

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: P0011939-2-GE-INF-00001

RESTRINGIDO

Cliente: Coordinador Eléctrico Nacional
Proyecto: Prueba de Consumo Específico en Central Degañ 2
Asunto: Informe de Prueba – Nave 4
Comentarios: Revisado conforme a “Observaciones al Informe Técnico de Consumos Específicos de Central Degañ 2”, documento código: CEN-DCO-PCEN-DEGAÑ 2, Versión 1.

0	04/07/2018	Revisión Final	Ismael Rodríguez	Eduardo Andrzejewski	Christian López	Eduardo Andrzejewski
B	07/03/2018	Comentarios del Cliente	Ismael Rodríguez	Eduardo Andrzejewski	Eduardo Andrzejewski	Nils Grobet
A	19/02/2018	Revisión Interna	Ismael Rodríguez	Eduardo Andrzejewski	Eduardo Andrzejewski	Nils Grobet
REV.	DD/MM/AA	ESTATUS	ESCRITO	VERIFICADO	APROBADO	VALIDADO

Informe de Prueba – Nave 4

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVO Y ALCANCE DE LA PRUEBA.....	3
2. DEFINICIONES Y ABREVIACIONES.....	3
3. DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL Y SUS UNIDADES	4
4. DOCUMENTOS Y NORMAS APLICADAS.....	5
5. RESPONSABLES DEL ENSAYO.....	5
6. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	6
7. CÁLCULOS Y MEDICIONES.....	8
7.1. Mediciones.....	8
7.2. Cálculos.....	13
7.3. Correcciones al Consumo Específico.....	14
8. CONSUMO ESPECÍFICO NETO.....	16
9. ANEXOS	17
ANEXO A – DATOS DE REFERENCIA.....	17
ANEXO B – ACTA DE PRUEBA.....	17
ANEXO C – LAYOUT DE LA CENTRAL	17
ANEXO D – CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS.....	17
ANEXO E – ANÁLISIS DE COMBUSTIBLE.....	17
ANEXO F – MEDICIONES, CÁLCULOS Y GRÁFICOS.....	17

1. OBJETIVO Y ALCANCE DE LA PRUEBA

Conforme resolución del Coordinador Eléctrico Nacional, las empresas generadoras deberán validar el valor de consumo específico de sus unidades en conformidad a las disposiciones del Anexo Técnico: “Determinación de Consumos Específicos de Unidades Generadoras” de la NORMA TÉCNICA DE SEGURIDAD Y CALIDAD DE SERVICIO - Resolución exenta N°375.

El presente documento tiene como objetivo reportar los resultados obtenidos durante el ensayo de la **Nave 4 de la Central DEGAÑ 2**, ubicada en la comuna de Ancud, Región de los Lagos.

2. DEFINICIONES Y ABREVIACIONES

Definiciones

Nave: Conjunto de unidades de idénticas características.

SCADA: *Supervisory Control and Data Acquisition.*

Unidad: Unidad Generadora (motor de combustión interna acoplado a su respectivo generador).

Abreviaciones

FP	:	Factor de Potencia
HR	:	Humedad Relativa [%]
PCI	:	Poder Calorífico Inferior
PCS	:	Poder Calorífico Superior
N-1,2,3...	:	Nave 1,2,3...
U-1,2,3...	:	Unidad 1,2,3...

3. DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL Y SUS UNIDADES

La Central Degañ 2 es una Central Térmica compuesta por 12 motores de combustión interna, los cuales están divididos en dos naves de 6 motores de cada una. En la Tabla 1 se indican las características principales de las unidades.

Nave	Unidad	Marca / Modelo	Potencia [kW]	Consumo Específico Referencial ¹ [litros/MWh]
N-4	U-23	Cummins / QSK60-G4	1.600	246
	U-24			
	U-25			
	U-26			
	U-27			
	U-28			
N-5	U-34	Detroit / DDC 149	1.000	290
	U-35			
	U-36			
	U-37			
	U-38			
	U-39			

Tabla 1: Naves y Unidades de la Central Degañ 2 sujetas a Prueba de Consumo Específico

Todos los motores utilizan combustible Diésel Grado B (ver certificado en Anexo E) y están conectados a su respectivo generador eléctrico.

El presente informe considera las unidades de la Nave 4. En la Figura 1 se muestra una fotografía la Unidad 24 y las líneas de combustible principal (alimentación y retorno).

¹ Valor informado por Central Degañ 2.



Figura 1: Unidad 24 de la Central Degañ 2. A nivel del piso se indican las líneas de combustible principal: Alimentación y Retorno.

4. DOCUMENTOS Y NORMAS APLICADAS

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

- Anexo Técnico: “Anexo-NT-Determinación-de-Consumos-Específicos-de-Unidades-Generadoras”.
- Protocolo de Prueba de Consumo Específico Central Degañ 2: P011939-2-GE-PRG-0001
- Norma ISO 3046, ISO 15550, ASME PTC 17 e ISO 8528.

5. RESPONSABLES DEL ENSAYO

Experto(s) técnico(s):

Participaron del ensayo el Experto Técnico Eduardo Andrzejewski (Tractebel) y el Ingeniero de Prueba Ismael Rodríguez (Tractebel).

Representante(s) de las unidades de generación:

Los gerentes y operadores de la Planta Degañ 2.

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

6. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

La prueba de Consumo Específico se realizó en dos unidades de la Nave 4, conforme a lo indicado en el Capítulo 7 del Protocolo de Prueba.

Para obtener las velocidades mínimas² al interior de las líneas principales de combustible, fue necesario ensayar ambas unidades de forma simultánea³.

El experto técnico seleccionó las **Unidades 25 y 28**, las cuales presentaban menos complicaciones para instalar los medidores de flujo.

Para efectos de cálculos y correcciones, se registró la Potencia Bruta con instrumentación clase 0.2 certificada en la Unidad 28. Además, se registró la Potencia Neta de la Central con el medidor de tarificación existente clase 0.2.

Los certificados de calibración de todos los instrumentos utilizados se encuentran en el Anexo D.

La fecha y horarios de la prueba fueron los siguientes:

- Fecha de realización del ensayo : 13/02/2018
- Hora de inicio de la estabilización : 23:00 hrs
- Hora de inicio de la prueba : 23:15 hrs
- Hora de finalización de la prueba : 23:30 hrs

El periodo de estabilización fue de 15 minutos, momento en que la temperatura del refrigerante se mantuvo estable en 85°C.

El ensayo fue ejecutado durante un periodo de 15 minutos, conforme lo indicado en el Protocolo de Prueba.

Durante la prueba se registraron las siguientes mediciones primarias promedio:

	Potencia Bruta Unidad [kW]	Potencia Neta Promedio Nave 4 [kW]	Temperatura Ambiente Nave [°C]	Humedad Relativa Nave [%]
Nave 4 – Unidad 25	1.601	3.133	15,3	69,9
Nave 4 – Unidad 28	1.549			

Tabla 2: Resumen de mediciones primarias registradas durante la prueba

² Velocidad mínima requerida por los flujómetros de ultrasonido: 0,2 m/s.

³ Previamente, se realizaron ensayos ubicando los flujómetros al pie de los motores, en sus líneas de combustible individual, pero las mediciones de flujo resultaron muy inestables debido a las pulsaciones de estas líneas. Finalmente, se trasladaron las mediciones a las líneas de combustible principales de la Nave, obteniéndose mediciones estables y confiables.

Las unidades operaron en modo automático. La Figura 2 muestra una captura del SCADA al inicio de la prueba. Es posible distinguir la temperatura del refrigerante, la potencia bruta de cada unidad, la potencia bruta y neta de la central,

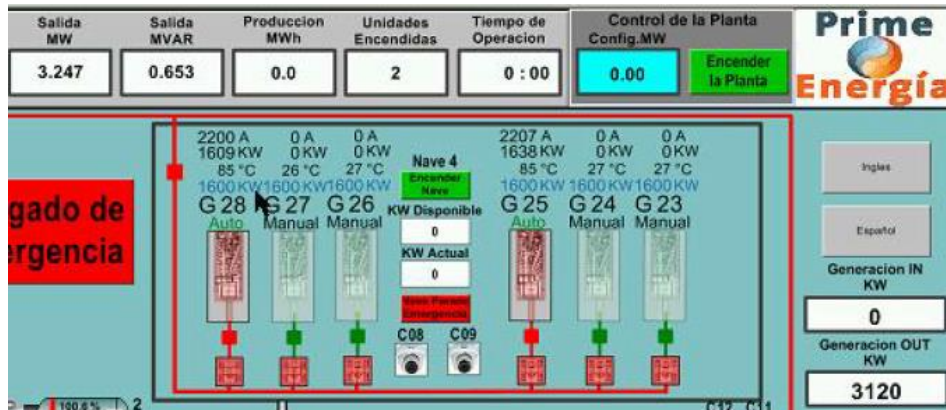


Figura 2: Captura del SCADA – 13/02/18 a las 23:15 hrs

En la Figura 3 se muestra un ejemplo de la pantalla del SCADA para la Unidad 25. Es posible monitorear otros parámetros de interés tales como velocidad, factor de potencia, potencia reactiva, entre otros. También se aprecia el modo de operación Auto, las horas de encendido y número de arranques de la unidad.

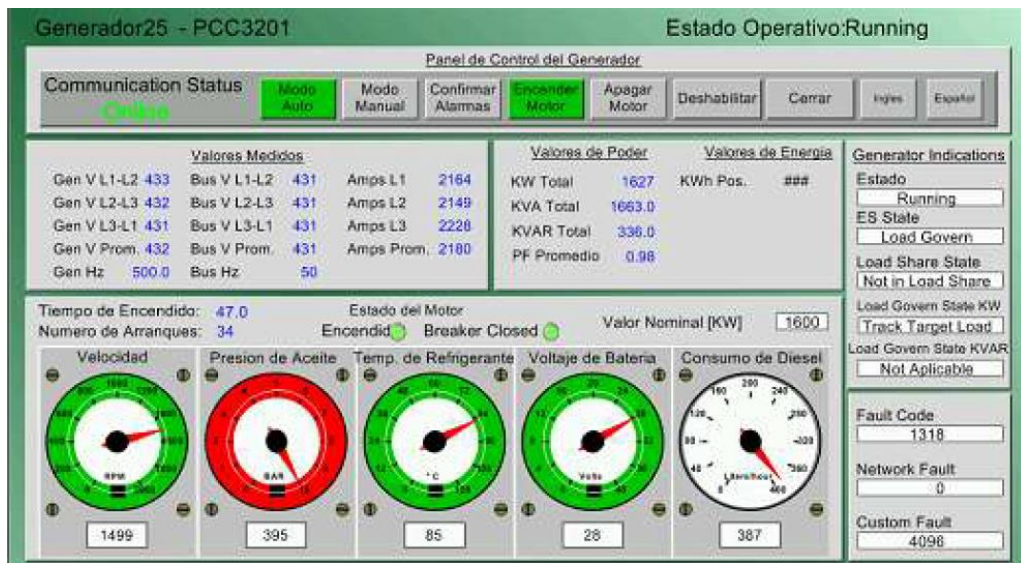


Figura 3: Captura del SCADA de la Unidad 25 – Ejemplo del 31/01/18

7. CÁLCULOS Y MEDICIONES

7.1. Mediciones

Para efecto de cálculos, serán considerados todos los datos registrados durante la prueba.

Mediciones Eléctricas

Las mediciones de potencia activa bruta y factor de potencia fueron registradas cada 5 segundos por el medidor externo clase 0.2 instalado en la unidad representativa U28. Ver Figura 4.

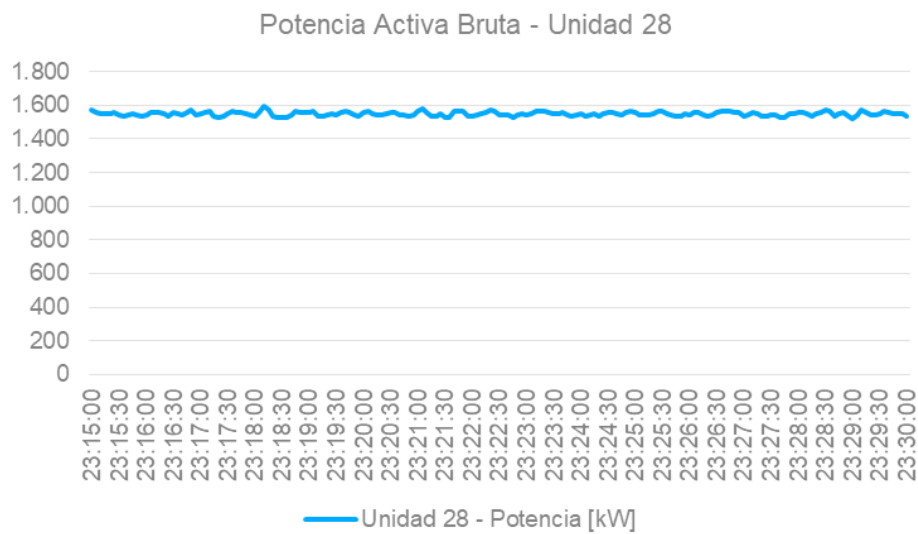


Figura 4: Potencia Activa Bruta la Unidad 28

Antes del inicio de las pruebas, el consumo auxiliar del Complejo Degan⁴ registra 65 kW, con todos los calefactores desconectados⁵.

