

hlm
Ingenieros & Consultores
Asociados S.A.C.

06 de setiembre del 2023

COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

INFORME TÉCNICO DE LA
PRUEBA DE POTENCIA
MÁXIMA DE LAS UNIDADES DE
GENERACIÓN DE LA TER ARICA
HLM17 - CTA-002-INF-001

CLIENTE:



ESTUDIO:

**PRUEBA DE POTENCIA MÁXIMA DE LAS
UNIDADES DE GENERACIÓN DE LA TER ARICA**
Operando con Diésel

TITULO:

INFORME TÉCNICO

DOCUMENTO:

HLM017 - CTA-002-INF-001

REVISIÓN GENERAL

FECHA: 06/09/2023

ELABORADO POR:

PAOLO PRIETO HIROSHIMA

REVISADO POR:

PAOLO PRIETO HIROSHIMA / MARCO QUISPE CARDENAS

APROBADO POR:

MARCO QUISPE CARDENAS



MARCO BASILIO
QUISPE CARDENAS
Ingeniero Mecánico Electricista
CIP N° 235415

ÍNDICE |

RESUMEN EJECUTIVO	4
1. INTRODUCCIÓN	6
2. OBJETIVO	6
3. CONTENIDO	6
4. DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL.....	7
4.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN.....	7
5. DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA	8
5.1. PROGRAMA Y DURACIÓN DE LA PRUEBA	8
5.2. PARTICIPANTES DE LA PRUEBA	9
5.3. UBICACIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN	10
5.4. VARIABLES Y MAGNITUDES A MEDIR.....	11
5.4.1. VARIABLES PRIMARIAS.....	11
5.4.2. VARIABLES SECUNDARIAS.....	12
5.5. EQUIPOS DE MEDICIÓN UTILIZADOS.....	12
6. EJECUCIÓN DE LA PRUEBA PMÁX	13
6.1. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRUEBA PMÁX.....	13
6.2. EJECUCIÓN DE LA PRUEBA PMÁX.....	13
7. CONDICIONES DE REFERENCIA Y DE SITIO	14
8. VALIDACIÓN DE VARIABLES MEDIDAS	14
9. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE POTENCIA MÁXIMA	15
9.1. VALIDACIÓN DE DATOS	15
9.2. CÁLCULO DE LA POTENCIA BRUTA MÁXIMA.....	15
9.2.1. CÁLCULO DE LA POTENCIA BRUTA MÁXIMA MEDIDA ($PBM_{M,MR}$).....	15
9.2.2. CÁLCULO DE LA POTENCIA BRUTA MÁXIMA CORREGIDA ($PBM_{C,MR}$).....	15
9.3. CÁLCULO DE LA POTENCIA NETA MÁXIMA	17
9.3.1. RESULTADO DE LA POTENCIA NETA MÁXIMA MEDIDA ($PNM_{M,MR}$)	17
9.3.2. CÁLCULO DE LA POTENCIA NETA MÁXIMA CORREGIDA ($PNM_{C,MR}$).....	17
10.METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA PRUEBA.....	18
10.1. CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE DE LA PRUEBA	18
10.1.1. CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE SISTEMÁTICA.....	18
10.1.2. CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE ALEATORIA	19
11.RESULTADOS DE LA PRUEBA	20
11.1. RESULTADOS PARCIALES DE LA PRUEBA DE POTENCIA MÁXIMA	20
11.2. RESULTADO DE INCERTIDUMBRE	24
11.3. RESULTADO DE LA PRUEBA DE POTENCIA MÁXIMA	33
12.ANEXOS.....	34
ANEXO 1: Acta de Prueba PMáx TER Arica.	
ANEXO 2: Cuadro de Cálculos y Resultados.	
ANEXO 3: Protocolo de Pruebas.	
ANEXO 4: Certificados de Equipos de Medición.	

RESUMEN EJECUTIVO

HLM Ingenieros & Consultores Asociados S.A.C., por encargo de la empresa ENGIE ENERGÍA CHILE S.A. y en conformidad con el ANEXO TÉCNICO: *"Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras"*, ha elaborado el presente Informe Técnico de la Prueba de Potencia Máxima de las **Unidades de Generación de la TER Arica**.

Este informe, se elaboró en base a la información obtenida en la prueba realizada, en la Unidad de Generación, desde el **lunes 21 al jueves 24 de agosto del 2023**.

C.T. Arica

La **Central Termoeléctrica Arica** se encuentra ubicado en Arica – Parinacota, Chile.

Cuadro 1: Unidades de Generación de la C.T. Arica

Central Termoeléctrica	Unidad de Generación	Tipo	Combustible
Arica	M1AR U1	MCI	Diésel
Arica	M1AR U2	MCI	Diésel
Arica	M1AR U3	MCI	Diésel
Arica	M2AR U1	MCI	Diésel
Arica	M2AR U2	MCI	Diésel
Arica	GMAR U1	MCI	Diésel
Arica	GMAR U2	MCI	Diésel
Arica	GMAR U3	MCI	Diésel
Arica	GMAR U4	MCI	Diésel

Condiciones de Referencia y de Sitio

Para los cálculos de la Potencia Máxima, se ha considerado las siguientes condiciones de referencia y de sitio.

Cuadro 2: Condiciones de Referencia y de Sitio

Parámetro	Condiciones de Referencia	Condiciones de Sitio
Temperatura Ambiente	18,00 °C	25,00 °C
Humedad Relativa	65,00 %	30,00 %
Presión Ambiente	1013,00 mbar	1000,00 mbar
Temp. Fuente Fría	En sitio (*)	25,00 °C

(*) La temperatura de fuente fría a condiciones de referencia, se calculó como el promedio de la temperatura de fuente fría registrada durante la prueba de potencia máxima de cada unidad.

Resultados de Potencia Máxima

De acuerdo a la **METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE POTENCIA MÁXIMA**, se muestran los resultados de Potencia Máxima de las Unidades de Generación de la TER Arica.

Cuadro 4: Resultados de la Prueba de Potencia Máxima de las Unidades de Generación de la TER Arica

Item	Potencia Bruta Medida (kW)	Potencia Bruta Corregida (kW)	Potencia Neta Medida (kW)	Potencia Neta Corregida (kW)	Potencia Máxima Corregida (kW)	Consumo Auxiliares Totales (kW)
TER Arica GMAR U1	1 874,82	1 878,00	1 856,88	1 860,07	1878 ± 29,36	17,93 [6,76 (SSAA Propios) + 11,18 (Pérd. Tranf.)]
TER Arica GMAR U2	1 978,05	1 981,44	1 959,13	1 962,51	1981,44 ± 23,15	18,92 [7,13 (SSAA Propios) + 11,79 (Pérd. Tranf.)]
TER Arica GMAR U3	2 110,23	2 113,82	2 090,04	2 093,63	2113,82 ± 18,92	20,19 [7,61 (SSAA Propios) + 12,58 (Pérd. Tranf.)]
TER Arica GMAR U4	1 519,15	1 535,32	1 487,35	1 503,51	1535,32 ± 13,08	31,81 [18,02 (SSAA Propios) + 13,78 (Pérd. Tranf.)]
TER Arica M1AR U1	776,60	782,15	753,45	758,99	782,15 ± 6,11	23,16 [9,22 (SSAA Propios) + 13,94 (Pérd. Tranf.)]
TER Arica M1AR U2	La prueba de Potencia Máxima de la Unidad TER Arica M1AR U2, no se ejecuto debido a que la Unidad se encontraba en mantenimiento.					
TER Arica M1AR U3	843,55	848,63	811,28	816,36	848,63 ± 3,54	32,27 [18,1 (SSAA Propios) + 14,17 (Pérd. Tranf.)]
TER Arica M2AR U1	694,02	697,33	668,63	671,93	697,33 ± 4,75	25,40 [17 (SSAA Propios) + 8,39 (Pérd. Tranf.)]
TER Arica M2AR U2	681,22	684,55	656,30	659,63	684,55 ± 31,51	24,92 [16,68 (SSAA Propios) + 8,24 (Pérd. Tranf.)]
TER Arica			10474,87 ± 24,2			

INFORME TÉCNICO DE LA PRUEBA DE POTENCIA MÁXIMA DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN DE LA TER ARICA OPERANDO CON DIÉSEL

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento describe las tareas previas, ensayos y cálculos realizados para obtener los valores de Potencia Máxima de las Unidades TER Arica en base a los términos establecidos en el *Anexo Técnico “Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras”*.

