



INFORME TÉCNICO PRUEBAS DE CONSUMO ESPECÍFICO NETO EN UNIDADES GENERADORAS CENTRAL TERMICA PUNTA COLORADA

Preparó : DOMINET ENERGÍA SPA
Referencia : Gonzalo Barros / Kurt Heitmann
Número Referencia : SO_120_INFOT_CEN_CPC_V1
Fecha : Septiembre 22, 2021.
Fecha revisión : ..

**CLIENTE : COORDINADOR ELÉCTRICO /
CENTRAL TERMICA PUNTA COLORADA.**

Versiones y Revisiones del documento:

Revisiones: Id. de cambios	Realizado por	Fecha
Revisión 1	knp- gbo	22-09-2021

TABLA DE CONTENIDOS:

0. DEFINICIONES Y NOMENCLATURAS.....	3
1. RESUMEN EJECUTIVO Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA DE CONSUMO ESPECÍFICO NETO.....	4
2. OBJETO DE LA PRUEBA DE CONSUMO ESPECÍFICO NETO.	6
3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES.	7
4. DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA DE CONSUMO ESPECÍFICO NETO.	9
4.1 PROCEDIMIENTO REALIZADO.....	9
4.2 ACTA DE LA PRUEBA DE CONSUMO ESPECÍFICO NETO.	11
4.3 RESULTADOS Y CÁLCULOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO ESPECÍFICO NETO DE COMBUSTIBLE.	12
5. NORMAS APLICADAS.....	16
6. MEMORIA TÉCNICA DEL PROCEDIMIENTO.....	16
7. ANEXO 7: INFORMACIÓN RELEVANTE DE LA PRUEBA CEN.	18
8. ANEXO 8: INFORMACIÓN DE ENSAYOS Y ANÁLISIS COMBUSTIBLE.	20
8.1 ANEXO: Mediciones de Variables Ambientales.....	26

Índice de Tablas:

Tabla 1 : Resultados de la prueba de Consumo Específico Neto Central Térmica Punta Colorada, combustible Diésel.....	4
Tabla 2 : Resultados de la prueba de Consumo Específico Neto Central Térmica Punta Colorada, combustible IFO-180.	4
Tabla 3 : Potencia Nominal de Unidad Generadora Punta Colorada.....	6
Tabla 2. Características Técnicas de la Unidad Generadora.	7
Tabla 5 : CEN combustible Diésel.....	12
Tabla 6 : CEN combustible IFO-180.....	12
Tabla 7 : Poder Calorífico Combustibles Empleados en la Prueba.....	13
Tabla 8 : Datos y Cálculo CEN Medido, se inicia con Combustible IFO-180, y a las 12:00 se cambia a Combustible Diésel.....	14
Tabla 12 : Correcciones según horas y condiciones ambientales.....	16
Tabla 15 : Resumen de CEN medido por Potencia y tipo de Combustible.....	17

0. DEFINICIONES Y NOMENCLATURAS.

DEFINICIONES Y NOMENCLATURAS:

ANEXO NT CEN: Anexo Norma Técnica Pruebas de Consumo Específico Neto en Unidades Generadoras.

CEN: Consumo Específico Neto.

COORDINADO: Empresa sujeta a la coordinación de su operación por parte del COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL.

COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL: Organismo técnico e independiente, encargado de la coordinación de la operación del conjunto de instalaciones del Sistema Eléctrico Nacional que operen interconectadas entre sí.

EXPERTO TÉCNICO: Persona natural o jurídica distinta a la propietaria u operadora de la instalación en la que se realizarán las Pruebas. Éste no forma parte del personal del Coordinador y está calificado por este último para que en representación suya ejecute lo indicado en el Anexo Técnico.

HR: Humedad Relativa.

INFORME TÉCNICO: Es el informe del Experto Técnico aprobado por el Coordinador, que debe ser desarrollado conforme a lo indicado en el Anexo Técnico y demás normativa vigente.

ISO: Organización Internacional de Normalización.

POTENCIA MÁXIMA: Máximo valor de potencia activa bruta que puede sostener una unidad generadora, en un período mínimo de 5 horas continuas, en los bornes de salida del generador para cada una de las modalidades de operación informadas al Coordinador.

SI: Sistema Interconectado.

TTCC: Transformadores de corriente para medida en instrumentos.

TTPP: Transformadores de potencial para medida en instrumentos.

UNIDADES GENERADORAS: Equipos destinados a la Generación eléctrica en el SI.

NORMATIVAS APLICADAS:

El presente protocolo se basa en el Anexo Técnico: Determinación de consumos específicos de Unidades Generadoras y conforme a las normas ISO allí establecidas, en específico ISO 3046, ISO 8528, ISO 15550, ASME PTC 17, manuales de las unidades generadoras y procedimientos de operación de estas.

1. RESUMEN EJECUTIVO Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA DE CONSUMO ESPECÍFICO NETO.

1.1 RESUMEN EJECUTIVO:

Conforme a la normativa y procedimientos establecidos por el COORDINADOR ELÉCTRICO, se realizaron pruebas de consumo específico neto a las unidades generadoras de la Central Generadora Térmica Punta Colorada, bajo un protocolo aprobado por el Coordinador. Estas pruebas han sido dirigidas por un experto técnico con más de 10 años de experiencia en el área.

La prueba fue realizada el 31 de agosto del 2021, iniciándose estas a las 06:00 horas y terminadas a las 14:30 del mismo día.

Los resultados obtenidos para la prueba CEN tanto medidos como corregidos para la Unidad Generadora UG1 son los siguientes:

Tabla 1 : Resultados de la prueba de Consumo Específico Neto Central Térmica Punta Colorada, combustible Diésel

ítem	Concepto	Unidades	Nivel de Potencia Diésel				
			70.0%	77.5%	85.0%	92.5%	100.0%
1	Potencia Bruta Medida	[kWh/h]	11,691	12,860	14,016	15,100	16,608
2	Potencia SS AA Medidos	[kWh/h]	182	190	204	228	235
3	Potencia Neta	[kWh/h]	11,510	12,670	13,812	14,872	16,373
4	Consumo Combustible	[kg/h]	2,242	2,452	2,654	2,861	3,140
5	Consumo Combustible Bruto	[kcal/kWh]	2,094	2,082	2,068	2,068	2,064
6	Consumo Combustible Neto	[kcal/kWh]	2,127	2,113	2,098	2,100	2,094
7	Corrección a Referencia ISO 3046-1 (1/β)		0.999	0.999	0.999	0.999	0.999
8	Consumo Especifico Bruto Corregido	[kcal/kWh]	2,092	2,080	2,066	2,067	2,063
9	Consumo Especifico Neto Corregido	[kcal/kWh]	2,125	2,111	2,097	2,099	2,093

Tabla 2 : Resultados de la prueba de Consumo Específico Neto Central Térmica Punta Colorada, combustible IFO-180.