Además, se registró cada 1 minuto la Potencia Activa Bruta de ambas unidades, y la Potencia Neta del Complejo, ver Figura 5. Esta información fue extraída del Sistema SCADA que registra los valores de los medidores propios de cada unidad y del medidor de tarifación externo.

⁴ Complejo Degan: conjunto Central Degañ 1 y Central Degañ 2.

⁵ Los motores poseen calefactores eléctricos insertos en su sistema de refrigeración que permiten mantenerlos tibios (aprox. 65°C) listos para arrancar.

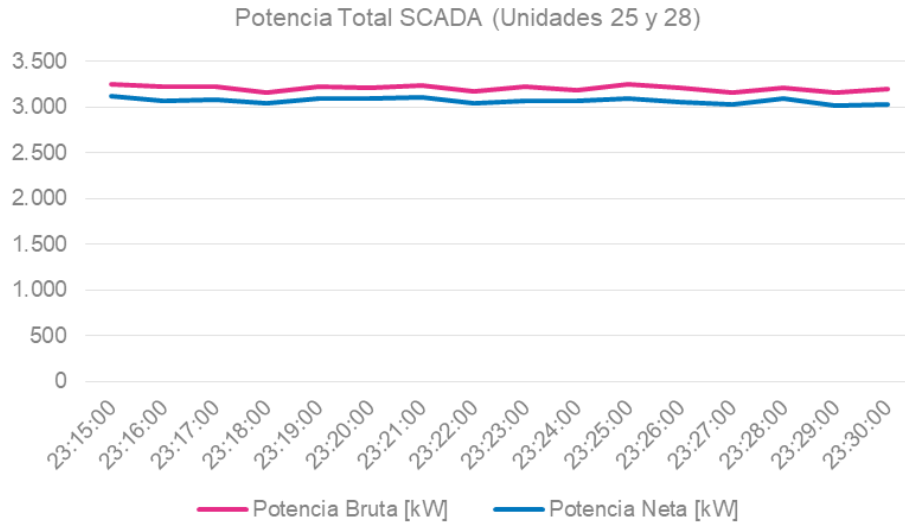


Figura 5: Registro de Potencia Bruta y Neta del sistema SCADA

Las mediciones eléctricas promedio registradas se indican en la Tabla 3.

	Valor Promedio	Unidad
Potencia Bruta Activa – Unidad 28	1.549	kW
Potencia Bruta Central – Unidades 25 y 28	3.202	kW
Potencia Neta Central – Unidades 25 y 28	3.133	kW

Tabla 3: Mediciones de potencia promedio registradas durante la prueba.

Mediciones de Flujo de Combustible

Las mediciones de flujo de combustible se realizaron con dos medidores de ultrasonido (ver certificados de calibración en Anexo D).

Se instalaron dos medidores en las líneas de combustible principales de la Nave (comunes a todas las unidades de la nave 4): un medidor en la línea de alimentación y otro en la línea el retorno. De esta forma es posible contabilizar el consumo neto de las dos unidades ensayadas en la Nave 4. Se registraron datos en intervalos de 1 minuto, ver Figura 6.

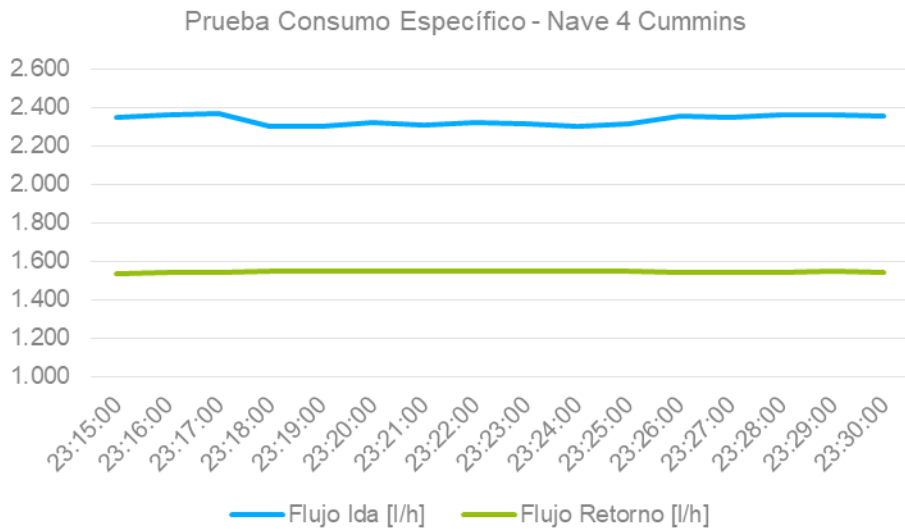


Figura 6: Flujo de alimentación y retorno en la Nave 4 con dos unidades a carga máxima

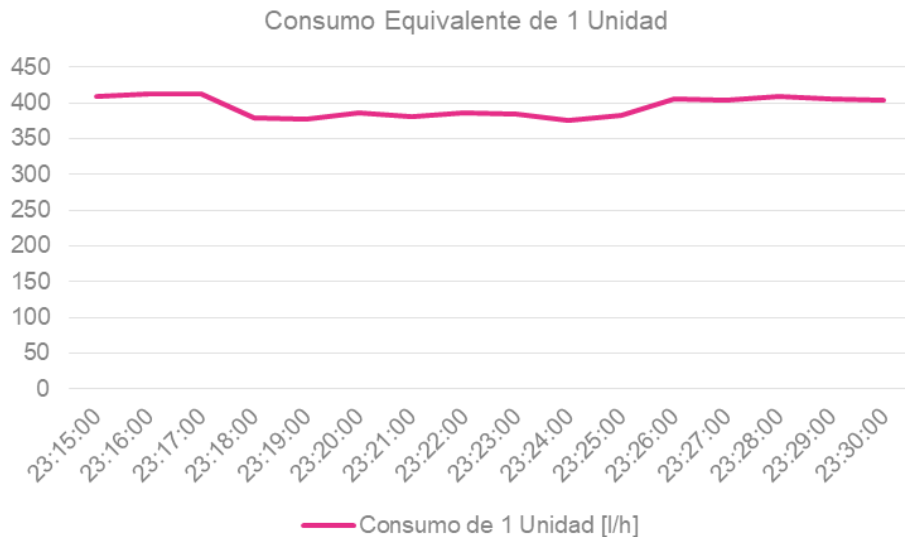


Figura 7: Consumo de combustible neto para 1 unidad

El consumo promedio medido para 1 unidad fue de 394,7 litros/hora.

Mediciones Ambientales

Las mediciones ambientales de temperatura ambiente y humedad relativa fueron registradas manualmente cada 5 minutos utilizando un medidor portátil calibrado. El instrumento fue instalado al interior de la Nave 4, próximo a la admisión de aire de las unidades.

En la Figura 6 se grafican estos valores y en el Anexo D se encuentra el certificado de calibración del instrumento.

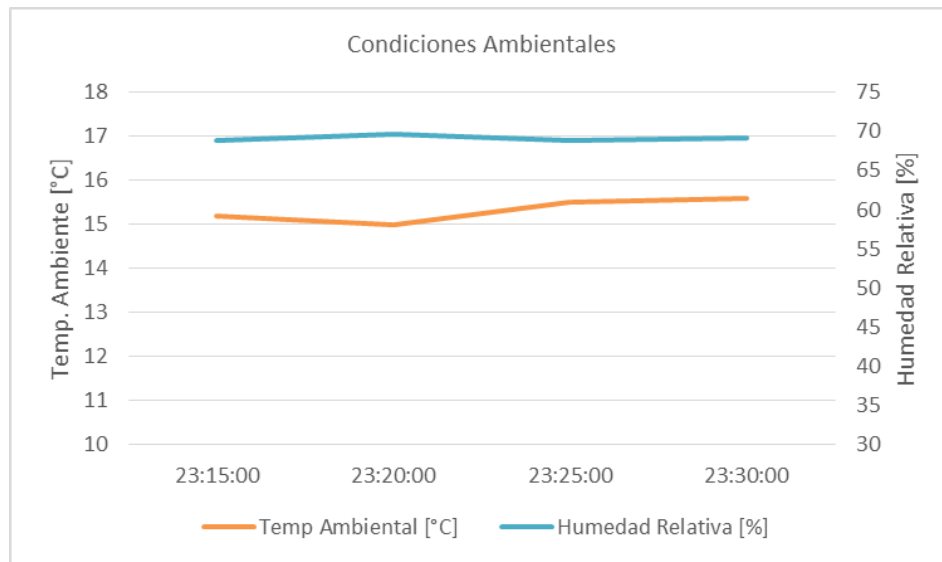


Figura 8: Condiciones ambientales registradas en el periodo de prueba

En la Tabla 4 se indican los valores promedios registrados durante el periodo de prueba.

Mediciones Ambientales Promedio

Temperatura Amb. [°C]	15,3
Humedad Rel. [%]	69,1

Tabla 4: Mediciones Ambientales promedio registradas durante la prueba

Muestras de Combustible

Se tomaron 2 muestras de combustible desde el tanque diario de la Nave 4 (ver Figura 9). El procedimiento y análisis fue ejecutado por Laboratorio Copec, ver informe en Anexo E.

	Método	Resultado ⁶	Unidad
Densidad a 15°C	D 4052	0,8388	kg/litro
Poder Calórico Inferior	D 4868	10.246	kcal/kg
Poder Calórico Superior	D 4868	10.915	kcal/kg

Tabla 5: Resumen de resultados del análisis de combustible, ver certificado en Anexo G.

Conforme al Artículo 20 del Anexo Técnico, para el cálculo del Consumo Específico se aplicará el Poder Calórico Superior.



Figura 9: Tanque Diario Nave 4 (derecha)

⁶ Unidades de Poder Calórico fueron transformadas de MJ a kcal utilizando el conversor de unidades de Microsoft Excel.

7.2. Cálculos

Consumo Específico Neto - Sin Corrección

Durante los 15 minutos de prueba, las dos unidades representativas registraron los siguientes valores promedio:

- Consumo de Combustible: 394,7 litros/hora cada unidad.
- Potencia Neta Promedio: 1.567 kW cada unidad.

Luego es posible calcular un Consumo Específico Neto de $251,9 \frac{\text{litros}}{\text{MWh}}$.

Considerando la información del análisis de combustible indicada en la Tabla 5, es posible expresar el Consumo Específico Neto en la unidad $\left[\frac{\text{kcal}}{\text{kWh}}\right]$ tal como se solicita en el Anexo Técnico.

$$\text{CEN} : \frac{\text{Consumo de Combustible} * \text{Poder Calórico Superior}}{\text{Potencia Neta}}$$

$$\text{CEN}_{\text{medido}} : \frac{394,7 \left[\frac{\text{litros}}{\text{hora}}\right] * 0,8388 \left[\frac{\text{kg}}{\text{litro}}\right] * 10.915 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}\right]}{1.567 \text{ [kW]}}$$

$$\text{CEN}_{\text{medido}}: 2.307 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kWh}}\right]$$

Con las siguientes condiciones ambientales y de factor de potencia:

- Factor de Potencia : 0,98
- Temperatura Ambiente : 15,3 °C
- Humedad Relativa : 69,9 %
- Altitud⁷ : 148 msnm

⁷ Altitud aproximada obtenida desde base de datos *Google Earth*.

7.3. Correcciones al Consumo Específico

Corrección según Condiciones de Referencia

El consumo específico neto determinado en el capítulo anterior debe ser corregido a fin de homologarlo a las condiciones de referencia ISO.

