

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

AMADEO
CARRILLO VILLENA

PROYECTO:	CLIENTE:
<p align="center">DETERMINACIÓN DE CONSUMOS ESPECÍFICOS DE UNIDADES GENERADORAS</p>	

TITULO:	<p align="center">INFORME FINAL DE PRUEBAS DE CONSUMOS ESPECÍFICOS NETO DE LA CENTRAL TÉRMICA SAN ISIDRO I UNIDAD GENERADORA TG01 + TV02 OPERANDO EN CICLO COMBINADO CON GAS NATURAL</p>
N° DE DOCUMENTO PROYECTO	CSI-4-INF-HMK-002

REVISIÓN:	2	EDITADO PARA	Coordinador Eléctrico Nacional
FECHA:	17-04-2020		

REGISTROS DE REVISIONES

REV. Nº	FECHA	REVISIONES	REVISADO POR	APROBADO POR
1	19-03-2020	Primera versión	Marco Quispe C.	Amadeo Carrillo V.
2	16-04-2020	Observación al Informe de Consumo Especifico Neto de la Unidad San Isidro I, en configuración ciclo combinado con combustible Gas	COORDINADOR	-
3	17-04-2020	Segunda versión	Marco Quispe C.	Amadeo Carrillo V.

APROBACIÓN DE DOCUMENTOS

ENEL GENERACIÓN CHILE S.A.			
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL			
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
CONSORCIO HAMEK AMADEO_CARRILLO			
	NOMBRE	FIRMA	FECHA

INFORME	PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.
			Consortio HAMEK - Amadeo Carrillo

CONTENIDO GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO	6
1 INFORMACIÓN GENERAL	14
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	14
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA SAN ISIDRO I	14
2 OBJETIVO DE LAS PRUEBAS.....	15
2.1 PRUEBAS DE CONSUMOS ESPECÍFICOS NETO	15
3 PROGRAMA DE LAS PRUEBAS	16
4 PARTICIPANTES EN LAS PRUEBAS Y ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL.....	17
5 CONDICIONES DE DISEÑO Y REFERENCIA	17
6 FRONTERA DE PRUEBA, MEDICIONES REQUERIDAS E INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA.....	18
6.1 FRONTERA DE PRUEBA Y MEDICIONES REQUERIDAS	18
6.2 VARIABLES MEDIDAS E INSTRUMENTACIÓN DE MEDICIÓN.....	19
6.2.1 <i>Variables Primarias</i>	19
7 REPORTE DE COMBUSTIBLE	20
7.1 REPORTE DE GAS NATURAL.....	20
8 METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	21
8.1 VALIDACIÓN DE DATOS	21
8.2 CÁLCULOS DE LOS CONSUMOS ESPECÍFICOS NETO	21
8.2.1 <i>Resultados de los Consumos Específicos Neto Medido (HRN_M.cc)</i>	21
8.2.2 <i>Cálculo de los Consumos Específicos Neto Corregido (HRN_C.cc)</i>	22
8.3 CÁLCULOS DE LA INCERTIDUMBRE	23
8.3.1 <i>Incertidumbre de la Prueba</i>	23
9 CÁLCULO DE CONSUMO ESPECIFICO NETO.....	25
10 RESULTADOS.....	25
10.1 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CONSUMOS ESPECÍFICOS NETO (SOBRE PODER CALORÍFICO SUPERIOR)	25
10.2 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CONSUMOS ESPECÍFICOS NETO (SOBRE PODER CALORÍFICO INFERIOR).....	28
10.3 RESULTADOS DE INCERTIDUMBRE (SOBRE PODER CALORÍFICO SUPERIOR)	31
10.4 RESULTADOS DE INCERTIDUMBRE (SOBRE PODER CALORÍFICO INFERIOR)..	32

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

ANEXOS

- ANEXO A:** Actas de Ensayo
ANEXO B: Reporte de Combustible
ANEXO C: Cuadros de Cálculo
ANEXO D: Protocolo de Pruebas

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1-1: Descripción de la Central Termoeléctrica San Isidro I	14
Tabla 2-1: Variables primarias	15
Tabla 3-1: Programa de Pruebas de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I	16
Tabla 3-2: Duración de las Pruebas de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I	16
Tabla 5-1: Condiciones de Referencia	17
Tabla 6-1: Variables e Instrumentos de Medición Utilizados en las Pruebas	19
Tabla 7-1: Reporte de Combustible – Gas Natural	20
Tabla 8-1: Condiciones de estabilidad de la Prueba de Consumo Específico Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 (Ciclo Combinado)	21
Tabla 10-1: Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)	25
Tabla 10-2: Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I – Fuego Adicional (Sobre Poder Calorífico Superior)	25
Tabla 10-3: Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)	28
Tabla 10-4: Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I – Fuego Adicional (Sobre Poder Calorífico Inferior)	28
Tabla 10-5: Resultados de Incertidumbre las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV 02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)	31
Tabla 10-6: Resultados de Incertidumbre las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)	32

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 4-1: Participantes y Organización del Personal durante las Pruebas.....	17
Ilustración 6-1: Frontera de Prueba de la Unidad Generadora TG01 + TV02 (Ciclo Combinado)	18
Ilustración 10-1: Curva Característica del Consumo Específico Neto Corregido (kcal/kWh) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)	26
Ilustración 10-2: Curva Característica del Consumo Específico Neto Corregido (kJ/kWh) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)	26
Ilustración 10-3: Curva Característica del Consumo Específico de Combustible Neto Corregido (m ³ /kWh) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)	27
Ilustración 10-4: Curva Característica de la Eficiencia Neto Corregido (%) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)	27
Ilustración 10-5: Curva Característica del Consumo Específico Neto Corregido (kcal/kWh) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)	29
Ilustración 10-6: Curva Característica del Consumo Específico Neto Corregido (kJ/kWh) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)	29
Ilustración 10-7: Curva Característica del Consumo Específico de Combustible Neto Corregido (m ³ /kWh) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)	30
Ilustración 10-8: Curva Característica de la Eficiencia Neto Corregido (%) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)	30

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

RESUMEN EJECUTIVO

Enel es una de las empresas eléctricas más importantes de Chile, que controla los negocios de generación y distribución del país. Enel Generación Chile S.A. es a su vez la empresa de generación eléctrica más importante de Chile, con una capacidad instalada total de 6.114 MW y un parque generador de 110 unidades distribuidas a lo largo del país. Su producción alcanzó los 17.548 GWh en 2019, el 57% de ella fue hidroeléctrica, 42% de fuentes termoeléctricas y el 1% de fuente eólica.

La Central Térmica San Isidro I, que es propiedad de Enel Generación Chile S.A., está ubicada en la Ruta CH-64, km 2, sector Lo Venecia, Quillota, Región Valparaíso, Chile y está constituida por una turbina a gas y una turbina a vapor en ciclo combinado, TG y TV de 379 MW de potencia nominal. Tiene la capacidad de operar con combustible gas natural y petróleo diésel, como respaldo.

El presente informe contiene los resultados de las pruebas de Consumo Especifico Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I, operando en ciclo combinado con gas natural.

Durante las pruebas se ha registrado los siguientes parámetros:

- Potencia Bruta
- Factor de Potencia Bruta
- Potencia Neta
- Factor de Potencia Neta
- Potencia de Servicios Auxiliares
- Flujo de Gas Natural
- Temperatura Ambiente
- Humedad Relativa Ambiente
- Presión Barométrica Ambiente

Las condiciones de diseño y referencia que se ha considerado son las siguientes:

Tabla N° 1
Condiciones de Diseño y de Referencia

Ítem	Unidades	Condiciones de Diseño	Condiciones de Referencia
Factor de Potencia		0.95	0.95
Temperatura Ambiente	(°C)	15.00	15.00
Humedad Relativa Ambiente	(%)	75.00	75.00

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

Las Pruebas de Consumo Especifico Neto se realizaron con Gas Natural. Durante las pruebas se obtuvo un reporte cromatográfico por cada escalón ensayado, de donde se obtuvo los valores que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla N° 2
Reporte Cromatográfico del Combustible – Gas Natural

Reporte	Fecha / Hora	Poder Calorífico Superior		Poder Calorífico Inferior	
		kcal/m ³	MJ/m ³	kcal/m ³	MJ/m ³
1er Escalón (Pmáx con FA)	23-02-2020 / 01:00	9296.0605	38.9207	8378.6992	35.0799
2do Escalón (Pmáx)	22-02-2020 / 22:25	9299.6504	38.9358	8382.0459	35.0939
3er Escalón	22-02-2020 / 17:45	9301.1719	38.9421	8383.4736	35.0999
4to Escalón	22-02-2020 / 16:00	9300.4453	38.9391	8382.7920	35.0971
5to Escalón	22-02-2020 / 14:15	9308.5508	38.9730	8390.3281	35.1286
6to Escalón	22-02-2020 / 12:30	9311.2988	38.9845	8392.8867	35.1393
7mo Escalón	22-02-2020 / 10:45	9315.5400	35.2990	8396.8281	39.1563
8vo Escalón (MTA)	22-02-2020 / 09:00	9316.8496	39.0078	8398.0371	35.1609
Promedio		9306.1959	38.5003	8388.1364	35.6195

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

RESULTADOS

1.1. Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto (Sobre Poder Calorífico Superior)

Tabla N° 3

Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)

