	0,96	23,1	40,5
14:00	1.814	5.298	0,96	24,7	37,9
15:00	1.816	5.246	0,96	23,0	42,6
16:00	1.811		0,94	24,0	48,4

Central Quellón II enviará la totalidad de los datos en formato digital el día: 13/02/19

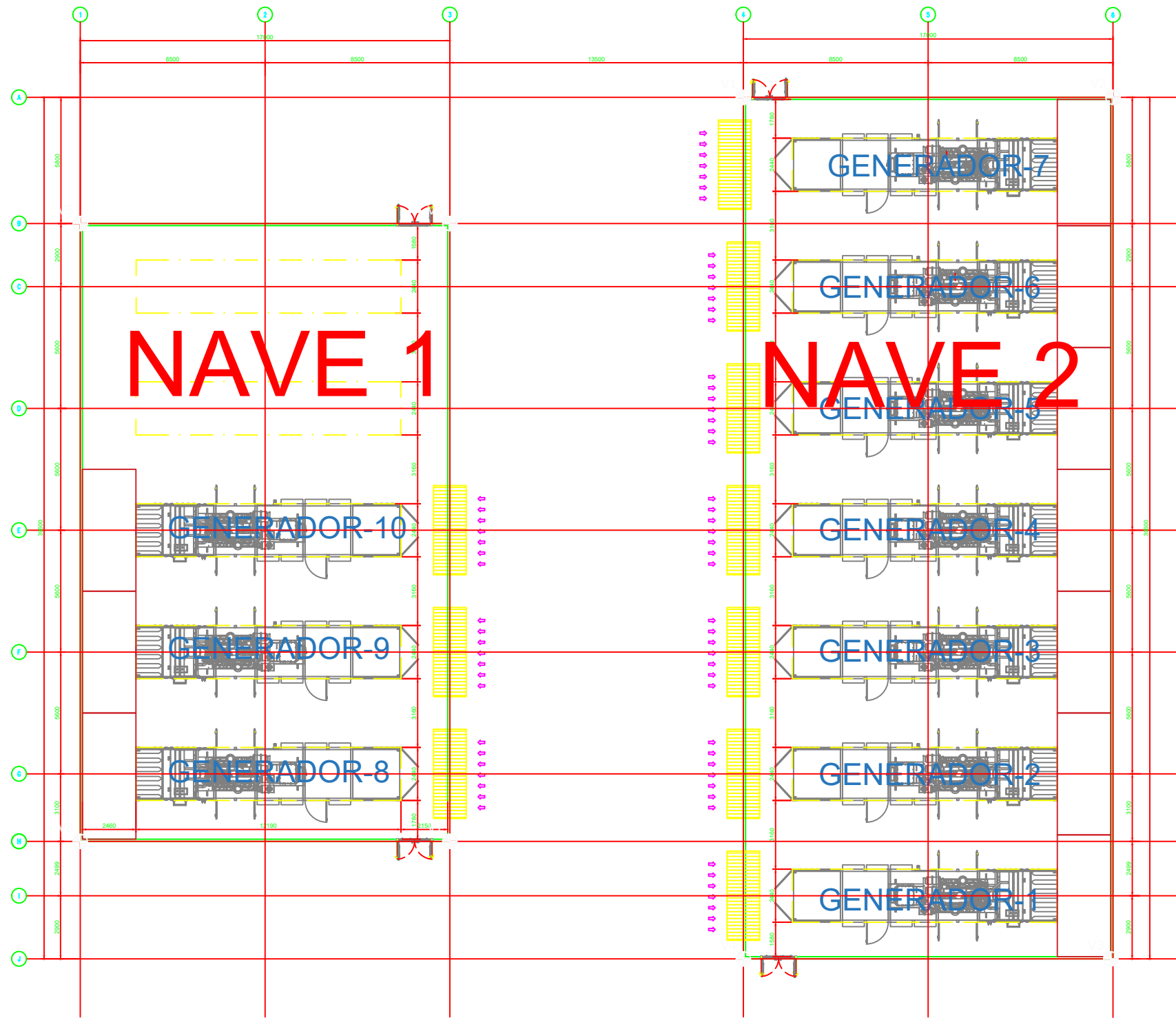
EP

Anexo 01: Lista de Asistentes

Nombre	Empresa	Cargo	Firma
Ismael Rodríguez	Tractebel	Ingeniero de Pruebas	
Eduardo Andrzejewski	Tractebel	Experto técnico	
Francisco José Parra Pabla Hormazabal	Intertek Imelsa S.A	Inspector Administración	
Guillermo Alcázar E.	INGENOVA S.A. ENERGIA SIETE	INGENIERO STO.	
OSCAR ABOI NINA SALDANA	IMELSA	TJE PROY	
Jorge del Campo Julio Silva	CUMMINS Cummins	TEC ESPECIALISTA TEC ESPECIALISTA	
J			



