



---

# ACTUALIZACIÓN DEL INFORME DE POTENCIA MÁXIMA PARQUE EÓLICO TCHAMMA

Informe final

Preparado para:



Abril - 2024

A 0976 | R 1297-23

# TABLA DE CONTENIDOS

<b>TABLA DE CONTENIDOS.....</b>	<b>2</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS.....</b>	<b>3</b>
<b>ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS.....</b>	<b>4</b>
<b>REGISTRO DE COMUNICACIONES .....</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>1. OBJETIVO .....</b>	<b>6</b>
1.1. Definiciones y nomenclatura .....	6
<b>2. MARCO NORMATIVO .....</b>	<b>7</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA .....</b>	<b>7</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN DEL CONTROL DE PLANTA Y FUNCIONALIDADES.....</b>	<b>16</b>
4.1. Funciones de control de potencia activa .....	16
4.2. Funciones de control de potencia reactiva.....	17
4.3. Datos del transformador de potencia .....	18
4.4. Datos del transformador de unidad.....	19
<b>5. ANTECEDENTES DE UNIDADES DE SIMILARES CARACTERÍSTICAS .....</b>	<b>19</b>
<b>6. DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS .....</b>	<b>19</b>
<b>7. RESULTADOS OBTENIDOS.....</b>	<b>21</b>
7.1. Ensayo de potencia máxima .....	21
7.2. Potencia bruta .....	24
7.3. Potencia neta.....	24
7.4. Potencia de los servicios auxiliares .....	24
7.5. Potencia de pérdidas de la central .....	25
<b>8. CONCLUSIONES .....</b>	<b>26</b>

# ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla 1. Puntos característicos de la curva de capacidad WTG Siemens Gamesa SG 5.0 - 145.....	14
Tabla 2. Puntos característicos de la curva QV WTG Siemens Gamesa SG 5.0 - 145. ....	15
Tabla 3. Puntos de la curva potencia - frecuencia.....	17
Tabla 4. Configuración del control de tensión VQ. ....	17
Tabla 5. Especificaciones del transformador de potencia. ....	18
Tabla 6. Especificaciones de los transformadores de bloque. ....	19
Tabla 7. Tabla resumen de valores a presentar. ....	20
Tabla 8. Potencia máxima generada por cada unidad. ....	22
Tabla 9. Potencia Máxima - PE Tchamma. ....	26
Gráfico 1. Sistema equivalente de un parque eólico. ....	6
Gráfico 2. Diagrama Unilineal de interconexión con el sistema.....	9
<b>Gráfico 3. Esquema unilineal de la zona de influencia.....</b>	<b>10</b>
Gráfico 4. Esquema unilineal del sistema colector en 33 kV (1 de 3). ....	11
Gráfico 5. Esquema unilineal del sistema colector en 33 kV (2 de 3). ....	12
Gráfico 6. Esquema unilineal del sistema colector en 33 kV (3 de 3) .....	13
Gráfico 7. Curva de capacidad WTG Siemens Gamesa SG 5.0 - 145.....	14
Gráfico 8. Curva QV WTG Siemens Gamesa SG 5.0 - 145.....	15
<b>Gráfico 9. Curva P-V del aerogenerador Siemens SG 5.0 - 145. ....</b>	<b>16</b>
Gráfico 10. Curva potencia frecuencia. ....	17
Gráfico 11. Curva de potencia velocidad para los 35 aerogeneradores del PE Tchamma. ....	21
Gráfico 12. Potencia bruta y potencia neta registradas en Julio 2023.....	23
Gráfico 13. Velocidad de viento registrada. ....	23
Gráfico 14. Potencia bruta y potencia neta - zoom.....	24
Gráfico 15. Consumo de servicios auxiliares de la SE Tchamma.....	25

## Abreviaturas y acrónimos

CEN	Coordinador Eléctrico Nacional
CNE	Comisión Nacional de Energía
ERNC	Energía Renovables No Convencional
NTSyCS	Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio
NT SSMM	Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio para Sistemas Medianos
PE	Parque Eólico
SE	Subestación Eléctrica
AT	Alta tensión
MT	Media tensión
BT	Baja tensión
ONAN	Oil Natural Air Natural
ONAF	Oil Natural Air Forced
SEN	Sistema Eléctrico Nacional
RCB	Regulador Bajo Carga
PMU	Power Management Unit

# REGISTRO DE COMUNICACIONES

Registro de las actividades, comunicaciones y aprobación de informes.

<b>N°</b>	<b>Fecha</b> dd/mm/año	<b>Preparó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>	<b>Observaciones</b>
0	08/03/2024	FG	FM	FM	Emisión Original
1	20/03/2024	FG	FM	FM	Correcciones menores en función de los comentarios de Mainstream
2	19/04/2024	FG	FM	FM	Correcciones en función de los comentarios del CEN "COR-GO-DCO-PO-PE Tchamma"