Escalón	Potencia Nominal	Potencia Bruta Medida	Potencia Neta Medida	Consumo de Combustible Medido (m³/h)	Consumo Especifico Neto Medido		Consumo Especifico de Combustible Neto Medido (m³/kWh)	Eficiencia Neto Medido (%)	Potencia Bruta Corregida (kW)	Potencia Neta Corregida (kW)	Consumo Especifico Neto Corregido		Incertidumbre		Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido (m³/kWh)	Eficiencia Neto Corregido (%)
	(kW)	(kW)	(kW)		(kcal/kWh)	(kJ/kWh)					(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)		
2do Escalón (Pmáx)	340000	355044.001	347288.920	69260.444	1855.951	7678.177	0.199	46.329	357617.284	349869.299	1842.414	7622.173	± 13.255	± 55.497	0.198	46.669
3er Escalón	312000	320502.201	313167.700	63461.149	1885.833	7801.798	0.203	45.595	336410.650	329088.080	1772.181	7331.613	± 14.790	± 61.922	0.190	48.519
4to Escalón	285000	287978.378	281011.184	57917.761	1918.052	7935.091	0.206	44.829	303835.624	296901.613	1792.646	7416.282	± 14.921	± 62.471	0.193	47.965
5to Escalón	258000	260566.397	253837.658	52887.100	1938.947	8021.535	0.208	44.346	272500.527	265782.115	1833.301	7584.474	± 15.605	± 65.335	0.197	46.901
6to Escalón	231000	233383.008	226860.490	48296.743	1981.213	8196.392	0.213	43.400	236799.916	230291.308	1954.421	8085.552	± 16.290	± 68.202	0.210	43.995
7mo Escalón	204000	206743.422	200594.004	43881.526	2035.804	8422.238	0.219	42.236	207927.201	201795.653	2028.367	8391.470	± 14.970	± 62.678	0.218	42.391
8vo Escalón (MTA)	177000	180845.795	174680.676	39741.747	2117.260	8759.228	0.228	40.611	181493.715	175338.513	2102.336	8697.486	± 15.123	± 63.317	0.226	40.900

Tabla N° 4

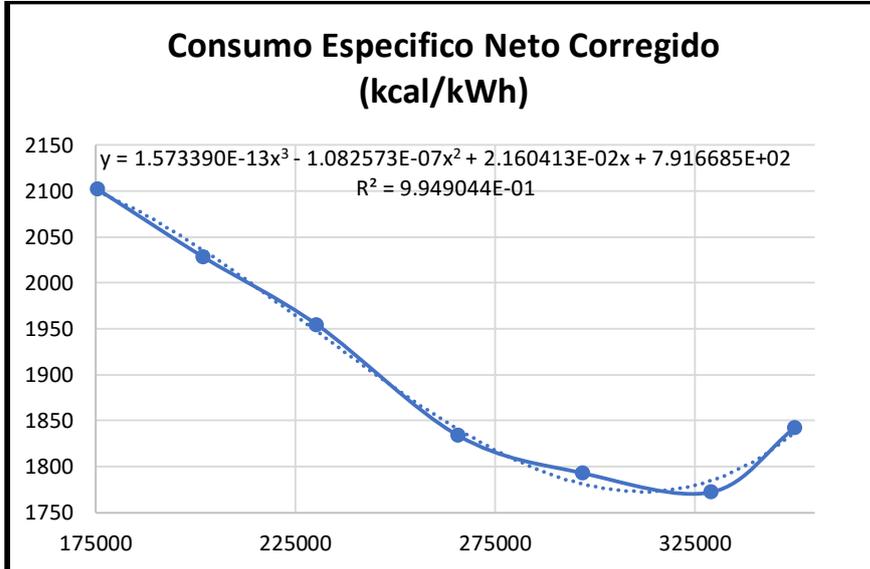
Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I – Fuego Adicional (Sobre Poder Calorífico Superior)

Escalón	Potencia Nominal	Potencia Bruta Medida	Potencia Neta Medida	Consumo de Combustible Medido (m³/h)	Consumo Especifico Neto Medido		Consumo Especifico de Combustible Neto Medido (m³/kWh)	Eficiencia Neto Medido (%)	Potencia Bruta Corregida (kW)	Potencia Neta Corregida (kW)	Consumo Especifico Neto Corregido		Incertidumbre		Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido (m³/kWh)	Eficiencia Neto Corregido (%)
	(kW)	(kW)	(kW)		(kcal/kWh)	(kJ/kWh)					(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)		
1er Escalón (Pmáx con FA)	356000	17038.732	16746.421	4543.430	2524.841	10445.412	0.271	34.055	17131.759	16839.187	2488.354	10294.465	± 25.014	± 104.727	0.267	34.555

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

Ilustración N° 1

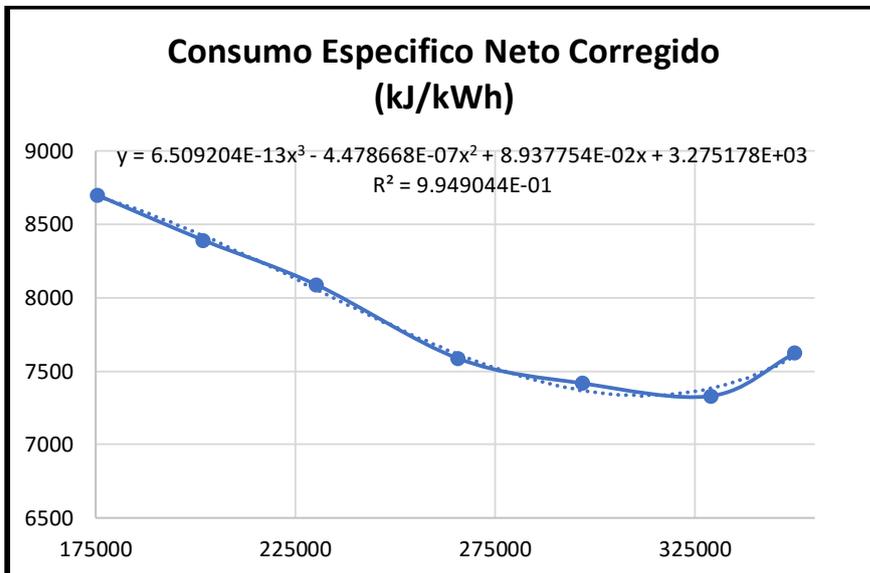
Curva Característica del Consumo Especifico Neto Corregido (kcal/kWh) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)



Consumo Especifico Neto Corregido (kcal/kWh)	
a ₀	7.916685E+02
a ₁	2.160413E-02
a ₂	-1.082573E-07
a ₃	1.573390E-13

Ilustración N° 2

Curva Característica del Consumo Especifico Neto Corregido (kJ/kWh) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)

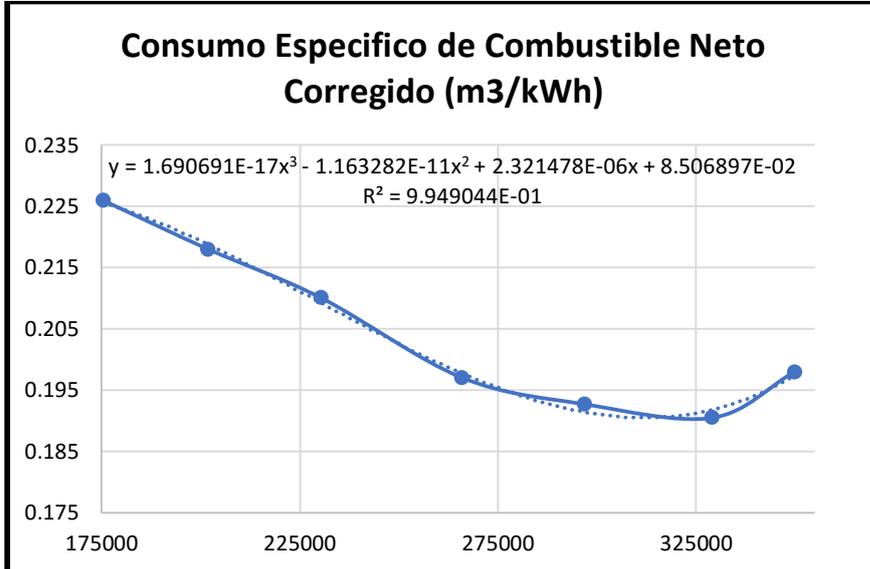


Consumo Especifico Neto Corregido (kJ/kWh)	
a ₀	3.275178E+03
a ₁	8.937754E-02
a ₂	-4.478668E-07
a ₃	6.509204E-13

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

Ilustración N° 3

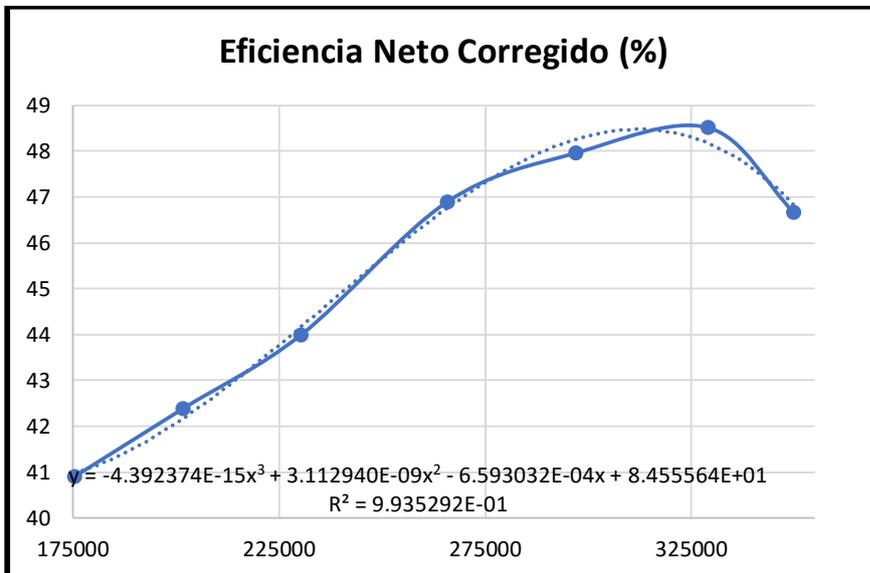
Curva Característica del Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido (m³/kWh) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)



Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido (m ³ /kWh)	
a ₀	8.506897E-02
a ₁	2.321478E-06
a ₂	-1.163282E-11
a ₃	1.690691E-17

Ilustración N° 4

Curva Característica de la Eficiencia Neto Corregido (%) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)



Eficiencia Neto Corregido (%)	
a ₀	8.455564E+01
a ₁	-6.593032E-04
a ₂	3.112940E-09
a ₃	-4.392374E-15

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

1.2. Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto (Sobre Poder Calorífico Inferior)¹
Tabla N° 5

Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)

Escalón	Potencia Nominal	Potencia Bruta Medida	Potencia Neta Medida	Consumo de Combustible Medido (m³/h)	Consumo Especifico Neto Medido		Consumo Especifico de Combustible Neto Medido (m³/kWh)	Eficiencia Neto Medido (%)	Potencia Bruta Corregida (kW)	Potencia Neta Corregida (kW)	Consumo Especifico Neto Corregido		Incertidumbre		Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido (m³/kWh)	Eficiencia Neto Corregido (%)
	(kW)	(kW)	(kW)		(kcal/kWh)	(kJ/kWh)					(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)		
2do Escalón (Pmáx)	340000	355044.001	347288.920	69260.444	1672.861	7007.503	0.199	51.400	357617.284	349869.299	1660.659	6956.391	± 11.951	± 50.038	0.198	51.777
3er Escalón	312000	320502.201	313167.700	63461.149	1699.795	7120.326	0.203	50.585	336410.650	329088.080	1597.354	6691.211	± 13.335	± 55.830	0.190	53.829
4to Escalón	285000	287978.378	281011.184	57917.761	1728.835	7241.976	0.206	49.736	303835.624	296901.613	1615.801	6768.484	± 13.453	± 56.326	0.193	53.215
5to Escalón	258000	260566.397	253837.658	52887.100	1747.669	7320.869	0.208	49.200	272500.527	265782.115	1652.446	6921.985	± 14.070	± 58.907	0.197	52.035
6to Escalón	231000	233383.008	226860.490	48296.743	1785.766	7480.453	0.213	48.150	236799.916	230291.308	1761.617	7379.294	± 14.686	± 61.489	0.210	48.810
7mo Escalón	204000	206743.422	200594.004	43881.526	1834.971	7686.572	0.219	46.859	207927.201	201795.653	1828.268	7658.492	± 13.498	± 56.512	0.218	47.031
8vo Escalón (MTA)	177000	180845.795	174680.676	39741.747	1908.392	7994.127	0.228	45.056	181493.715	175338.513	1894.940	7937.777	± 13.635	± 57.089	0.226	45.376

Tabla N° 6

Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I – Fuego Adicional (Sobre Poder Calorífico Inferior)

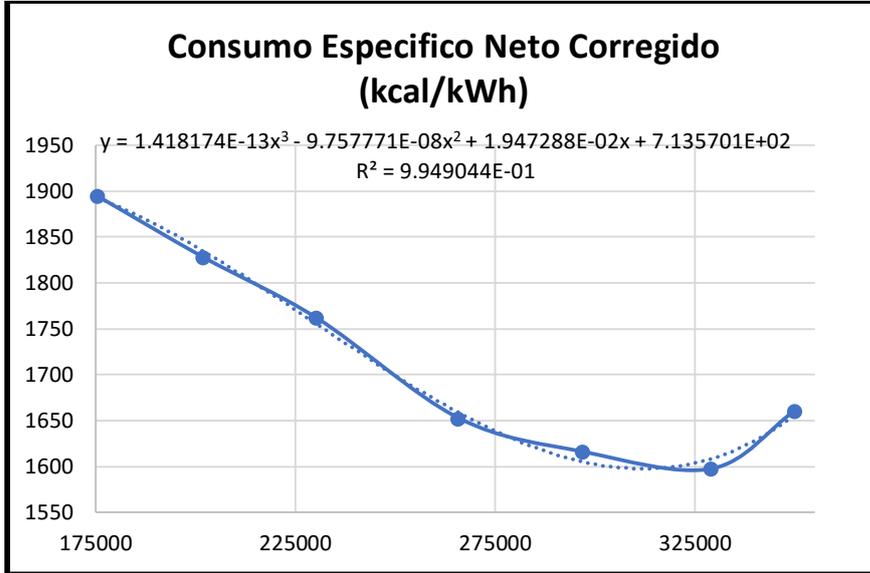
Escalón	Potencia Nominal	Potencia Bruta Medida	Potencia Neta Medida	Consumo de Combustible Medido (m³/h)	Consumo Especifico Neto Medido		Consumo Especifico de Combustible Neto Medido (m³/kWh)	Eficiencia Neto Medido (%)	Potencia Bruta Corregida (kW)	Potencia Neta Corregida (kW)	Consumo Especifico Neto Corregido		Incertidumbre		Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido (m³/kWh)	Eficiencia Neto Corregido (%)
	(kW)	(kW)	(kW)		(kcal/kWh)	(kJ/kWh)					(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)		
1er Escalón (Pmáx con FA)	356000	17038.732	16746.421	4543.430	2275.764	9533.026	0.271	37.783	17131.759	16839.187	2242.877	9395.263	± 22.550	± 94.412	0.267	38.337

¹ Reporte realizado de forma informativa y de manera adicional.

INFORME	PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A. / Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

Ilustración N° 5

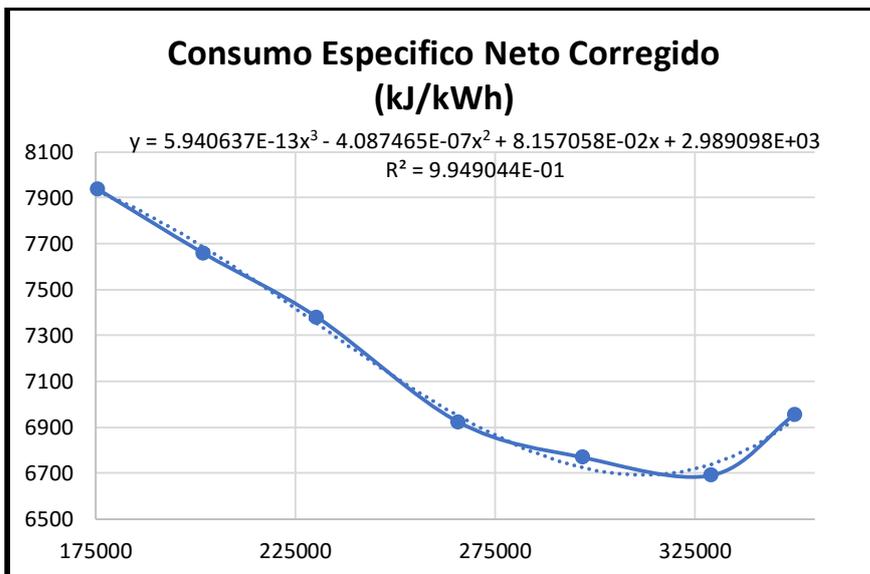
Curva Característica del Consumo Especifico Neto Corregido (kcal/kWh) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)



Consumo Especifico Neto Corregido (kcal/kWh)	
a ₀	7.135701E+02
a ₁	1.947288E-02
a ₂	-9.757771E-08
a ₃	1.418174E-13

Ilustración N° 6

Curva Característica del Consumo Especifico Neto Corregido (kJ/kWh) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)

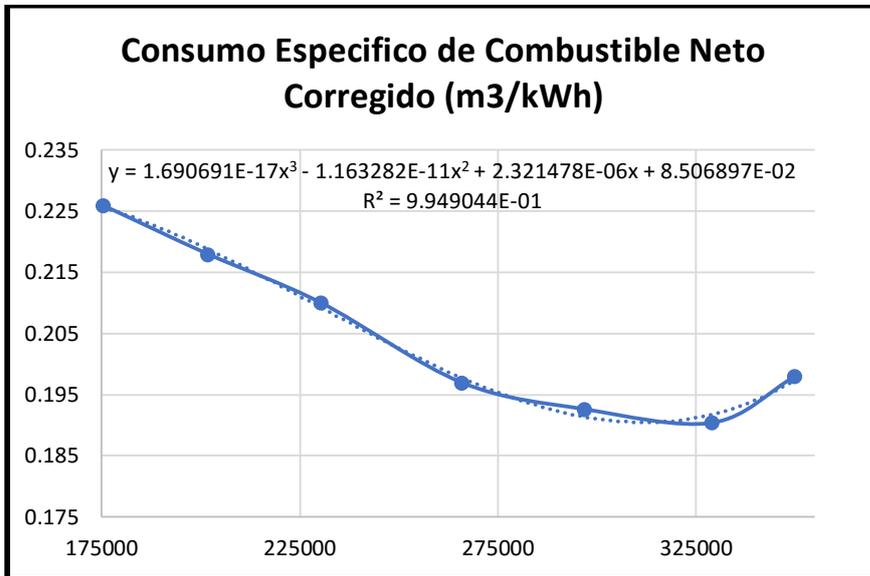


Consumo Especifico Neto Corregido (kJ/kWh)	
a ₀	2.989098E+03
a ₁	8.157058E-02
a ₂	-4.087465E-07
a ₃	5.940637E-13