Las condiciones de referencia para las unidades de la Nave 4 son las siguientes:

Condiciones de Referencia ISO 15550

Temperatura Amb. [°C]	25
Presión Atmosférica [kPa]	100
Humedad Rel. [%]	30
Factor de Potencia	0,85

Tabla 6: Condiciones de referencia para motores de combustión interna según norma ISO 15550

Debido a que el fabricante Cummins no especifica un método de corrección para el consumo específico, se aplican las ecuaciones indicadas en la norma ISO-3046-1, capítulos 10.3 y 10.4.

Considerando las características del motor: diésel turbo-cargado con enfriamiento del aire de carga a través del sistema de refrigeración líquido del motor, corresponde aplicar la fórmula referencia "D", ver coeficientes y factores en Tabla 7.

Variable	Valor	Comentario
Factor "a"	0	Motores Diésel con enfriamiento de aire de carga
Coeficiente "m"	0,7	Motores Diésel con enfriamiento de aire de carga
Coeficiente "n"	1,2	Motores Diésel con enfriamiento de aire de carga
Coeficiente "s"	0	Aire de carga enfriado por circuito de refrigeración del motor
Eficiencia Mecánica	0,8	Se asume 0,8 si el fabricante no especifica

Tabla 7: Coeficientes y factores utilizados para la corrección de Consumo Específico, extraídos de la norma ISO 3046-1, Tabla 2.

Del capítulo anterior, se tiene el siguiente consumo de combustible sin corrección:

$$\text{Consumo Combustible} : 394,7 \left[\frac{\text{litros}}{\text{hora}} \right]$$

Luego, aplicando las fórmulas de la norma ISO 3046-1 y las condiciones de prueba (temperatura y humedad) indicadas en la Tabla 4, el valor de Consumo de Combustible Corregido es el siguiente:

$$\text{Consumo Combustible}_{\text{corregido}} = 397,4 \left[\frac{\text{litros}}{\text{hora}} \right]$$

Corrección por Factor de Potencia

La Potencia Neta promedio registrada durante la prueba fue de 1.567 kW con un Factor de Potencia promedio de 0,98.

Luego se aplicará la corrección según las curvas de rendimiento del generador.

Utilizando las curvas de eficiencia del generador Stamford se obtienen los rendimientos para el factor de potencia medido (0,98) y el factor de potencia de referencia (0,95). Ver Figura 10 y Tabla 8.

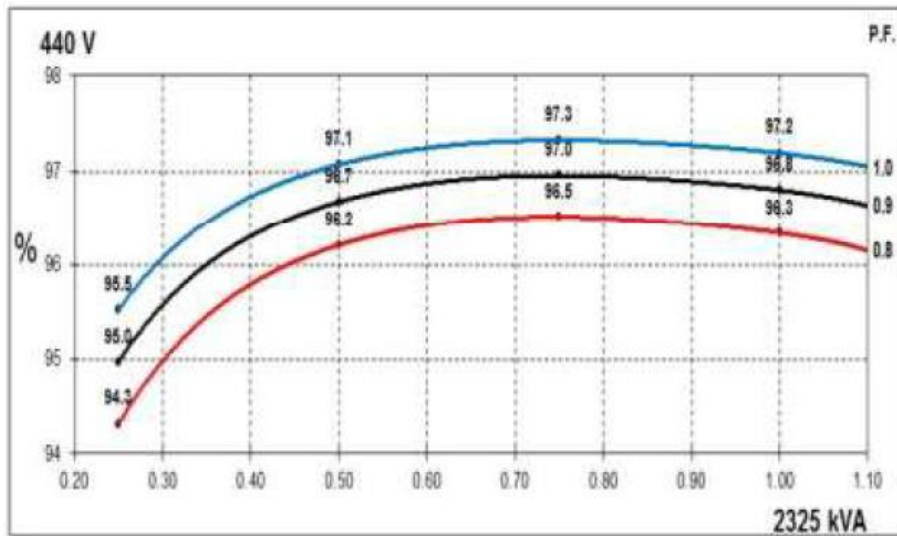


Figura 10: Curvas de eficiencia del generador STAMFORD a 50 Hz y 440 V (Adjuntas en Anexo A)

Factor de Potencia	Eficiencia [%]
1,00	97,290
0,98	97,200
0,95	97,100
0,90	96,920
0,80	96,480

Tabla 8: Eficiencia del generador según el factor de potencia. Valores extraídos de las curvas de eficiencia del generador STAMFORD (Adjuntas en Anexo A)

Luego, la Potencia Neta Corregida se calcula de la siguiente forma:

$$P_{\text{Neta Corregida}} = P_{\text{Neta Medida}} * \frac{FPF_R}{FPF_M}$$

$$P_{\text{Neta Corregida}} = 1.567 \text{ kW} * \frac{97,100}{97,200} = 1.565 \text{ kW}$$

Consumo Específico Neto Corregido

Con los valores de Consumo de Combustible Corregido y Potencia Neta Corregida calculados en las dos secciones anteriores, es posible determinar el Consumo Específico Neto Corregido:

$$\text{CEN}_{\text{corregido}} = \frac{\text{Consumo Combustible}_{\text{corregido}} * \text{PCS}}{\text{Potencia Neta}_{\text{corregida}}}$$
$$\text{CEN}_{\text{corregido}} = \frac{397,4 \left[\frac{\text{litros}}{\text{hora}} \right] * 0,8388 \left[\frac{\text{kg}}{\text{litro}} \right] * 10.915 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right]}{1.565 \text{ [kW]}}$$
$$\text{CEN}_{\text{corregido}} = 2.325 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kWh}} \right]$$

8. CONSUMO ESPECÍFICO NETO

Los valores de Consumo Específico Neto que aplican para cada una de las seis unidades de la Nave 4 se indican la Tabla 9.

Central Degañ - Nave 4	Valor	Unidad
Consumo Específico Neto Medido	2.307	kcal / kWh
Consumo Específico Neto Corregido	2.325	kcal / kWh

Tabla 9: Resultados Finales Prueba de Consumo Específico - Nave 4

Considerando el poder calorífico equivalente⁸ del combustible Diésel de 11.000 kcal/kg, se tienen los siguientes valores de consumo específico neto equivalente.

Central Degañ - Nave 4	Valor	Unidad
Consumo Específico Neto Equiv. Masa	211,3	kg/MWh
Consumo Específico Neto Equiv. Volumen	252,0	litros/MWh

Tabla 10: Consumo Específico Neto Equivalente

En el Anexo F se contemplan todas mediciones, cálculos y gráficos.

⁸ Carta DE04504-17 Declaración de Costos y Stock de Combustibles

9. ANEXOS

ANEXO A – DATOS DE REFERENCIA

ANEXO B – ACTA DE PRUEBA

ANEXO C – LAYOUT DE LA CENTRAL

**ANEXO D – CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN
DE LOS INSTRUMENTOS**

ANEXO E – ANÁLISIS DE COMBUSTIBLE

**ANEXO F – MEDICIONES, CÁLCULOS Y
GRÁFICOS**

ANEXO A – DATOS DE REFERENCIA

Degan 2

Nave 4 Equipos Nuevos.

Gen 23	Marca	Cummins
	Modelo	QSK60-G4
	Serie	61335-669
	Procedencia	Great Britain
	Alternador Stanford	X14I392715
	Potencia	1600KW
Gen 24	Marca	Cummins
	Modelo	QSK60-G4
	Serie	61335-718
	Procedencia	Great Britain
	Alternador Stanford	A14K465533
	Potencia	1600KW
Gen 25	Marca	Cummins
	Modelo	QSK60-G4
	Serie	61335-700
	Procedencia	Great Britain
	Alternador Stanford	A14J442866
	Potencia	1600KW
Gen 26	Marca	Cummins
	Modelo	QSK60-G4
	Serie	61335717
	Procedencia	Great Britain
	Alternador Stanford	A14K465534
	Potencia	1600KW
Gen 27	Marca	Cummins
	Modelo	QSK60-G4
	Serie	61335-671
	Procedencia	Great Britain
	Alternador Stanford	X14I391716
	Potencia	1600KW
Gen 28	Marca	Cummins
	Modelo	QSK60-G4
	Serie	61335-685
	Procedencia	Great Britain
	Alternador Stanford	A14J432320
	Potencia	1600KW



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				Prime				Continuous			
	kVA (kW)				kVA (kW)				kVA (kW)			
Ratings	2250 (1800)				2000 (1600)				1875 (1500)			
Load	1/4	1/2	3/4	Full	1/4	1/2	3/4	Full	1/4	1/2	3/4	Full
gph (UK)	30.3	50.4	72.0	96.0	25.1	44.0	64.0	86.6	24.2	42.0	59.6	80.3
L/hr	137.7	229.4	327.8	437.0	114.0	200.0	291.0	394.0	110.0	191.0	271.0	365.0

Engine	Standby rating	Prime rating	Continuous rating
Engine manufacturer	Cummins		
Engine model	QSK60-G4		
Configuration	Cast iron, 60 ° V16 cylinder		
Aspiration	Turbocharged and low temperature aftercooled		
Gross engine power output, kWm	1915	1730	1606
BMEP at set rated load, kPa	2544	2296	2134
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	280	397	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

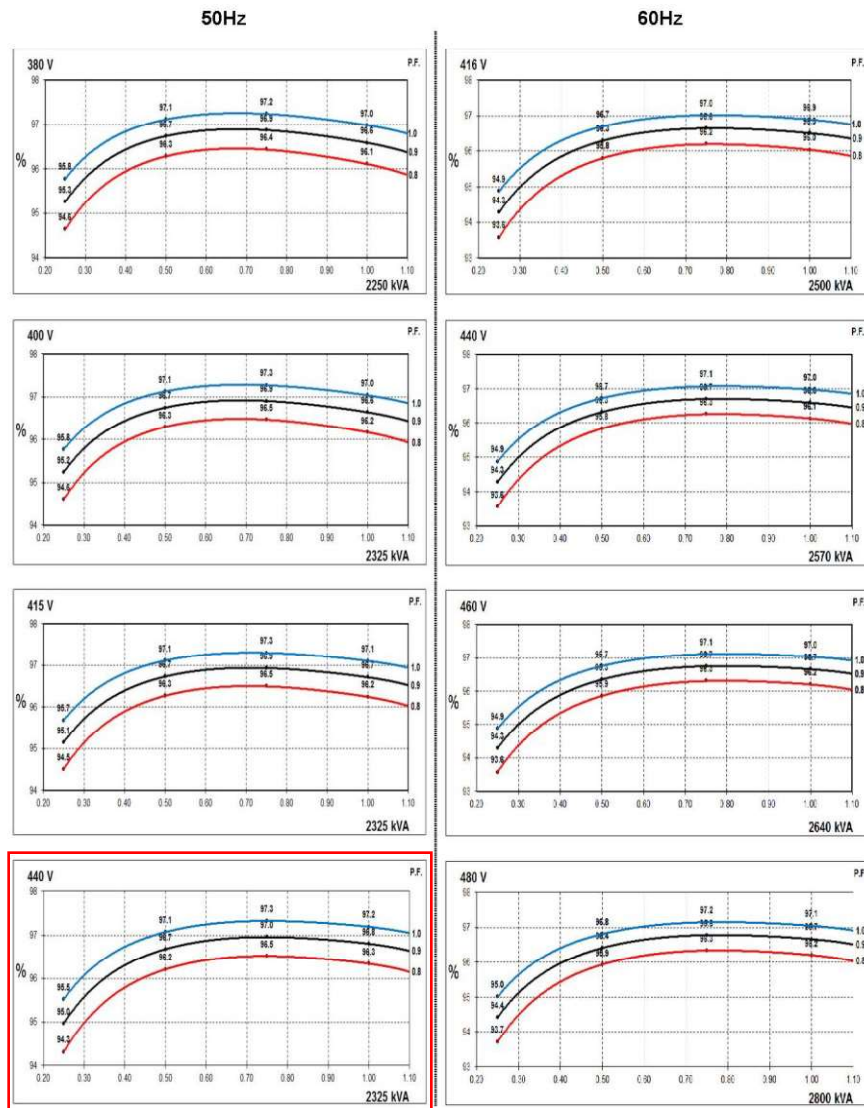
Curvas de Eficiencia del Generador



Project Name: Central Degañ 2
 Nr. : P336-ED-ME-PRE-NDG-xxx
 Rev. : 0

STAMFORD P734H Winding 12

THREE PHASE EFFICIENCY CURVES



ANEXO B – ACTA DE PRUEBA

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 P011939

RESTRINGIDO

Asunto: Determinación de Consumo Específico en unidad(es) generadora(s)
Lugar: Central Degan 2, Chiloé
Fecha: 13/02/2018

Nave N°	4
Unidades N°	25 y 28
Equipo de generación	Cummins QSK60-G4
Generador eléctrico	Stanford
Evento	Hora [HH:MM]
Inicio de las actividades	09:30 hrs
Inicio de la estabilización	23:00 hrs
Inicio de la prueba	23:15 hrs
Finalización de la prueba	23:30 hrs
Lista de asistentes	Anexo 01

PRINCIPALES EVENTOS OCURRIDOS

1. Cambio de filtros de succión: No aplica, motores nuevos.
2. Cambio de filtros de combustible: No aplica, motores nuevos.