Con la finalidad de cumplir con este requerimiento y de acuerdo al artículo 10 del Anexo Técnico, la empresa **HLM Ingenieros & Consultores Asociados S.A.C.** fue designada para ejecutar la Prueba de Potencia Máxima (PM_{Áx}) correspondiente a las **Unidades de Generación de la TER Arica**, llevándose a cabo desde el **lunes 21 al jueves 24 de agosto del 2023**.

2. OBJETIVO

El presente **Informe Técnico de la Prueba de Potencia Máxima**, tiene el objetivo de presentar los resultados del ensayo y determinar la Potencia Máxima de las **Unidades de Generación de la TER Arica**.

3. CONTENIDO

El contenido de este documento considera:

- a) La descripción de la central y las especificaciones técnicas de sus Unidades de Generación.
- b) Las variables primarias y secundarias.
- c) Las pautas que se cumplieron durante la ejecución del PM_{Áx}.
- d) La descripción del desarrollo del PM_{Áx}.
- e) El programa de pruebas.
- f) Otros aspectos que se consideran necesarios para la ejecución del PM_{Áx}.
- g) Cálculo y determinación de la potencia máxima de las unidades de generación de acuerdo con los alcances que se especifican en el Anexo Técnico.

4. DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL

La **Central Termoeléctrica Arica** se encuentra ubicado en Arica – Parinacota, Chile.

4.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN

Las **Unidades de Generación TER Arica** está compuesta por nueve (09) Motores de Combustión Interna operando con Diésel.

Las especificaciones técnicas de las Unidades de Generación, se indica a continuación:

■ Especificaciones Técnicas de los Motores de Combustión Interna

Las especificaciones técnicas de los **Motores de Combustión Interna** se muestran en el siguiente **Cuadro 4-1**:

Cuadro 4-1: Especificaciones Técnicas de las Unidades TER Arica

Descripción		M1AR U1	M1AR U2	M1AR U3
Marca		Mirrlees		
Modelo		KS8		
Serie		39942	39941	39943
Año de Fabricación		1952		
Potencia	kW	990.00		
Velocidad	RPM	428		

Descripción		M2AR U1	M2AR U2
Marca		Mirrlees	
Modelo		KSS8	
Serie		5.623-1	5.849-1
Año de Fabricación		1961	1962
Potencia	kW	2 064	
Velocidad	RPM	428	

Descripción		GMAR U1	GMAR U2	GMAR U3	GMAR U4
Marca		General Motors			
Modelo		20 - 645E4			
Serie		68-G1-1.033	68-G1-1.025	68-G1-1.050	68-G1-1.045
Año de Fabricación		1968			
Potencia	kW	3 021			
Velocidad	RPM	750			

5. DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

En el siguiente capítulo, se detalla la ejecución de la Prueba PM_{áx} de las Unidades de Generación de la TER Arica.

5.1. PROGRAMA Y DURACIÓN DE LA PRUEBA

La Prueba de Potencia Máxima realizado a las Unidades de Generación de la TER Arica, se llevó a cabo desde el **lunes 21 al jueves 24 de agosto del 2023**, se desarrolló de acuerdo lo que se muestra en el siguiente Cuadro 5-1.

Cuadro 5-1: Programa de la Prueba PM_{áx} de las Unidades de Generación de la TER Arica

PROGRAMA DE ENSAYO							
Unidad de Generación	Fecha	Inicio	Fin	Duración	Actividad	Potencia (kW)	
TER Arica GMAR U1	21-08-2023	20:35	20:40	00:05	Periodo de estabilización previo a la Prueba PM _{áx} .		
		20:40	01:40	05:00	Prueba a Potencia Máxima.	1 920	
		01:40			Fin de la Prueba PM _{áx} .		
TER Arica GMAR U2	21-08-2023	20:35	20:40	00:05	Periodo de estabilización previo a la Prueba PM _{áx} .		
		20:40	01:40	05:00	Prueba a Potencia Máxima.	2 000	
		01:40			Fin de la Prueba PM _{áx} .		
TER Arica GMAR U3	21-08-2023	20:35	20:40	00:05	Periodo de estabilización previo a la Prueba PM _{áx} .		
		20:40	01:40	05:00	Prueba a Potencia Máxima.	2 120	
		01:40			Fin de la Prueba PM _{áx} .		
TER Arica GMAR U4	22-08-2023	20:25	20:30	00:05	Periodo de estabilización previo a la Prueba PM _{áx} .		
		20:30	01:30	05:00	Prueba a Potencia Máxima.	1 500	
		01:30			Fin de la Prueba PM _{áx} .		
TER Arica M1AR U1	22-08-2023	20:25	20:30	00:05	Periodo de estabilización previo a la Prueba PM _{áx} .		
		20:30	01:30	05:00	Prueba a Potencia Máxima.	780	
		01:30			Fin de la Prueba PM _{áx} .		
TER Arica M1AR U2	22-08-2023	La prueba de Potencia Máxima de la Unidad TER Arica M1AR U2, no se ejecuto, debido a que la Unidad se encontraba en mantenimiento.					
TER Arica M1AR U3	23-08-2023	19:05	19:10	00:05	Periodo de estabilización previo a la Prueba PM _{áx} .		
		19:10	00:10	05:00	Prueba a Potencia Máxima.	830	
		00:10			Fin de la Prueba PM _{áx} .		
TER Arica M2AR U1	23-08-2023	20:35	20:40	00:05	Periodo de estabilización previo a la Prueba PM _{áx} .		
		20:40	01:40	05:00	Prueba a Potencia Máxima.	700	
		01:40			Fin de la Prueba PM _{áx} .		
TER Arica M2AR U2	23-08-2023	20:35	20:40	00:05	Periodo de estabilización previo a la Prueba PM _{áx} .		
		20:40	01:40	05:00	Prueba a Potencia Máxima.	700	
		01:40			Fin de la Prueba PM _{áx} .		
TER Arica	24-08-2023	02:20	02:30	00:10	Periodo de estabilización previo a la Prueba PM _{áx} .		
		02:30	03:00	00:30	Prueba a Potencia Máxima.	10 500	
		03:00			Fin de la Prueba PM _{áx} .		

Cuadro 5-2: Duración y Frecuencia de la Prueba PMáx de las Unidades de Generación de la TER Arica

Unidad de Generación	Item	Carga (kW)	Duración (Horas)	Frecuencia de Registro de Datos
TER Arica GMAR U1	Prueba a Potencia Máxima.	1 920	05:00	1 min.
TER Arica GMAR U2	Prueba a Potencia Máxima.	2 000	05:00	1 min.
TER Arica GMAR U3	Prueba a Potencia Máxima.	2 120	05:00	1 min.
TER Arica GMAR U4	Prueba a Potencia Máxima.	1 500	05:00	1 min.
TER Arica M1AR U1	Prueba a Potencia Máxima.	780	05:00	1 min.
TER Arica M1AR U2	La prueba de Potencia Máxima de la Unidad TER Arica M1AR U2, no se ejecuto, debido a que la Unidad se encontraba en mantenimiento.			
TER Arica M1AR U3	Prueba a Potencia Máxima.	830	05:00	1 min.
TER Arica M2AR U1	Prueba a Potencia Máxima.	700	05:00	1 min.
TER Arica M2AR U2	Prueba a Potencia Máxima.	700	05:00	1 min.
TER Arica	Prueba a Potencia Máxima.	10 500	05:00	1 min.