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

Ilustración N° 7

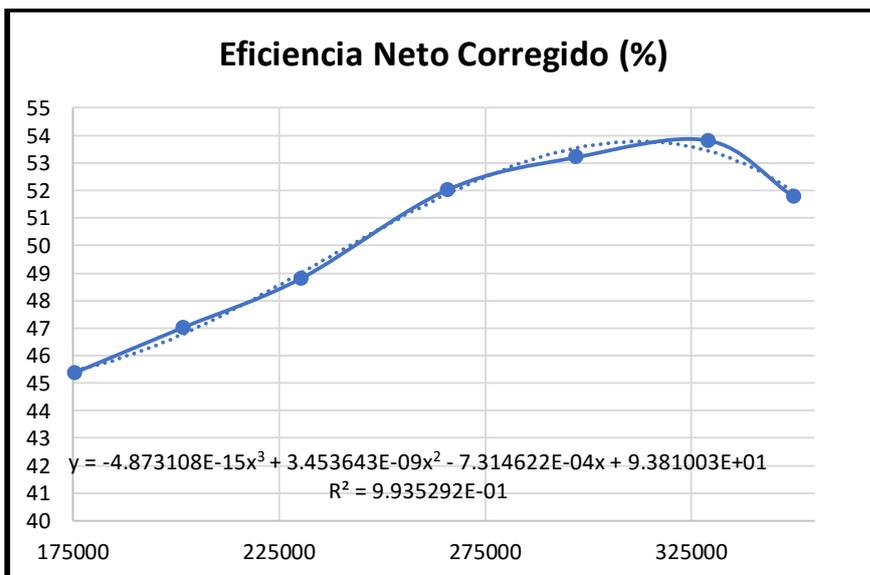
Curva Característica del Consumo Específico de Combustible Neto Corregido (m³/kWh) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)



Consumo Específico de Combustible Neto Corregido (m ³ /kWh)	
a ₀	8.506897E-02
a ₁	2.321478E-06
a ₂	-1.163282E-11
a ₃	1.690691E-17

Ilustración N° 8

Curva Característica de la Eficiencia Neto Corregido (%) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)



Eficiencia Neto Corregido (%)	
a ₀	9.381003E+01
a ₁	-7.314622E-04
a ₂	3.453643E-09
a ₃	-4.873108E-15

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

1 INFORMACIÓN GENERAL

1.1 Descripción de la Empresa

Enel Generación Chile se constituyó en 1943 bajo la razón social de Empresa Nacional de Electricidad S.A. En 1994, se modificaron los estatutos de la sociedad, incorporándose el nombre de fantasía Endesa. En 2005, se agregó el nombre de fantasía Endesa Chile y, en 2016, se cambió la razón social a Enel Generación Chile S.A. y marca a "Enel Generación Chile". La compañía está inscrita en el Registro de Comercio de Santiago, a fs. 61 N°62 y fs. 65 vta. N°63, respectivamente, con fecha 19 de enero de 1944. Tiene su domicilio social y oficinas principales en calle Santa Rosa 76, Santiago de Chile.

1.2 Descripción de la Central Termoeléctrica San Isidro I

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

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

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

Concepto ²	Unidad	Unidad TG01	Unidad TV02
Marca		Mitsubishi	Mitsubishi
Modelo		701 F	SRT 40.5 AX
Serie		-	-
Tipo de Unidad		Turbina de Gas	Turbina de Vapor
Tipo de Combustible		Gas Natural y Petróleo Diésel	-
Año de Fabricación	Año	1997	1997
Fecha de Entrada en Operación	dd-mm-aa	1998	1998
Potencia Nominal	MW	241	139
Potencia Mínimo Técnico con Gas Natural	MW	14.00	-
Potencia Mínimo Técnico con Petróleo Diésel	MW	13.00	-
Potencia Mínimo Técnico Ambiental con Gas Natural	MW	113.00	-
Potencia Mínimo Técnico Ambiental con Petróleo Diésel	MW	198.00	-
Potencia Máxima Técnico	MW	265.00	130
Tensión Nominal	kV	13.8	15
Factor de Potencia	-	0.85	0.85
Velocidad de Rotación	RPM	3 000	3 000

² Información extraída desde:

<https://www.enel.cl/es/inversionistas/inversionistas-enel-generacion/filiales/gasatacama-chile-sa/gasatacama-chile.html> y <https://infotecnica.coordinador.cl/instalaciones/unidades-generadoras>

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

2 OBJETIVO DE LAS PRUEBAS

2.1 Pruebas de Consumos Específicos Neto

Estos ensayos tienen por objeto contar con toda la información necesaria para calcular los Consumos Específicos Neto de la Unidades Generadoras TG01 + TV02 a partir de una operación a distintas cargas, y bajo condiciones de estabilidad requeridas.

Durante los ensayos se han medido los siguientes parámetros:

Tabla 2-1: Variables primarias

Ítem	Variable
Variables de Condiciones Ambientales	
a)	Temperatura Ambiente
b)	Humedad Relativa Ambiente
c)	Presión Ambiente
Variables Eléctricas	
a)	Potencia Activa Bruta
b)	Potencia Reactiva Bruta
c)	Factor de Potencia Bruta
d)	Potencia Activa Neta
e)	Potencia Reactiva Neta
f)	Factor de Potencia Neta
Consumo de Combustible	
a)	Consumo de gas natural.

Así mismo, se registraron las siguientes variables secundarias que son las que se miden, pero no entran en el cálculo de la Determinación de Consumos Específicos de Unidades Generadoras, pero se miden para asegurarse que no se ha violado la condición de prueba requerida:

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

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

3 PROGRAMA DE LAS PRUEBAS

Conforme se ha indicado en el Acta de Ensayo, luego de coordinaciones previas y a la luz de las condiciones encontradas en la unidad TG01 + TV02 a ser evaluada, se definió finalmente el Programa de Pruebas de Consumo Específico Neto de esta unidad que se muestra en la siguiente tabla

Tabla 3-1: Programa de Pruebas de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I

Hito	Hora	Potencia Nominal	Hora de Inicio	Hora del Final
Toma de carga y estabilización			07:45	08:30
Prueba CEN a Mínimo Técnico Ambiental	P _{Min. Téc. Amb.}	177 MW	08:30	09:30
Toma de carga y estabilización			09:30	10:15
Prueba CEN a 2 ^{da} Carga Intermedia	P _{2da Parcial}	204 MW	10:15	11:15
Toma de carga y estabilización			11:15	12:00
Prueba CEN a 3 ^{ra} Carga Intermedia	P _{3ra Parcial}	231 MW	12:00	13:00
Toma de carga y estabilización			13:00	13:45
Prueba CEN a 4 ^{ta} Carga Intermedia	P _{4ta Parcial}	258 MW	13:45	14:45
Toma de carga y estabilización			14:45	15:30
Prueba CEN a 5 ^{ta} Carga Intermedia	P _{5ta Parcial}	285 MW	15:30	16:30
Toma de carga y estabilización			16:30	17:15
Prueba CEN a 6 ^{ta} Carga Intermedia	P _{6ta Parcial}	312 MW	17:15	18:15
Toma de carga y estabilización			18:15	21:55
Prueba CEN a Potencia Máxima	P _{Pot. Máx}	340 MW	21:55	22:55
Toma de carga y estabilización			22:55	00:30
Prueba CEN a Potencia Máxima con Fuego Adicional	P _{Pot. Máx}	356 MW	00:30	01:30

Tabla 3-2: Duración de las Pruebas de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I

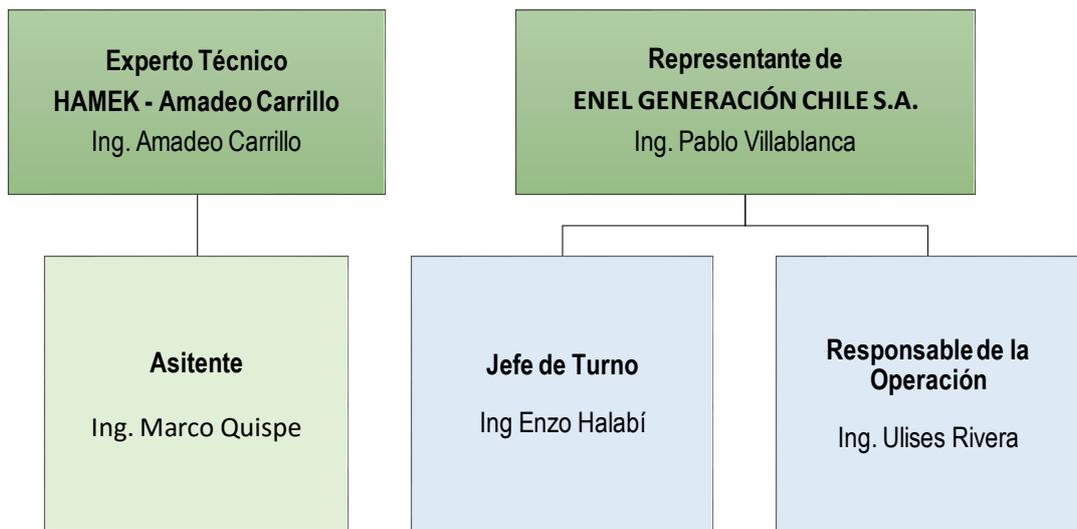
Descripción	Nomenclatura	Potencia Nominal	Duración
Prueba CEN a Mínimo Técnico Ambiental	P _{Min. Téc. Amb.}	177 MW	1 hora.
Prueba CEN a 2 ^{da} Carga Intermedia	P _{2da Parcial}	204 MW	1 hora.
Prueba CEN a 3 ^{ra} Carga Intermedia	P _{3ra Parcial}	231 MW	1 hora.
Prueba CEN a 4 ^{ta} Carga Intermedia	P _{4ta Parcial}	258 MW	1 hora.
Prueba CEN a 5 ^{ta} Carga Intermedia	P _{5ta Parcial}	285 MW	1 hora.
Prueba CEN a 6 ^{ta} Carga Intermedia	P _{6ta Parcial}	312 MW	1 hora.
Prueba CEN a Potencia Máxima	P _{Pot. Máx}	340 MW	1 hora.
Prueba CEN a Potencia Máxima con Fuego Adicional	P _{Pot. Máx}	356 MW	1 hora.