# INTRODUCCIÓN

## 1. Objetivo

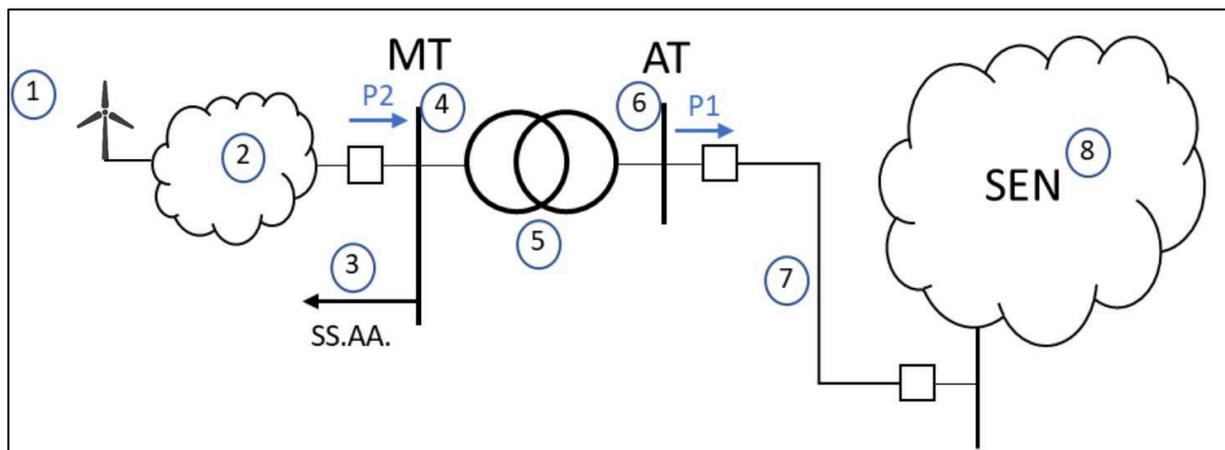
En este documento se presenta la actualización del informe de mínimo técnico del Parque Eólico Tchamma, considerando que se amplió la potencia instalada de los aerogeneradores, desde 157.5 MW hasta llegar a los 175 MW.

De lo anterior, en el presente informe se presentan nuevos registros para demostrar que la planta puede llegar a valores de potencia máxima superiores a los presentados en el informe "A 0668 - Mainstream - PE Tchamma - Informe de Determinación de Potencia Máxima - V3" aprobado según "DE 00469-22" del 25/01/2022.

Los nuevos valores de campo presentados se registraron en el mes de Julio de 2023, en relación al proceso de determinación de potencia máxima de la planta.

### 1.1. Definiciones y nomenclatura

En el Gráfico 1 muestra un sistema equivalente de conexión de un parque eólico, el cual nos permite identificar y definir los siguientes elementos:



**Gráfico 1. Sistema equivalente de un parque eólico.**

- 1) **Generador equivalente:** Representa la suma de los aportes de potencia activa de los aerogeneradores individuales.
- 2) **Pérdidas en sistema colector del parque (Pcolector):** Corresponde a las pérdidas del sistema colector del parque eólico, principalmente en el circuito colector de media tensión, y en los transformadores de bloque de cada aerogenerador.
- 3) **Servicios Auxiliares de la central (SS.AA.):** Corresponde al consumo de servicios auxiliares de la subestación eléctrica de la planta sumados a los servicios auxiliares de los aerogeneradores.
- 4) **Barra de media tensión (MT):** Corresponde a la tensión en el lado de baja tensión del transformador de poder del parque eólico.
- 5) **Transformador de Poder:** Equipo elevador presente en la subestación de salida del parque eólico.
- 6) **Barra de alta tensión (AT):** Corresponde a la tensión en el lado de alta tensión del transformador de poder del parque eólico.
- 7) **Línea dedicada de la central:** Línea de alta tensión que vincula el parque eólico con

el sistema eléctrico.

## 8) Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

De acuerdo con las definiciones anteriores se considera la siguiente nomenclatura:

- **P1:** Potencia activa inyectada en la barra de AT del PE. Este valor corresponde a la Potencia Neta del Parque (**Pneta**).
- **P2:** Potencia activa inyectada en el lado de media tensión del parque.
- **Pbruta:** Suma de los aportes de potencia activa de los aerogeneradores del parque en el lado baja tensión (BT) del parque (en correspondencia con el punto 1 del Gráfico 1).
- **Pperd:** Potencia de pérdidas en la línea de transmisión (ver punto 7 del Gráfico 1).
- **Ptrafo:** Pérdidas activas en el transformador de potencia del parque.
- **Pssa:** Potencia de servicios auxiliares del parque.
- **Pcolector:** Pérdidas en el sistema colector del parque (ver punto 2 del Gráfico 1).

## 2. Marco normativo

Las pruebas realizadas se programaron en base al ANEXO TÉCNICO de la NTSyCS "Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras". En particular es de aplicación el Artículo 39 "Potencia Máxima en unidades generadoras cuya fuente es renovable no convencional sin capacidad de regulación" del TÍTULO VIII – CENTRALES CUYA FUENTE ES RENOVABLE NO CONVENCIONAL" al tratarse de una planta de ERNC sin capacidad de almacenamiento de energía. En tal sentido, el valor de Potencia Máxima se obtiene a partir de registros de operación y mediciones de los recursos naturales que inciden en la operación de estas tecnologías, especificándose las metodologías, cálculos y todos los antecedentes y aspectos técnicos usados para la obtención de dicho valor.