OBSERVACIONES

1. Para la medición de flujo se utiliza 2 flujómetros ultrasónicos calibrados (uno para suministro y otro para retorno de combustible).
2. Se realizaron ensayos individuales en cada motor, sin embargo las mediciones de flujo presentan inestabilidad (posiblemente causado por pulsaciones, contrapresión de las bombas de otros motores, aire en la línea y turbulencia en la línea de retorno próxima a los motores).
3. Debido a lo anterior, se solicitó reubicar los flujómetros en las líneas de alimentación y retorno de combustible principales. Para alcanzar las velocidades mínimas al interior de la tubería requeridas por el instrumento, fue necesario ensayar dos motores a la vez.
4. Al ensayar los dos motores de forma simultánea, las mediciones fueron estables.
5. Muestras de combustible fueron tomadas del tanque diario.
6. Consumo auxiliar de la central antes de la prueba fue de 65 kW.
7. Medidores Clase 0.2 fueron instalados en los motores para medición de la potencia bruta

Nave N° / Unidad N°	Potencia Neta ¹ Total [kW]	Hora [HH:MM]	Flujo de Combustible ² Ida / Retorno [litros/hora]	FP	T _{amb} [°C]	HR [%]
Nave 4 Unidades 25 y 28	3.120	23:15:00	2349,8 / 1533,7	Mediciones de Factor de Potencia fueron registradas por empresa externa Tecnoled, estas deberán ser enviadas por Central Degan junto con el resto de los registros de prueba.	15,2	68,8
	3.067	23:16:00	2363,6 / 1540,2			
	3.081	23:17:00	2367,5 / 1541,1			
	3.044	23:18:00	2303,6 / 1546,4		15,0	69,6
	3.089	23:19:00	2303,7 / 1548,6			
	3.087	23:20:00	2318,0 / 1545,2			
	3.108	23:21:00	2310,1 / 1547,2		15,5	68,8
	3.046	23:22:00	2321,2 / 1547,9			
	3.068	23:23:00	2315,6 / 1545,7			
	3.063	23:24:00	2302,2 / 1550,3		15,6	69,2
	3.087	23:25:00	2313,5 / 1548,1			
	3.058	23:26:00	2352,9 / 1540,9			
	3.032	23:27:00	2348,9 / 1542,8			
	3.093	23:28:00	2359,4 / 1541,5			
	3.016	23:29:00	2359,9 / 1549,6			
3.031	23:30:00	2352,3 / 1543,6				

¹ Datos tomados del medidor tarifador fiscal.