5.2. PARTICIPANTES DE LA PRUEBA

La Prueba de Potencia Máxima se realizó con la presencia de los siguientes participantes:

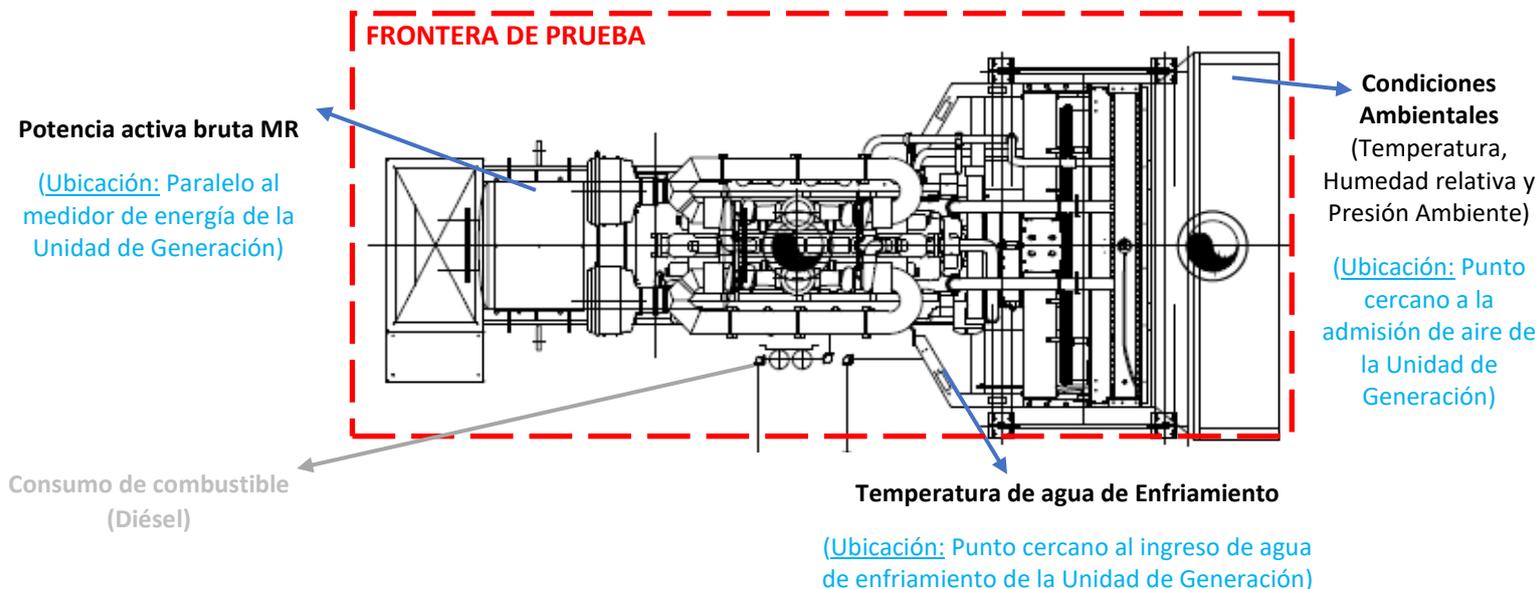
- Representante de la Empresa Generadora.
- Representante de la Empresa Consultora, el Experto Técnico acompañado de su Equipo Clave.
- Representante del Coordinador Eléctrico Nacional, ingenieros del Departamento de Centro de Control.

Figura 5-1: Participantes de la Prueba PMáx

Representante de la Empresa Generadora Marco Velarde	Representante de la Empresa Consultora (Experto Técnico) Marco Quispe C.	Representante del Coordinador Eléctrico Nacional - - -
--	--	--

5.3. UBICACIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN

Figura 5-2: Ubicación de Puntos de Medición de las Unidades de Generación TER Arica



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

- Ingreso de aire para combustión, se requirió medir la temperatura, presión y humedad en donde el aire ingresa al Motor de Combustión Interna.
- Temperatura de agua de enfriamiento.¹
- Potencia de salida del generador (Potencia Activa Bruta) del Motor de Combustión Interna

Así mismo, se midió:

- Potencia de entrega al Sistema Interconectado (Potencia Activa Neta) del Motor de Combustión Interna

¹ La temperatura de agua de enfriamiento solo aplica a las tres (03) Unidades de Generación M1AR y a las dos (02) Unidades de Generación M2AR (Las otras Unidades de Generación no cuentan con sistema de agua de enfriamiento).

5.4. VARIABLES Y MAGNITUDES A MEDIR

Durante la ejecución de la Prueba PM_{áx} de las **Unidades de Generación de la TER Arica**, se monitoreó y registró las siguientes listas de **variables primarias y secundarias**.

5.4.1. VARIABLES PRIMARIAS

Durante la ejecución de la Prueba PM_{áx}, se monitoreó y registró las variables primarias que se muestran en el siguiente **Cuadro 5-3**:

Cuadro 5-3: Lista de Variables Primarias de las Unidades de Generación de la TER Arica

Variables Primarias		
Ítem	Descripción	Unidades
Variables Ambientales		
1	Temperatura ambiente	°C
2	Humedad relativa ambiente	%
3	Presión ambiente	mbar
4	Temperatura de agua de enfriamiento	°C
Variables Eléctricas		
5	Potencia activa bruta	kW
6	Potencia reactiva bruta	kVAR
7	Factor de potencia bruta	-
8	Potencia activa neta	kW
9	Potencia reactiva neta	kVAR
10	Factor de potencia neta	-

Estas variables son las que utilizaron en los cálculos para la determinación de la Potencia Máxima de las **Unidades de Generación TER Arica**.

Todas estas variables primarias cuentan con certificados de calibración o contrastación vigente, con una antigüedad no mayor a la indicada en el mismo certificado o en su defecto 1 año.

5.4.2. VARIABLES SECUNDARIAS

Para el caso de las variables secundarias, se monitoreó y registró las variables secundarias que se muestran en el siguiente **Cuadro 5-4**:

Cuadro 5-4: Lista de Variables Secundarias de las Unidades de Generación de la TER Arica

Ítem	Descripción	Unidades
1	Tensión	kV
2	Frecuencia	Hz
3	Consumo propios o auxiliares	kW
4	Temperatura de aire de ingreso al compresor	°C

Las variables secundarias no se utilizaron en los cálculos para la determinación de la Potencia Máxima de las **Unidades de Generación de la TER Arica**.

Sin embargo, estas variables sirvieron para verificar las condiciones de estabilidad de la Unidad de Generación durante el PMáx; por tal motivo, no se tienen la exigencia de contar con certificados de calibración o contrastación.

5.5. EQUIPOS DE MEDICIÓN UTILIZADOS

Durante la ejecución de la Prueba PMáx de las **Unidades de Generación de la TER Arica**, se monitorearon y registraron las variables primarias y secundarias con los siguientes instrumentos de medición:

- Potencia Activa Bruta de la Unidad de Generación (kW) – GMAR U1 / GMAR U4 / M1AR U3**, fue monitoreada y registrada con el medidor marca Metrel, modelo MI2892, serie 22320815.
- Potencia Activa Bruta de la Unidad de Generación (kW) – GMAR U2 / M1AR U3 / M2AR U1**, fue monitoreada y registrada con el medidor marca Metrel, modelo MI2892, serie 21201064.
- Potencia Activa Bruta de la Unidad de Generación (kW) – GMAR U3 / M2AR U2**, fue monitoreada y registrada con el medidor marca Metrel, modelo MI2892, serie 21123859.
- Potencia Activa Neta de la Unidad de Generación (kW)**, fue monitoreada y registrada con el medidor marca Metrel, modelo MI2892, serie 14470302.
- Condiciones Ambientales – Temperatura Ambiente (°C) / Presión Ambiente (hPa) / Humedad Relativa (%)**, fue monitoreada y registrada con una estación meteorológica marca Davis, modelo Vantage Pro2, serie BF210920025.
- Variables Secundarias**, fue monitoreada y registrada con los equipos fijos de las Unidad de Generación.