ANEXO E – LAYOUT DE LA UNIDAD



LISTADO DE COORDENADAS VERTICES		
VERTICE	ESTE	SUR
V1	612796,798	5228077,086
V2	612771,730	5228046,431
V3	612758,571	5228057,192
V4	612783,639	5228087,850
V5	612756,357	5228102,665
V6	612769,516	5228091,904
V7	612751,538	5228069,918
V8	612738,378	5228080,679

SIMBOLOGÍA	
	GENERADOR PROYECTADA
	SPLITER
	SALIDA AIRE

0	MAR-18	APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN	M.Q.N.	R.A.L.	H.B.F.				
A	DIC-17	EMITIDO PARA REVISIÓN Y COMENTARIOS INTERNO	IMELSA	R.A.L.	H.B.F.				
N°	FECHA	MODIFICACIONES	EJEC	REV	APR				

IMELSA PROYECTO CENTRAL TERMICA QUELLON 18MW

OBRA: CENTRAL QUELLON DETALLE: DISPOSICIÓN GENERAL EQUIPOS DE PLANTA

DIBUJO L.P.C. PROYECTO L.P.C. CONTROLADO R.A.L. APROBADO H.B.F.

CÓDIGO PROYECTO: IM-149

Energía7

PLANO N° P007-A1-ELE-PLN-003

FECHA: DIC-2017 ESCALA: 1/500 LAMINA: 1/1 REV: 0

ANEXO F – CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

INFORME DE ENSAYO
CERTIFICADO DE COMPROBACIÓN DE EXACTITUD DE MEDIDOR.

Tecnet S. A., Organismo de Comprobación de Exactitud de Medidores de Energía Eléctrica, según resoluciones exentas SEC N° 219 del 19 de Febrero de 2001.

Certificado N° CVM-TD02078-18-10

1. ANTECEDENTES DEL CLIENTE.

Razón Social	IMELSA S.A.
Dirección	Avda España N° 795
Ciudad	Santiago
N° Orden	12908
N° / Fecha Solicitud	11.06.2018

2. CARACTERÍSTICAS MEDIDOR DE ENERGÍA.

Marca	Schneider Electric
Modelo	ION7650
N° de Serie	MJ-1701A878-05
Tensión Nominal	3 x 57 - 347 [V] L-N
Corriente	3 x 5 (20) [A]
Frecuencia	50 Hz.
Constante	1.8 Wh/Imp
Año Fabricación	2017
Clase Exactitud Activo	± 0,2 S
Clase Exactitud Reactivo	± 2.0
Constante Lectura	1
Lectura Dejada Activo	000000,000 [Kwh]
Lectura Dejada Reactivo	000000,000 [Kvarh]
Estado	Medidor instalado y alambrado.

3. OBSERVACIONES.

El equipo patrón utilizado cuenta con su Certificado de Calibración vigente y ha sido calibrado y trazado al Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado sólo puede ser difundido íntegro y sin modificaciones ni enmiendas.

Este certificado es válido sólo con firma y timbre.

Medidor se entrega con logo y sello TECNET.

Responsables de las pruebas de comprobación:

Av. Las Parcelas 5490
Estación Central
Santiago, Chile
Tel.: (56-2) 770 2801
Tel.: (56-2) 770 2815
www.tecnet.cl

Adolfo Rojas Cabrera
9.742.703-8

30.05.2018
Fecha



Timbre
Página 1 de 3

4. CONDICIONES DE LA COMPROBACIÓN DE EXACTITUD.

4.1. LUGAR DE ENSAYO.

Lugar	Central Termica Quellon II
Fecha ejecución	30.05.2018
Realizó	Adolfo Rojas C.
Procedimiento aplicado	PR-GM-17, IN-GM-04

4.2. CARACTERÍSTICAS PATRÓN.

Marca	MTE
Modelo	PTS 3,3C
Clase	± 0,05 %
N° serie	35115

4.3. CONDICIÓN DE MEDIDA.

Tipo de Medida	Directa
Temperatura	Ambiente
Humedad	Ambiente
Voltaje Nominal (Vn)	220 [V]
Corriente Nominal (In)	5 (A)
Frecuencia	50 Hz

4.4. TRATAMIENTO SELLOS MEDIDOR.

	Encontrados.	Dejados.
Cubierta	81708 (Hermetico)	Tecnet 164606 (Hermetico)

4.5. PRUEBAS DE COMPROBACIÓN EXACTITUD.

La interpretación de los resultados de las pruebas se realizaron tomando como referencia los requisitos establecidos en las normas técnicas de medidores vigentes.