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

4 PARTICIPANTES EN LAS PRUEBAS Y ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL

Durante las pruebas han participado, el representante de ENEL GENERACIÓN CHILE S.A., el Experto Técnico y el Asistente de la CONSULTORA; como se indica en el siguiente gráfico.

Ilustración 4-1: Participantes y Organización del Personal durante las Pruebas



5 CONDICIONES DE DISEÑO Y REFERENCIA

Según el Artículo 36 del Anexo Técnico, el Consumo Especifico Neto determinado en la prueba correspondiente, podrá ser corregida a fin de homologarla con los valores de referencia para los cuales fue calculada el Consumo Especifico original de garantía. Para ello se hace uso de las Curvas de Corrección de las Unidades Generadoras de la Central Termoeléctrica.

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

Tabla 5-1: Condiciones de Referencia

Ítem	Unidades	Condiciones de Diseño	Condiciones de Referencia
Factor de Potencia		0.85	0.95
Temperatura Ambiente	(°C)	15.00	15.00
Humedad Relativa Ambiente	(%)	75.00	75.00

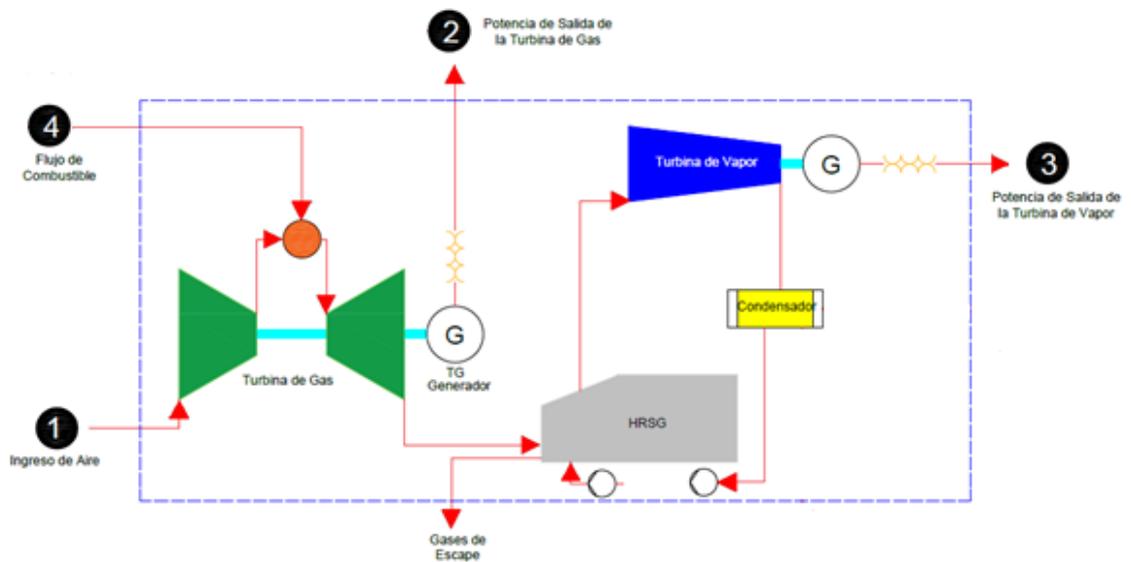
INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

6 FRONTERA DE PRUEBA, MEDICIONES REQUERIDAS E INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA

6.1 Frontera de Prueba y Mediciones Requeridas

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

Ilustración 6-1: Frontera de Prueba de la Unidad Generadora TG01 + TV02 (Ciclo Combinado)



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

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

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

6.2 Variables Medidas e Instrumentación de Medición

6.2.1 Variables Primarias

Estas variables son las que se miden y se utilizan en los cálculos de resultados de la Determinación de Consumos Específicos de la Unidad Generadora TG01 + TV02, pertenecientes a la Central Termoeléctrica San Isidro I. En la siguiente tabla se indica estas variables y los instrumentos de medición utilizados.

Tabla 6-1: Variables e Instrumentos de Medición Utilizados en las Pruebas

VARIABLES MEDIDAS	UNIDAD	MARCA	MODELO	SERIE
Potencia Bruta				
Parámetros eléctricos: Potencia, factor de potencia	TG01	Schneider Electric	ION 7650	MJ-1302A908-03
	TV02	Schneider Electric	ION 7650	MJ-1303A878-03
Potencia Neta				
Parámetros eléctricos: Potencia, factor de potencia	TG01	Schneider Electric	ION 7650	MJ-1009A639-02
	TV02	Schneider Electric	ION 7650	PJ-1009A676-02
Potencia de Servicios Auxiliares				
Parámetros eléctricos: Potencia, factor de potencia	SSAA TG01	Schneider Electric	ION 7650	MJ-1706A096-05
	SSAA TV02	Schneider Electric	ION 7650	MJ-1707A313-05
	11BJA01 TFA	Schneider Electric	PM5560	600102699
	11BJC01 HVAC	Schneider Electric	PM5560	600102691
	11BJC01 TFA	Schneider Electric	PM5560	600102691
Condiciones Ambientales				
Parámetros ambientales: Presión ambiente.	TG01 TV02	Vaisala	PTB110	P2440211
Parámetros ambientales: Temperatura ambiente y humedad relativa.	TG01 TV02	Okazaki	-	ABS44901
Consumo de Gas Natural				
Flujo, temperatura y presión de combustible (Gas Natural)	TG01	OMNI	6000	63188
Reporte Cromatográfico				
Reporte cromatográfico del Gas Natural.	TG01	DANIEL	2350A	9009550

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

7 REPORTE DE COMBUSTIBLE

7.1 Reporte de Gas Natural

Durante las pruebas de Consumo Específicos Neto, la empresa distribuidora de gas (Electrogas) reportó información del análisis cromatográfico por cada escalón ensayado.

Este reporte contiene la siguiente información:

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

Del reporte cromatográfico mencionado se ha extraído la siguiente información correspondiente al gas natural para cada uno de los escalones de la prueba.

Tabla 7-1: Reporte de Combustible – Gas Natural

Reporte	Fecha / Hora	Poder Calorífico Superior		Poder Calorífico Inferior	
		kcal/m ³	MJ/m ³	kcal/m ³	MJ/m ³
1er Escalón (Pmáx con FA)	23-02-2020 / 01:00	9296.0605	38.9207	8378.6992	35.0799
2do Escalón (Pmáx)	22-02-2020 / 22:25	9299.6504	38.9358	8382.0459	35.0939
3er Escalón	22-02-2020 / 17:45	9301.1719	38.9421	8383.4736	35.0999
4to Escalón	22-02-2020 / 16:00	9300.4453	38.9391	8382.7920	35.0971
5to Escalón	22-02-2020 / 14:15	9308.5508	38.9730	8390.3281	35.1286
6to Escalón	22-02-2020 / 12:30	9311.2988	38.9845	8392.8867	35.1393
7mo Escalón	22-02-2020 / 10:45	9315.5400	35.2990	8396.8281	39.1563
8vo Escalón (MTA)	22-02-2020 / 09:00	9316.8496	39.0078	8398.0371	35.1609
Promedio		9306.1959	38.5003	8388.1364	35.6195

Los reportes cromatográficos emitidos por Electrogas, se encuentran en el Apéndice B.

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

8 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

8.1 Validación de Datos

Las mediciones de las Variables Primarias, cuyos datos registrados se encuentren fuera de los rangos de fluctuación indicados en la siguiente tabla serán eliminados. Respecto a los datos que serán eliminados, se debe condicionar la prueba a la estabilidad exigida.

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

Tabla 8-1: Condiciones de estabilidad de la Prueba de Consumo Especifico Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 (Ciclo Combinado)

Parámetro	Máxima fluctuación respecto al valor promedio
Potencia eléctrica de salida	± 1.3 %
Factor de Potencia	± 1.3 %
Presión barométrica	± 0.33 %
Temperatura de ingreso del aire	± 1.3 °F o ± 0.72 °C
Presión del combustible gaseoso suministrado a la turbina de gas	± 0.65 %
Flujo de combustible	± 1.3 %
Presión de descarga	± 0.33 %
Velocidad de rotación	± 0.65 %

8.2 Cálculos de los Consumos Específicos Neto

8.2.1 Resultados de los Consumos Específicos Neto Medido ($HRN_{M.CC}$)

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

$$HRN_{M.CC} = \frac{\dot{m}_{GN} * HHV}{PN_{M.CC}}$$

Donde:

- $HRN_{M.CC}$: Heat Rate Neto Medido, kJ/kWh.
- \dot{m}_{GN} : Consumo de Gas Natural, m³/h o kg/h.
- HHV : Poder Calorífico Superior del Gas Natural, kJ/m³ o kJ/kg.
- $PN_{M.CC}$: Potencia Neta Medida, kW.

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

8.2.2 Cálculo de los Consumos Específicos Neto Corregido ($HRN_{C.CC}$)

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

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

Donde:

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

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

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

Donde:

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

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

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

Donde:

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

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

8.3 Cálculos de la incertidumbre

La incertidumbre del resultado de la prueba, es un cálculo matemático que calcula con una confianza específica, el rango dentro del cual se encuentra los resultados reales. Según la norma ASME PTC 19.1 "Test Uncertainty"; para la unidad que estamos evaluando en el modo de ciclo simple y ciclo combinado, la incertidumbre más grande deseada es igual a 0.8%.

A continuación, se muestra la metodología utilizada en el cálculo de la Incertidumbre de la prueba de Consumos Específicos Neto Corregido.