ítem	Concepto	Unidades	Nivel de Potencia IFO-180				
			70.0%	77.5%	85.0%	92.5%	100.0%
1	Potencia Bruta Medida	[kWh/h]	11,680	12,888	14,088	15,408	16,704
2	Potencia SS AA Medidos	[kWh/h]	192	197	221	197	180
3	Potencia Neta	[kWh/h]	11,488	12,691	13,867	15,211	16,524
3	Consumo Combustible	[kg/h]	2,328	2,538	2,760	3,012	3,252
5	Consumo Especifico Bruto	[kcal/kWh]	2,032	2,008	1,998	1,993	1,985
4	Consumo Especifico Neto	[kcal/kWh]	2,066	2,039	2,030	2,019	2,007
7	Corrección a Referencia ISO 3046-1 (1/β)		0.998	0.998	0.998	0.999	0.999
5	Consumo Especifico Bruto Corregido	[kcal/kWh]	2,028	2,004	1,994	1,990	1,983
9	Consumo Especifico Neto Corregido	[kcal/kWh]	2,062	2,035	2,026	2,016	2,004

1.2 RESPONSABLES DE LA PRUEBA DE CEN:

OPERADOR PROPIETARIO:

La prueba es efectuada en las Instalaciones de La Central Generadora Punta Colorada, cuyo propietario es Barrick Generación S.A y el operador es ENORCHILE S.A. La persona responsable de las operaciones y coordinación es:

Jefe de Operación	ENORCHILE. / Miguel Fernández
Fono	.
Celular	+.56 (9)62783853
Email	mvarela@enorchile.cl

EXPERTO TÉCNICO:

El experto técnico es DÓMINET ENERGÍA SPA, responsable del desarrollo del protocolo de pruebas, supervisión y de realización de los cálculos e informe Técnico de la prueba. En terreno y durante la prueba estuvo presente Kurt Heitmann Prieto y Gonzalo Barros Orrego.

Experto Técnico /	DÓMINET ENERGÍA SPA /Gonzalo Barros Orrego
Fono	+.56 (2) 26640798
Celular	+.56 (9)97425202
Email	gonzalobarros@dominet.cl

COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL:

El COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL coordina la prueba de Consumo Específico conforme al protocolo elaborado para esta.

COORDINADOR	Gretchen Zbinden Véliz
Fono	+.56 (2) 23672454
Celular	.
Email	gretchen.zbinden@coordinador.cl anexos_dco@coordinador.cl

2. OBJETO DE LA PRUEBA DE CONSUMO ESPECÍFICO NETO.

El objetivo de la prueba es determinar, bajo un protocolo estandarizado y previamente aprobado por el Coordinador, el consumo específico neto de combustible para Unidades Generadoras, pruebas que se realizan por tipo de combustible que emplea la Unidad Generadora.

- a) Consumo Específico Neto medido.
- b) Consumo Específico Neto corregido.

Se presentan los resultados de las pruebas efectuadas a la Unidad Generadora de la Central Generadora Punta Colorada, considerando las particularidades de esta central Diésel – IFO180, que consta de 1 generador que opera con combustible Diésel e IFO-180 y cuya potencia nominal se describe en la tabla 1, totalizando 17,5 MW nominales como Central Generadora. La prueba se realiza en total concordancia con el protocolo aprobado (documento CEN-027-V2-PROT-CPC), la norma técnica y el documento Anexo Técnico de la Norma Técnica: Determinación de consumos específicos de Unidades Generadoras.

Tabla 3 : Potencia Nominal de Unidad Generadora Punta Colorada

Unidad Generadora	Potencia Nominal [kW]
UG1	17,550
Total	17,550

3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES.

La Unidad Generadora se encuentra instalada en la región de Coquimbo, comuna de la Higuera, Latitud 29°22'03" latitud sur y 71°02'43" longitud oeste, y con una altura de 380 metros sobre el nivel del mar.

Ilustración 1. Localización de Central Punta Colorada



Antecedentes de la Unidad Generadora:

Tabla 4. Características Técnicas de la Unidad Generadora.

	Unidad Generadora
Descripción	UG1
Marca Motor	WARTSILA
Modelo Motor	18V46
Nro Serie Motor	PAAE077647
Año Fabricación Motor	2007
Marca Generador	ABB
Modelo Generador	AMG
Número de serie Generador	16095912
Año de fabricación Generador	2007
Potencia Activa Nominal[kW]	17,550

Unilineal Eléctrico:

Se presenta información de unilineal eléctrico asociado a la Unidad Generadora.

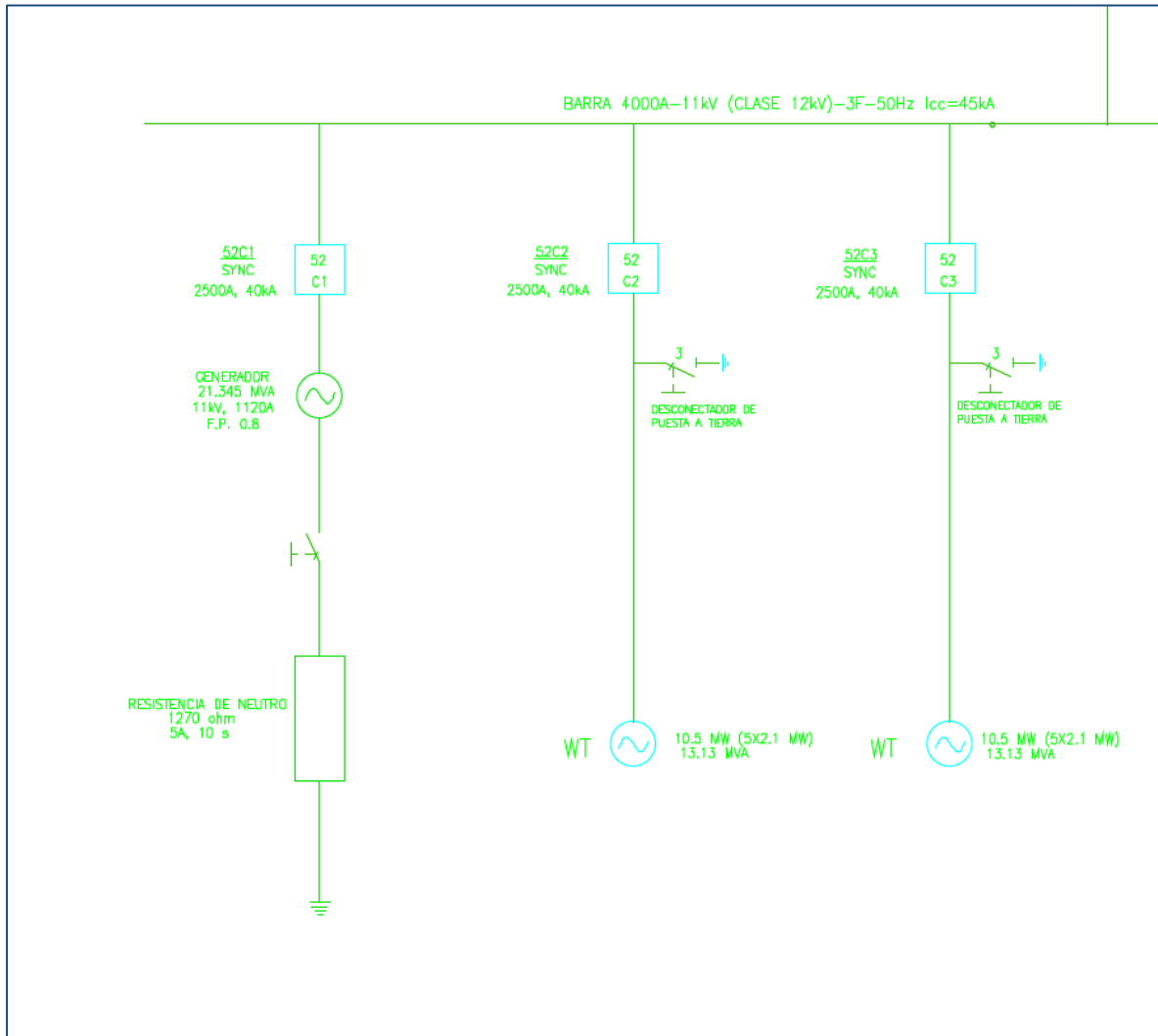


Ilustración 2. Diagrama Unilineal de las Instalaciones.