El error relativo calculado está referido a la energía activa o reactiva, según corresponda.

A continuación se presentan los resultados de las pruebas realizadas para comprobar la exactitud del medidor de energía indentificado en punto 2.



4.5.1. TABLA ERRORES MODO ENERGÍA ACTIVA.

PRUEBAS TRIFÁSICAS A VOLTAJE NOMINAL							
Elemento	Carga %	FP	Error %				Límite Norma %
			Modo Directo		Modo Inverso		
			Inicial	Final	Inicial	Final	
1-2-3	100	1	0,022	0,022	0,023	0,023	± 0,2
1-2-3	100	0,5	0,056	0,056	-0,008	-0,008	± 0,3
1-2-3	10	1	0,018	0,018	0,017	0,017	± 0,2
1-2-3	10	0,5	0,065	0,065	0,067	0,067	± 0,3

PRUEBAS POR ELEMENTO A VOLTAJE NOMINAL							
Elemento	Carga %	FP	Error %				Límite Norma %
			Modo Directo		Modo Inverso		
			Inicial	Final	Inicial	Final	
1	100	1	0,006	0,006	0,008	0,008	± 0,3
2	100	1	0,023	0,023	0,026	0,026	± 0,3
3	100	1	0,043	0,043	0,044	0,044	± 0,3
1	100	0,5	0,035	0,035	-0,011	-0,011	± 0,4
2	100	0,5	0,053	0,053	0,004	0,004	± 0,4
3	100	0,5	0,093	0,093	-0,015	-0,015	± 0,4

4.5.2. TABLA ERRORES CON ENERGÍA REACTIVA.

PRUEBAS TRIFÁSICAS Y POR ELEMENTOS A VOLTAJE NOMINAL							
Elemento	Carga %	FP	Error %				Límite Norma %
			Modo Directo		Modo Inverso		
			Inicial	Final	Inicial	Final	
1-2-3	100	1	0,016	0,016	0,016	0,016	± 2,0
1-2-3	100	0,5	0,012	0,012	-0,016	-0,016	± 2,0
1-2-3	10	1	-0,022	-0,022	0,013	0,013	± 2,0
1-2-3	10	0,5	-0,038	-0,038	-0,034	-0,034	± 2,0
1	100	1	0,017	0,017	0,022	0,022	± 3,0
2	100	1	0,000	0,000	0,003	0,003	± 3,0
3	100	1	0,026	0,026	0,031	0,031	± 3,0
1	100	0,5	0,010	0,010	-0,011	-0,011	± 3,0
2	100	0,5	-0,049	-0,049	-0,044	-0,044	± 3,0
3	100	0,5	0,009	0,009	0,015	0,015	± 3,0

4.6. PRUEBA DE ARRANQUE.

No efectuada.

4.7. PRUEBA DE MARCHA EN VACÍO.

No efectuada.

5. CONCLUSIONES.

Tecnet S.A. certifica la exactitud de la medida del medidor de energía sujeto a pruebas, según los errores indicados en este Informe de Ensayo.

El medidor en su módulo Activo, Cumple con los límites de exactitud especificados para su clase, según lo establecido en la norma IEC 62053-22 :2003.

El medidor en su módulo Reactivo, Cumple con los límites de exactitud especificados para su clase, según lo establecido en la norma IEC 62053-23 :2003.





INFORME DE ENSAYO

CERTIFICADO DE COMPROBACIÓN DE EXACTITUD DE MEDIDOR.

Tecnet S. A., Organismo de Comprobación de Exactitud de Medidores de Energía Eléctrica, según resoluciones exentas SEC N° 219 del 19 de Febrero de 2001.