6. EJECUCIÓN DE LA PRUEBA PMÁX

Para la ejecución de la Prueba PMÁx de las **Unidades de Generación de la TER Arica**, se realizaron las siguientes actividades.

6.1. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRUEBA PMÁX

Previo a la realización de la Prueba PMÁx, se desarrollaron actividades previas con la finalidad de tener las Unidades de Generación preparadas para la Prueba PMÁx, los equipos de medición instalados y verificados; y los participantes involucrados en la Prueba PMÁx, debidamente capacitados.

Asimismo, la Empresa Generadora, durante el desarrollo de la Prueba PMÁx, operó la Unidad de Generación en condiciones normales y estable.

Para ello, el Experto Técnico, el Representante de la Empresa Generadora y el veedor del Coordinador Eléctrico Nacional realizaron las siguientes actividades previas:

- a) **Prueba de comunicaciones de la Unidad de Generación**, días previos a la ejecución de la Prueba PMÁx, el Experto Técnico, el representante de la Empresa Generadora y el coordinador de prueba del Coordinador Eléctrico Nacional realizaron la prueba de comunicación de las Unidades de Generación, en donde se identificó y verificó las señales de las variables a monitorear durante la Prueba PMÁx de las Unidades de Generación.
- b) **Verificación de la Unidad de Generación**, el Experto Técnico verificó que las Unidades de Generación se encuentren operativos y disponibles para ejecutar la Prueba PMÁx.
- c) **Verificación de los Equipos de Medición**, el Experto Técnico verificó los equipos de medición encargados de registrar y monitorear todas las variables primarias.
- d) **Difusión del Protocolo de Pruebas**, el Experto Técnico difundió el protocolo de pruebas a todos los participantes involucrados en el desarrollo de la Prueba PMÁx, con la finalidad de dar a conocer los alcances y objetivos del Prueba PMÁx; así mismo, se asignará responsabilidades al personal de la central y al equipo clave del Experto Técnico.

6.2. EJECUCIÓN DE LA PRUEBA PMÁX

Durante la ejecución de la Prueba PMÁx, se desarrollaron las siguientes actividades:

- a) La Prueba PMÁx de la Unidad de Generación se inició cuando alcanzó su estado estable de operación de acuerdo a la experiencia del Jefe de Planta.
- b) Las Variables Primarias medidas durante la Prueba PMÁx, son las indicadas en el **Cuadro 5-3**.
- c) Las Variables Secundarias, medidas para la verificación de las condiciones de estabilidad durante la Prueba PMÁx, son las indicadas en el **Cuadro 5-4**:

7. CONDICIONES DE REFERENCIA Y DE SITIO

De acuerdo al artículo 34 de la Anexo Técnico, la Potencia Máxima bruta determinada en la prueba correspondiente, podrá ser corregida a fin de homologarla con los valores de referencia para los cuales fue calculada la potencia original de garantía.

Para ello, se hace uso de las Curvas de Corrección de las **Unidades de Generación de la TER Arica**, provistas por el fabricante.

Las condiciones de referencia y de sitio a las cuales hay que corregir Potencia Bruta Máxima Medido son los que se indican en el siguiente **Cuadro 7-1**.

Cuadro 7-1: Condiciones de Referencia y de Sitio de las Unidades de Generación de la TER Arica

Parámetro	Condiciones de Referencia	Condiciones de Sitio
Temperatura Ambiente	18,00 °C	25,00 °C
Humedad Relativa	65,00 %	30,00 %
Presión Ambiente	1013,00 mbar	1000,00 mbar
Temp. Fuente Fría	En sitio (*)	25,00 °C

(*) La temperatura de fuente fría a condiciones de referencia, se calculó como el promedio de la temperatura de fuente fría registrada durante la prueba de potencia máxima de cada unidad.

8. VALIDACIÓN DE VARIABLES MEDIDAS

La validación se realiza con el fin de verificar la operación en régimen estable de las Unidades de Generación.

Para ello, las fluctuaciones máximas permitidas de las Variables Primarias y Secundarias son las que se indica en el **Cuadro 8-1**.

Cuadro 8-1: Condiciones de estabilidad para las Unidades de Generación de la TER Arica

Parámetro	Máxima fluctuación respecto al valor promedio (Desviación Estándar)
Potencia eléctrica	± 1.3 %
Presión barométrica	± 1 %
Temperatura de ingreso de aire	± 2.8 °C
Flujo de combustible	± 1.3 %
Frecuencia de rotación	± 1 %
Temperatura de combustible	± 2.8 °C

9. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE POTENCIA MÁXIMA

El cálculo de la Potencia Máxima de las **Unidades de Generación de la TER Arica** se realizó aplicando las correcciones indicadas en curvas de corrección proporcionadas por el fabricante.

9.1. VALIDACIÓN DE DATOS

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

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

9.2. CÁLCULO DE LA POTENCIA BRUTA MÁXIMA

9.2.1. CÁLCULO DE LA POTENCIA BRUTA MÁXIMA MEDIDA ($PBM_{M,MR}$)

Para los datos validados se determinará la potencia bruta máxima considerando igual al promedio horario de la potencia bruta medida en los bornes del generador, donde cada promedio horario, es a su vez el promedio de mediciones de potencia tomadas cada 5 minuto.

$$PBM_{M,MR} = \frac{\sum_{i=1}^n PBM_{M,MR_i}}{n}$$

9.2.2. CÁLCULO DE LA POTENCIA BRUTA MÁXIMA CORREGIDA ($PBM_{C,MR}$)

Para calcular el valor de Potencia Bruta Máxima Corregida, esta deberá ser ajustada con la formulación que se indica en la Norma ISO 3046:1-2002.

$$PBM_{C,MR} = \frac{PBM_{M,MR}}{\alpha}$$

Donde:

- $PBM_{C,MR}$: Potencia Bruta Máxima Corregida, kW.
- $PBM_{M,MR}$: Potencia Bruta Máxima Medida, kW.
- α : Factores de Corrección según Norma ISO 3046:1-2002

Según la norma ISO 3046-1:2002, el factor de corrección α se obtiene de:

$$\alpha = k - 0.7 * (1 - k) * \left(\frac{1}{\eta_m} - 1 \right)$$

Para lo cual, se calcula:

$$k = \left(\frac{P_y - \alpha * \phi_y * P_{sy}}{P_r - \alpha * \phi_r * P_{sr}} \right)^m * \left(\frac{T_r}{T_y} \right)^n * \left(\frac{T_{cr}}{T_{cy}} \right)^s$$

Donde:

- α : Factor de corrección de condiciones medidas
- P_y : Presión barométrica total del sitio, medido.
- P_r : Presión barométrica estándar o ISO.
- P_{sy} : Presión de saturación de vapor en el sitio, medido.
- P_{sr} : Presión de saturación de vapor en estándar o ISO.
- ϕ_y : Humedad relativa del sitio, medido.
- ϕ_r : Humedad relativa estándar o ISO.
- T_y : Temperatura ambiental total del sitio, medido.
- T_r : Temperatura ambiental estándar o ISO.
- T_{cy} : Temperatura en el sitio de refrigeración del turbocompresor, medido.
- T_{cr} : Temperatura estándar de refrigeración del turbocompresor.

Cabe mencionar, que la temperatura de refrigeración del turbocompresor es la misma que la temperatura ambiente.