Existe 1 barra alimentadoras en 11 kV compuesta por la Unidad Generadora UG1 y donde también se conectan los Generadores Eólicos que no son parte de esta Prueba.

La prueba se realizó con registro de Potencia Bruta para la Unidad Generadora, registro de consumo de combustible por Unidad Generadora y Potencia Neta leída en el medidor de facturación.

4. DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA DE CONSUMO ESPECÍFICO NETO.

4.1 PROCEDIMIENTO REALIZADO.

Las pruebas fueron realizadas el día 31 de agosto del año 2021, conforme al protocolo y estas consistieron en:

Comienzo: a las 06:00 horas. Se inicia la estabilización a las 06:08 y el inicio de la prueba a las 08:35 AM, con hora de término a las 14:30. Durante la prueba no se reportan eventos ni anomalías.



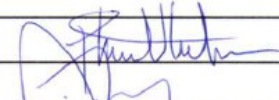
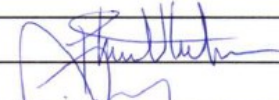
Se realizó el siguiente procedimiento para la Unidad Generadora:

- a) Se realizó Charla de inducción en relación a la prueba y condiciones de seguridad.
- b) Se verificó: Interruptor Principal Abierto.
- c) Se verificó: Tablero Control y Sincronismo cerrado.
- d) Se verificó: Sistemas auxiliares energizados.
- e) Se verificó: Áreas de desplazamiento al interior y exterior de las Unidades Generadoras despejadas.
- f) Se verificó: niveles de combustible al inicio de la prueba y estimación del combustible requerido para la prueba, por Unidad Generadora.
- g) Se verificó: nivel de aceite por Unidad Generadora.
- h) Se verificó: nivel de refrigerante por Unidad Generadora.
- i) Se habilitó: todos los sistemas de protección de pre-alarmas y Alarmas de detención de las Unidades Generadoras.
- j) Se dio partida a los grupos y siguió procedimiento de partida e interconexión bajo configuración BASE LOAD y llevar en forma gradual a Potencia de control.
- k) El Factor de Potencia se fijó en 0,95.
- l) Durante el período de estabilización se registran las condiciones de operación por Unidad Generadora de las variables indicadas en punto 3.1 del protocolo de pruebas y se comparan con las indicadas por el fabricante.
- m) Se efectúan pruebas de contrastación de las mediciones de potencia para cada unidad generadora.
- n) INICIO DE LAS PRUEBAS: estas se realizan al finalizar el período de estabilización y se registra en ACTA DE PRUEBAS la hora de inicio. La prueba se prolongó por un período de 5 horas y 55 minutos continuas de operación.
- o) REGISTRO DE INFORMACIÓN: en conformidad a lo indicado en el punto 3.1 del protocolo de pruebas, se recolectaron al término de la prueba, los datos registrados y cada 5 minutos se tomaron datos manuales de variables relevantes en la operación.

- p) **CONDICIONES DE SUSPENSIÓN DE LA PRUEBA:** la prueba no fue suspendida.
- q) **FINALIZACIÓN DE LA PRUEBA:** Transcurrido el período de ejecución de la prueba (5:55 horas), se procede a comunicar al Coordinador la terminación de esta.
- r) **RECOLECCIÓN DE DATOS:** Finalizada la prueba se recolectaron por parte del COORDINADO y como lo indica el punto 2.2.1 del Protocolo, los datos registrados en los distintos equipos que adquieren los datos de terreno y a la vez se firmaron las actas de la Prueba donde constan los responsables de esta, participantes, los horarios y eventos registrados durante esta.

4.2 ACTA DE LA PRUEBA DE CONSUMO ESPECÍFICO NETO.

Se adjunta copia del acta día 31 de agosto de 2021:

ACTA DE PRUEBAS CONSUMO ESPECÍFICO NETO DE COMBUSTIBLE (CEN)			
CENTRAL GENERADORA PUNTA COLORADA: ENORCHILE CONSULTOR: DÓMINET ENERGÍA SPA			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	INFORMACIÓN Y COMENTARIOS	
A5	LUGAR DE LA PRUEBA:	Punta Colorada	
A6	FECHA DE LA PRUEBA:	31-08-2021	
A7	HORA DE COMIENZO DE LA PRUEBA:	6:00	Autorización e Inicio de pruebas
A8			
B9	IDENTIFICACIÓN DE LOS PARTICIPANTES:		
B10	NOMBRE	EMPRESA	CARGO
B11	Miguel Fernández	ENORCHILE	Jefe de Operaciones
B12		ENORCHILE	
B13		ENORCHILE	
B14		ENORCHILE	
B15	Kurt Heitmann	DÓMINET ENERGÍA	Consultor
B16	Gonzalo Barros	DÓMINET ENERGÍA	Consultor
C17	OBJETO DE LA PRUEBA		
C18	Medir bajo un procedimiento estandarizado el Consumo Específico Neto Medido y Corregido de la unidad generadora.		
D19	INFORMACIÓN DE OPERACIÓN		
D20	HORA DE COMIENZO	06:03	
D21	HORA INICIO ESTABILIZACIÓN	06:08	
D22	HORA INICIO DE LA PRUEBA	08:35	
D23	HORA DE TÉRMINO DE LA PRUEBA	14:30	
D24			
E25	REGISTRO DE EVENTOS, FALLAS U OTROS		
E26	CHECKLIST, ITEM 3. PROTOCOLO	SI	
E27	SIN EVENTOS		
E28			
F29	IDENTIFICACION DE REGISTROS DESCARGADOS		
F30	DATOS EXTRAIDOS GENERADOR 1	SI	
F31	MEDICIONES ESTABLES		
F32	CONSUMO COMBUSTIBLE		
F33			
F34	TOMA LECTURAS MED. ENERGÍA NETA	SI	
F35	TOMA LECTURAS VAR. AMBIENTALES	SI	
F36	OTROS DATOS RELEVANTES	SI	
G37	FIRMA E IDENTIFICACION PRESENTES EN LA PRUEBA		
G38	NOMBRE	EMPRESA	FIRMA
G39	Miguel Fernández C.	ENORCHILE	
G40	Mariana Varela	ENORCHILE	
G41		ENORCHILE	
G42		ENORCHILE	
G43	Kurt Heitmann	DÓMINET ENERGÍA	
G44	Gonzalo Barros	DÓMINET ENERGÍA	