8.3.1 Incertidumbre de la Prueba

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

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

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

La expresión anterior nos muestra la incertidumbre absoluta, es decir, en la unidad del resultado de la prueba (Consumos Específicos Neto Corregido), para calcular la incertidumbre relativa porcentual se aplica lo siguiente:

$$U_R \% = \frac{U_R}{R}$$

a) Cálculo de la Incertidumbre Sistemática Absoluta

La incertidumbre sistemática absoluta se calcula con la siguiente expresión:

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

Donde:

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

La incertidumbre Sistemática Instrumental de cada variable que interviene en el cálculo del resultado final se obtendrá de:

$$B_{\bar{p}i} = \frac{\text{Precisión}\%}{100} \cdot \bar{X}_i$$

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

El coeficiente de sensibilidad absoluto se obtendrá de:

$$\theta_i = \frac{\partial R}{\partial \bar{X}_i} \approx \frac{\Delta R}{\Delta \bar{X}_i}$$

Así también, el coeficiente de sensibilidad relativa se obtendrá de:

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

Donde:

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

El valor de \bar{X}_i , llamado Valor Medio, será calculado de acuerdo a la siguiente ecuación:

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

Donde:

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

b) Cálculo de la Incertidumbre Aleatoria Absoluta

La incertidumbre aleatoria absoluta se dará por:

$$tS_R = \sqrt{\sum_i (\theta_i \cdot S_{\bar{x}_i} \cdot t_{95,v})^2}$$

Donde:

- N_j : Número total de lecturas de la variable i.
- tS_R : Incertidumbre aleatoria Absoluta.
- $S_{\bar{x}_i}$: Desviación estándar de la media de la variable Xi.
- $t_{95,v}$: t Student's con 95% de Confiabilidad y $v = N_j - 1$ grados de libertad.

La desviación estándar de la media se obtendrá de:

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

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

9 CÁLCULO DE CONSUMO ESPECIFICO NETO

Los cuadros de cálculo de la prueba de Consumo Especifico Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 (Ciclo Combinado) operando con Gas Natural de la Central Térmica San Isidro I, se muestran en el Apéndice C.

10 RESULTADOS

10.1 Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto (Sobre Poder Calorífico Superior)

Tabla 10-1: Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)

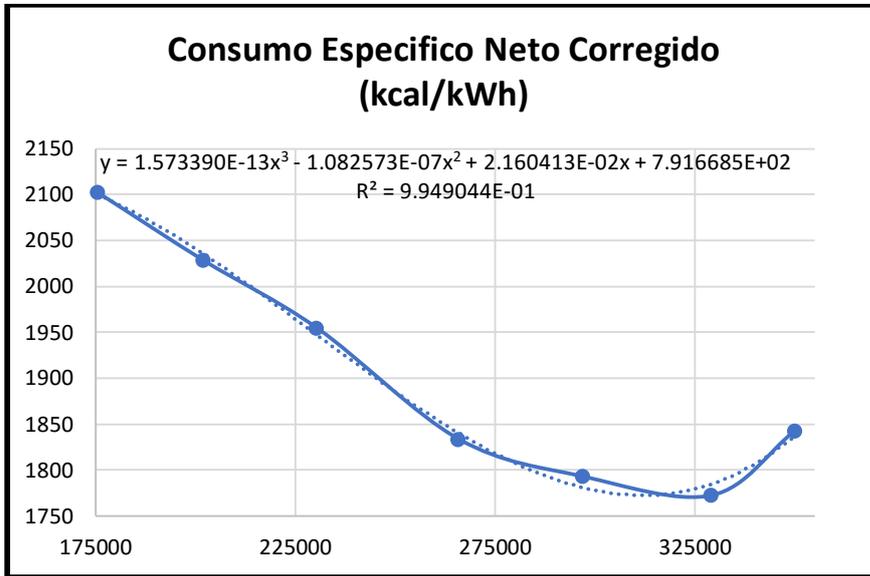
Escalón	Potencia Nominal	Potencia Bruta Medida	Potencia Neta Medida	Consumo de Combustible Medido (m³/h)	Consumo Especifico Neto Medido		Consumo Especifico de Combustible Neto Medido (m³/kWh)	Eficiencia Neto Medido (%)	Potencia Bruta Corregida	Potencia Neta Corregida	Consumo Especifico Neto Corregido		Incertidumbre		Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido (m³/kWh)	Eficiencia Neto Corregido (%)
	(kW)	(kW)	(kW)		(kcal/kWh)	(kJ/kWh)			(kW)	(kW)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)		
2do Escalón (Pmáx)	340000	355044.001	347288.920	69260.444	1855.951	7678.177	0.199	46.329	357617.284	349869.299	1842.414	7622.173	± 13.255	± 55.497	0.198	46.669
3er Escalón	312000	320502.201	313167.700	63461.149	1885.833	7801.798	0.203	45.595	336410.650	329088.080	1772.181	7331.613	± 14.790	± 61.922	0.190	48.519
4to Escalón	285000	287978.378	281011.184	57917.761	1918.052	7935.091	0.206	44.829	303835.624	296901.613	1792.646	7416.282	± 14.921	± 62.471	0.193	47.965
5to Escalón	258000	260566.397	253837.658	52887.100	1938.947	8021.535	0.208	44.346	272500.527	265782.115	1833.301	7584.474	± 15.605	± 65.335	0.197	46.901
6to Escalón	231000	233383.008	226860.490	48296.743	1981.213	8196.392	0.213	43.400	236799.916	230291.308	1954.421	8085.552	± 16.290	± 68.202	0.210	43.995
7mo Escalón	204000	206743.422	200594.004	43881.526	2035.804	8422.238	0.219	42.236	207927.201	201795.653	2028.367	8391.470	± 14.970	± 62.678	0.218	42.391
8vo Escalón (MTA)	177000	180845.795	174680.676	39741.747	2117.260	8759.228	0.228	40.611	181493.715	175338.513	2102.336	8697.486	± 15.123	± 63.317	0.226	40.900

Tabla 10-2: Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I – Fuego Adicional (Sobre Poder Calorífico Superior)

Escalón	Potencia Nominal	Potencia Bruta Medida	Potencia Neta Medida	Consumo de Combustible Medido (m³/h)	Consumo Especifico Neto Medido		Consumo Especifico de Combustible Neto Medido (m³/kWh)	Eficiencia Neto Medido (%)	Potencia Bruta Corregida	Potencia Neta Corregida	Consumo Especifico Neto Corregido		Incertidumbre		Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido (m³/kWh)	Eficiencia Neto Corregido (%)
	(kW)	(kW)	(kW)		(kcal/kWh)	(kJ/kWh)			(kW)	(kW)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)		
1er Escalón (Pmáx con FA)	356000	17038.732	16746.421	4543.430	2524.841	10445.412	0.271	34.055	17131.759	16839.187	2488.354	10294.465	± 25.014	± 104.727	0.267	34.555

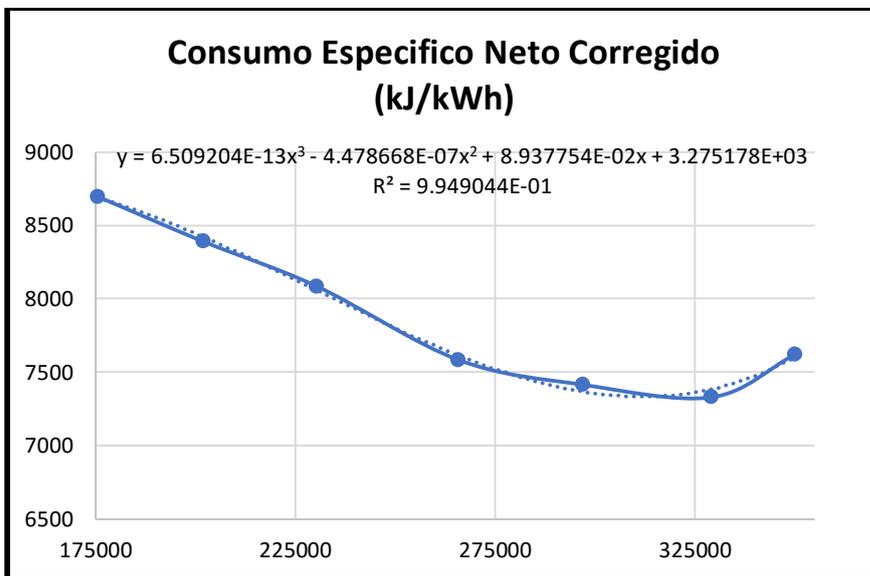
INFORME	PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A. Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

Ilustración 10-1: Curva Característica del Consumo Específico Neto Corregido (kcal/kWh) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)



Consumo Especifico Neto Corregido (kcal/kWh)	
a ₀	7.916685E+02
a ₁	2.160413E-02
a ₂	-1.082573E-07
a ₃	1.573390E-13

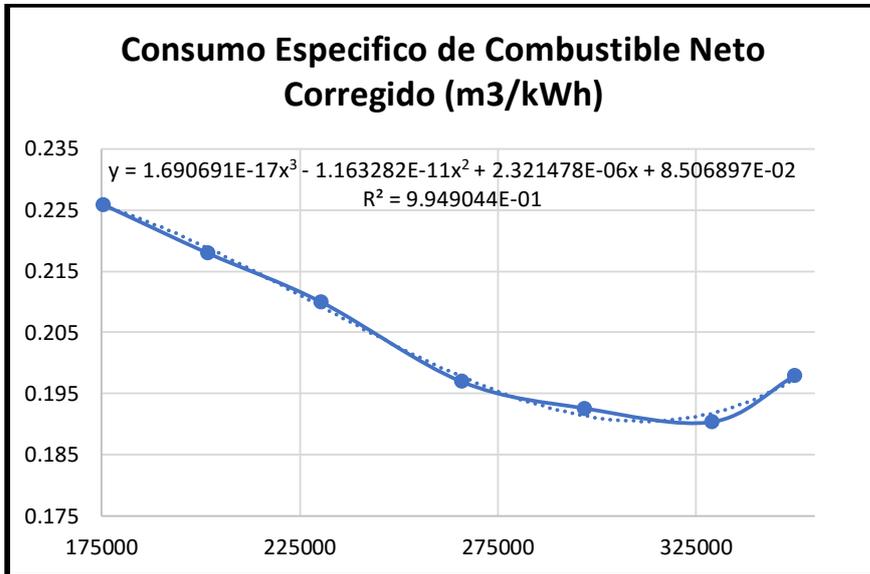
Ilustración 10-2: Curva Característica del Consumo Específico Neto Corregido (kJ/kWh) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)