² Valor observado

ANEXO C – LAYOUT DE LA CENTRAL

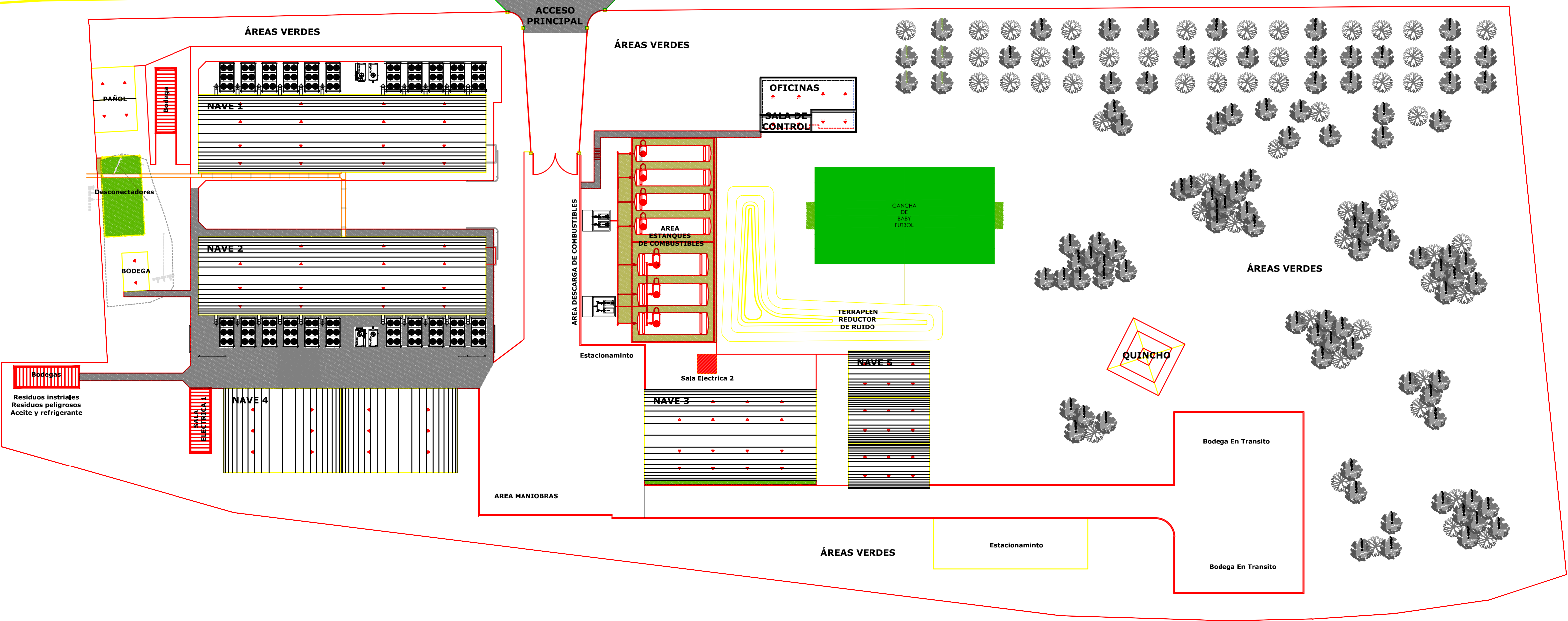
EMPLAZAMIENTO GENERAL

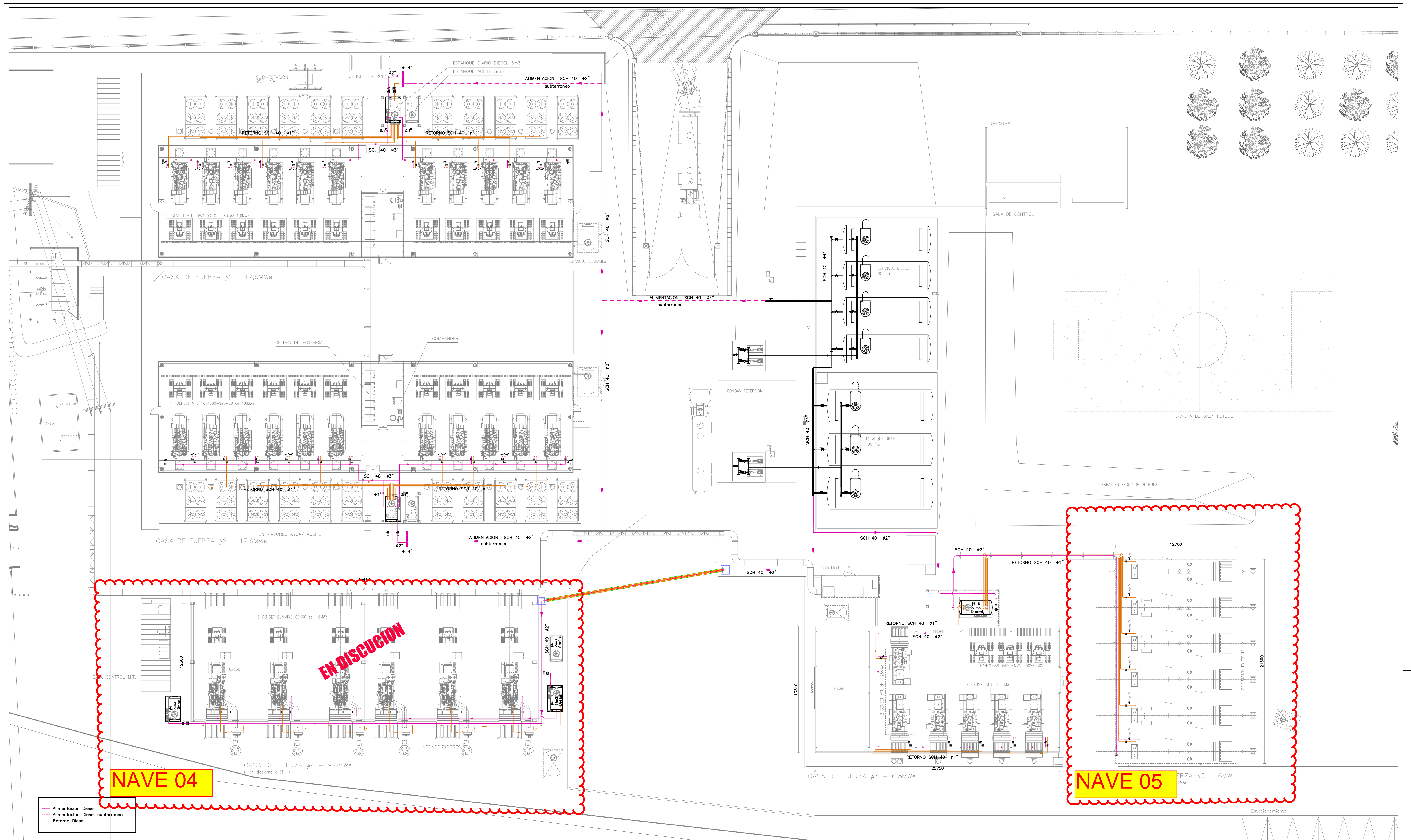
PLANTA GENERACIÓN ENERGÍA NUEVA DEGAN SPA

A CRUCE
DEGAÑ - RUTA 5 SUR

RUTA W-15 DEGAÑ - QUEMCHI

A QUEMCHI





NAVE 04

EN DISCUSION

NAVE 05

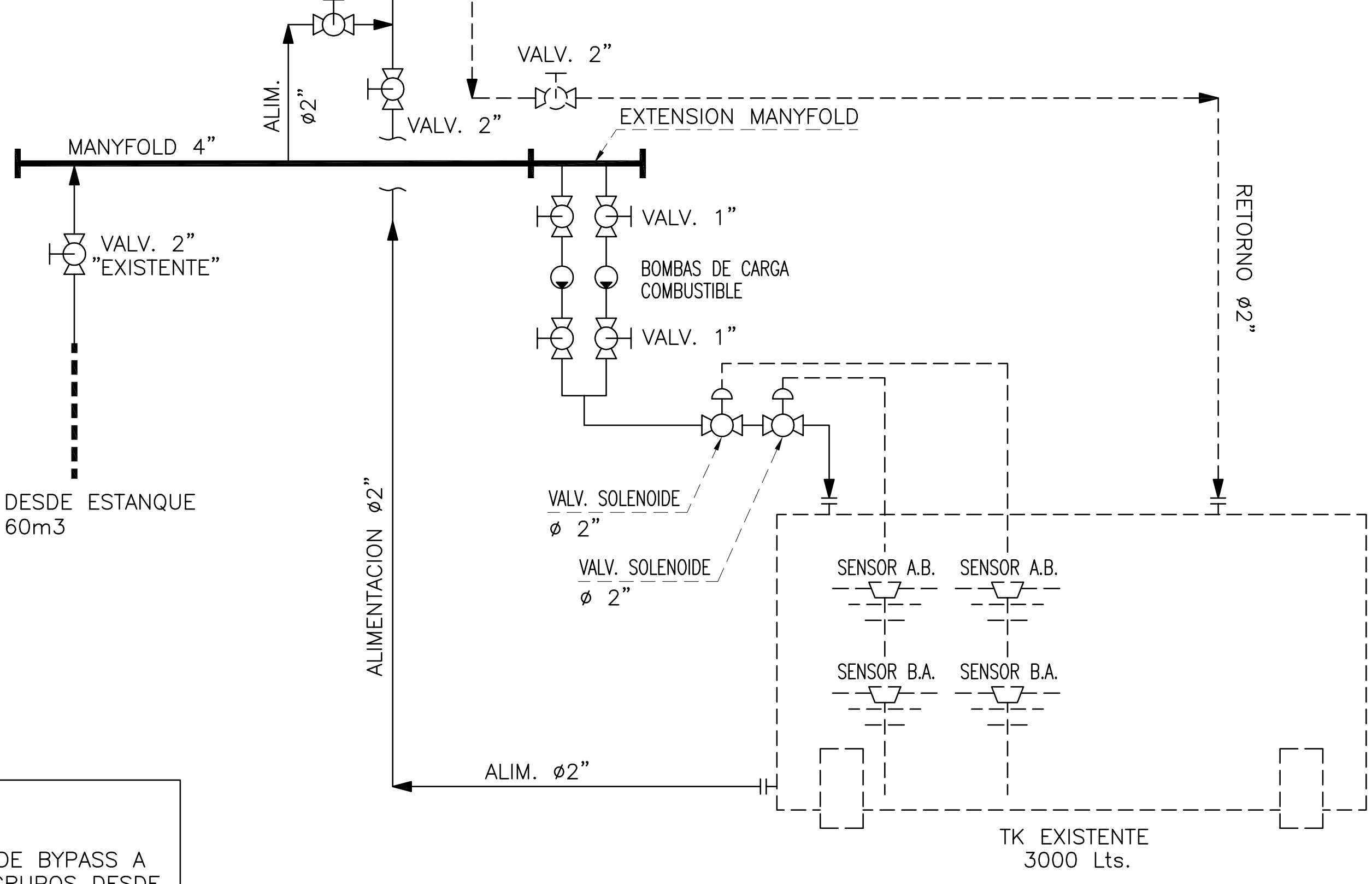
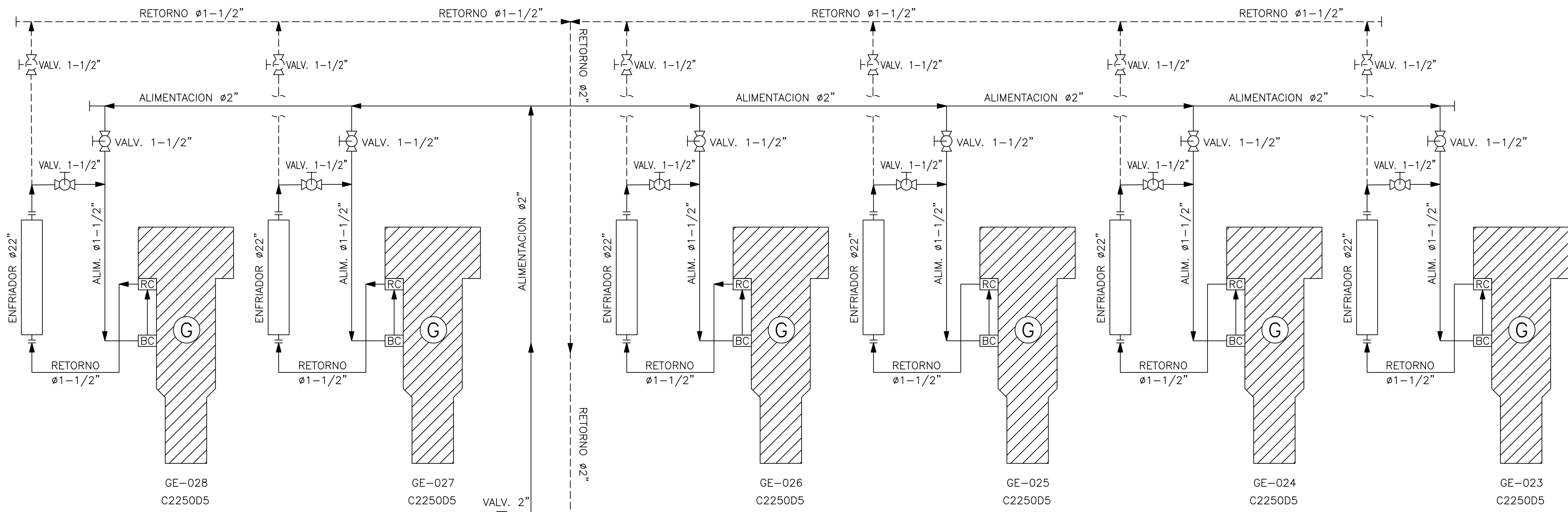
- Alimentacion Diesel
- Alimentacion Diesel subterraneo
- Retorno Diesel



Prime Energía SpA
La Concepción 141., of. 705
Providencia, Santiago de Chile

Copyrights SUMYT®

PROYECTO PRIME ENERGIA SpA DEGAN III - ACTUALIZACION				
CONTENIDO DETALLE BASICO LAYOUT SISTEMA DISTRIBUCION PETROLEO			JUNAN DE VALIENTE # 3811 VICERRECTORIA SANTIAGO CHILE Teléfono: (562) 2061404 / (562) 2681333 E-mail: info@sumyt.cl / www.sumyt.cl	
REVISIONES		SUSTITUYE A		SUSTITUIDO POR
B AGREGA DETALLES DE DISTRIBUCION DIESEL.		S.A. F.T. 16.08.2016		ESCALA 1:175 FECHA 23.05.2016
A PRELIMINAR		PROYECTO		PLANO
N° DESCRIPCION		DIB. F. Tapia	REV. S. Astorga A.	APROBO
				16-1166-PG-40.B



DESCRIPCION:
 SISTEMA DE CARGA DESDE ESTANQUE MATRIZ CON OPCION DE BYPASS A ESTANQUE DE PASO 3000 Lts., ALIMENTACION DIRECTA A GRUPOS DESDE MANYFOLD 4" Y RETORNO DIRECTO A GRUPO MEDIANTE ENFRIADOR, CAPACIDAD 700 Lts



	VALVULA DE BOLA MANUAL
	RADIADOR COMBUSTIBLE (ENFRIADOR) GG.
	BOMBA COMBUSTIBLE GG.
	VALVULA SOLENOIDE
	BOMBA COMBUSTIBLE

REV.	DESCRIPTION	DWN	CKD	APV	DATE	REV.	NAME	DESCRIPTION

NOTES

PROJECT:
 -
 -
 DISTRIBUTOR:
 DISTRIBUIDORA CUMMINS CHILE S.A.
 CUMMINS POWER GENERATION

DWN O. SANTIBAÑEZ H.
 CKD A. MONSALVE
 APVD A. ROZHKOVA
 - CONFIDENTIAL - DATE MAY/2017
 PROPERTY OF CUMMINS POWER GENERATION GROUP

CUMMINS POWER GENERATION	
P&ID DEGAN	
SITE CODE	DWG SIZE
-	A2

ANEXO D – CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

Imágenes de los Fluómetros Ultrasónicos





INSTITUTO NACIONAL DE HIDRÁULICA
Unidad de Calibración e Instrumentación

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificado N°	636
Página	1 de 3

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

Empresa:	<u>GENERACIÓN DE ENERGÍA NUEVA DEGAN SPA</u>	Fecha de Calibración:	<u>25-01-2018</u>
Nombre Cliente:	<u>Ricardo Gatica Zurita</u>	Fecha de Emisión:	<u>26-01-2018</u>
Dirección:	<u>Cerro el Plomo N°5630, piso 14 Las Condes_ Stgo.</u>	Orden de Trabajo (O/T):	<u>434</u>

IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM CALIBRADO

Descripción:	<u>FLUJÓMETRO ULTRASÓNIDO</u>	Rango de Medición:	<u>30-300 m3/h</u>
Marca:	<u>S/M</u>	Resolución:	<u>0,001 m3/h y 0,01m3/h</u>
Modelo:	<u>TUF-2000</u>		
N° Serie:	<u>28101835</u>		

DATOS DE CALIBRACIÓN

Lugar:	<u>Laboratorio CDC - INH</u>	Método:	<u>Comparación directa patrón</u>
Fecha Recepción:	<u>25-01-2018</u>	Procedimiento:	<u>P-INH-SGCA-CDC-01</u>
Temperatura:	<u>Agua 23,6°C - Ambiental 32,8°C</u>	Norma Referencia	<u>No hay</u>

IDENTIFICACIÓN DE PATRONES Y TRAZABILIDAD

Descripción:	<u>Medidor de Flujo Electromagnético</u>	Certificado N°:	<u>00962</u>
Marca:	<u>Endress + Hauser</u>	Trazabilidad:	<u>LCPN CISA</u>
Modelo:	<u>Promag 50W DN150</u>		
N° Serie:	<u>D6109719000C</u>		



INSTITUTO NACIONAL DE HIDRÁULICA
Unidad de Calibración e Instrumentación

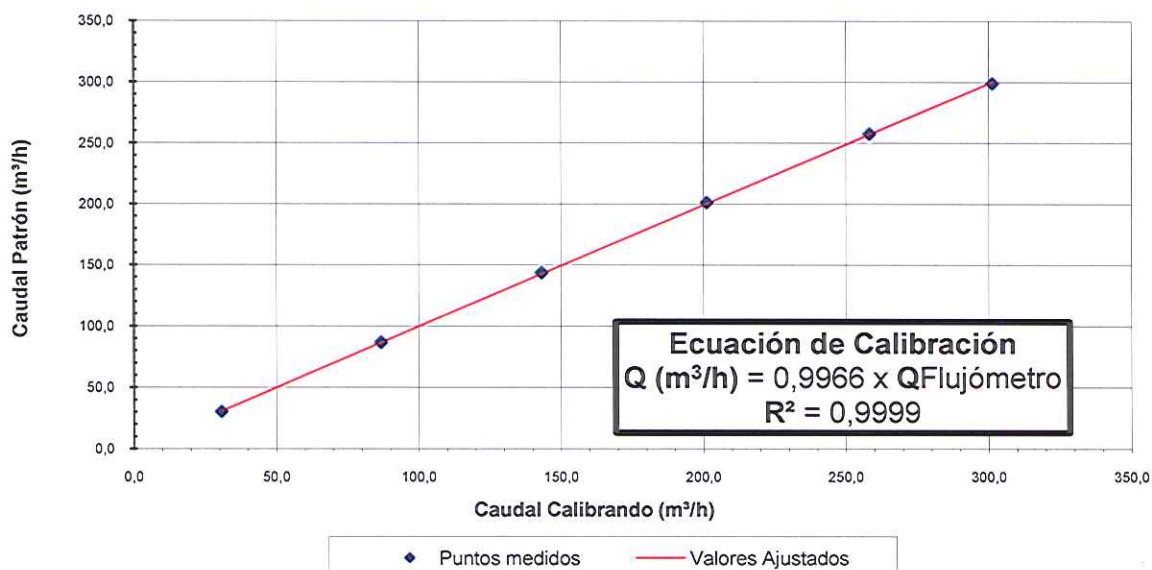
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificado N° 636
Página 2 de 3

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Tabla / Gráfico y Ecuación de Calibración)

Resultados de la Calibración						
Serie	Valor Nominal	Lectura Patrón	Lectura Calibrando	Error Promedio	Incertidumbre	
N°	m3/h	m3/h	m3/h	m3/h	± m3/h	± %
1	30	30,176	30,683	0,507	0,28	0,90
2	87	86,700	86,704	0,004	0,32	0,37
3	144	143,55	143,13	-0,43	0,53	0,37
4	201	201,40	201,15	-0,25	0,74	0,37
5	258	257,53	258,25	0,72	0,96	0,37
6	300	298,96	301,25	2,29	1,11	0,37

Gráfica y Ecuación de Calibración





INSTITUTO NACIONAL DE HIDRÁULICA
Unidad de Calibración e Instrumentación

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificado N°	636
Página	3 de 3

OBSERVACIONES

1. En las mediciones se reporta la incertidumbre expandida con un factor de cobertura $K = 2$ para un nivel de confianza del 95 %.
2. Se efectúan 6 series (Flujo de prueba) con 5 lecturas cada una.
3. Se utilizó tubería de acero – carbono, galvanizada a fuego, diámetro interior 158.2 mm y espesor de 4.9 mm.
4. La mejor capacidad de medición declarada por el laboratorio es de un 0,37%
5. Los resultados en este informe sólo están relacionados con el instrumento calibrado y corresponden a las condiciones en que se realizó la calibración.
6. El uso de los resultados obtenidos así como del instrumento calibrado, se dejan a criterio del cliente.
7. Se prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización de la Unidad de Calibración e Instrumentación del INH.
8. $K_c = 0,935$.