4.3 RESULTADOS Y CÁLCULOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO ESPECÍFICO NETO DE COMBUSTIBLE.

Se muestra un resumen con los resultados de la Prueba CEN medido y corregido

Tabla 5 : CEN combustible Diésel

ítem	Concepto	Unidades	Nivel de Potencia Diésel				
			70.0%	77.5%	85.0%	92.5%	100.0%
1	Potencia Bruta Medida	[kWh/h]	11,691	12,860	14,016	15,100	16,608
2	Potencia SS AA Medidos	[kWh/h]	182	190	204	228	235
3	Potencia Neta	[kWh/h]	11,510	12,670	13,812	14,872	16,373
4	Consumo Combustible	[kg/h]	2,242	2,452	2,654	2,861	3,140
5	Consumo Combustible Bruto	[kcal/kWh]	2,094	2,082	2,068	2,068	2,064
6	Consumo Combustible Neto	[kcal/kWh]	2,127	2,113	2,098	2,100	2,094
7	Corrección a Referencia ISO 3046-1 (1/β)		0.999	0.999	0.999	0.999	0.999
8	Consumo Específico Bruto Corregido	[kcal/kWh]	2,092	2,080	2,066	2,067	2,063
9	Consumo Específico Neto Corregido	[kcal/kWh]	2,125	2,111	2,097	2,099	2,093

Tabla 6 : CEN combustible IFO-180

ítem	Concepto	Unidades	Nivel de Potencia IFO-180				
			70.0%	77.5%	85.0%	92.5%	100.0%
1	Potencia Bruta Medida	[kWh/h]	11,680	12,888	14,088	15,408	16,704
2	Potencia SS AA Medidos	[kWh/h]	192	197	221	197	180
3	Potencia Neta	[kWh/h]	11,488	12,691	13,867	15,211	16,524
3	Consumo Combustible	[kg/h]	2,328	2,538	2,760	3,012	3,252
5	Consumo Específico Bruto	[kcal/kWh]	2,032	2,008	1,998	1,993	1,985
4	Consumo Específico Neto	[kcal/kWh]	2,066	2,039	2,030	2,019	2,007
7	Corrección a Referencia ISO 3046-1 (1/β)		0.998	0.998	0.998	0.999	0.999
5	Consumo Específico Bruto Corregido	[kcal/kWh]	2,028	2,004	1,994	1,990	1,983
9	Consumo Específico Neto Corregido	[kcal/kWh]	2,062	2,035	2,026	2,016	2,004

Detalle de los cálculos realizados:

4.3.1 Cálculo del Consumo Neto Específico Medido:

Para determinar el consumo específico neto por cada unidad generadora, se aplicó la siguiente ecuación por potencia y tipo de combustible empleado:

$$a) CEN_i = \frac{CC_i * PC_i}{PN_i}$$

Siendo:

$CEN =$ Consumo Específico Neto medido $\left[\frac{kcal}{kWh}\right]$.

$CC =$ Consumo de Combustible en $\left[\frac{kg}{h}\right]$.

$PC =$ Poder Calorífico Superior del Combustible en $\left[\frac{kcal}{kg}\right]$.

$PN = \text{Potencia Neta en [kW]}$

Consideraciones:

El subíndice i , de la fórmula indica el CEN por cada nivel de potencia aplicado por Unidad Generadora (se aplicó niveles de potencia de 70%, 77,5%, 85%, 92,5% y de 100% de su valor máximo nominal).

La potencia Bruta fue medida en equipo de facturación por de la Unidad Generadora y también se registra la potencia de los SSAA.

Definiciones:

EBMug = Energía Bruta Medida por Unidad Generadora durante la prueba.

ENMA = Energía Neta Medida por Alimentador durante la prueba.

FENug = Factor prorrateo Energía NETA por Unidad Generadora.

PNMug = Potencia Neta Medida por Unidad Generadora.

ESAA = Consumo de Energía de los Sistemas Auxiliares durante la Prueba.

PSAA = Potencia Media Sistemas Auxiliares durante la Prueba.

Tp = Tiempo duración de la prueba en periodos de minutos.

Cálculo para determinar la energía y la potencia media de los sistemas auxiliares durante la Prueba en distintos niveles de Potencia y combustibles:

$$b1) PNMug = (EBMug - ESAA)/Tp$$

$$b) PSAA = ESAA/Tp$$

El poder Calorífico de cada combustible utilizado, es el valor determinado para cada muestra (tanto DIESEL como FUEL OIL) y certificado por la empresa SGS¹, cuyos valores son:

Tabla 7 : Poder Calorífico Combustibles Empleados en la Prueba

Valores Análisis Combustibles empleados en la Prueba			
Ítem	Descripción	Valor	Unidades
DIESEL			
1	Densidad Diesel	0.8403	[kg/l]
2	Poder calorífico Diesel por KG	10,917.0	[kcal/kg]
3	Poder calorífico S Diesel por litro	9,173.6	[kcal/litro]
IFO 180			
4	Densidad IFO 180	0.976	[kg/l]
5	Poder Calorífico S IFO 180 por KG	10,197.0	[kcal/kg]
6	Poder Calorífico S IFO 180 por litro	9,952.3	[kcal/litro]

¹ Análisis de Combustibles se adjuntan en Anexo 8.

4.3.2 Cálculo del Consumo Específico Neto corregido:

Para determinar el CEN corregido, se efectuaron las correcciones de diseño de la Unidad Generadora a las condiciones ISO 3046-1.

Para motor de combustión interna se consideró: Corrección por: temperatura ambiente y por humedad relativa.

En la Norma ISO3046/1, en el capítulo 10: “Methods of calculating power adjustment and recalculating specific fuel consumption”, en específico la sección 10.4 (“Recalculation of fuel consumption at test or site ambient conditions for adjusted engines”) de la referida norma: se establecen los parámetros y forma de cálculo de las correcciones y que se encuentran basadas en la siguiente formulación:

Condiciones de referencia:

Temperatura de Referencia: $T_r = 298^\circ\text{K}$

Humedad Relativa de Referencia: $H_r = 30\%$

Condiciones de Prueba:

Temperatura a la que se realizan las Pruebas: $T_p =$ medidas durante las pruebas.

Humedad Relativa de Prueba: $H_p =$ medida durante las pruebas.

A partir de la tabla B.4 ² que establece la norma ISO 3046-1 se obtiene el valor de β que es el parámetro para corregir el consumo específico a condiciones medioambientales distintas a las referenciadas. Es entonces este valor β invertido el que hace la corrección de las condiciones ambientales de la prueba a condiciones de referencia.

$$c1) CEN_{ci} = \beta^{-1} * CEN_i$$

² ISO 3046/1: Tabla B.4 Determination of the fuel consumption recalculation factor, β .

Tabla 9 : Correcciones según horas y condiciones ambientales.

Altura referencia		400 msnm										Referencia	
		Horario Prueba, bloques por hora										Condiciones	
Combustible		IFO-180					Diésel						
Potencia		70%	78%	85%	93%	100%	70%	78%	85%	93%	100%		
Ítem	Descripción	Hora Ref	8:40	9:20	9:50	10:20	10:50	12:15	12:47	13:17	13:47	14:25	
1	Temperatura condición de ensayo	t_x °C	10.4	12.0	13.4	15.0	16.7	20.3	20.9	21.3	21.6	21.5	25.0
2	Humedad Condición de ensayo	h_r %	91.1%	77.9%	64.9%	54.3%	45.0%	32.7%	31.7%	31.5%	32.0%	33.7%	30.0%
3	Presión de ensayo kPa	97.1											
4	Tabla B.1 Water Pressure kPa	(t_x / h_x)	1.122	1.066	0.954	0.904	0.838	0.769	0.771	0.787	0.815	0.851	0.882
5	Tabla B.2 Dry air press	$DAP_{rv} (k)$	0.998	0.998	0.999	1.000	1.000	1.001	1.001	1.001	1.001	1.000	1.000
6	Tabla B.3 Ratio R ξ	(tr/t_x)	1.052	1.046	1.041	1.035	1.029	1.016	1.014	1.013	1.011	1.012	1.000
7	factor k, según ISO 3046	K	1.060	1.054	1.048	1.042	1.035	1.020	1.018	1.016	1.014	1.015	1.000
8	Corrección de Potencia α		1.063	1.056	1.050	1.043	1.036	1.021	1.018	1.016	1.015	1.015	1.000
9	Factor de corrección $\beta = k/\alpha$		1.002	1.002	1.002	1.001	1.001	1.001	1.001	1.001	1.001	1.001	1.000

Conforme a los datos medioambientales registrados y a través del procedimiento establecido en la norma ISO3046 se establecen los parámetros β de corrección para cada etapa de las pruebas.