9.3. CÁLCULO DE LA POTENCIA NETA MÁXIMA

9.3.1. RESULTADO DE LA POTENCIA NETA MÁXIMA MEDIDA (PNM_{M,MR})

Se determinará la potencia neta máxima considerando igual al promedio horario de la potencia neta medida, donde cada promedio horario, es a su vez el promedio de mediciones de potencia tomadas cada 5 minuto.

$$PNM_{M,MR} = \frac{\sum_{i=1}^n PNM_{M,MRi}}{n}$$

Así mismo, dado que las pruebas de Potencia Máxima de las Unidades de Generación de la TER Arica, **se ejecutarán con dos (02) o más Unidades de Generación operando en simultaneo**; la potencia neta medida correspondiente a cada Unidad de Generación, será estimado proporcionalmente a la potencia bruta medida de cada Unidad de Generación.

$$PNM_{M,MRi} = \frac{PNM_{M,MRn}}{\sum_{i=1}^n PBM_{M,MRi}} * PBM_{M,MRi}$$

Siendo:

- $PNM_{M,MRi}$: Potencia Neta Máxima Medida del Motor "i", kW.
- $PNM_{M,MRn}$: Potencia Neta Máxima Medida de "n" Motores, kW.
- $PBM_{M,MRi}$: Potencia Bruta Máxima Medida del Motor "i", kW.
- $\sum_{i=1}^n PBM_{M,MRi}$: Potencia Bruta Máxima Medida del "n" Motores, kW.

9.3.2. CÁLCULO DE LA POTENCIA NETA MÁXIMA CORREGIDA (PNM_{C,MR})

Para calcular el valor de Potencia Neta Máxima Corregida, se aplicará la siguiente formula:

$$PNM_{C,MRn} = PBM_{C,MRn} - SSAA_{MRn}$$

Donde:

- $PNM_{C,MRn}$: Potencia Neta Máxima Corregida de "n" Motores, kW.
- $PBM_{C,MRn}$: Potencia Bruta Máxima Corregida de "n" Motores, kW.
- $SSAA_{MRn}$: Servicios Auxiliares Totales de "n" Motores, kW.

Siendo:

$$SSAA_{MRn} = PBM_{M,MRn} - PNM_{M,MRn}$$

- $SSAA_{MRn}$: Servicios Auxiliares Totales de "n" Motores, kW.
- $PBM_{M,MRn}$: Potencia Bruta Máxima Medida de "n" Motores, kW.
- $PNM_{M,MRn}$: Potencia Neta Máxima Medida de "n" Motores, kW.

10. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA PRUEBA

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

10.1. CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE DE LA PRUEBA

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

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

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

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

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

Las incertidumbres se expresan en %.

10.1.1. CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE SISTEMÁTICA

La incertidumbre sistemática se calcula con la siguiente expresión:

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

Donde:

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

El coeficiente de sensibilidad se obtendrá de:

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

Donde:

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

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

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

Donde:

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

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

10.1.2. CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE ALEATORIA

La incertidumbre aleatoria se dará por:

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

Donde:

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

Donde:

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

11. RESULTADOS DE LA PRUEBA

11.1. RESULTADOS PARCIALES DE LA PRUEBA DE POTENCIA MÁXIMA

Cuadro 11-1: Resultados Parciales de la Prueba de Potencia Máxima de la Unidad de Generación TER Arica GMAR U1

		1 ^{ra} Prueba	2 ^{da} Prueba	3 ^{ra} Prueba	4 ^{ta} Prueba	5 ^{ta} Prueba
	Fecha	21-08-2023	21-08-2023	21-08-2023	21-08-2023	22-08-2023
	Hora Inicio	08:40 PM	09:40 PM	10:40 PM	11:40 PM	12:40 AM
	Hora Fin	09:40 PM	10:40 PM	11:40 PM	12:40 AM	01:40 AM
Potencia Máxima Corregida	[kW]	1 917,38	1 859,56	1 867,80	1 873,72	1 871,55
Potencia Bruta Medida	[kW]	1 898,21	1 846,07	1 865,65	1 880,86	1 883,30
Potencia Bruta Corregida	[kW]	1 917,38	1 859,56	1 867,80	1 873,72	1 871,55
Potencia Neta Medida	[kW]	1 879,98	1 828,45	1 847,79	1 862,89	1 865,31
Potencia Neta Corregida	[kW]	1 899,14	1 841,94	1 849,95	1 855,75	1 853,55
Consumo Auxiliares	[kW]	6,87	6,68	6,76	6,74	6,75
Incertidumbre Absoluta	[kW]	11,16	10,51	12,05	9,92	9,77
Incertidumbre Relativa	[%]	0,58	0,57	0,65	0,53	0,52

Cuadro 11-2: Resultados Parciales de la Prueba de Potencia Máxima de la Unidad de Generación TER Arica GMAR U2

		1 ^{ra} Prueba	2 ^{da} Prueba	3 ^{ra} Prueba	4 ^{ta} Prueba	5 ^{ta} Prueba
	Fecha	21-08-2023	21-08-2023	21-08-2023	21-08-2023	22-08-2023
	Hora Inicio	08:40 PM	09:40 PM	10:40 PM	11:40 PM	12:40 AM
	Hora Fin	09:40 PM	10:40 PM	11:40 PM	12:40 AM	01:40 AM
Potencia Máxima Corregida	[kW]	2 005,76	1 991,89	1 977,34	1 966,34	1 965,86
Potencia Bruta Medida	[kW]	1 985,71	1 977,45	1 975,06	1 973,83	1 978,20
Potencia Bruta Corregida	[kW]	2 005,76	1 991,89	1 977,34	1 966,34	1 965,86
Potencia Neta Medida	[kW]	1 966,63	1 958,57	1 956,15	1 954,97	1 959,30
Potencia Neta Corregida	[kW]	1 986,69	1 973,02	1 958,43	1 947,48	1 946,95
Consumo Auxiliares	[kW]	7,19	7,16	7,15	7,07	7,09
Incertidumbre Absoluta	[kW]	9,88	9,67	10,16	10,01	9,86
Incertidumbre Relativa	[%]	0,49	0,49	0,51	0,51	0,50

Cuadro 11-3: Resultados Parciales de la Prueba de Potencia Máxima de la Unidad de Generación TER Arica GMAR U3

		1 ^{ra} Prueba	2 ^{da} Prueba	3 ^{ra} Prueba	4 ^{ta} Prueba	5 ^{ta} Prueba
Fecha		21-08-2023	21-08-2023	21-08-2023	21-08-2023	22-08-2023
Hora Inicio		08:40 PM	09:40 PM	10:40 PM	11:40 PM	12:40 AM
Hora Fin		09:40 PM	10:40 PM	11:40 PM	12:40 AM	01:40 AM
Potencia Máxima Corregida	[kW]	2 131,31	2 123,95	2 109,51	2 102,26	2 102,06
Potencia Bruta Medida	[kW]	2 110,00	2 108,55	2 107,07	2 110,26	2 115,26
Potencia Bruta Corregida	[kW]	2 131,31	2 123,95	2 109,51	2 102,26	2 102,06
Potencia Neta Medida	[kW]	2 089,73	2 088,43	2 086,91	2 090,10	2 095,05
Potencia Neta Corregida	[kW]	2 111,04	2 103,83	2 089,34	2 082,10	2 081,85
Consumo Auxiliares	[kW]	7,64	7,63	7,63	7,56	7,58
Incertidumbre Absoluta	[kW]	10,28	10,05	10,40	10,35	10,11
Incertidumbre Relativa	[%]	0,48	0,47	0,49	0,49	0,48

Cuadro 11-4: Resultados Parciales de la Prueba de Potencia Máxima de la Unidad de Generación TER Arica GMAR U4