Certificado N° CVM-TD02004-16-05

1. ANTECEDENTES DEL CLIENTE.

Razón Social	Tecnet S.A.
Dirección	Av Las Parcelas #5490 Estacion Central
Ciudad	Santiago
N° Orden	Sin Datos
N° / Fecha Solicitud	Sin Datos

2. CARACTERÍSTICAS MEDIDOR DE ENERGÍA.

Marca	Schneider Electric
Modelo	ION 8650
N° de Serie	MW-1404A042-01
Tensión Nominal	3 x 57 - 277 [V] L-N
Corriente	3 x 5 (20) [A]
Frecuencia	50 Hz.
Constante	1.8 Wh/lmp
Año Fabricación	2014
Clase Exactitud Activo	± 0,2 S
Clase Exactitud Reactivo	± 2.0
Constante Lectura	1
Lectura Dejada Activo	0.000 [Kwh]
Lectura Dejada Reactivo	0.000 [Kvarh]
Estado	Medidor en servicio.

3. OBSERVACIONES.

El equipo patrón utilizado cuenta con su Certificado de Calibración vigente y ha sido calibrado y trazado al Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado sólo puede ser difundido íntegro y sin modificaciones ni enmiendas.

Este certificado es válido sólo con firma y timbre.

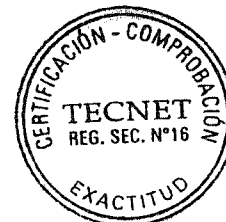
Medidor se entrega con logo y sello TECNET.

Responsables de las pruebas de comprobación:

Av. Las Parcelas 5490
Estación Central
Santiago, Chile
Tel.: (56-2) 770 2801
Tel.: (56-2) 770 2815
www.tecnet.cl

Jaime Cisternas R
15.172.328-4

18/10/2018
Fecha



Timbre
Página 1 de 3

4. CONDICIONES DE LA COMPROBACIÓN DE EXACTITUD.

4.1. LUGAR DE ENSAYO.

Lugar	Laboratorio TYD Concepcion
Fecha ejecución	18.10.2017
Realizó	Jaime Cisternas R
Procedimiento aplicado	PR-GM-17, IN-GM-04

4.2. CARACTERÍSTICAS PATRÓN.

Marca	MTE
Modelo	PTS 3,3
Clase	$\pm 0,05 \%$
N° serie	28680

4.3. CONDICIÓN DE MEDIDA.

Tipo de Medida	Directa
Temperatura	Ambiente
Humedad	Ambiente
Voltaje Nominal (Vn)	69 [V]
Corriente Nominal (In)	5 (A)
Frecuencia	50 Hz

4.4. TRATAMIENTO SELLOS MEDIDOR.

	Encontrados.	Dejados.
Cubierta	Sin Sello	Sin Sello

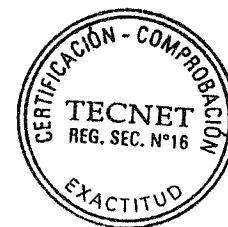
4.5. PRUEBAS DE COMPROBACIÓN EXACTITUD.

La interpretación de los resultados de las pruebas se realizaron tomando como referencia los requisitos establecidos en las normas técnicas de medidores vigentes.

El error relativo calculado está referido a la energía activa o reactiva, según corresponda.

A continuación se presentan los resultados de las pruebas realizadas para comprobar la exactitud del medidor de energía indentificado en punto 2.

Av. Las Parcelas 5490
Estación Central
Santiago, Chile
Tel.: (56-2) 770 2801
Tel.: (56-2) 770 2815
www.tecnet.cl



Timbre
Página 2 de 3

4.5.1. TABLA ERRORES MODO ENERGÍA ACTIVA.

PRUEBAS TRIFÁSICAS A VOLTAJE NOMINAL							
Elemento	Carga %	FP	Error %				Límite Norma %
			Modo Directo		Modo Inverso		
			Inicial	Final	Inicial	Final	
1-2-3	100	1	0.053	0.053	0.038	0.038	± 0.2
1-2-3	100	0.5	0.072	0.072	-0.004	-0.004	± 0.3
1-2-3	10	1	0.074	0.074	0.047	0.047	± 0.2
1-2-3	10	0.5	0.062	0.062	0.009	0.009	± 0.3

PRUEBAS POR ELEMENTO A VOLTAJE NOMINAL							
Elemento	Carga %	FP	Error %				Límite Norma %
			Modo Directo		Modo Inverso		
			Inicial	Final	Inicial	Final	
1	100	1	0.072	0.072	0.028	0.028	± 0.3
2	100	1	0.098	0.098	0.074	0.074	± 0.3
3	100	1	0.012	0.012	-0.042	-0.042	± 0.3
1	100	0.5	0.094	0.094	0.050	0.050	± 0.4
2	100	0.5	0.088	0.088	0.064	0.064	± 0.4
3	100	0.5	0.008	0.008	0.082	0.082	± 0.4