5. NORMAS APLICADAS.

El presente protocolo se basa en el Anexo Norma Técnica Pruebas de Consumo Específico Neto de Combustible en Unidades Generadoras y conforme a las normas ISO allí establecidas, en específico ISO 3046, ISO 8528, ISO 15550, ASME PTC 17, manuales de las unidades generadoras y procedimientos de operación de estas.

6. MEMORIA TÉCNICA DEL PROCEDIMIENTO.

El procedimiento realizado se ajustó al protocolo aprobado por el Coordinador.

Se adquirieron periódicamente lecturas de temperaturas en forma manual mediante pistola térmica, y se obtuvieron los registros desde la Unidad SCADA local para consolidar toda la información de análisis.

Se tomaron registros manuales de los medidores de energía de cada equipo y luego se bajó la data desde su memoria de masa de los equipos de registro.

El detalle de los cálculos realizados y su procedimiento se ha descrito detalladamente en los puntos:

- 4.3.1. Cálculo del Consumo Específico Neto medido.
- 4.3.2. Cálculo del Consumo Específico Neto corregido.

Tabla 10 : Resumen de CEN medido por Potencia y tipo de Combustible

ítem	Concepto	Unidades	Nivel de Potencia Diésel				
			70.0%	77.5%	85.0%	92.5%	100.0%
1	Potencia Bruta Medida	[kWh/h]	11,691	12,860	14,016	15,100	16,608
2	Potencia SS AA Medidos	[kWh/h]	182	190	204	228	235
3	Potencia Neta	[kWh/h]	11,510	12,670	13,812	14,872	16,373
4	Consumo Combustible	[kg/h]	2,242	2,452	2,654	2,861	3,140
5	Consumo Combustible Bruto	[kcal/kWh]	2,094	2,082	2,068	2,068	2,064
6	Consumo Combustible Neto	[kcal/kWh]	2,127	2,113	2,098	2,100	2,094
7	Corrección a Referencia ISO 3046-1 (1/β)		0.999	0.999	0.999	0.999	0.999
8	Consumo Específico Bruto Corregido	[kcal/kWh]	2,092	2,080	2,066	2,067	2,063
9	Consumo Específico Neto Corregido	[kcal/kWh]	2,125	2,111	2,097	2,099	2,093

ítem	Concepto	Unidades	Nivel de Potencia IFO-180				
			70.0%	77.5%	85.0%	92.5%	100.0%
1	Potencia Bruta Medida	[kWh/h]	11,680	12,888	14,088	15,408	16,704
2	Potencia SS AA Medidos	[kWh/h]	192	197	221	197	180
3	Potencia Neta	[kWh/h]	11,488	12,691	13,867	15,211	16,524
3	Consumo Combustible	[kg/h]	2,328	2,538	2,760	3,012	3,252
5	Consumo Específico Bruto	[kcal/kWh]	2,032	2,008	1,998	1,993	1,985
4	Consumo Específico Neto	[kcal/kWh]	2,066	2,039	2,030	2,019	2,007
7	Corrección a Referencia ISO 3046-1 (1/β)		0.998	0.998	0.998	0.999	0.999
5	Consumo Específico Bruto Corregido	[kcal/kWh]	2,028	2,004	1,994	1,990	1,983
9	Consumo Específico Neto Corregido	[kcal/kWh]	2,062	2,035	2,026	2,016	2,004

7. ANEXO 7: INFORMACIÓN RELEVANTE DE LA PRUEBA CEN.

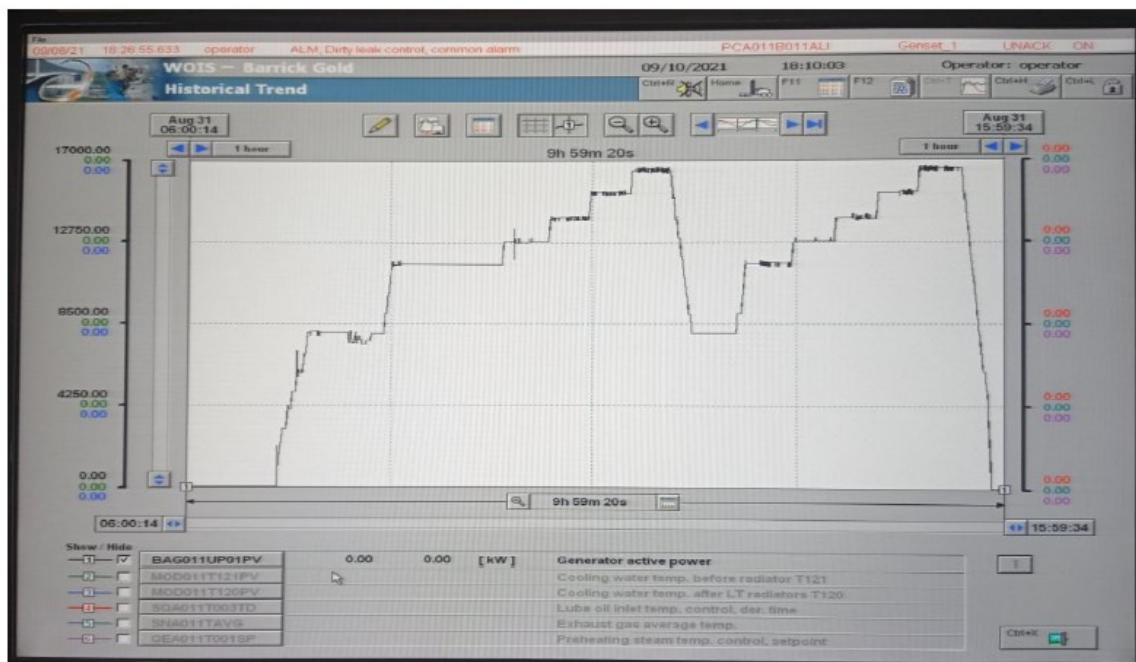
Registro de mediciones de parámetros de operación en sistema SCADA.