	Ejecutó:	Autorizó:
Firma		
Nombre	Jaime Montesinos Delgado	Rubén Zúñiga Olmos
Cargo	Coordinador de Área	Jefe de Unidad de Calibraciones e Instrumentación



INSTITUTO NACIONAL DE HIDRÁULICA
Unidad de Calibración e Instrumentación

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificado N°	637
Página	1 de 3

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

Empresa:	<u>GENERACIÓN DE ENERGÍA NUEVA DEGAN SPA</u>	Fecha de Calibración:	<u>25-01-2018</u>
Nombre Cliente:	<u>Ricardo Gatica Zurita</u>	Fecha de Emisión:	<u>26-01-2018</u>
Dirección:	<u>Cerro el Plomo N°5630, piso 14 Las Condes _Stgo.</u>	Orden de Trabajo (O/T):	<u>434</u>

IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM CALIBRADO

Descripción:	<u>FLUJÓMETRO ULTRASÓNICO</u>	Rango de Medición:	<u>30-300 m3/h</u>
Marca:	<u>S/M</u>	Resolución:	<u>0,001 m3/h y 0,01m3/h</u>
Modelo:	<u>TUF-2000</u>		
N° Serie:	<u>28101841</u>		

DATOS DE CALIBRACIÓN

Lugar:	<u>Laboratorio CDC - INH</u>	Método:	<u>Comparación directa patrón</u>
Fecha Recepción:	<u>25-01-2018</u>	Procedimiento:	<u>P-INH-SGCA-CDC-01</u>
Temperatura:	<u>Agua 23,6°C - Ambiental 32,8°C</u>	Norma Referencia	<u>No hay</u>

IDENTIFICACIÓN DE PATRONES Y TRAZABILIDAD

Descripción:	<u>Medidor de Flujo Electromagnético</u>	Certificado N°:	<u>00962</u>
Marca:	<u>Endress + Hauser</u>	Trazabilidad:	<u>LCPN CISA</u>
Modelo:	<u>Promag 50W DN150</u>		
N° Serie:	<u>D6109719000C</u>		



INSTITUTO NACIONAL DE HIDRÁULICA
Unidad de Calibración e Instrumentación

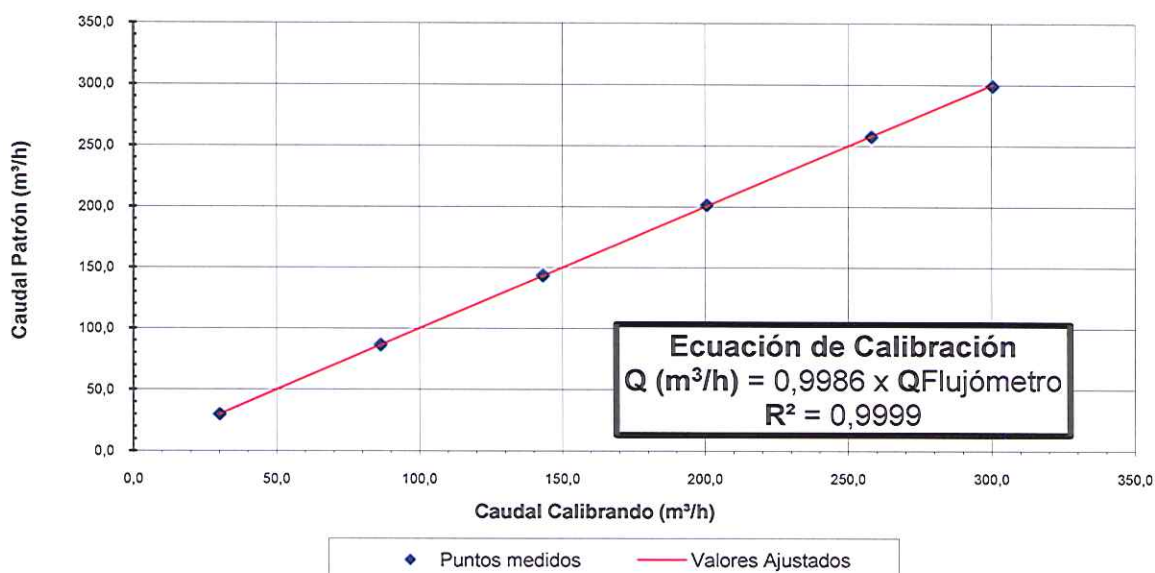
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificado N°	637
Página	2 de 3

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Tabla / Gráfico y Ecuación de Calibración)

Resultados de la Calibración						
Serie	Valor Nominal	Lectura Patrón	Lectura Calibrando	Error Promedio	Incertidumbre	
N°	m3/h	m3/h	m3/h	m3/h	± m3/h	± %
1	30	30,176	30,124	-0,052	0,11	0,37
2	87	86,700	86,444	-0,256	0,32	0,37
3	144	143,55	143,19	-0,37	0,53	0,37
4	201	201,40	200,54	-0,86	0,74	0,37
5	258	257,53	258,13	0,60	0,96	0,37
6	300	298,96	300,34	1,38	1,11	0,37

Gráfica y Ecuación de Calibración





INSTITUTO NACIONAL DE HIDRÁULICA
Unidad de Calibración e Instrumentación

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificado N°	637
Página	3 de 3

OBSERVACIONES

1. En las mediciones se reporta la incertidumbre expandida con un factor de cobertura $K = 2$ para un nivel de confianza del 95 %.
2. Se efectúan 6 series (Flujo de prueba) con 5 lecturas cada una.
3. Se utilizó tubería de acero – carbono, galvanizada a fuego, diámetro interior 158.2 mm y espesor de 4.9 mm.
4. La mejor capacidad de medición declarada por el laboratorio es de un 0,37%
5. Los resultados en este informe sólo están relacionados con el instrumento calibrado y corresponden a las condiciones en que se realizó la calibración.
6. El uso de los resultados obtenidos así como del instrumento calibrado, se dejan a criterio del cliente.
7. Se prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización de la Unidad de Calibración e Instrumentación del INH.
8. $K_c = 0,937$.

	Ejecutó:	Autorizó:
Firma		
Nombre	Jaime Montesinos Delgado	Rubén Zúñiga Olmos
Cargo	Coordinador de Área	Jefe de Unidad de Calibraciones e Instrumentación



Sonel SA

Test and Calibration Laboratory
 ul. Wokulskiego 11
 58-100 Świdnica
 Tel.: +48 74 8583880, 881, 882
 Fax: +48 74 8583809

CALIBRATION CERTIFICATE

Date issued 13.08.2010
 Świdnica

Certificate No.: 072971/10

Page 1 of 4

Subject of testing	<u>Power Quality Analyser PQM-701 Serial No.:</u> 960057
Technical data	Operating Manual PQM-701
Requested by	Sonel SA, ul. Wokulskiego 11, 58-100 Świdnica
Permissible intrinsic measurement errors	Metrological requirements (Technical Specifications) and test methodology are covered by the COMPANY STANDARD ZN-09/SONEL/046 first issue of April 2010, Technical Specifications are also given in Chapter "Technical data" in the Operating Manual of the meter.
Test location	Sonel SA, Testing and Calibration Laboratory, ul. Wokulskiego 11, 58-100 Świdnica
Test method and scope	Comparison with the use of the direct measurement method: with the settings of the voltage, current, power and energy calibrators. The test methodology is given in the Internal Standard ZN-09/SONEL/046 issue of April 2010.
Reference to national standard	All indications are compared to the national standards of measurement voltage, current, power and energy using FLUKE 5520A calibrator sn. 9835020 and Calmet C300 calibrator sn. 19069.
Environmental conditions	The measurements have been carried out at an ambient temperature of $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$, at a relative humidity of $(60 \pm 15)\%$
Uncertainty of measurement	The values of the expanded uncertainty of the carried out measurements at a level of confidence of approximately 95% and a coverage factor $k = 2$ determined according to the EA-4/02 Guidelines of the European cooperation for Accreditation (EA) are given in the enclosed measurement results.

Date and result of the calibration carried out

The results have been presented on pages 2 to 4 of this certificate including uncertainty of measurement

13.08.2010

Approved by: A. Korzelech

SONEL S.A.
 Kierownik Techniczny
 Laboratorium Badawczo-Wzorcującego
 mgr inż. **Marek Michalski**

Attachement to Certificate No. **072971/10**

Power Quality Analyser PQM-701 Serial No.: **960057**

Page 2 of 4

Measurement results and evaluation of measurement uncertainty.

1. Verification the basic DC voltage uncertainty – ZN-09/SONEL/046 p.5.2.8

Reference value	Indication of calibrated instrument L1	Indication of calibrated instrument L2	Indication of calibrated instrument L3	Indication of calibrated instrument N-PE	Correction L1	Correction L2	Correction L3	Correction N-PE	Permissible limit correction/error of indication	Combined expanded uncertainty
V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
100,0000	99,9628	99,9731	99,9604	99,9733	0,0372	0,0269	0,0396	0,0267	0,1000	0,0024
-100,0000	-99,9704	-99,9642	-99,9524	-99,9780	-0,0296	-0,0358	-0,0476	-0,0220	0,1000	0,0024
500,000	499,937	499,960	499,883	500,049	0,063	0,040	0,117	-0,049	0,400	0,014
-500,000	-500,023	-500,007	-499,985	-499,964	0,022	0,007	-0,015	-0,036	0,400	0,014
1000,000	1000,103	1000,046	1000,002	1000,197	-0,103	-0,046	-0,002	-0,197	0,690	0,024
-1000,000	-1000,186	-1000,160	-1000,115	-1000,104	0,186	0,160	0,115	0,104	0,690	0,024

2. Verification the basic AC voltage uncertainty – ZN-09/SONEL/046 p.5.2.9

Frequency	Reference value	Indication of calibrated instrument L1	Indication of calibrated instrument L2	Indication of calibrated instrument L3	Indication of calibrated instrument N-PE	Correction L1	Correction L2	Correction L3	Correction N-PE	Permissible limit correction/error of indication	Combined expanded uncertainty
Hz	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
50	20,0000	19,9933	19,9952	19,9926	19,9967	0,0067	0,0049	0,0074	0,0033	0,1000	0,0072
	100,000	99,976	99,984	99,965	99,987	0,024	0,016	0,035	0,013	0,100	0,026
	300,00	299,93	299,95	299,90	299,96	0,07	0,05	0,10	0,04	0,23	0,07
	750,00	750,06	750,08	749,97	750,12	-0,06	-0,08	0,03	-0,12	0,69	0,28
60	20,0000	20,0609	20,0627	19,9469	19,9516	-0,0609	-0,0627	0,0531	0,0484	0,1000	0,0072
	100,000	99,969	99,975	99,959	99,983	0,031	0,025	0,041	0,017	0,100	0,026
	300,00	299,95	299,97	299,91	299,98	0,05	0,03	0,09	0,02	0,23	0,07
	750,00	749,95	749,97	749,87	750,02	0,05	0,03	0,13	-0,02	0,69	0,28

3. Verification of basic frequency uncertainty – ZN-09/SONEL/046 p.5.2.10

Set of frequency: 50Hz

Reference value	Indication of calibrated instrument	Correction	Permissible limit correction/error of indication	Combined expanded uncertainty
Hz	Hz	Hz	Hz	Hz
40,0000	39,9967	-0,0033	0,0100	0,0024
50,0000	49,9953	-0,0047	0,0100	0,0024
60,0000	59,9965	-0,0035	0,0100	0,0024

Set of frequency: 60Hz

Reference value	Indication of calibrated instrument	Correction	Permissible limit correction/error of indication	Combined expanded uncertainty
Hz	Hz	Hz	Hz	Hz
60,0000	59,9965	-0,0035	0,0100	0,0024
70,0000	69,9950	-0,0050	0,0100	0,0024

Set of frequency: 60Hz

Harmonic number	Harmonic frequency	Reference RMS value of the distorted signal	Reference value of the set of harmonic	Indication of RMS voltage L1	Indication of the fundamental voltage L1	Indication of the RMS harmonic voltage L1	THD L1 terms of fundamental voltage	THD L1 terms of RMS voltage	Harmonic measurement error in the channel L1	Permissible limit value of the harmonic measurement error	Combined expanded uncertainty
-	Hz	V	V	V	V	V	%	%	V	V	V
2	120	100,12	5,00	100,10	99,99	5,00	5,00	5,00	0,00	0,25	0,19
20	1200	100,12	5,00	100,10	99,99	5,01	5,01	5,00	0,01	0,25	0,19
50	3000	100,12	5,00	100,10	99,99	5,03	5,03	5,02	0,03	0,25	0,19