4.5.2. TABLA ERRORES CON ENERGÍA REACTIVA.

PRUEBAS TRIFÁSICAS Y POR ELEMENTOS A VOLTAJE NOMINAL							
Elemento	Carga %	FP	Error %				Límite Norma %
			Modo Directo		Modo Inverso		
			Inicial	Final	Inicial	Final	
1-2-3	100	1	0.066	0.066	0.000	0.000	± 2,0
1-2-3	100	0.5	0.022	0.022	0.040	0.040	± 2,0
1-2-3	10	1	0.037	0.037	0.018	0.018	± 2,0
1-2-3	10	0.5	0.023	0.023	0.029	0.029	± 2,5
1	100	1	0.032	0.032	0.052	0.052	± 3,0
2	100	1	0.048	0.048	0.062	0.062	± 3,0
3	100	1	-0.040	-0.040	0.068	0.068	± 3,0
1	100	0.5	-0.026	-0.026	-0.002	-0.002	± 3,0
2	100	0.5	0.056	0.056	0.038	0.038	± 3,0
3	100	0.5	-0.018	-0.018	-0.034	-0.034	± 3,0

4.6. PRUEBA DE ARRANQUE.

No efectuada.

4.7. PRUEBA DE MARCHA EN VACÍO.

No efectuada.

5. CONCLUSIONES.

Tecnet S.A. certifica la exactitud de la medida del medidor de energía sujeto a pruebas, según los errores indicados en este Informe de Ensayo.

El medidor en su módulo Activo, Cumple con los límites de exactitud especificados para su clase, según lo establecido en la norma IEC 62053-22 :2003.

El medidor en su módulo Reactivo, Cumple con los límites de exactitud especificados para su clase, según lo establecido en la norma IEC 62053-23 :2003.



INFORME DE ENSAYO

CERTIFICADO DE COMPROBACIÓN DE EXACTITUD DE MEDIDOR.

Tecnet S. A., Organismo de Comprobación de Exactitud de Medidores de Energía Eléctrica, según resoluciones exentas SEC N° 219 del 19 de Febrero de 2001.

Certificado N° CVM-TD02005-16-05

1. ANTECEDENTES DEL CLIENTE.

Razón Social	Tecnet S.A.
Dirección	Av Las Parcelas #5490 Estacion Central
Ciudad	Santiago
N° Orden	Sin Datos
N° / Fecha Solicitud	Sin Datos

2. CARACTERÍSTICAS MEDIDOR DE ENERGÍA.

Marca	Schneider Electric
Modelo	ION 8600
N° de Serie	PT-0901A368-01
Tensión Nominal	3 x 57 - 277 [V] L-N
Corriente	3 x 5 (20) [A]
Frecuencia	50 Hz.
Constante	1.8 Wh/Imp
Año Fabricación	2009
Clase Exactitud Activo	± 0,2 S
Clase Exactitud Reactivo	± 2.0
Constante Lectura	1
Lectura Dejada Activo	0.000 [Kwh]
Lectura Dejada Reactivo	0.000 [Kvarh]
Estado	Medidor en servicio.

3. OBSERVACIONES.

El equipo patrón utilizado cuenta con su Certificado de Calibración vigente y ha sido calibrado y trazado al Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado sólo puede ser difundido íntegro y sin modificaciones ni enmiendas.

Este certificado es válido sólo con firma y timbre.

Medidor se entrega con logo y sello TECNET.

Responsables de las pruebas de comprobación:

Av. Las Parcelas 5490
Estación Central
Santiago, Chile
Tel.: (56-2) 770 2801
Tel.: (56-2) 770 2815
www.tecnet.cl

Jaime Cisternas R
15.172.328-4

18/10/2018
Fecha



Timbre
Página 1 de 3

4. CONDICIONES DE LA COMPROBACIÓN DE EXACTITUD.

4.1. LUGAR DE ENSAYO.

Lugar	Laboratorio TYD Concepcion
Fecha ejecución	18.10.2017
Realizó	Jaime Cisternas R
Procedimiento aplicado	PR-GM-17, IN-GM-04