CONSUMO ESPECIFICO

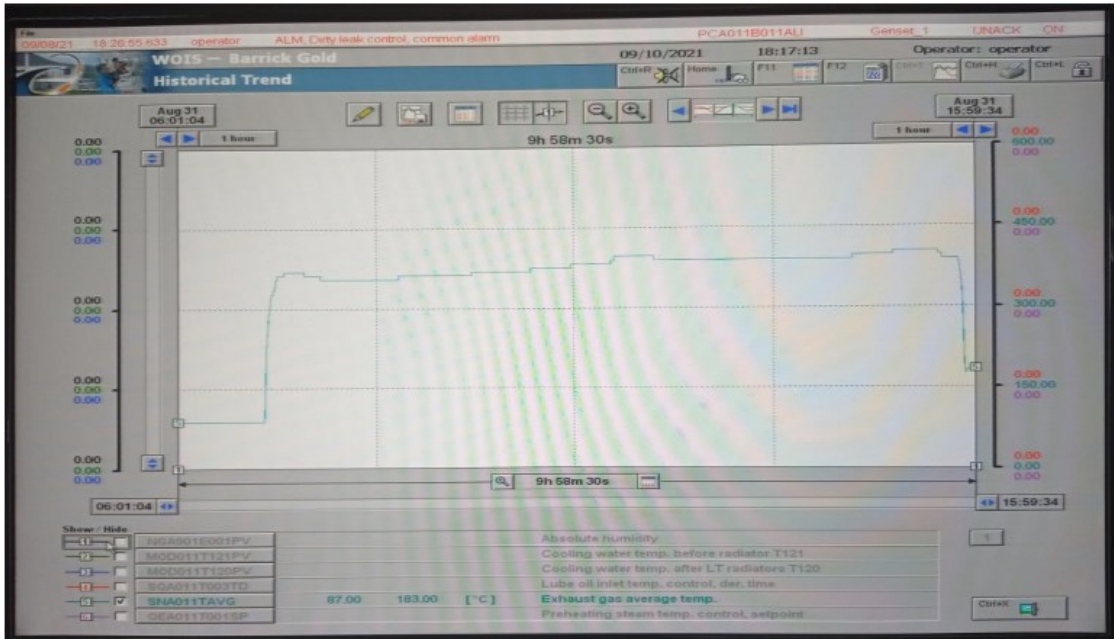
MOTOR WARTSILA 18V46 CENTRAL PUNTA COLORADA

31 AGOSTO 21 de 06:00 a 16:00

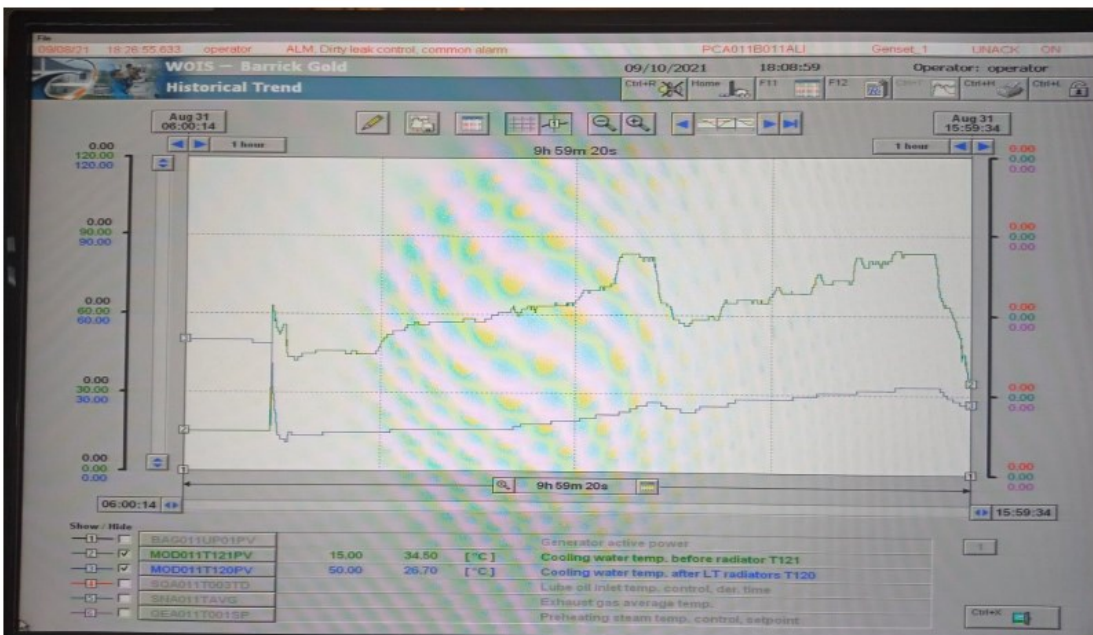
POTENCIA MAXIMA



TEMPERATURA GASES DE ESCAPE



TEMPERATURA DE ENFRIAMIENTO



8. ANEXO 8: INFORMACIÓN DE ENSAYOS Y ANÁLISIS COMBUSTIBLE.

Ensayos y pruebas realizados por fabricante y condiciones de operación del equipamiento.

3.2.6 Wärtsilä 18V46

Wärtsilä 18V46		DE
Cylinder output	kW	1050
Engine speed	rpm	500
Engine output	kW	18900
Mean effective pressure	MPa	2.61
Combustion air system (Note 1)		
Flow at 100% load	kg/s	32.1
Temperature at turbocharger intake, max.	°C	45
Temperature after air cooler (TE 601)	°C	40...70
Exhaust gas system (Note 2)		
Flow at 100% load	kg/s	33.0
Flow at 85% load	kg/s	30.9
Flow at 75% load	kg/s	28.4
Flow at 50% load	kg/s	20.4
Temp. after turbo, 100% load (TE 517)	°C	380
Temp. after turbo, 85% load (TE 517)	°C	310
Temp. after turbo, 75% load (TE 517)	°C	305
Temp. after turbo, 50% load, BP open (TE 517)	°C	320
Backpressure, max.	kPa	3.0
Pipe diameter, min.	mm	1500
Calculated pipe diameter for 35 m/s	mm	1486
Heat balance at 100% load (Note 3)		
Jacket water, HT-circuit	kW	2130
Charge air, HT-circuit	kW	3960
Charge air, LT-circuit	kW	1785
Lubricating oil, LT-circuit	kW	2100
Radiation	kW	390
Fuel system (Note 4)		
Pressure before injection pumps (PT 101)	kPa	800...1000
Fuel flow to engine, approx.	m ³ /h	15.0
HFO viscosity before engine	cSt	20...24
MDF viscosity, min.	cSt	2.8
Max. HFO temperature before engine (TE 101)	°C	135
Clean leak fuel quantity, HFO at 100% load	kg/h	13.6
Clean leak fuel quantity, MDF at 100% load	kg/h	68.0
Fuel consumption at 100% load	g/kWh	176
Fuel consumption at 85% load	g/kWh	172
Fuel consumption at 75% load	g/kWh	172
Fuel consumption at 50% load	g/kWh	176
Lubricating oil system		
Pressure before bearings, nom. (PT 201)	kPa	400
Pressure after pump, max.	kPa	800
Suction ability, including pipe loss, max.	kPa	40
Priming pressure, nom. (PT 201)	kPa	80
Temperature before bearings, nom. (TE 201)	°C	63
Temperature after engine, approx.	°C	78
Pump capacity (main), engine driven	m ³ /h	279
Pump capacity (main), electrically driven	m ³ /h	279
Oil flow through engine	m ³ /h	260
Priming pump capacity	m ³ /h	100
Oil volume in separate system oil tank	m ³	25.5
Oil consumption at 100% load	g/kWh	0.5
Crankcase ventilation flow rate at full load	l/min	2800
Crankcase ventilation backpressure, max.	Pa	200
Oil volume in turning device	l	68...70
Oil volume in speed governor	l	1.9
High temperature cooling water system		
Pressure at engine, after pump, nom. (PT 401)	kPa	250 + static
Pressure at engine, after pump, max. (PT 401)	kPa	480
Temperature before cylinders, approx. (TE 401)	°C	74
Temperature after cylinders, approx. (TE 402)	°C	82
Temperature after charge air cooler, nom.	°C	91
Capacity of engine driven pump, nom.	m ³ /h	400