## 3. Descripción de la planta

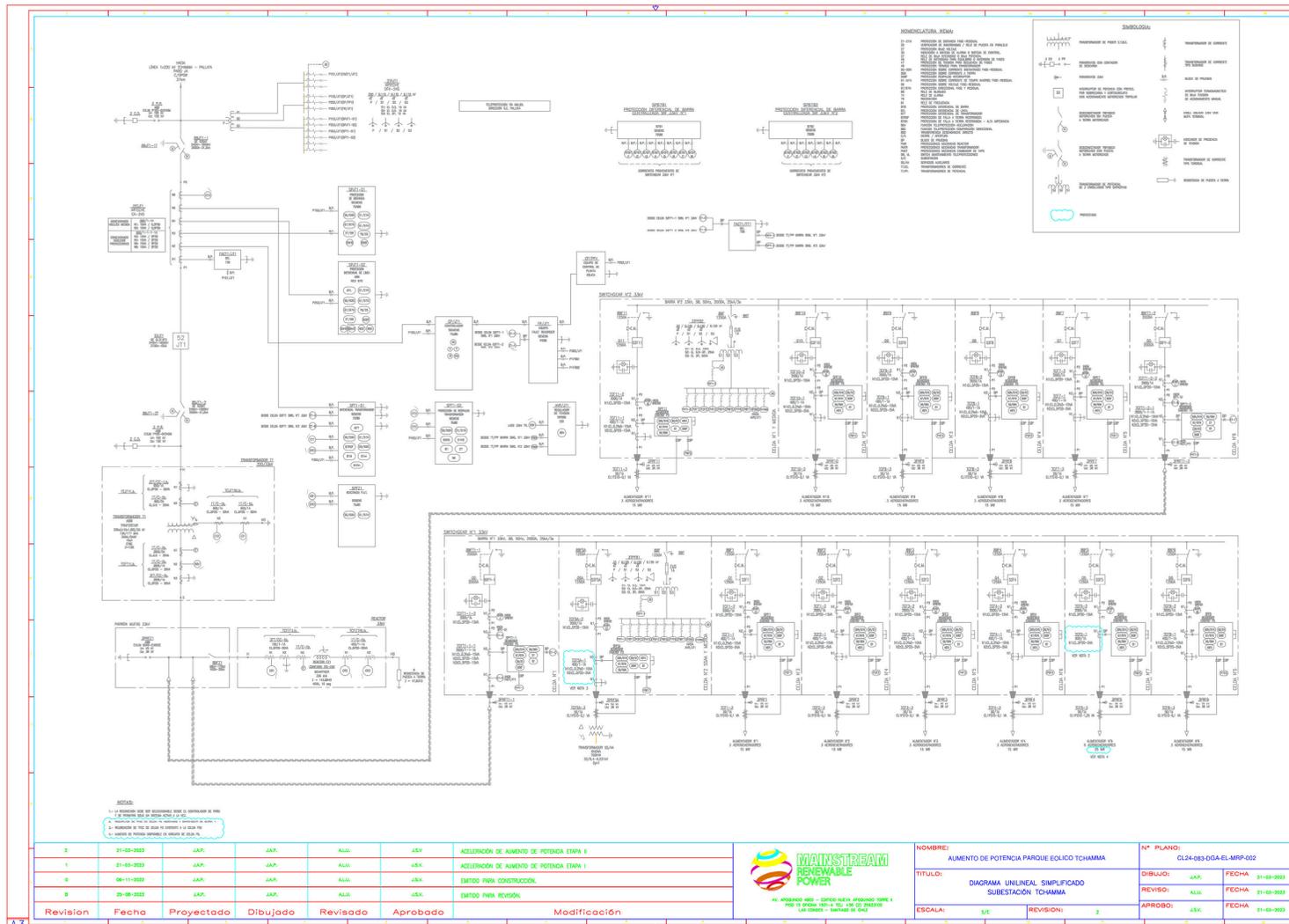
El PE Tchamma se ubica a 10 km al oeste de la comuna de Calama en la Región de Antofagasta, Chile. Su conexión al SEN se realiza mediante una línea en 220 kV de 36.4 km, que une la SE Tchamma con la SE Pallata. Está conformado por 35 aerogeneradores de 5 MW marca Siemens Gamesa modelo SG 5.0 – 145, totalizando una potencia instalada de 175 MW. La potencia máxima bruta de la central se encontraba limitada a 157.5 MW (por condiciones iniciales de diseño de la planta los aerogeneradores estaban limitados por software a una potencia de 4.5 MW cada uno). Esta limitación de potencia de 4.5 MW pudo liberarse a partir de diciembre de 2023 cuando se instaló un TTCC nuevo en la celda F5 y además se aumentó la capacidad del transformador de potencia a 177 MVA mediante la instalación de ventilación forzada. La liberación consistió en realizar una actualización del software de los aerogeneradores que permitió la operación a su capacidad plena de 5 MVA, con lo cual la capacidad máxima instalada de la central pudo liberarse hacia los 175 MVA.

Los aerogeneradores son de velocidad variable del tipo DFIG (generador de inducción doblemente alimentado). Cada una de estas unidades incluye un transformador elevador de 0,69/33 kV y 5500 kVA.