4.2. CARACTERÍSTICAS PATRÓN.

Marca	MTE
Modelo	PTS 3,3
Clase	± 0,05 %
N° serie	28680

4.3. CONDICIÓN DE MEDIDA.

Tipo de Medida	Directa
Temperatura	Ambiente
Humedad	Ambiente
Voltaje Nominal (Vn)	69 [V]
Corriente Nominal (In)	5 (A)
Frecuencia	50 Hz

4.4. TRATAMIENTO SELLOS MEDIDOR.

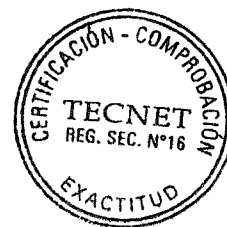
	Encontrados.	Dejados.
Cubierta	Sin Sello	Sin Sello

4.5. PRUEBAS DE COMPROBACIÓN EXACTITUD.

La interpretación de los resultados de las pruebas se realizaron tomando como referencia los requisitos establecidos en las normas técnicas de medidores vigentes.

El error relativo calculado está referido a la energía activa o reactiva, según corresponda.

A continuación se presentan los resultados de las pruebas realizadas para comprobar la exactitud del medidor de energía indentificado en punto 2.



4.5.1. TABLA ERRORES MODO ENERGÍA ACTIVA.

PRUEBAS TRIFÁSICAS A VOLTAJE NOMINAL							
Elemento	Carga %	FP	Error %				Límite Norma %
			Modo Directo		Modo Inverso		
			Inicial	Final	Inicial	Final	
1-2-3	100	1	-0.064	-0.064	-0.078	-0.078	± 0.2
1-2-3	100	0.5	-0.054	-0.054	-0.090	-0.090	± 0.3
1-2-3	10	1	-0.088	-0.088	-0.083	-0.083	± 0.2
1-2-3	10	0.5	-0.083	-0.083	-0.082	-0.082	± 0.3

PRUEBAS POR ELEMENTO A VOLTAJE NOMINAL							
Elemento	Carga %	FP	Error %				Límite Norma %
			Modo Directo		Modo Inverso		
			Inicial	Final	Inicial	Final	
1	100	1	-0.064	-0.064	-0.052	-0.052	± 0.3
2	100	1	-0.052	-0.052	-0.076	-0.076	± 0.3
3	100	1	-0.086	-0.086	-0.072	-0.072	± 0.3
1	100	0.5	-0.066	-0.066	-0.084	-0.084	± 0.4
2	100	0.5	-0.016	-0.016	0.002	0.002	± 0.4
3	100	0.5	-0.022	-0.022	0.008	0.008	± 0.4

4.5.2. TABLA ERRORES CON ENERGÍA REACTIVA.

PRUEBAS TRIFÁSICAS Y POR ELEMENTOS A VOLTAJE NOMINAL							
Elemento	Carga %	FP	Error %				Límite Norma %
			Modo Directo		Modo Inverso		
			Inicial	Final	Inicial	Final	
1-2-3	100	1	-0.080	-0.080	-0.054	-0.054	± 2,0
1-2-3	100	0.5	-0.052	-0.052	-0.074	-0.074	± 2,0
1-2-3	10	1	-0.094	-0.094	-0.091	-0.091	± 2,0
1-2-3	10	0.5	-0.081	-0.081	-0.072	-0.072	± 2,5
1	100	1	-0.068	-0.068	-0.090	-0.090	± 3,0
2	100	1	-0.044	-0.044	-0.054	-0.054	± 3,0
3	100	1	-0.076	-0.076	-0.024	-0.024	± 3,0
1	100	0.5	-0.002	-0.002	-0.076	-0.076	± 3,0
2	100	0.5	0.010	0.010	-0.026	-0.026	± 3,0
3	100	0.5	-0.090	-0.090	-0.026	-0.026	± 3,0

4.6. PRUEBA DE ARRANQUE.

No efectuada.

4.7. PRUEBA DE MARCHA EN VACÍO.

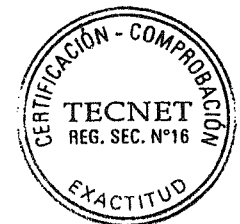
No efectuada.

5. CONCLUSIONES.

Tecnet S.A. certifica la exactitud de la medida del medidor de energía sujeto a pruebas, según los errores indicados en este Informe de Ensayo.

El medidor en su módulo Activo, Cumple con los límites de exactitud especificados para su clase, según lo establecido en la norma IEC 62053-22 :2003.