Consumo Especifico Neto Corregido (kJ/kWh)	
a ₀	3.275178E+03
a ₁	8.937754E-02
a ₂	-4.478668E-07
a ₃	6.509204E-13

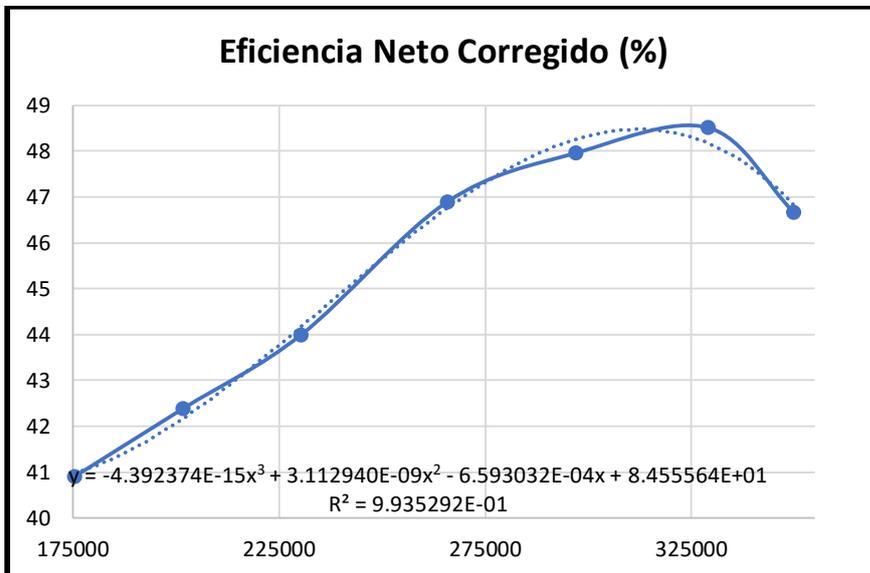
INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

Ilustración 10-3: Curva Característica del Consumo Específico de Combustible Neto Corregido (m³/kWh) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)



Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido (m ³ /kWh)	
a ₀	8.506897E-02
a ₁	2.321478E-06
a ₂	-1.163282E-11
a ₃	1.690691E-17

Ilustración 10-4: Curva Característica de la Eficiencia Neto Corregido (%) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)



Eficiencia Neto Corregido (%)	
a ₀	8.455564E+01
a ₁	-6.593032E-04
a ₂	3.112940E-09
a ₃	-4.392374E-15

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

10.2 Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto (Sobre Poder Calorífico Inferior)³

Tabla 10-3: Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)

Escalón	Potencia Nominal	Potencia Bruta Medida	Potencia Neta Medida	Consumo de Combustible Medido	Consumo Especifico Neto Medido		Consumo Especifico de Combustible Neto Medido	Eficiencia Neto Medido	Potencia Bruta Corregida	Potencia Neta Corregida	Consumo Especifico Neto Corregido		Incertidumbre		Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido	Eficiencia Neto Corregido
	(kW)	(kW)	(kW)	(m³/h)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m³/kWh)	(%)	(kW)	(kW)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m³/kWh)	(%)
2do Escalón (Pmáx)	340000	355044.001	347288.920	69260.444	1672.861	7007.503	0.199	51.400	357617.284	349869.299	1660.659	6956.391	± 11.951	± 50.038	0.198	51.777
3er Escalón	312000	320502.201	313167.700	63461.149	1699.795	7120.326	0.203	50.585	336410.650	329088.080	1597.354	6691.211	± 13.335	± 55.830	0.190	53.829
4to Escalón	285000	287978.378	281011.184	57917.761	1728.835	7241.976	0.206	49.736	303835.624	296901.613	1615.801	6768.484	± 13.453	± 56.326	0.193	53.215
5to Escalón	258000	260566.397	253837.658	52887.100	1747.669	7320.869	0.208	49.200	272500.527	265782.115	1652.446	6921.985	± 14.070	± 58.907	0.197	52.035
6to Escalón	231000	233383.008	226860.490	48296.743	1785.766	7480.453	0.213	48.150	236799.916	230291.308	1761.617	7379.294	± 14.686	± 61.489	0.210	48.810
7mo Escalón	204000	206743.422	200594.004	43881.526	1834.971	7686.572	0.219	46.859	207927.201	201795.653	1828.268	7658.492	± 13.498	± 56.512	0.218	47.031
8vo Escalón (MTA)	177000	180845.795	174680.676	39741.747	1908.392	7994.127	0.228	45.056	181493.715	175338.513	1894.940	7937.777	± 13.635	± 57.089	0.226	45.376

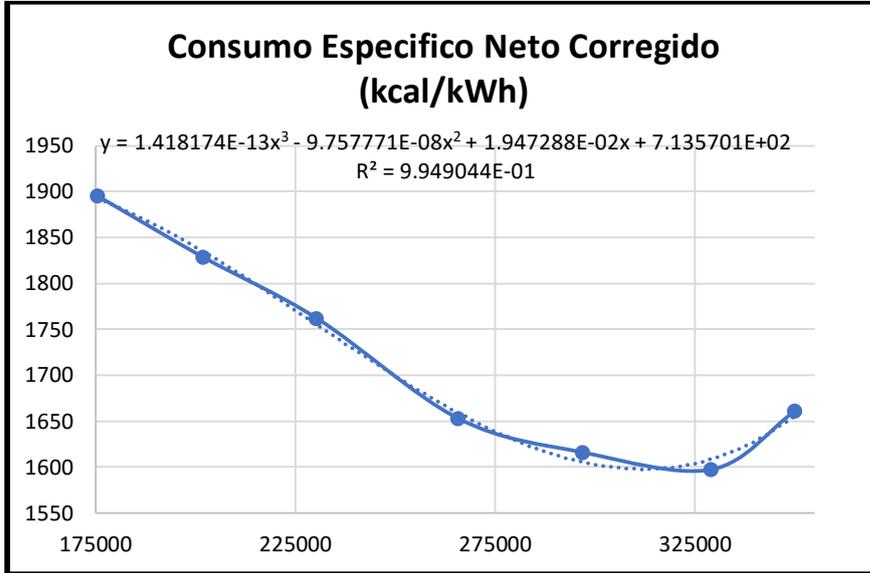
Tabla 10-4: Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I – Fuego Adicional (Sobre Poder Calorífico Inferior)

Escalón	Potencia Nominal	Potencia Bruta Medida	Potencia Neta Medida	Consumo de Combustible Medido	Consumo Especifico Neto Medido		Consumo Especifico de Combustible Neto Medido	Eficiencia Neto Medido	Potencia Bruta Corregida	Potencia Neta Corregida	Consumo Especifico Neto Corregido		Incertidumbre		Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido	Eficiencia Neto Corregido
	(kW)	(kW)	(kW)	(m³/h)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m³/kWh)	(%)	(kW)	(kW)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m³/kWh)	(%)
1er Escalón (Pmáx con FA)	356000	17038.732	16746.421	4543.430	2275.764	9533.026	0.271	37.783	17131.759	16839.187	2242.877	9395.263	± 22.550	± 94.412	0.267	38.337

³ Reporte realizado de forma informativa y de manera adicional.

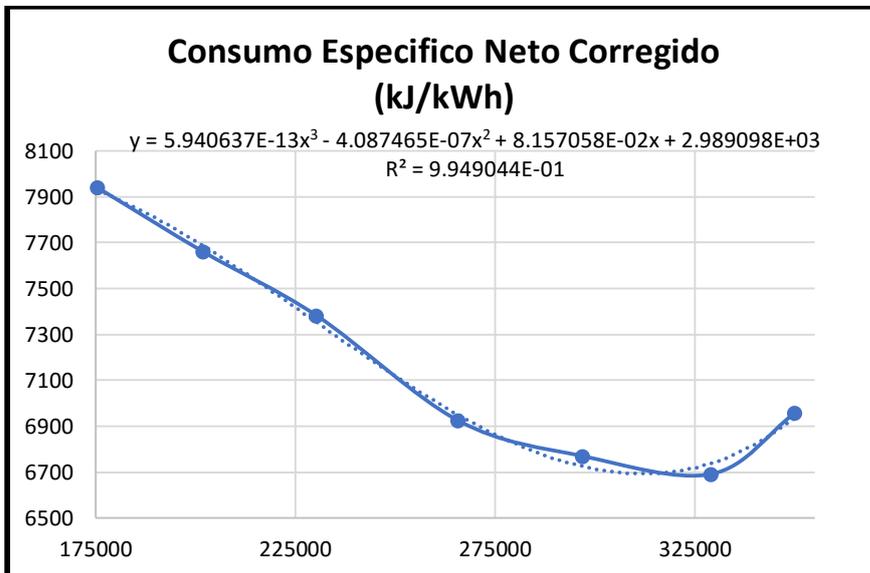
INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

Ilustración 10-5: Curva Característica del Consumo Específico Neto Corregido (kcal/kWh) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)



Consumo Especifico Neto Corregido (kcal/kWh)	
a ₀	7.135701E+02
a ₁	1.947288E-02
a ₂	-9.757771E-08
a ₃	1.418174E-13