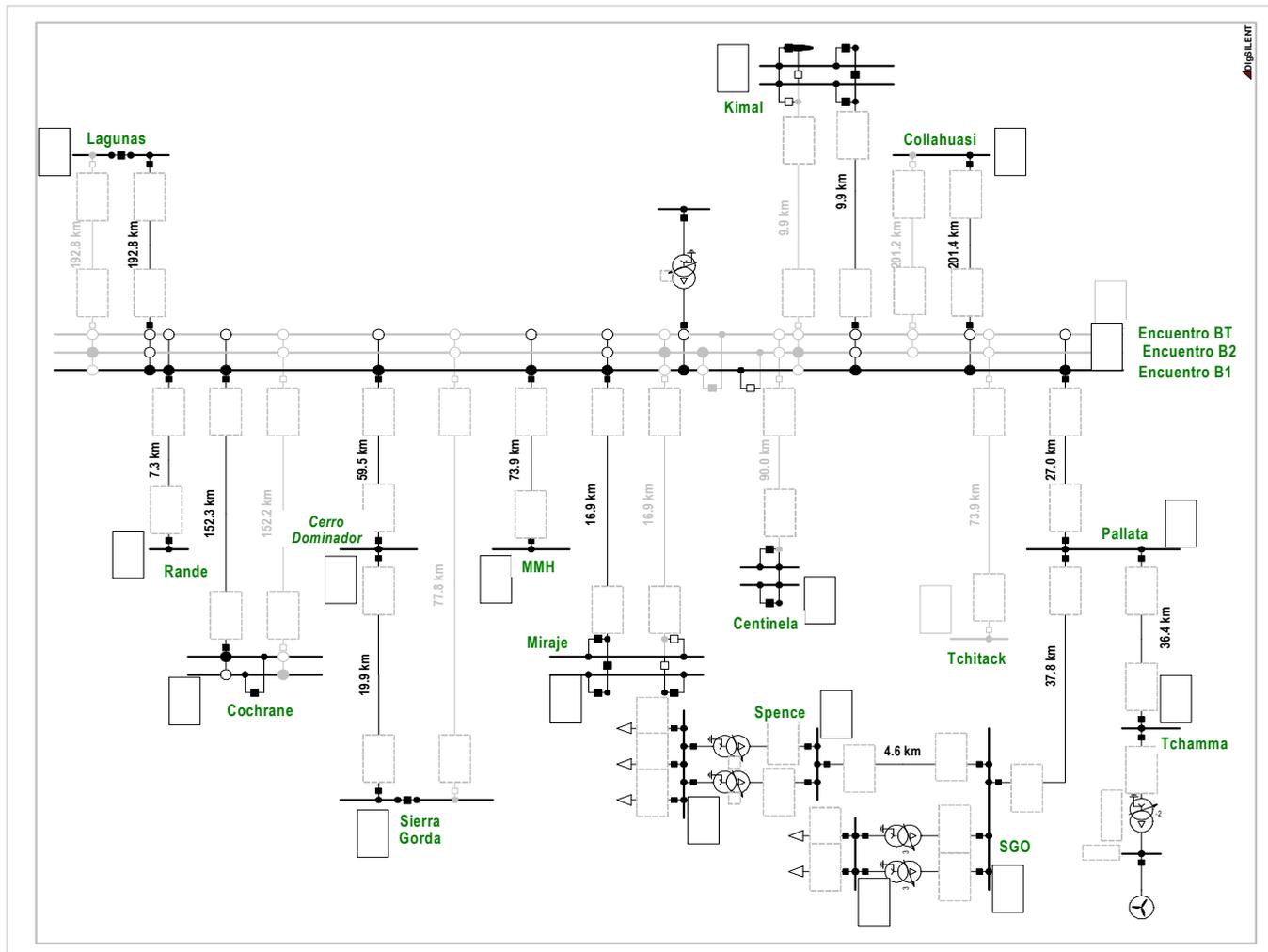
El sistema colector se encuentra desarrollado por cables subterráneos en 33 kV y está formado por 11 circuitos que recolectan la potencia de los aerogeneradores.

Los circuitos colectores acometen a la barra de 33 kV del transformador de potencia de 220/33 kV 177 MVA (ONAF) de la SE Tchamma.

En el Gráfico 2 se muestra un esquema unilineal de la interconexión del parque con el sistema, en el Gráfico 3 el esquema unilineal de la zona de influencia y en Gráfico 4 a Gráfico 6 se muestra el esquema unilineal del sistema colector en 33 kV.