El medidor en su módulo Reactivo, Cumple con los límites de exactitud especificados para su clase, según lo establecido en la norma IEC 62053-23 :2003.



Medidor Temperatura y Humedad Ambiente



CERTIFICADO DE CALIBRACION LABC-TE-977

Laboratorio de calibración - Magnitud Temperatura



SISTEMA NACIONAL
DE ACREDITACION

Acreditación LC 105

Guía de Laboratorio: 26239

F-LABC-25 (Rev. 01)

Fecha de Emisión: 09-05-2018

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

Nombre : IMELSA S.A.
Dirección : Av. España # 795 - Santiago Centro, Santiago

IDENTIFICACION DEL ÍTEM

Descripción : Termohigrómetro
Marca o fabricante : FLUKE
Modelo : 971
N° de serie : Sin información
Id. del cliente : Sin información
Rango : -20 a 60 °C
Mínima División de escala : 0,1 °C

CONDICIONES DE CALIBRACION

Fecha de calibración : 04-05-2018
Etiqueta de calibración : 12148
Procedimiento de referencia : P-LABC-13
Lugar de calibración : Laboratorio de calibración Veto y Cía. Ltda.

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura : (22 ± 2) °C
Humedad relativa : (54 ± 9) %HR

PATRON UTILIZADO

Descripción : Indicador digital / Sensor
Marca : Vaisala
Modelo : MI70 / HMP77B
N° de serie : N1940016 / N2130593
Código interno : HU-PR-04 / HU-PR-05

TRAZABILIDAD DE LA CALIBRACION

Laboratorio emisor : Veto y Cía. Ltda.
N° de certificado : LABC-TE-579
Fecha de vencimiento : Octubre 2018


Nicol Ortiz Acevedo
Técnico

Sello del Laboratorio


Hernán Ramírez Villegas
Jefe de Laboratorio

RESULTADOS

Indicación Patrón	Indicación Ítem	Error de medición	Incertidumbre expandida
°C	°C	°C	°C
10,3	9,8	-0,5	0,9
25,1	24,8	-0,3	0,9
40,2	40,1	-0,1	0,9

El factor de cobertura utilizado en la estimación de la Incertidumbre es de $k=2$ correspondiente a un nivel de confianza del 95%.

Los patrones utilizados en la calibración cuentan con trazabilidad a patrones nacionales, los que a su vez están referidos a patrones primarios los cuales materializan las unidades del Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados de la calibración están referidos al momento y condiciones en las cuales fueron efectuadas las mediciones, y están relacionados solo con el ítem calibrado.

El cliente es responsable de calibrar el instrumento a intervalos que estime apropiados.

Este certificado no puede ser reproducido en forma parcial o total sin la autorización del laboratorio.

FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

Nombre : IMELSA S.A.
Dirección : Av. España # 795 - Santiago Centro, Santiago

IDENTIFICACION DEL ÍTEM

Descripción : Termohigrómetro
Marca o fabricante : FLUKE
Modelo : 971
N° de serie : Sin información
Id. del cliente : Sin información
Rango : 5 a 95 %HR
Mínima División de escala : 0,1 %HR

CONDICIONES DE CALIBRACION

Fecha de calibración : 08-05-2018
Etiqueta de calibración : 12149
Procedimiento de referencia : P-LABC-15
Lugar de calibración : Laboratorio de calibración Veto y Cía. Ltda.

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura : (22 ± 1) °C
Humedad relativa : (53 ± 5) %HR

PATRON UTILIZADO

Descripción : Indicador digital / Sensor
Marca : Vaisala
Modelo : MI70 / HMP77B
N° de serie : N1940016 / N2130593
Código Interno : HU-PR-04 / HU-PR-05

TRAZABILIDAD DE LA CALIBRACION

Laboratorio emisor : Veto y Cía. Ltda.
N° de certificado : H33-17210107
Fecha de vencimiento : Mayo 2019


Nicolás Ortiz Acevedo
Técnico

Sello del Laboratorio


Hernán Ramírez Villegas
Jefe de Laboratorio

RESULTADOS

Indicación Patrón	Indicación Ítem	Error de medición	Incertidumbre expandida
%HR	%HR	%HR	%HR
30,7	31,6	0,9	3,5
51,7	53,7	2,0	3,5
70,4	72,8	2,4	3,5

El factor de cobertura utilizado en la estimación de la incertidumbre es de $k=2$ correspondiente a un nivel de confianza del 95%.