Harmonic number	Harmonic frequency	Reference RMS value of the distorted signal	Reference value of the set of harmonic	Indication of RMS voltage L2	Indication of the fundamental voltage L2	Indication of the RMS harmonic voltage L2	THD L2 terms of fundamental voltage	THD L2 terms of RMS voltage	Harmonic measurement error in the channel L2	Permissible limit value of the harmonic measurement error	Combined expanded uncertainty
-	Hz	V	V	V	V	V	%	%	V	V	V
2	120	100,12	5,00	100,10	100,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,25	0,19
20	1200	100,12	5,00	100,10	100,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,25	0,19
50	3000	100,12	5,00	100,11	100,00	5,03	5,03	5,02	0,03	0,25	0,19

Harmonic number	Harmonic frequency	Reference RMS value of the distorted signal	Reference value of the set of harmonic	Indication of RMS voltage L2	Indication of the fundamental voltage L2	Indication of the RMS harmonic voltage L2	THD L2 terms of fundamental voltage	THD L2 terms of RMS voltage	Harmonic measurement error in the channel L2	Permissible limit value of the harmonic measurement error	Combined expanded uncertainty
-	Hz	V	V	V	V	V	%	%	V	V	V
2	120	100,12	5,00	100,08	99,98	5,00	5,00	5,00	0,00	0,25	0,19
20	1200	100,12	5,00	100,09	99,98	5,00	5,00	5,00	0,00	0,25	0,19
50	3000	100,12	5,00	100,09	99,98	5,03	5,03	5,02	0,03	0,25	0,19

Harmonic number	Harmonic frequency	Reference RMS value of the distorted signal	Reference value of the set of harmonic	Indication of RMS voltage N-PE	THD N-PE terms of fundamental voltage	THD N-PE terms of RMS voltage	Combined expanded uncertainty
-	Hz	V	V	V	%	%	V
2	120	100,12	5,00	100,11	5,00	5,00	0,19
20	1200	100,12	5,00	100,11	5,01	5,00	0,19
50	3000	100,12	5,00	100,11	5,04	5,03	0,19

Power Quality Analyser PQM-701 Serial No.: 960057

Harmonic number	Harmonic frequency	Reference RMS value of the distorted signal	Reference value of the set of harmonic	Indication of RMS current L1	Indication of the fundamental current L1	Indication of the RMS harmonic current L1	THD L1 terms of fundamental current	THD L1 terms of RMS current	Harmonic measurement error in the channel L1	Permissible limit value of the harmonic measurement error	Combined expanded uncertainty
-	Hz	A	A	A	A	A	%	%	A	A	A
2	120	509,9	100,0	510,0	500,2	100,0	20,00	19,61	0,0	5,2	1,1
20	1200	509,9	100,0	510,0	500,2	100,2	20,03	19,64	0,2	5,2	1,1
50	3000	509,9	100,0	510,3	500,2	101,4	20,27	19,86	1,4	5,3	1,1

Harmonic number	Harmonic frequency	Reference RMS value of the distorted signal	Reference value of the set of harmonic	Indication of RMS current L2	Indication of the fundamental current L2	Indication of the RMS harmonic current L2	THD L2 terms of fundamental current	THD L2 terms of RMS current	Harmonic measurement error in the channel L2	Permissible limit value of the harmonic measurement error	Combined expanded uncertainty
-	Hz	A	A	A	A	A	%	%	A	A	A
2	120	509,9	100,0	510,1	500,3	100,0	20,00	19,61	0,0	5,2	1,1
20	1200	509,9	100,0	510,1	500,3	100,2	20,04	19,65	0,2	5,2	1,1
50	3000	509,9	100,0	510,4	500,3	101,5	20,29	19,88	1,5	5,3	1,1

Harmonic number	Harmonic frequency	Reference RMS value of the distorted signal	Reference value of the set of harmonic	Indication of RMS current L3	Indication of the fundamental current L3	Indication of the RMS harmonic current L3	THD L3 terms of fundamental current	THD L3 terms of RMS current	Harmonic measurement error in the channel L3	Permissible limit value of the harmonic measurement error	Combined expanded uncertainty
-	Hz	A	A	A	A	A	%	%	A	A	A
2	120	509,9	100,0	509,8	500,0	100,0	20,00	19,61	0,0	5,2	1,1
20	1200	509,9	100,0	509,8	500,0	100,2	20,04	19,65	0,2	5,2	1,1
50	3000	509,9	100,0	510,1	500,0	101,5	20,29	19,89	1,5	5,3	1,1

Harmonic number	Harmonic frequency	Reference RMS value of the distorted signal	Reference value of the set of harmonic	Indication of RMS current N-PE	THD N-PE terms of fundamental current	THD N-PE terms of RMS current	Combined expanded uncertainty
-	Hz	A	A	A	%	%	A
2	120	509,9	100,0	509,9	20,00	19,61	1,1
20	1200	509,9	100,0	509,9	20,04	19,65	1,1
50	3000	509,9	100,0	510,2	20,29	19,88	1,1

6. Verification the basic uncertainty of measurement of alternating current – ZN-09/SONEL/046 p.5.2.14

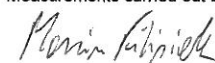
C4 clamps

Frequency	Reference value	Indication of RMS current L1	Indication of RMS current L2	Indication of RMS current L3	Indication of RMS current N	Correction L1	Correction L2	Correction L3	Correction N-PE	Permissible limit correction/error of indication	Combined expanded uncertainty
Hz	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
50	5,000	4,988	4,996	4,996	4,960	0,012	0,004	0,004	0,040	0,250	0,010
	10,00	9,98	9,98	9,96	9,94	0,02	0,02	0,04	0,06	0,40	0,01
	50,00	49,94	49,97	49,74	49,73	0,06	0,03	0,26	0,27	1,50	0,03
	100,00	99,92	99,98	99,52	99,50	0,08	0,02	0,48	0,50	1,50	0,12
	500,0	499,7	500,0	497,7	497,6	0,3	0,0	2,3	2,4	3,8	0,3
1000,0	999,3	1000,5	1003,5	996,3	0,7	-0,5	-3,5	3,7	7,5	0,7	
60	5,000	4,988	4,997	4,985	4,969	0,012	0,003	0,015	0,031	0,250	0,010
	10,00	9,98	9,99	9,96	9,94	0,02	0,01	0,04	0,06	0,40	0,01
	50,00	49,93	49,98	49,74	49,74	0,07	0,02	0,26	0,26	1,50	0,03
	100,00	99,91	100,01	99,50	99,52	0,09	-0,01	0,50	0,48	1,50	0,12
	500,0	499,5	500,2	497,6	497,8	0,5	-0,2	2,4	2,2	3,8	0,3
1000,0	999,1	1000,6	995,7	996,0	0,9	-0,6	4,3	4,0	7,5	0,7	

F3 clamps

Frequency	Reference value	Indication of RMS current L1	Indication of RMS current L2	Indication of RMS current L3	Indication of RMS current N	Correction L1	Correction L2	Correction L3	Correction N-PE	Permissible limit correction/error of indication	Combined expanded uncertainty
Hz	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
50	5,000	4,997	5,011	4,995	4,996	0,003	-0,011	0,005	0,004	0,050	0,008
	10,00	10,01	10,01	9,99	9,99	-0,01	-0,01	0,01	0,01	0,10	0,01
	50,00	50,03	50,08	49,88	49,90	-0,03	-0,08	0,12	0,10	0,50	0,03
	100,00	100,08	100,15	99,80	99,81	-0,08	-0,15	0,20	0,19	1,00	0,12
	500,0	500,4	500,7	498,9	499,1	-0,4	-0,7	1,1	0,9	5,0	0,3
	1000,0	1000,9	1001,7	997,9	998,4	-0,9	-1,6	2,1	1,6	10,0	0,7
2000,0	2001,3	2002,8	1995,5	1997,3	-1,3	-2,8	4,5	2,7	20,0	1,2	
60	5,000	4,977	4,976	5,007	4,989	0,023	0,024	-0,007	0,011	0,050	0,008
	10,00	10,01	10,01	9,99	9,99	-0,01	-0,01	0,01	0,01	0,10	0,01
	50,00	50,03	50,06	49,89	49,90	-0,03	-0,06	0,11	0,10	0,50	0,03
	100,00	100,08	100,14	99,77	99,82	-0,08	-0,14	0,23	0,18	1,00	0,12
	500,0	500,3	500,7	498,8	499,1	-0,3	-0,7	1,2	0,9	5,0	0,3
	1000,0	1000,8	1001,5	997,8	999,0	-0,8	-1,5	2,2	1,0	10,0	0,7
2000,0	2001,1	2002,6	1995,3	1989,2	-1,1	-2,6	4,7	10,8	20,0	1,2	

Measurements carried out by



ANEXO E – ANÁLISIS DE COMBUSTIBLE

**INFORME DE LABORATORIO
CONTROL DE CALIDAD**

Camino Melipilla 11920, Santiago

1 / 1



MUESTRA ESPECIAL DIESEL

Procedencia Muestra:	Planta Puroe	Fecha Obtención:	13/02/2018
Tipo de Control:	Muestra Especial	Fecha Recepción:	27/02/2018
Tipo de Muestra:	Fondo	Fecha Informe:	01/03/2018
N° Informe:	14315	N° Estanque:	
Lote de Inspeccion SAP:		Volumen m3:	2,3
Lote de Inspeccion Starlims:	C00014315		

ENSAYO	METODO	ESPECIFICACIONES		RESULTADO	UNIDAD
		MIN	MAX		
Apariencia	VISUAL			Limpio/Seco	
API 60°F/60°F	D 4052			37,1	
Densidad a 15°C	D 4052	0,82	0,85	0,8388	Kg/Lts
Azufre (S)	D 5453		15	7,7	ppm
Curva de Destilación					
IBP	D 86			166,5	°C
10%	D 86			202,3	°C
50%	D 86			272,0	°C
90%	D 86	282	350	339,5	°C
EP	D 86			366,8	°C
Residuo	D 86			1,8	%
Pérdida	D 86			0,5	%
Recogido	D 86			97,7	%
Indice de Cetano Calculado	D 976			52,0	
Punto de Inflamación Copa Cerrada	D 93	52		61,0	°C
Agua y Sedimento	D 2709		0,05	<0,01	%v
CALORSUP	D 4868			45,7	MJ/kg
CALORINF	D 4868			42,9	MJ/kg

OBSERVACIONES

- Muestra cumple especificaciones. Muestra Cumple especificaciones en parametros medidos. Cliente: Nueva Degan Est Auxiliar 4

Ma. Gladys Rodriguez Z.
Laboratorio Central de Combustibles
Compañía de Petróleos de Chile COPEC S.A.