**Gráfico 2. Diagrama Unilineal de interconexión con el sistema.**



**Gráfico 3. Esquema unilineal de la zona de influencia.**







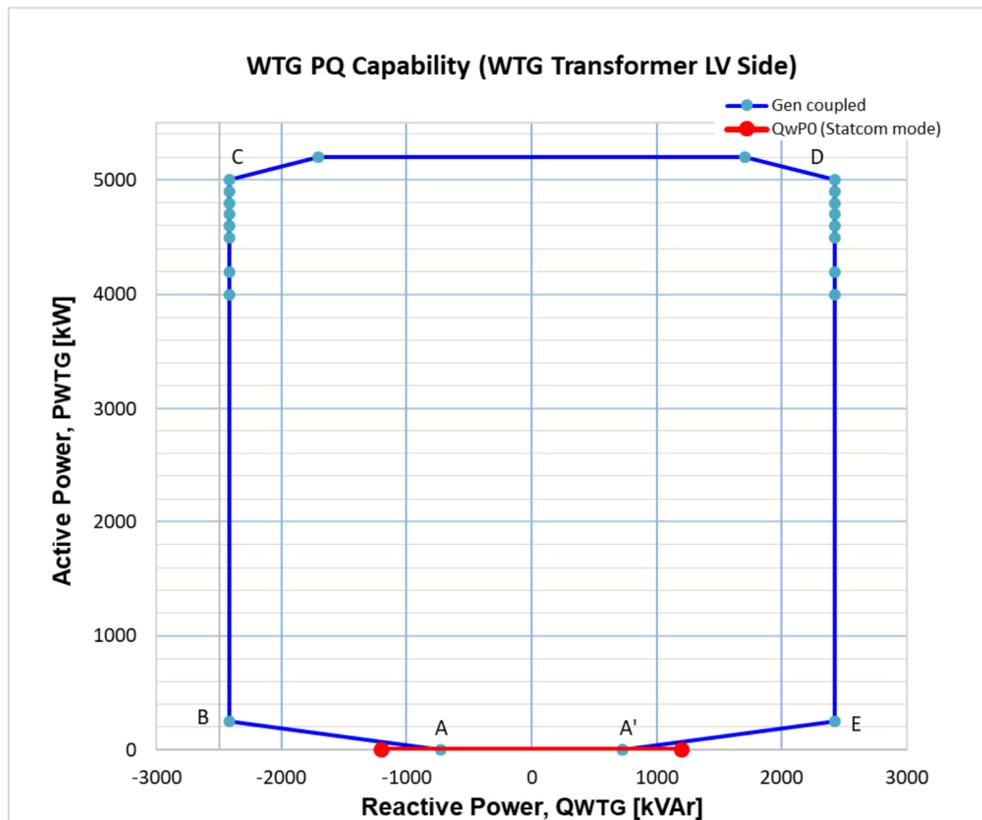
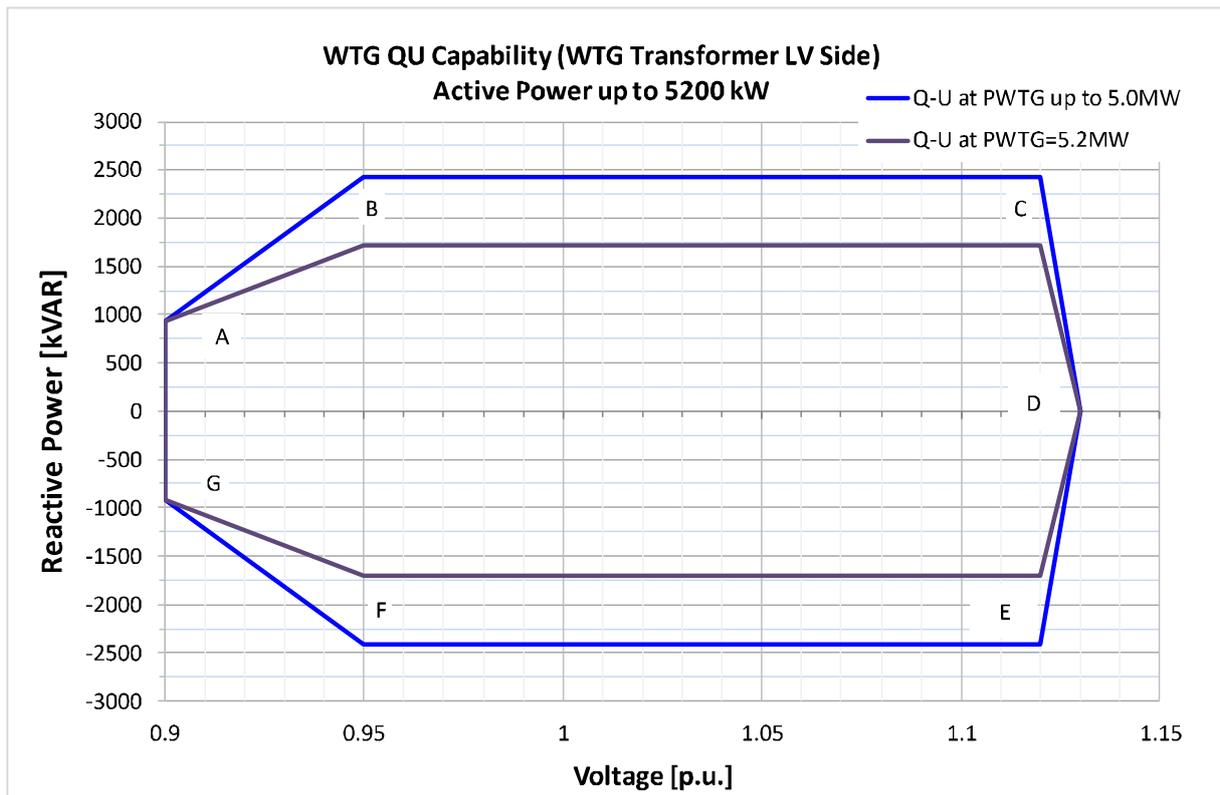


Gráfico 7. Curva de capacidad WTG Siemens Gamesa SG 5.0 – 145.

Tabla 1. Puntos característicos de la curva de capacidad WTG Siemens Gamesa SG 5.0 – 145.

PWTG: 5.0 MW (Cos fi = ±0.9, T ext < 25°C, F = ±3%fn, U=-5%/+12%)		
	Q [kVAr]	P [kW]
A/A'*	±726	0
B	2422	250
C	2422	5000
D	-2422	5000
E	-2422	250

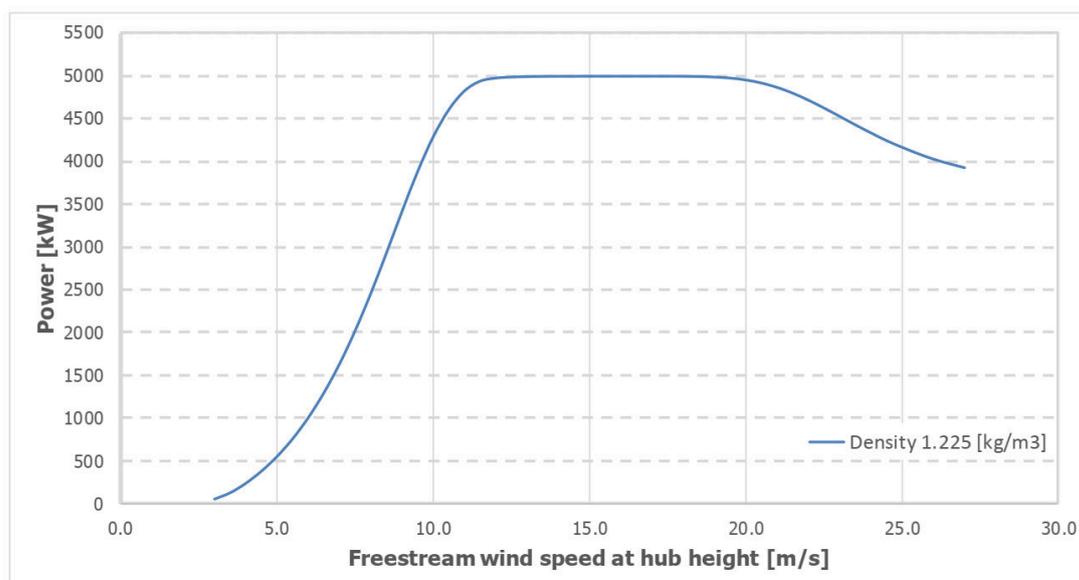
**\*Punto A/A'\*: WTG en estado acoplado: Q=±726 kVAr se aplica a ±Un. A mayor tensión, Q capacitivo se reducirá.**