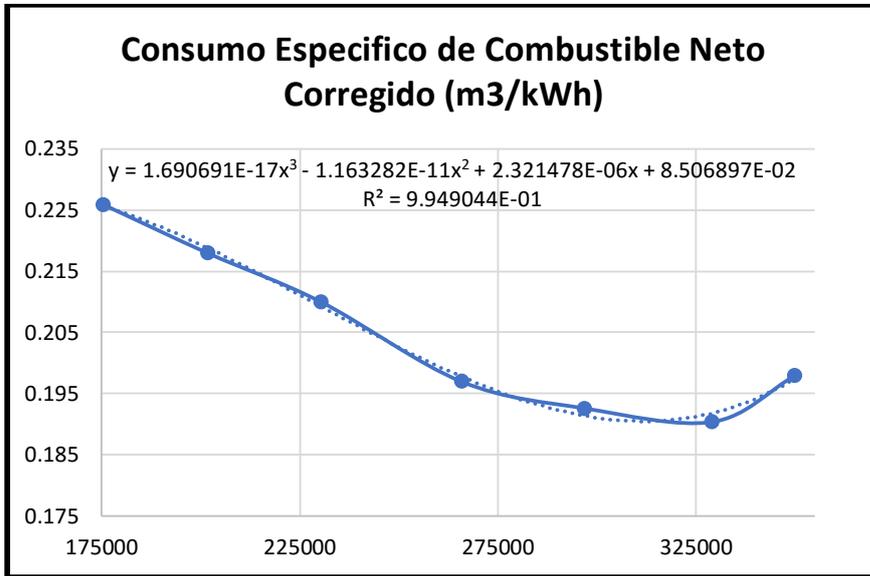
Ilustración 10-6: Curva Característica del Consumo Específico Neto Corregido (kJ/kWh) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)



Consumo Especifico Neto Corregido (kJ/kWh)	
a ₀	2.989098E+03
a ₁	8.157058E-02
a ₂	-4.087465E-07
a ₃	5.940637E-13

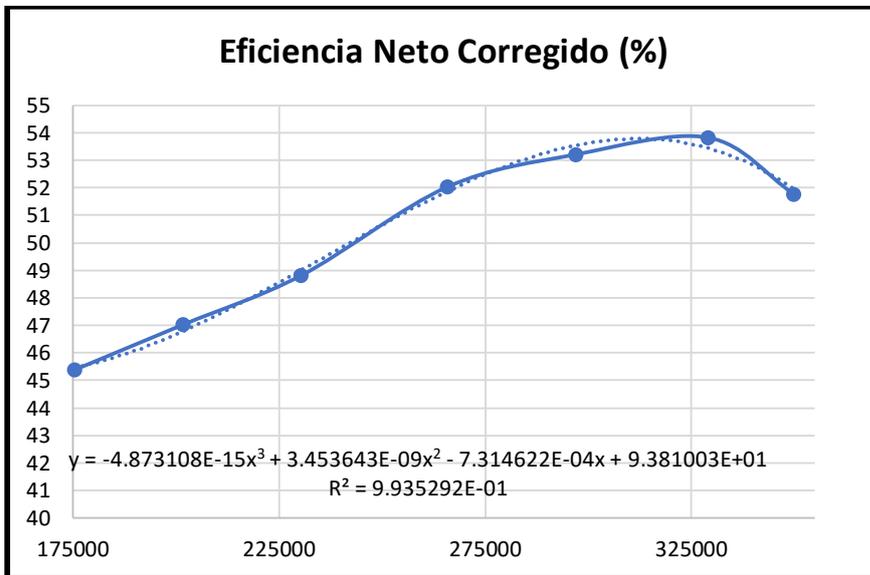
INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

Ilustración 10-7: Curva Característica del Consumo Específico de Combustible Neto Corregido (m³/kWh) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)



Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido (m ³ /kWh)	
a ₀	8.506897E-02
a ₁	2.321478E-06
a ₂	-1.163282E-11
a ₃	1.690691E-17

Ilustración 10-8: Curva Característica de la Eficiencia Neto Corregido (%) de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)



Eficiencia Neto Corregido (%)	
a ₀	9.381003E+01
a ₁	-7.314622E-04
a ₂	3.453643E-09
a ₃	-4.873108E-15

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

10.3 Resultados de Incertidumbre (Sobre Poder Calorífico Superior)

Tabla 10-5: Resultados de Incertidumbre las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV 02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)

Prueba de Consumo Específico Neto de la Unidad TG01 + TV02 (Ciclo Combinado) - Central Térmica San Isidro I - (kcal/kWh)					
Descripción	CEN _c Consumo Específico Neto Corregido	Unidad	B _R Incertidumbre Sistemático de Cada Escalón	t S _R Incertidumbre Aleatorio de Cada Escalón	U _R Incertidumbre Absoluta Total de Cada Escalón
Consumo Específico Neto Corregido - 1er Escalón	2844.354	kcal/kWh	18.184	17.176	25.014
Consumo Específico Neto Corregido - 2do Escalón	1842.414	kcal/kWh	13.141	1.734	13.255
Consumo Específico Neto Corregido - 3er Escalón	1772.181	kcal/kWh	14.622	2.221	14.790
Consumo Específico Neto Corregido - 4to Escalón	1792.646	kcal/kWh	14.826	1.679	14.921
Consumo Específico Neto Corregido - 5to Escalón	1833.301	kcal/kWh	15.118	3.870	15.605
Consumo Específico Neto Corregido - 6to Escalón	1954.421	kcal/kWh	16.119	2.350	16.290
Consumo Específico Neto Corregido - 7mo Escalón	2028.367	kcal/kWh	14.286	4.476	14.970
Consumo Específico Neto Corregido - 8vo Escalón	2102.336	kcal/kWh	15.013	1.821	15.123

Prueba de Consumo Específico Neto de la Unidad TG01 + TV02 (Ciclo Combinado) - Central Térmica San Isidro I - (kJ/kWh)					
Descripción	CEN _c Consumo Específico Neto Corregido	Unidad	B _R Incertidumbre Sistemático de Cada Escalón	t S _R Incertidumbre Aleatorio de Cada Escalón	U _R Incertidumbre Absoluta Total de Cada Escalón
Consumo Específico Neto Corregido - 1er Escalón	10294.465	kcal/kWh	76.133	71.914	104.727
Consumo Específico Neto Corregido - 2do Escalón	7622.173	kcal/kWh	55.020	7.258	55.497
Consumo Específico Neto Corregido - 3er Escalón	7331.613	kcal/kWh	61.220	9.298	61.922
Consumo Específico Neto Corregido - 4to Escalón	7416.282	kcal/kWh	62.074	7.030	62.471
Consumo Específico Neto Corregido - 5to Escalón	7584.474	kcal/kWh	63.295	16.202	65.335
Consumo Específico Neto Corregido - 6to Escalón	8085.552	kcal/kWh	67.489	9.837	68.202
Consumo Específico Neto Corregido - 7mo Escalón	8391.470	kcal/kWh	59.811	18.740	62.678
Consumo Específico Neto Corregido - 8vo Escalón	8697.486	kcal/kWh	62.856	7.623	63.317

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

10.4 Resultados de Incertidumbre (Sobre Poder Calorífico Inferior)

Tabla 10-6: Resultados de Incertidumbre las Pruebas de Consumos Especificos Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)

Prueba de Consumo Específico Neto de la Unidad TG01 + TV02 (Ciclo Combinado) - Central Térmica San Isidro I - (kcal/kWh)					
Descripción	CEN _c Consumo Específico Neto Corregido	Unidad	B _R Incertidumbre Sistemático de Cada Escalón	t S _R Incertidumbre Aleatorio de Cada Escalón	U _R Incertidumbre Absoluta Total de Cada Escalón
Consumo Específico Neto Corregido - 1er Escalón	2242.877	kcal/kWh	16.390	15.487	22.550
Consumo Específico Neto Corregido - 2do Escalón	1660.659	kcal/kWh	11.845	1.592	11.951
Consumo Específico Neto Corregido - 3er Escalón	1597.354	kcal/kWh	13.180	2.028	13.335
Consumo Específico Neto Corregido - 4to Escalón	1615.801	kcal/kWh	13.364	1.550	13.453
Consumo Específico Neto Corregido - 5to Escalón	1652.446	kcal/kWh	13.626	3.504	14.070
Consumo Específico Neto Corregido - 6to Escalón	1761.617	kcal/kWh	14.529	2.143	14.686
Consumo Específico Neto Corregido - 7mo Escalón	1828.268	kcal/kWh	12.876	4.048	13.498
Consumo Específico Neto Corregido - 8vo Escalón	1894.940	kcal/kWh	13.532	1.677	13.635

Prueba de Consumo Específico Neto de la Unidad TG01 + TV02 (Ciclo Combinado) - Central Térmica San Isidro I - (kJ/kWh)					
Descripción	CEN _c Consumo Específico Neto Corregido	Unidad	B _R Incertidumbre Sistemático de Cada Escalón	t S _R Incertidumbre Aleatorio de Cada Escalón	U _R Incertidumbre Absoluta Total de Cada Escalón
Consumo Específico Neto Corregido - 1er Escalón	9395.263	kcal/kWh	68.622	64.843	94.412
Consumo Específico Neto Corregido - 2do Escalón	6956.391	kcal/kWh	49.592	6.665	50.038
Consumo Específico Neto Corregido - 3er Escalón	6691.211	kcal/kWh	55.180	8.491	55.830
Consumo Específico Neto Corregido - 4to Escalón	6768.484	kcal/kWh	55.951	6.489	56.326
Consumo Específico Neto Corregido - 5to Escalón	6921.985	kcal/kWh	57.051	14.670	58.907
Consumo Específico Neto Corregido - 6to Escalón	7379.294	kcal/kWh	60.831	8.972	61.489
Consumo Específico Neto Corregido - 7mo Escalón	7658.492	kcal/kWh	53.910	16.949	56.512
Consumo Específico Neto Corregido - 8vo Escalón	7937.777	kcal/kWh	56.655	7.023	57.089

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

APÉNDICES

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consortio HAMEK - Amadeo Carrillo