ANEXO F – MEDICIONES, CÁLCULOS Y GRÁFICOS

PRUEBA DE CONSUMO ESPECÍFICO DEGAÑ 2 - NAVE 4

Pbruta Clase 0.2 Unidad 28 -	
Hora	Potencia [kW]
23:15:00	1.571
23:15:05	1.560
23:15:10	1.553
23:15:15	1.548
23:15:20	1.547
23:15:25	1.560
23:15:30	1.541
23:15:35	1.536
23:15:40	1.542
23:15:45	1.547
23:15:50	1.543
23:15:55	1.536
23:16:00	1.546
23:16:05	1.558
23:16:10	1.558
23:16:15	1.560
23:16:20	1.548
23:16:25	1.535
23:16:30	1.560
23:16:35	1.552
23:16:40	1.542
23:16:45	1.557
23:16:50	1.569
23:16:55	1.545
23:17:00	1.551
23:17:05	1.557
23:17:10	1.562
23:17:15	1.535
23:17:20	1.528
23:17:25	1.537
23:17:30	1.547
23:17:35	1.565
23:17:40	1.559
23:17:45	1.556
23:17:50	1.554
23:17:55	1.543
23:18:00	1.536
23:18:05	1.559
23:18:10	1.596
23:18:15	1.573
23:18:20	1.536
23:18:25	1.525
23:18:30	1.530
23:18:35	1.524
23:18:40	1.543
23:18:45	1.563
23:18:50	1.557
23:18:55	1.560
23:19:00	1.557
23:19:05	1.562
23:19:10	1.538
23:19:15	1.536
23:19:20	1.544
23:19:25	1.552
23:19:30	1.542
23:19:35	1.559
23:19:40	1.566
23:19:45	1.558
23:19:50	1.543
23:19:55	1.534
23:20:00	1.556
23:20:05	1.561
23:20:10	1.548
23:20:15	1.546
23:20:20	1.542
23:20:25	1.551
23:20:30	1.558
23:20:35	1.557
23:20:40	1.540
23:20:45	1.541
23:20:50	1.535
23:20:55	1.545
23:21:00	1.566
23:21:05	1.578
23:21:10	1.554
23:21:15	1.537
23:21:20	1.538
23:21:25	1.547
23:21:30	1.528
23:21:35	1.528
23:21:40	1.568
23:21:45	1.568
23:21:50	1.562
23:21:55	1.539
23:22:00	1.538
23:22:05	1.544
23:22:10	1.548
23:22:15	1.559
23:22:20	1.574
23:22:25	1.568
23:22:30	1.541
23:22:35	1.542
23:22:40	1.540
23:22:45	1.525
23:22:50	1.543
23:22:55	1.553
23:23:00	1.545
23:23:05	1.549
23:23:10	1.564
23:23:15	1.563
23:23:20	1.564
23:23:25	1.558
23:23:30	1.551
23:23:35	1.552
23:23:40	1.558
23:23:45	1.539
23:23:50	1.535
23:23:55	1.542
23:24:00	1.548
23:24:05	1.537
23:24:10	1.543
23:24:15	1.546
23:24:20	1.532
23:24:25	1.548
23:24:30	1.560
23:24:35	1.555
23:24:40	1.553
23:24:45	1.543
23:24:50	1.558
23:24:55	1.562
23:25:00	1.558
23:25:05	1.544

Paux Central [kW]	65
-------------------	----

Hora	Potencia Neta [kW]	Potencia Bruta [kW]
23:15:00	3.120	3.247
23:16:00	3.067	3.223
23:17:00	3.081	3.222
23:18:00	3.044	3.153
23:19:00	3.089	3.216
23:20:00	3.087	3.203
23:21:00	3.108	3.232
23:22:00	3.046	3.174
23:23:00	3.068	3.216
23:24:00	3.063	3.186
23:25:00	3.087	3.242
23:26:00	3.058	3.203
23:27:00	3.032	3.159
23:28:00	3.093	3.206
23:29:00	3.016	3.154
23:30:00	3.031	3.193

Promedio 1 Unidad	1.567	1.601	incluye Aux Central
-------------------	-------	-------	---------------------

Hora	Temp Ambiental [°C]	Humedad Relativa [%]
23:15:00	15,2	68,8
23:20:00	15,0	69,6
23:25:00	15,5	68,8
23:30:00	15,6	69,2
Promedios	15,3	69,1

Hora	Flujometro #2 Flujo Ida [l/h]	Flujómetro #1 Flujo Retorno [l/h]	Consumo Neto [l/h] (2 unidades)	Consumo de 1 Unidad [l/h]
23:15:00	2.350	1.534	816	408
23:16:00	2.364	1.540	823	412
23:17:00	2.368	1.541	826	413
23:18:00	2.304	1.546	757	379
23:19:00	2.304	1.549	755	378
23:20:00	2.318	1.545	773	386
23:21:00	2.310	1.547	763	381
23:22:00	2.321	1.548	773	387
23:23:00	2.316	1.546	770	385
23:24:00	2.302	1.550	752	376
23:25:00	2.314	1.548	765	383
23:26:00	2.353	1.541	812	406
23:27:00	2.349	1.543	806	403
23:28:00	2.359	1.542	818	409
23:29:00	2.360	1.550	810	405
23:30:00	2.352	1.544	809	404
Promedios	2.333,9	1.544,6	789,3	394,7

Combustible Diesel B2	
Densidad	0,8388 Kg/lts
PCI	10.246 Kcal/kg
PCS	10.915 Kcal/kg
	42,9 MJ/kg
	45,7 MJ/kg

Consumo Especifico	251,9	litros / MWh
Consumo Especifico	2.307	kcal / kWh

Correcciones ISO 3046			
Pvapor ref	0,94	kPa @ 25°C y 30 %HR	Tabla B.1
Pvapor prueba	1,17	kPa @ 15°C y 69 %HR	ISO3046-1
coef a	0		
coef m	0,7	Tabla B.1 ISO 3046-1	
coef n	1,2	motor tipo D	
coef s	0		
eficiencia mecánica	0,8	ISO 3046	
alfa	1,0	ISO 3046	
k	1,0	ISO 3046	
px	100	Presión Atm Test	
pr	100	Presión Atm Ref	
Tx	288,3	Temp Test	Grados Kelvin
Tr	298	Temp Ref	Grados Kelvin
Bx	394,7	Consumo Medido	litros/hora
Br	397,4	Consumo Corregido	litros/hora
Diferencia	0,68%		

Corrección Factor de Potencia	
FP promedio	0,98
Eficiencia @ 0,98	97,2% curvas generador
Eficiencia @ 0,95	97,1% curvas generador
Cesp ISO	397,4 litros/hora
Pneta	1.567 kW
Pneta corregida por FP	1.565 kW

Cesp Corregido	253,9	litros / MWh
Cesp Corregido	2.325	kcal / kWh
Corrección	0,79%	

Poder Calorífico Equiv	11.000	kcal/kg
Cesp Equiv Kg	211,3	kg/MWh
Cesp Equiv Litros	252,0	litros/MWh

10.3 Power adjustment for ambient conditions

10.3.1 When it is required that the engine be operated under conditions different from the standard reference conditions given in clause 5 of ISO 15550:2002, and if it is required that the power output be adjusted to or from the standard reference conditions, the following equations shall be used if other methods are not stated by the manufacturer (see note 2 in 10.3.2 and also 10.3.4):

$$P_x = \alpha \times P_t \tag{1}$$

NOTE In equation (1), the mathematical approach is inverse of that of equations (1) and (2) of ISO 15550:—, clause 7.

where the power adjustment factor, α , is given by:

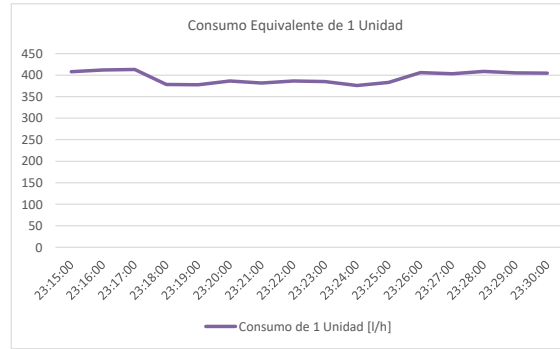
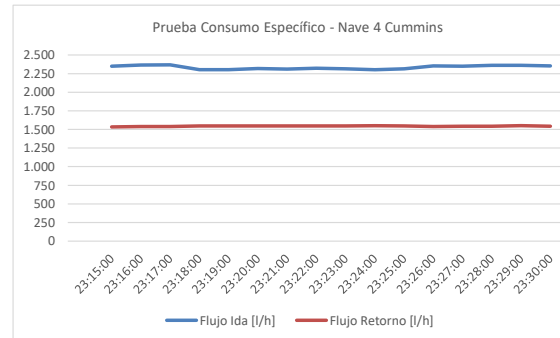
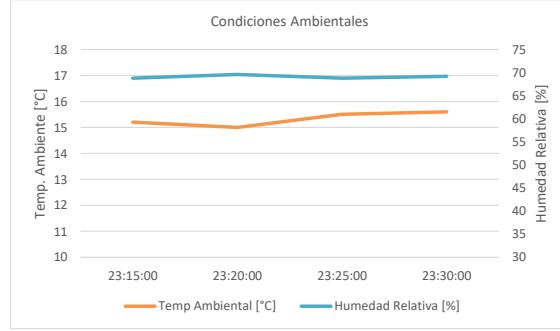
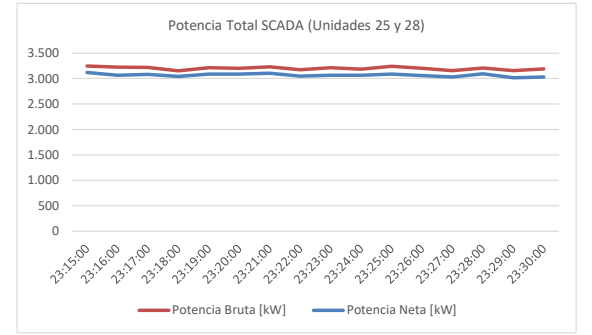
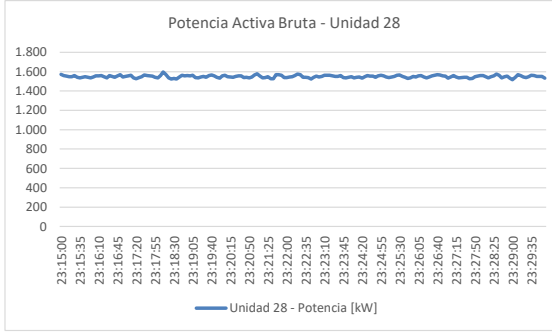
$$\alpha = k - 0,7(1 - k) \left(\frac{1}{\eta_m} - 1 \right) \tag{2}$$

where the ratio of indicated power is:

$$k = \left(\frac{P_x - a\phi_x P_{sx}}{P_t - a\phi_t P_{st}} \right)^m \left(\frac{T_t}{T_x} \right)^n \left(\frac{T_{ct}}{T_{cx}} \right)^s \tag{3}$$

10.4 Recalculation of fuel consumption at test or site ambient conditions for adjusted engines

When it is required that the engine be operated under test or site ambient conditions different from the standard



ISO 3046-1:2002(E)

Table 2 — Numerical values for power adjustment

Engine type	Fuel type	Conditions	Formula reference	Factor	α	m	n	s
Diesel engines and dual fuel compression-ignition engines operating on liquid fuel	Diesel fuel oils	Power limited by air to fuel ratio	A	1	1	0,75	0	
		Power limited by thermal loading	B	0	1	1	0	
		Low and medium speed four-stroke engines	C	0	0,7	2	0	
		Turbocharged with charge air cooling	D	0	0,7	1,2	1	

NOTES

- The formula references and exponents have been derived by CIMAC (International Council on Combustion Engines).
- The factors and exponents have been established by tests on a number of engines to be representative of the types of engines specified. They may be considered as a guideline. Engine manufacturers may alternatively declare their own values appropriate to their individual engine design.
- The values of exponent s applies to power adjustment from a reference charge air coolant temperature. Where the charge air is cooled by engine jacket water at nominally constant temperature the value of 's' could be taken as zero.
- The formulae reference A and D are applied in the examples given in annexes C and D.
- High speed four-stroke engines subject to power adjustment are not covered in this table. The correction factors and exponents shall be specified by engine manufacturer.
- nr = There are no values recommended. It is up to the engine manufacturers to use their own values appropriate to their individual engine design.

23:25:10	1.540
23:25:15	1.545
23:25:20	1.551
23:25:25	1.564
23:25:30	1.566
23:25:35	1.550
23:25:40	1.541
23:25:45	1.531
23:25:50	1.535
23:25:55	1.550
23:26:00	1.545
23:26:05	1.558
23:26:10	1.559
23:26:15	1.545
23:26:20	1.536
23:26:25	1.546
23:26:30	1.556
23:26:35	1.562
23:26:40	1.569
23:26:45	1.564
23:26:50	1.557
23:26:55	1.554
23:27:00	1.534
23:27:05	1.544
23:27:10	1.559
23:27:15	1.546
23:27:20	1.536
23:27:25	1.538
23:27:30	1.543
23:27:35	1.541
23:27:40	1.528
23:27:45	1.530
23:27:50	1.547
23:27:55	1.553
23:28:00	1.559
23:28:05	1.561
23:28:10	1.548
23:28:15	1.536
23:28:20	1.546
23:28:25	1.558
23:28:30	1.575
23:28:35	1.563
23:28:40	1.536
23:28:45	1.549
23:28:50	1.554
23:28:55	1.533
23:29:00	1.517
23:29:05	1.542
23:29:10	1.569
23:29:15	1.559
23:29:20	1.545
23:29:25	1.539
23:29:30	1.548
23:29:35	1.564
23:29:40	1.559
23:29:45	1.552
23:29:50	1.550
23:29:55	1.549
23:30:00	1.532
Promedio	1.549

reference conditions given in clause 5 of ISO 15550:2002 the specific fuel consumption will differ from that declared for the standard reference conditions and shall be recalculated for or from the standard reference conditions.

The following equations shall be used if other methods are not declared by the manufacturer:

$$b_x = \beta b_r \tag{7}$$

$$\text{where } \beta = \frac{k}{\alpha} \tag{8}$$