**Gráfico 8. Curva QV WTG Siemens Gamesa SG 5.0 – 145.**

**Tabla 2. Puntos característicos de la curva QV WTG Siemens Gamesa SG 5.0 - 145.**

<b>PWTG: 5.0 MW</b> <b>(Qmax = ±2422, T ext &lt; 25°C, PWTG=+5%/+100%, F = ±3%fn)</b>		
	<b>Q [kVAr]</b>	<b>U [pu]</b>
<b>A</b>	921	0.90
<b>B</b>	2422	0.95
<b>C</b>	2422	1.12
<b>D</b>	0	1.13
<b>E</b>	-2422	1.12
<b>F</b>	-2422	0.95
<b>G</b>	-921	0.90



**Gráfico 9. Curva P-V del aerogenerador Siemens SG 5.0 - 145.**

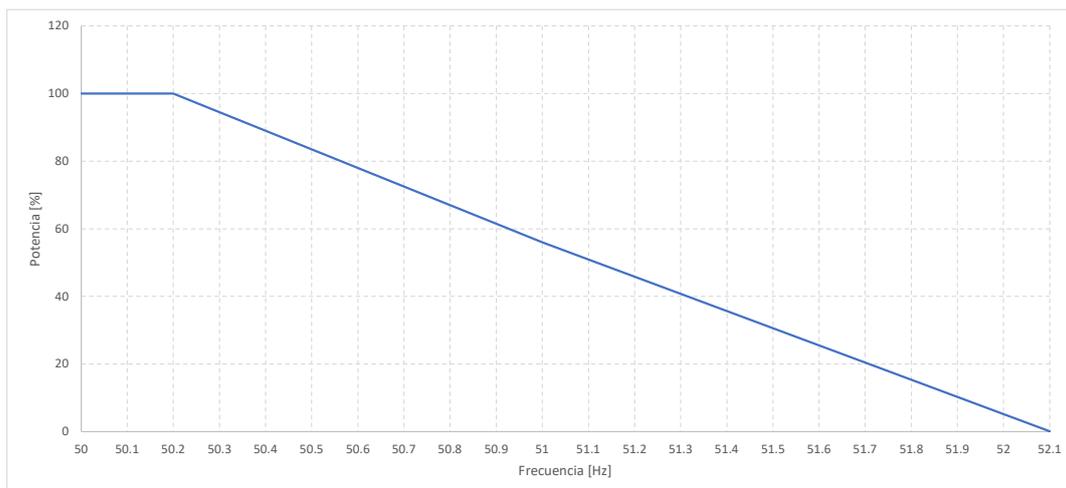
## 4. DESCRIPCIÓN DEL CONTROL DE PLANTA Y FUNCIONALIDADES

El control del PE Tchamma se realiza mediante a través de un único PPC (Power Plant Controller) de Siemens Gamesa, denominado WindNet, siendo la barra de control del parque la situada eléctricamente en la barra de 220 kV de la SE Tchamma.

### 4.1. Funciones de control de potencia activa

El PPC puede operar los siguientes modos de control:

- **Control de potencia activa de 0-100%:** Permite ajustar la consigna de potencia activa a un valor determinado, el cual es distribuido entre todos los aerogeneradores. Si se activa la función de limitación de rampa, tanto la rampa de bajada como de subida o toma de carga quedarán limitadas a una tasa de crecimiento determinada (en %/min). Para el caso del PE Tchamma esta tasa estaba configurada en 20%/min, la cual cumple con la máxima tasa de toma de carga exigida en la norma técnica NTSyCS.
- **Control de frecuencia:** Esta función contempla la respuesta de la potencia activa en función a las fluctuaciones de frecuencia respecto a la frecuencia nominal (50 Hz). La respuesta del parque estará dada por una curva de potencia frecuencia que posee una pendiente y una banda muerta. Para el caso particular del PE Tchamma este posee una banda muerta configurada en  $\pm 200$  mHz, con una curva característica mostrada en el siguiente gráfico:



**Gráfico 10. Curva potencia frecuencia.**

En la siguiente tabla se muestran los puntos del gráfico anterior:

**Tabla 3. Puntos de la curva potencia – frecuencia.**

F [Hz]	P [%]
50	100
50.2	100
51	56
52.1	0

#### 4.2. Funciones de control de potencia reactiva

- **Control de tensión VQ:** permite definir un valor de consigna de tensión, controlando la inyección de reactivo según una recta VQ predefinida (estatismo V/Q). Se puede configurar la pendiente y la banda muerta de dicha recta. La banda muerta de este control es de 0%. En la siguiente tabla se muestra la configuración actual del regulador:

**Tabla 4. Configuración del control de tensión VQ.**

QVStatic Deadband [%]	0
QVStatic Cap Saturation [MVar]	29.25
QVStatic ind Saturation [MVar]	-29.25
QVStatic leand [%]	0
Nominal Voltage [kV]	230

- **Control de tensión PI:** permite definir un valor de consigna de tensión en el punto de control. Mediante un controlador de tipo proporcional-integral (PI), el control envía consignas de potencia reactiva a los aerogeneradores para mantener la tensión en la barra controlada en el valor especificado, reduciendo el error entre la tensión medida y la consigna o referencia a un valor de 0.
- **Control de potencia reactiva:** Permite definir un valor de consigna de potencia reactiva en el punto de conexión, la cual es distribuida entre todas las unidades.
- **Control de factor de potencia:** Permite definir un valor de consigna de factor de potencia en el punto de conexión, controlando la inyección de potencia reactiva para mantenerlo constante.

### 4.3. Datos del transformador de potencia

El Parque Eólico Tchamma cuenta con un transformador de potencia, de potencia nominal 177 MVA. Este transformador está formado por un devanado de media tensión de 33 kV y un arrollamiento de alta tensión de 220 kV. Este equipo posee cambiador de tomas bajo carga. En la siguiente tabla se muestran los datos más relevantes del transformador de potencia de la SE Tchamma:

**Tabla 5. Especificaciones del transformador de potencia.**

Descripción	Valor	Unidad
Tensión Nominal	220/33	kV
Potencia Nominal	177	MVA
Grupo de Conexión	YNd1	
Impedancia de cortocircuito	12.69	%
Pérdidas en cobre	453.43	kW
Pérdidas en vacío	56.09	kW

#### 4.4. Datos del transformador de unidad

Cada aerogenerador se vincula a la red colectora de 33 kV mediante un transformador de 5.5 MVA de capacidad nominal, y de relación de transformación de 0.69/33 kV. La tabla siguiente muestra las especificaciones de los transformadores de bloque de las unidades generadoras:

**Tabla 6. Especificaciones de los transformadores de bloque.**

Descripción	Valor	Unidad
Tensión Nominal	33/0.69	kV
Potencia Nominal	5.5	MVA
Regulador tensión sin carga	$\pm 2 \times 2.5\%$	-
Grupo de Conexión	Dyn11	
Impedancia de cortocircuito	9	%
Pérdidas en cobre	41.6	kW
Pérdidas en vacío	7.57	kW

## 5. Antecedentes de unidades de similares características

El parque eólico presentó parámetros de desempeño equivalentes a parques eólicos de similares características tecnológicas, como, por ejemplo<sup>1</sup>:

- Parque Eólico Calama (Potencia Bruta máxima: 152.64 MW).

## 6. Descripción de las pruebas

El ensayo se realizó en un lapso en el cual el recurso primario se mantuvo aproximadamente invariable, en las condiciones más cercanas a las nominales posibles, en cumplimiento con el Artículo 39 "Potencia Máxima en unidades generadoras cuya fuente es renovable no convencional sin capacidad de regulación" al tratarse de una planta de ERNC sin capacidad de almacenamiento de energía. La potencia máxima se obtuvo a partir de registros de operación y mediciones del recurso natural que incide en esta tecnología durante el mes de Julio de 2023, incluyendo los antecedentes técnicos y los cálculos usados para obtener el valor. Se entregan junto con este informe archivos en formato (.xlsm) con los valores registrados.

Para la prueba de Potencia Máxima realizada, se reportan los valores de potencia según se desglosan en la siguiente tabla de resultados, las definiciones se encuentran a

<sup>1</sup> <https://infotecnica.coordinador.cl/instalaciones/unidades-generadoras>

continuación.

**Tabla 7. Tabla resumen de valores a presentar.**

<b>Parque Eólico</b>	<b>Potencia Bruta [MW]</b>	<b>SS.AA. [MW]</b>	<b>Pérdidas en la central [MW]</b>	<b>Potencia Neta [MW]</b>
<b>PE Tchamma</b>	(1)	(2)	(3)	(4)