		1 ^{ra} Prueba	2 ^{da} Prueba	3 ^{ra} Prueba	4 ^{ta} Prueba	5 ^{ta} Prueba
Fecha		22-08-2023	22-08-2023	22-08-2023	22-08-2023	23-08-2023
Hora Inicio		08:30 PM	09:30 PM	10:30 PM	11:30 PM	12:30 AM
Hora Fin		09:30 PM	10:30 PM	11:30 PM	12:30 AM	01:30 AM
Potencia Máxima Corregida	[kW]	1 527,04	1 526,33	1 534,06	1 543,99	1 545,18
Potencia Bruta Medida	[kW]	1 509,48	1 510,19	1 518,23	1 529,05	1 528,80
Potencia Bruta Corregida	[kW]	1 527,04	1 526,33	1 534,06	1 543,99	1 545,18
Potencia Neta Medida	[kW]	1 477,37	1 478,02	1 486,57	1 497,53	1 497,24
Potencia Neta Corregida	[kW]	1 494,93	1 494,16	1 502,39	1 512,46	1 513,62
Consumo Auxiliares	[kW]	18,34	18,41	17,88	17,72	17,76
Incertidumbre Absoluta	[kW]	8,11	8,94	8,02	7,65	7,94
Incertidumbre Relativa	[%]	0,53	0,59	0,52	0,50	0,51

Cuadro 11-5: Resultados Parciales de la Prueba de Potencia Máxima de la Unidad de Generación TER Arica M1AR U1

		1 ^{ra} Prueba	2 ^{da} Prueba	3 ^{ra} Prueba	4 ^{ta} Prueba	5 ^{ta} Prueba
Fecha		22-08-2023	22-08-2023	22-08-2023	22-08-2023	23-08-2023
Hora Inicio		08:30 PM	09:30 PM	10:30 PM	11:30 PM	12:30 AM
Hora Fin		09:30 PM	10:30 PM	11:30 PM	12:30 AM	01:30 AM
Potencia Máxima Corregida	[kW]	789,34	780,62	782,01	777,35	781,41
Potencia Bruta Medida	[kW]	783,64	776,69	775,87	772,53	774,29
Potencia Bruta Corregida	[kW]	789,34	780,62	782,01	777,35	781,41
Potencia Neta Medida	[kW]	760,16	753,28	752,79	749,64	751,36
Potencia Neta Corregida	[kW]	765,86	757,21	758,93	754,47	758,48
Consumo Auxiliares	[kW]	9,52	9,47	9,14	8,95	9,00
Incertidumbre Absoluta	[kW]	3,14	2,92	2,78	2,88	2,78
Incertidumbre Relativa	[%]	0,40	0,37	0,36	0,37	0,36

Cuadro 11-6: Resultados Parciales de la Prueba de Potencia Máxima de la Unidad de Generación TER Arica M1AR U3

		1 ^{ra} Prueba	2 ^{da} Prueba	3 ^{ra} Prueba	4 ^{ta} Prueba	5 ^{ta} Prueba
	Fecha	23-08-2023	23-08-2023	23-08-2023	23-08-2023	23-08-2023
	Hora Inicio	07:10 PM	08:10 PM	09:10 PM	10:10 PM	11:10 PM
	Hora Fin	08:10 PM	09:10 PM	10:10 PM	11:10 PM	12:10 AM
Potencia Máxima Corregida	[kW]	849,28	846,68	849,53	847,25	850,40
Potencia Bruta Medida	[kW]	849,62	843,34	842,54	839,82	842,42
Potencia Bruta Corregida	[kW]	849,28	846,68	849,53	847,25	850,40
Potencia Neta Medida	[kW]	817,35	811,05	809,95	807,85	810,19
Potencia Neta Corregida	[kW]	817,01	814,39	816,94	815,29	818,17
Consumo Auxiliares	[kW]	18,09	18,13	18,43	17,81	18,07
Incertidumbre Absoluta	[kW]	4,03	3,46	3,25	3,26	3,51
Incertidumbre Relativa	[%]	0,47	0,41	0,38	0,38	0,41

Cuadro 11-7: Resultados Parciales de la Prueba de Potencia Máxima de la Unidad de Generación TER Arica M2AR U1

		1 ^{ra} Prueba	2 ^{da} Prueba	3 ^{ra} Prueba	4 ^{ta} Prueba	5 ^{ta} Prueba
	Fecha	23-08-2023	23-08-2023	23-08-2023	23-08-2023	24-08-2023
	Hora Inicio	08:40 PM	09:40 PM	10:40 PM	11:40 PM	12:40 AM
	Hora Fin	09:40 PM	10:40 PM	11:40 PM	12:40 AM	01:40 AM
Potencia Máxima Corregida	[kW]	695,74	702,30	699,00	694,31	695,28
Potencia Bruta Medida	[kW]	694,49	696,21	692,80	692,02	694,59
Potencia Bruta Corregida	[kW]	695,74	702,30	699,00	694,31	695,28
Potencia Neta Medida	[kW]	669,83	670,57	667,22	666,40	669,12
Potencia Neta Corregida	[kW]	671,08	676,65	673,42	668,68	669,82
Consumo Auxiliares	[kW]	16,38	17,23	17,14	17,22	17,04
Incertidumbre Absoluta	[kW]	2,89	3,87	2,77	3,21	3,29
Incertidumbre Relativa	[%]	0,42	0,55	0,40	0,46	0,47

Cuadro 11-8: Resultados Parciales de la Prueba de Potencia Máxima de la Unidad de Generación TER Arica M2AR U2

		1 ^{ra} Prueba	2 ^{da} Prueba	3 ^{ra} Prueba	4 ^{ta} Prueba	5 ^{ta} Prueba
	Fecha	23-08-2023	23-08-2023	23-08-2023	23-08-2023	24-08-2023
	Hora Inicio	08:40 PM	09:40 PM	10:40 PM	11:40 PM	12:40 AM
	Hora Fin	09:40 PM	10:40 PM	11:40 PM	12:40 AM	01:40 AM
Potencia Máxima Corregida	[kW]	723,23	691,80	676,85	675,94	654,91
Potencia Bruta Medida	[kW]	714,46	682,75	666,65	667,94	674,30
Potencia Bruta Corregida	[kW]	723,23	691,80	676,85	675,94	654,91
Potencia Neta Medida	[kW]	689,09	657,60	642,04	643,21	649,58
Potencia Neta Corregida	[kW]	697,86	666,65	652,24	651,21	630,18
Consumo Auxiliares	[kW]	16,85	16,90	16,49	16,62	16,55
Incertidumbre Absoluta	[kW]	2,64	4,85	2,64	2,95	3,51
Incertidumbre Relativa	[%]	0,36	0,70	0,39	0,44	0,54

Cuadro 11-9: Resultados Parciales de la Prueba de Potencia Máxima de la TER Arica

Item	Fecha	Hora Inicio	Hora Fin	Potencia Neta Medida (kW)
Promedio	24-08-2023	02:30 AM	03:00 AM	10474,87 ± 24,2

11.2. RESULTADO DE INCERTIDUMBRE

Cuadro 11-10: Resultados de Incertidumbre de la Prueba de Potencia Máxima de la Unidad de Generación TER Arica GMAR U1

Descripción	Valor Nominal	PBM _{C,MR} Potencia Bruta Corregida	Unidad	B _R Incertidumbre Sistemático de Cada Escalón	t S _R Incertidumbre Aleatorio de Cada Escalón	U _R Incertidumbre Absoluta Total de Cada Escalón
Potencia Bruta Corregida - Primera Prueba	1 920,00	1 917,38	kW	8,52	7,20	11,16
Potencia Bruta Corregida - Segunda Prueba	1 920,00	1 859,56	kW	8,27	6,48	10,51
Potencia Bruta Corregida - Tercera Prueba	1 920,00	1 867,80	kW	8,32	8,72	12,05
Potencia Bruta Corregida - Cuarta Prueba	1 920,00	1 873,72	kW	8,36	5,35	9,92
Potencia Bruta Corregida - Quinta Prueba	1 920,00	1 871,55	kW	8,36	5,06	9,77
Promedio de Potencia Bruta Corregida		1 878,00	kW			
Desviación Estandar de Potencia Bruta Corregida		10,14	kW			
Student's t de Potencia Bruta Corregida		2,78	kW			
Incertidumbre Sistemática de la Potencia Bruta Corregida			kW	8,37		
Incertidumbre Aleatoria de la Potencia Bruta Corregida			kW		28,14	
Incertidumbre Absoluta total de la Potencia Bruta Corregida			kW			29,36
Incertidumbre Relativa total de la Potencia Bruta Corregida			%			1,56