WÄRTSILÄ 46

Wärtsilä 18V46		DE
Cylinder output	kW	1050
Engine speed	rpm	500
Pressure drop over engine, total	kPa	70
Pressure drop in external system, max.	kPa	150
Pressure from expansion tank	kPa	70...150
Water volume in engine	m ³	2.6
Low temperature cooling water system		
Pressure at engine, after pump, nom. (PT 451)	kPa	250
Pressure at engine, after pump, max. (PT 451)	kPa	440
Temperature before engine, max. (TE 451)	°C	38
Temperature before engine, min. (TE 451)	°C	25
Capacity of engine driven pump, nom.	m ³ /h	400
Pressure drop over charge air cooler	kPa	30
Pressure drop in external system, max.	kPa	200
Pressure from expansion tank	kPa	70 ... 150
Starting air system		
Pressure, nom.	kPa	3000
Pressure at engine during start, min. (20°C)	kPa	1000
Pressure, max.	kPa	3000
Low pressure limit in air vessels	kPa	1800
Consumption per start at 20°C (manual)	Nm ³	9.0
Consumption per start at 20°C, (with slowturn)	Nm ³	10.8

COMMON RAIL		
Fuel oil system		
Fuel flow to engine, approx.	m ³ /h	11.2
MDF viscosity, min.	cSt	2
Clean leak fuel quantity, HFO at 100% load	kg/h	6.8
Clean leak fuel quantity, MDF at 100% load	kg/h	34.0
Clean leak fuel quantity at stop, max.	l	33
Lubricating oil system		
Control oil flow, steady	l/min	9.0
Control oil flow, max. momentary	l/min	110
Starting air system		
Consumption per start at 20°C (manual)	Nm ³	13.5
Consumption per start at 20°C, (with slowturn)	Nm ³	15.3

Notes:

- Note 1 At ISO 3046-1 conditions (ambient air temperature 25°C, LT-water 25°C) and 100% load. Tolerance 5%.
- Note 2 At ISO 3046-1 conditions (ambient air temperature 25°C, LT-water 25°C) and 100% load. Flow tolerance 5% and temperature tolerance 15°C.
- Note 3 At ISO3046-1 conditions (ambient air temperature 25°C, LT-water 25°C) and 100% load. Tolerance for cooling water heat 10%, tolerance for radiation heat 30%. Fouling factors and a margin to be taken into account when dimensioning heat exchangers.
- Note 4 According to ISO 3046/1, lower calorific value 42 700 kJ/kg, without engine driven pumps. Tolerance 5%. Load according to propeller law for mechanical propulsion engines (ME).

Subject to revision without notice.

BARRICK S.A.
C.T. Punta Colorada - Chile

Informe de Ensayos
Unidad Wartsila

Proyecto EE-ES-2010-006
Informe Técnico EE-EN-2010-261
Revisión A

ESTUDIOS ELECTRICOS®
soluciones de vanguardia



FIELD TESTING AND ELECTRICAL
COMMISSIONING
ISO9001:2008 Certified

08/11/2010

5 ANEXO I: Información proporcionada por el fabricante

1 PERFORMANCE DATA (Calculated values)

TYPE

Type designation: AMG 1600SS12 DSE

RATINGS

Output:	21345	kVA	Direction of rotation (Facing drive end):	CCW
Duty:	S1		Stored energy constant (Rotative energy divided by rated effect):	0,75 s
Voltage:	11000	V	Weight:	57000 kg
Current:	1120	A	Inertia:	12000 kgm ²
Power factor:	0,80		Protection by enclosure:	IP23
Frequency:	50	Hz	Cooling method:	IC0A1
Speed:	500	rpm	Mounting arrangement:	IM7303
Overspeed:	600	rpm		

STANDARDS

Applicable standard:	IEC
Marine classification:	None
Hazardous area classification:	None
Temperature rise stator / rotor:	F/F
Insulation class:	F

ENVIRONMENTAL CONDITIONS (max. values)

Ambient temperature:	50	°C	Altitude:	1000	masl
Coolant temperature:		°C			

ASSUMED DATA

Driving equipment:	Wärtsilä 18V46
Appr. mec. power:	17460 kW

EFFICIENCY in %

	load:	110	%	100	%	75	%	50	%	25	%
Efficiency @ power factor	0,80	97,75		97,80		97,80		97,51		96,11	
Efficiency @ power factor	1,00	98,38		98,40		98,39		98,15		97,00	

REACTANCES in %

XD (U):	187,8	XD' (S):	32,3	XQ" (S):	22,1	X0 (U):	10,3
XQ (U):	94,1	XD" (S):	19,4	X2 (S):	20,8	XP (S):	26,7
X1 (U):	16,7	(S) = Saturated value, (U) = Unsaturated value					

TIME CONSTANTS (SEC.) AT 75 °C

TD0':	7,353	TD':	1,393	TQ0'':	0,1266	TA:	0,180
TD0'':	0,02941	TD'':	0,01787	TQ'':	0,0327		

ABB	ABB Oy / Machines	Drawing number		
		411	13	2

1 PERFORMANCE DATA (Calculated values)

TYPE

Type designation: AMG 1600SS12 DSE

RATINGS

Output:	21345	kVA	Direction of rotation	
Duty:	S1		(Facing drive end):	CCW
Voltage:	11000	V	Stored energy constant	
Current:	1120	A	(Rotative energy divided	
Power factor:	0,80		by rated effect):	0,77 s
Frequency:	50	Hz	Weight:	57000 kg
Speed:	500	rpm	Inertia:	12000 kgm ²
Overspeed:	600	rpm	Protection by enclosure:	IP23
			Cooling method:	IC0A1
			Mounting arrangement:	IM7303

STANDARDS

Applicable standard:	IEC
Marine classification:	None
Hazardous area classification:	None
Temperature rise stator / rotor:	F/F
Insulation class:	F

ENVIRONMENTAL CONDITIONS (max. values)

Ambient temperature:	50	°C	Altitude:	1000	masl
Coolant temperature:		°C			

ASSUMED DATA

Driving equipment:	Wärtsilä 18V46
Appr. mec. power:	17460 kW

EFFICIENCY in %


	load:	110 %	100 %	75 %	50 %	25 %
Efficiency @ power factor 0,80		97,77	97,81	97,82	97,54	96,16
Efficiency @ power factor 1,00		98,39	98,41	98,40	98,16	97,04

REACTANCES in %

XD (U):	188,0	XD' (S):	32,3	XQ" (S):	22,1	X0 (U):	10,3
XQ (U):	94,4	XD" (S):	19,4	X2 (S):	20,8	XP (S):	26,7
X1 (U):	16,7	(S) = Saturated value, (U) = Unsaturated value					

TIME CONSTANTS (SEC.) AT 75 °C

TD0':	7,361	TD':	1,393	TQ0'':	0,1272	TA:	0,180
TD0'':	0,02941	TD'':	0,01787	TQ'':	0,0327		

	ABB Oy / Machines	Document identification	Lang.	Rev. ind.	Sheet
		3AFP 98864401	en	A	2

TEMPLATE: TECHNICALSPECIFICATION.DOT; FILENAME: DG_GLOVE_9886HE401_ASDOC_9886HE_401_A_TECHSPEC.DOC; PRINTDATE: 20.4.2007 15:54; SAVEDATE: 20.4.2007 15:38

Análisis de poder calorífico de los combustibles.