Los patrones utilizados en la calibración cuentan con trazabilidad a patrones nacionales, los que a su vez están referidos a patrones primarios los cuales materializan las unidades del Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados de la calibración están referidos al momento y condiciones en las cuales fueron efectuadas las mediciones, y están relacionados solo con el ítem calibrado.

El cliente es responsable de calibrar el instrumento a intervalos que estime apropiados.

Este certificado no puede ser reproducido en forma parcial o total sin la autorización del laboratorio.

FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

ANEXO G – CERTIFICADOS DE COMBUSTIBLE

INFORME DE ANALISIS

N°: LAQ19 - 0341

Pág 1/1

Fecha de Reporte: 20-feb-19
Ref. Laboratorio: LAQ19 - 0341
Ref. Caleb Brett: N/A
Ref. Cliente: N/A

Cliente:	: ENERGIA SIETE SPA
Dirección	: Av. Presidente Riesco 5711, Oficina 401, Las Condes
Descripción Producto (según Cliente):	: DIESEL OIL
Lugar de Muestreo (Nave, Terminal, Otro):	: Central Quellón
Punto de Muestreo:	: TK # 5
Tipo de Muestreo:	: Puntual
Identificación de Muestra o Sello:	: Sello #69624
Muestreado por:	: INTERTEK CALEB BRETT CHILE S.A. SAN ANTONIO
Norma Aplicable al Muestreo	: API MPMS CAPITULO 8 / ASTM D 4057 (**)
Muestra entregada por:	: INTERTEK CALEB BRETT CHILE S.A. SAN ANTONIO
Analizada por	: INTERTEK CALEB BRETT CHILE S.A. LABORATORIO QUINTERO
Fecha de Muestreo	: 07-feb-19
Fecha / Hora de Recepción en Lab.	: 14-feb-19 09:00 Hrs
Fecha de Análisis	: 18 - 20 feb / 2019

DESCRIPCION DEL ANALISIS	Unidad	Método	Especificación (*)	Resultados
GRAVEDAD API	*API	ASTM D 4052-16	informar	38.6
DENSIDAD A 15°C	kg/L	ASTM D 4052-16	min 0.820 - max 0.850	0.8311
APARIENCIA (Temp. Muestra 23°C)	--	ASTM D 4176-14	Claro & Brillante	Claro & Brillante
AZUFRE	mg/kg	ASTM D 5453-16e1	max 15	5.5
DESTILACIÓN, 50% RECUPERADO	°C	ASTM D 86-17	informar	267.1
DESTILACIÓN, 90% RECUPERADO	°C	ASTM D 86-17	min 282 - max 350	329.9
INDICE DE CETANO	N°	ASTM D 976-16	informar	53.5
PUNTO DE INFLAMACIÓN	°C	ASTM D 93A-16a	min 52	62
CENIZAS	% p/p	ASTM D 482-13	max 0.01	<0.001
AGUA Y SEDIMENTOS	% vol	ASTM D 2709-16	max 0.05	<0.01
CALOR DE COMBUSTION SUPERIOR (**)	Kcal/Kg	ASTM D 4868-17	--	10948
CALOR DE COMBUSTION INFERIOR (**)	Kcal/Kg	ASTM D 4868-17	--	10265

Rev.#08, 19/May/2017

FCL-Q-008/1 A

Observaciones

- (*) Especificación Petroleo Diesel DS 60 REGIONES
(**) Ensayo y Muestreo No acreditado

1. Este reporte de análisis no puede reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de Intertek Caleb Brett (Chile) S.A.
2. El(las) resultado(s) de ensayo(s) emitido(s) en este Reporte es(son) válido(s) únicamente para la muestra descrita






Carmen G. Rosales B.
Jefe Laboratorio Combustibles
Intertek Caleb Brett Chile S.A

Intertek Caleb Brett Chile S.A.

Oficina Punta Arenas: Avenida España N°142, Punta Arenas

Laboratorio de Combustibles : Ruta F 170 s/n, Las Ventanas V Región - Fono: (56-32) 279 4371 - Fax: (56-32) 279 4372

Laboratorio Petroquímico : Sanfuentes N° 2318 - San Antonio, Fono: (56-35) 28 0143, Fax: (56-35) 28 4255

Casa Matriz: Av Las Condes 11287, Torre A Of-301, Las Condes, Santiago - Chile Fono: (56-2) 24819100 - Fax: (56-2) 24819191 - E-mail: chile.santiago@intertek.com