Cuadro 11-11: Resultados de Incertidumbre de la Prueba de Potencia Máxima de la Unidad de Generación TER Arica GMAR U2

Descripción	Valor Nominal	PBM_{cMR} Potencia Bruta Corregida	Unidad	B_R Incertidumbre Sistemático de Cada Escalón	$t S_R$ Incertidumbre Aleatorio de Cada Escalón	U_R Incertidumbre Absoluta Total de Cada Escalón
Potencia Bruta Corregida - Primera Prueba	2 000,00	2 005,76	kW	8,92	4,25	9,88
Potencia Bruta Corregida - Segunda Prueba	2 000,00	1 991,89	kW	8,86	3,87	9,67
Potencia Bruta Corregida - Tercera Prueba	2 000,00	1 977,34	kW	8,81	5,07	10,16
Potencia Bruta Corregida - Cuarta Prueba	2 000,00	1 966,34	kW	8,77	4,83	10,01
Potencia Bruta Corregida - Quinta Prueba	2 000,00	1 965,86	kW	8,78	4,49	9,86
Promedio de Potencia Bruta Corregida		1 981,44	kW			
Desviación Estandar de Potencia Bruta Corregida		7,71	kW			
Student's t de Potencia Bruta Corregida		2,78	kW			
Incertidumbre Sistemática de la Potencia Bruta Corregida			kW	8,83		
Incertidumbre Aleatoria de la Potencia Bruta Corregida			kW		21,40	
Incertidumbre Absoluta total de la Potencia Bruta Corregida			kW			23,15
Incertidumbre Relativa total de la Potencia Bruta Corregida			%			1,17

Cuadro 11-12: Resultados de Incertidumbre de la Prueba de Potencia Máxima de la Unidad de Generación TER Arica GMAR U3

Descripción	Valor Nominal	PBM_{cMR} Potencia Bruta Corregida	Unidad	B_R Incertidumbre Sistemática de Cada Escalón	$t S_R$ Incertidumbre Aleatorio de Cada Escalón	U_R Incertidumbre Absoluta Total de Cada Escalón
Potencia Bruta Corregida - Primera Prueba	2 120,00	2 131,31	kW	9,47	3,99	10,28
Potencia Bruta Corregida - Segunda Prueba	2 120,00	2 123,95	kW	9,45	3,43	10,05
Potencia Bruta Corregida - Tercera Prueba	2 120,00	2 109,51	kW	9,40	4,47	10,40
Potencia Bruta Corregida - Cuarta Prueba	2 120,00	2 102,26	kW	9,38	4,38	10,35
Potencia Bruta Corregida - Quinta Prueba	2 120,00	2 102,06	kW	9,39	3,77	10,11
Promedio de Potencia Bruta Corregida		2 113,82	kW			
Desviación Estandar de Potencia Bruta Corregida		5,91	kW			
Student's t de Potencia Bruta Corregida		2,78	kW			
Incertidumbre Sistemática de la Potencia Bruta Corregida			kW	9,42		
Incertidumbre Aleatoria de la Potencia Bruta Corregida			kW		16,41	
Incertidumbre Absoluta total de la Potencia Bruta Corregida			kW			18,92
Incertidumbre Relativa total de la Potencia Bruta Corregida			%			0,90

Cuadro 11-13: Resultados de Incertidumbre de la Prueba de Potencia Máxima de la Unidad de Generación TER Arica GMAR U4

Descripción	Valor Nominal	PBM_{cMR} Potencia Bruta Corregida	Unidad	B_R Incertidumbre Sistemático de Cada Escalón	$t S_R$ Incertidumbre Aleatorio de Cada Escalón	U_R Incertidumbre Absoluta Total de Cada Escalón
Potencia Bruta Corregida - Primera Prueba	1 500,00	1 527,04	kW	6,78	4,45	8,11
Potencia Bruta Corregida - Segunda Prueba	1 500,00	1 526,33	kW	6,78	5,83	8,94
Potencia Bruta Corregida - Tercera Prueba	1 500,00	1 534,06	kW	6,81	4,23	8,02
Potencia Bruta Corregida - Cuarta Prueba	1 500,00	1 543,99	kW	6,86	3,38	7,65
Potencia Bruta Corregida - Quinta Prueba	1 500,00	1 545,18	kW	6,86	3,99	7,94
Promedio de Potencia Bruta Corregida		1 535,32	kW			
Desviación Estandar de Potencia Bruta Corregida		4,02	kW			
Student's t de Potencia Bruta Corregida		2,78	kW			
Incertidumbre Sistemática de la Potencia Bruta Corregida			kW	6,82		
Incertidumbre Aleatoria de la Potencia Bruta Corregida			kW		11,16	
Incertidumbre Absoluta total de la Potencia Bruta Corregida			kW			13,08
Incertidumbre Relativa total de la Potencia Bruta Corregida			%			0,85

Cuadro 11-14: Resultados de Incertidumbre de la Prueba de Potencia Máxima de la Unidad de Generación TER Arica M1AR U1

Descripción	Valor Nominal	PBM_{cMR} Potencia Bruta Corregida	Unidad	B_R Incertidumbre Sistemático de Cada Escalón	$t S_R$ Incertidumbre Aleatorio de Cada Escalón	U_R Incertidumbre Absoluta Total de Cada Escalón
Potencia Bruta Corregida - Primera Prueba	780,00	789,34	kW	2,75	1,52	3,14
Potencia Bruta Corregida - Segunda Prueba	780,00	780,62	kW	2,72	1,05	2,92
Potencia Bruta Corregida - Tercera Prueba	780,00	782,01	kW	2,73	0,54	2,78
Potencia Bruta Corregida - Cuarta Prueba	780,00	777,35	kW	2,71	0,99	2,88
Potencia Bruta Corregida - Quinta Prueba	780,00	781,41	kW	2,72	0,57	2,78
Promedio de Potencia Bruta Corregida		782,15	kW			
Desviación Estandar de Potencia Bruta Corregida		1,97	kW			
Student's t de Potencia Bruta Corregida		2,78	kW			
Incertidumbre Sistemática de la Potencia Bruta Corregida			kW	2,73		
Incertidumbre Aleatoria de la Potencia Bruta Corregida			kW		5,47	
Incertidumbre Absoluta total de la Potencia Bruta Corregida			kW			6,11
Incertidumbre Relativa total de la Potencia Bruta Corregida			%			0,78

Cuadro 11-15: Resultados de Incertidumbre de la Prueba de Potencia Máxima de la Unidad de Generación TER Arica M1AR U3

Descripción	Valor Nominal	PBM_{cMR} Potencia Bruta Corregida	Unidad	B_R Incertidumbre Sistemático de Cada Escalón	$t S_R$ Incertidumbre Aleatorio de Cada Escalón	U_R Incertidumbre Absoluta Total de Cada Escalón
Potencia Bruta Corregida - Primera Prueba	830,00	849,28	kW	2,94	2,75	4,03
Potencia Bruta Corregida - Segunda Prueba	830,00	846,68	kW	2,93	1,84	3,46
Potencia Bruta Corregida - Tercera Prueba	830,00	849,53	kW	2,94	1,37	3,25
Potencia Bruta Corregida - Cuarta Prueba	830,00	847,25	kW	2,94	1,42	3,26
Potencia Bruta Corregida - Quinta Prueba	830,00	850,40	kW	2,95	1,92	3,51
Promedio de Potencia Bruta Corregida		848,63	kW			
Desviación Estandar de Potencia Bruta Corregida		0,71	kW			
Student's t de Potencia Bruta Corregida		2,78	kW			
Incertidumbre Sistemática de la Potencia Bruta Corregida			kW	2,94		
Incertidumbre Aleatoria de la Potencia Bruta Corregida			kW		1,97	
Incertidumbre Absoluta total de la Potencia Bruta Corregida			kW			3,54
Incertidumbre Relativa total de la Potencia Bruta Corregida			%			0,42