DIESEL:



Fecha: 13/09/2021

Reporte de Análisis: OS21-02160.001

Enorchile S.A
Chile

Los resultados mostrados en este reporte de ensayo específicamente se refieren a la muestra (s) ensayadas según se han recibido a menos que se indique lo contrario. Todos los ensayos se han realizado utilizando la última revisión de los métodos indicados, a menos que se indique lo contrario en el reporte. Los parámetros de precisión se aplican en la determinación de los resultados anteriores. Los consumidores de los resultados analíticos, cuando establezcan la conformidad con los requisitos comerciales o regulatorios, deben tener en cuenta las disposiciones completas de ASTM D 3244, IP367 e ISO 4259 en ese contexto, el nivel de confianza predeterminado de las pruebas de petróleo se ha establecido en el nivel de confianza de 95%. Ponga especial atención a las secciones 7.3.6, 7.3.7 y 7.3.8 de la ASTM D 3244. Este reporte de ensayo ha sido publicado bajo las Condiciones Generales de Servicio de la Compañía (copia disponible en la página web de la compañía en www.sgs.com o bajo solicitud). Se recomienda la atenta lectura de las cláusulas sobre la limitación de responsabilidad, indemnización y jurisdicción definida en el mismo. El presente reporte no podrá ser reproducido parcialmente o en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio.

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la Norma internacional ISO/IEC 17025:2017 y opera bajo un sistema de gestión de calidad reconocido demostrando competencia técnica para la ejecución de los ensayos contenidos en el alcance TL-871. (*) los que no se encuentran dentro de nuestros alcances de acreditación.

CLIENTE ORDEN NO :	LAB3-301171.V.2-NR/2021	SGS ORDEN NO.:	--
CLIENTE ID :	Punta Colorada	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO :	Diesel - Desel Grado B
LOCALIDAD :	N/A	ORIGEN ID :	Diario
ORIGEN DE LA MUESTRA :	Como se suministra	RECIBIDO :	03/09/2021
TIPO DE MUESTRA :	Muestreo Puntual	COMPLETADO:	13/09/2021
MUESTREADO :	31/08/2021		
ANALIZADO :	13/09/2021		

ANÁLISIS	MÉTODO	RESULTADO UNIDAD
Gravedad API a 60°F	ASTM D1298	36.8 °API
Densidad a 15°C	ASTM D1298	0.8403 g/mL
Densidad a 15°C	ASTM D1298	840.3 kg/m³
Contenido de azufre	ASTM D5453	6.4 mg/kg
Peso Muestra	ASTM D482	100.125 g
Cenizas	ASTM D482	<0.010 % (m/m)
Poder Calorífico Bruto	ASTM D4868	10917 kcal/kg
Poder Calorífico Neto	ASTM D4868	10241 kcal/kg

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

FIRMA AUTORIZADA

Ivette Riveros
Encargado de Reportabilidad

130920211741000006085

FIRMA AUTORIZADA

Danitza Sepulveda
Jefe de Laboratorio

Página 1 de 1

SGS Chile Ltda

Av. Tres Poniente N° 800 Maipu, Santiago, 9250000, Chile

OGC-Es_report-2014-10-10_v59K

FUEL OIL:



Fecha: 13/09/2021

Reporte de Análisis: OS21-02161.001

Enorchile S.A
Chile

Los resultados mostrados en este reporte de ensayo específicamente se refieren a la muestra (s) ensayada(s) según se han recibido a menos que se indique lo contrario. Todos los ensayos se han realizado utilizando la última revisión de los métodos indicados, a menos que se indique lo contrario en el reporte. Los parámetros de precisión se aplican en la determinación de los resultados anteriores. Los consumidores de los resultados analíticos, cuando establezcan la conformidad con los requisitos comerciales o regulatorios, deben tener en cuenta las disposiciones completas de ASTM D 3244, IP367 e ISO 4269 en ese contexto, el nivel de confianza predeterminado de las pruebas de petróleo se ha establecido en el nivel de confianza del 96%. Ponga especial atención a las secciones 7.3.6, 7.3.7 y 7.3.8 de la ASTM D 3244. Este reporte de ensayo ha sido publicado bajo las Condiciones Generales de Servicio de la Compañía (copia disponible en la página web de la compañía en www.sgs.com o bajo solicitud). Se recomienda la atenta lectura de las cláusulas sobre la limitación de responsabilidad, indemnización y jurisdicción definida en el mismo. El presente reporte no podrá ser reproducido parcialmente o en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio.

La muestra(s) a la que se refieren los resultados obtenidos en el presente documento fueron tomadas por cliente o por un tercero que actúa bajo la dirección del cliente. Los resultados no constituyen garantía de representatividad de la muestra de las mercancías y se refieren estrictamente a la muestra(s). La Compañía no asume ninguna responsabilidad en relación con el origen o la fuente que la muestra(s) extraída.

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la Norma Internacional ISO/IEC 17025:2017 y opera bajo un sistema de gestión de calidad reconocido demostrando competencia técnica para la ejecución de los ensayos contenidos en el alcance TL-871. (*) los que no se encuentran dentro de nuestros alcances de acreditación.

CLIENTE ORDEN NO :	LAB3-301171.V.2-NR/2021	SGS ORDEN NO.:	--
CLIENTE ID :	Punta Colorada	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO :	Diesel - IFO 180
LOCALIDAD :	N/A	ORIGEN ID :	Diario
ORIGEN DE LA MUESTRA :	Tanque	MUESTREADO POR :	Cliente
TIPO DE MUESTRA :	Muestreo Puntual	RECIBIDO :	03/09/2021
MUESTREADO :	31/08/2021	COMPLETADO :	13/09/2021
ANALIZADO :	13/09/2021		

ANÁLISIS	MÉTODO	RESULTADO UNIDAD
Gravedad API a 60°F	ASTM D1298	13.4 °API
Densidad a 15°C	ASTM D1298	0.9760 g/mL
Densidad a 15°C	ASTM D1298	976.0 kg/m³
Peso Muestra	ASTM D482	50.104 g
Cenizas	ASTM D482	0.024 % (m/m)
Agua	ASTM D95	1.0 % (v/v)
Poder Calorífico Bruto	ASTM D4868	10197 kcal/kg
Poder Calorífico Neto	ASTM D4868	9631 kcal/kg
Poder Calorífico Bruto	ASTM D4868	42.69 MJ/kg
Poder Calorífico Neto	ASTM D4868	40.32 MJ/kg
Contenido Total Azufre *	ASTM D4294	11700 mg/kg

** Fin De Los Resultados Analíticos **

FIRMA AUTORIZADA

Ivette Riveros
Encargado de Reportabilidad
130920211762000006086

FIRMA AUTORIZADA

Danitza Sepulveda
Jefe de Laboratorio

Página 1 de 1

SGS Chile Ltda

Av. Tres Poniente N° 800 Maipú, Santiago, 9250000, Chile

OGC-Er_report-2014-10-10_v69K

Member of SGS Group (SGS SA)

8.1 ANEXO: Mediciones de Variables Ambientales.

Día 31 de Agosto 2021.