Cuadro 11-16: Resultados de Incertidumbre de la Prueba de Potencia Máxima de la Unidad de Generación TER Arica M2AR U1

Descripción	Valor Nominal	PBM_{cMR} Potencia Bruta Corregida	Unidad	B_R Incertidumbre Sistemático de Cada Escalón	$t S_R$ Incertidumbre Aleatorio de Cada Escalón	U_R Incertidumbre Absoluta Total de Cada Escalón
Potencia Bruta Corregida - Primera Prueba	700,00	695,74	kW	2,41	1,60	2,89
Potencia Bruta Corregida - Segunda Prueba	700,00	702,30	kW	2,43	3,01	3,87
Potencia Bruta Corregida - Tercera Prueba	700,00	699,00	kW	2,42	1,35	2,77
Potencia Bruta Corregida - Cuarta Prueba	700,00	694,31	kW	2,40	2,13	3,21
Potencia Bruta Corregida - Quinta Prueba	700,00	695,28	kW	2,41	2,24	3,29
Promedio de Potencia Bruta Corregida		697,33	kW			
Desviación Estandar de Potencia Bruta Corregida		1,47	kW			
Student's t de Potencia Bruta Corregida		2,78	kW			
Incertidumbre Sistemática de la Potencia Bruta Corregida			kW	2,41		
Incertidumbre Aleatoria de la Potencia Bruta Corregida			kW		4,09	
Incertidumbre Absoluta total de la Potencia Bruta Corregida			kW			4,75
Incertidumbre Relativa total de la Potencia Bruta Corregida			%			0,68

Cuadro 11-17: Resultados de Incertidumbre de la Prueba de Potencia Máxima de la Unidad de Generación TER Arica M2AR U2

Descripción	Valor Nominal	PBM_{cMR} Potencia Bruta Corregida	Unidad	B_R Incertidumbre Sistemático de Cada Escalón	$t S_R$ Incertidumbre Aleatorio de Cada Escalón	U_R Incertidumbre Absoluta Total de Cada Escalón
Potencia Bruta Corregida - Primera Prueba	700,00	723,23	kW	2,50	0,83	2,64
Potencia Bruta Corregida - Segunda Prueba	700,00	691,80	kW	2,39	4,22	4,85
Potencia Bruta Corregida - Tercera Prueba	700,00	676,85	kW	2,34	1,22	2,64
Potencia Bruta Corregida - Cuarta Prueba	700,00	675,94	kW	2,34	1,79	2,95
Potencia Bruta Corregida - Quinta Prueba	700,00	654,91	kW	2,28	2,67	3,51
Promedio de Potencia Bruta Corregida		684,55	kW			
Desviación Estandar de Potencia Bruta Corregida		11,32	kW			
Student's t de Potencia Bruta Corregida		2,78	kW			
Incertidumbre Sistemática de la Potencia Bruta Corregida			kW	2,37		
Incertidumbre Aleatoria de la Potencia Bruta Corregida			kW		31,42	
Incertidumbre Absoluta total de la Potencia Bruta Corregida			kW			31,51
Incertidumbre Relativa total de la Potencia Bruta Corregida			%			4,60

Cuadro 11-18: Resultados de Incertidumbre de la Prueba de Potencia Máxima de TER Arica

Parámetros		Incertidumbre de Medicion						Incertidumbre del Resultado de Pruebas		
Descripción	Valor Nominal	Valor de Prueba		Sistematico	Aleatorio			θ_i Sensibilidad	$(B_{pi} + \theta_i)^2$ Incertidumbre Sistematica de la Potencia Máxima Corregida	$(S_X * t_{95,v} * \theta_i)^2$ Incertidumbre Aleatoria de la Potencia Máxima Corregida
		Media, \bar{X}	Unidad	B_{pi} Incertidumbre Sistematico	S_X Desviación estandar de la media	$t_{95,v}$ Student's t	$S_X * t_{95,v}$ Incertidumbre Aleatorio			
Potencia Neta	10 500,00	10 474,87	kW	10,47	10,67	2,0452	21,82	1,00	109,72	476,13
Temperatura Ambiente	18,00	17,91	°C	0,50	0,01	2,0452	0,03	0,00	0,00	0,00
Humedad Relativa Ambiente	65,00	77,63	%	2,33	0,14	2,0452	0,29	0,00	0,00	0,00
Presion Ambiente	1 013,00	1 012,26	mbar	1,00	0,02	2,0452	0,03	0,00	0,00	0,00
Temperatura de Fuente Fría	17,91	17,91	°C	0,50	0,01	2,0452	0,03	0,00	0,00	0,00
Resultado de la Incertidumbre del Cálculo de la Potencia Neta Medida										
Descripción	Unidad	B_R Incertidumbre Sistematica Absoluta $B_R = \sqrt{\sum (B_{pi} * \theta_i)^2}$			$t S_R$ Incertidumbre Aleatoria $t S_R = \sqrt{\sum (S_X * t_{95,v} * \theta_i)^2}$			U_R Incertidumbre Absoluta Total $U_R = \sqrt{B_R^2 + (t S_R)^2}$		
Incertidumbre de la Potencia Neta Medida	- kW	10,47			21,82			24,20		

11.3. RESULTADO DE LA PRUEBA DE POTENCIA MÁXIMA

Cuadro 11-19: Resultados de la Prueba de Potencia Máxima de las Unidades de Generación TER Arica

Item	Potencia Bruta Medida (kW)	Potencia Bruta Corregida (kW)	Potencia Neta Medida (kW)	Potencia Neta Corregida (kW)	Potencia Máxima Corregida (kW)	Consumo Auxiliares Totales (kW)
TER Arica GMAR U1	1 874,82	1 878,00	1 856,88	1 860,07	1878 ± 29,36	17,93 [6,76 (SSAA Propios) + 11,18 (Pérd. Tranf.)]
TER Arica GMAR U2	1 978,05	1 981,44	1 959,13	1 962,51	1981,44 ± 23,15	18,92 [7,13 (SSAA Propios) + 11,79 (Pérd. Tranf.)]
TER Arica GMAR U3	2 110,23	2 113,82	2 090,04	2 093,63	2113,82 ± 18,92	20,19 [7,61 (SSAA Propios) + 12,58 (Pérd. Tranf.)]
TER Arica GMAR U4	1 519,15	1 535,32	1 487,35	1 503,51	1535,32 ± 13,08	31,81 [18,02 (SSAA Propios) + 13,78 (Pérd. Tranf.)]
TER Arica M1AR U1	776,60	782,15	753,45	758,99	782,15 ± 6,11	23,16 [9,22 (SSAA Propios) + 13,94 (Pérd. Tranf.)]
TER Arica M1AR U2	La prueba de Potencia Máxima de la Unidad TER Arica M1AR U2, no se ejecuto debido a que la Unidad se encontraba en mantenimiento.					
TER Arica M1AR U3	843,55	848,63	811,28	816,36	848,63 ± 3,54	32,27 [18,1 (SSAA Propios) + 14,17 (Pérd. Tranf.)]
TER Arica M2AR U1	694,02	697,33	668,63	671,93	697,33 ± 4,75	25,40 [17 (SSAA Propios) + 8,39 (Pérd. Tranf.)]
TER Arica M2AR U2	681,22	684,55	656,30	659,63	684,55 ± 31,51	24,92 [16,68 (SSAA Propios) + 8,24 (Pérd. Tranf.)]
TER Arica			10474,87 ± 24,2			

12. ANEXOS

ANEXO 1: Acta de Prueba PM_{áx} TER Arica.

ANEXO 2: Cuadro de Cálculos y Resultados.

ANEXO 3: Protocolo de Pruebas.

ANEXO 4: Certificados de Equipos de Medición.