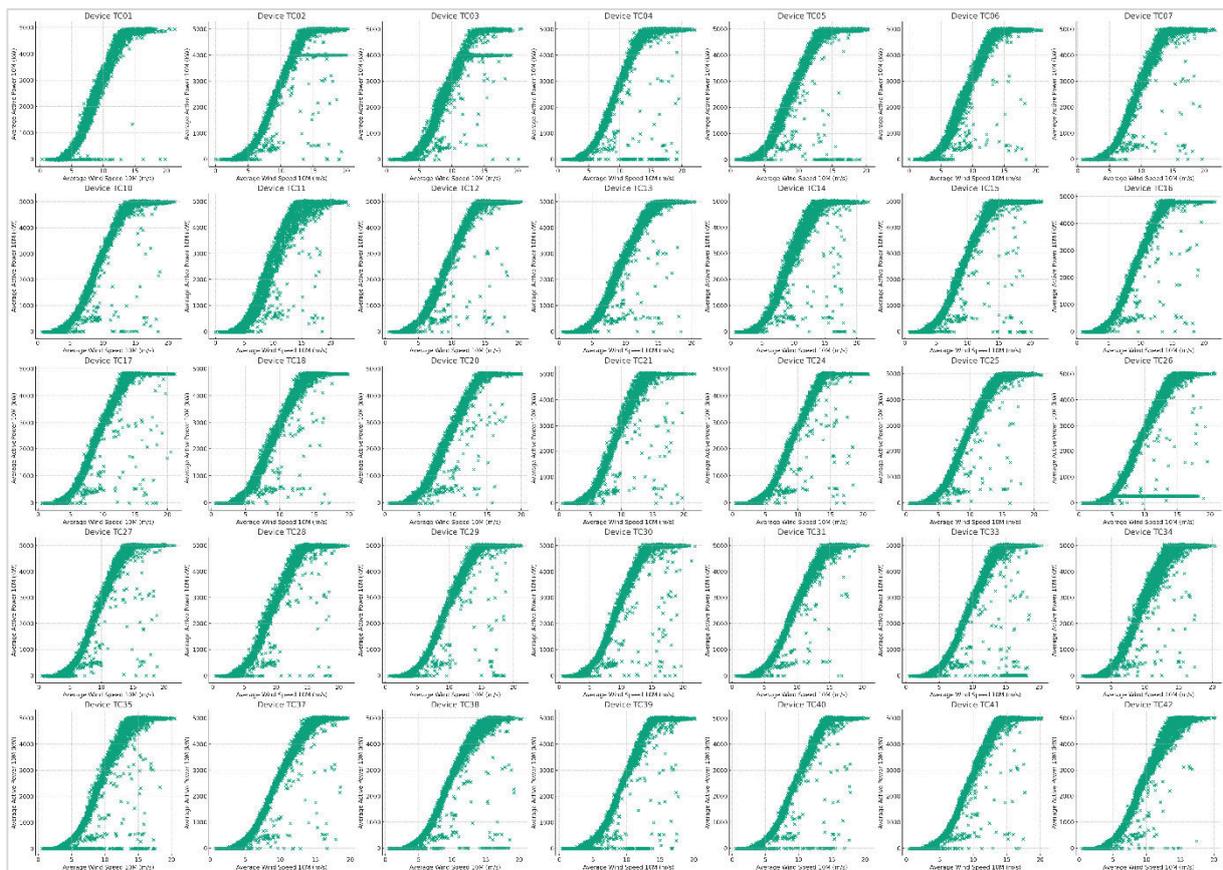
- 1) Potencia Bruta:** Corresponde a la suma del aporte de potencia activa de todos los aerogeneradores del PE Tchamma en el lado de BT.
- 2) SS.AA.:** Corresponde al consumo de servicios auxiliares de la central (aerogeneradores + SE Tchamma).
- 3) Perdidas en central:** Corresponde a la suma de las pérdidas en el transformador de potencia de la SE Tchamma y las pérdidas en el sistema colector de la central (transformadores de bloque de los aerogeneradores + circuito colector de MT).
- 4) Potencia Neta:** Es la potencia neta inyectada en el punto de conexión del parque eólico que para el caso de la central Tchamma es la barra de AT de la SE Tchamma.

## 7. Resultados Obtenidos

### 7.1. Ensayo de potencia máxima

Se obtuvieron mediciones diez minutales para el mes de Julio de 2023 donde se registró la potencia por aerogenerador [kW], la velocidad de viento y la potencia en el punto de conexión además del consumo de servicios auxiliares de la subestación. En la siguiente tabla muestra el horario y fecha los registros:

A partir de los valores de potencia generada por cada aerogenerador y la velocidad de viento se determinó la curva de potencia velocidad para cada unidad, la cual es mostrada en el siguiente gráfico:



**Gráfico 11. Curva de potencia velocidad para los 35 aerogeneradores del PE Tchamma.**

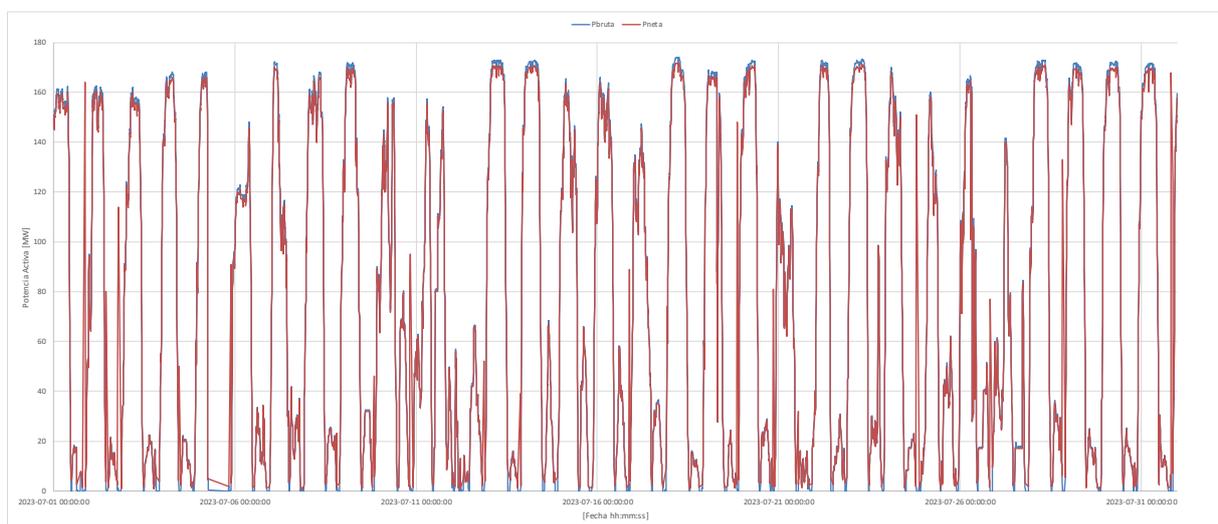
La potencia máxima generada por cada unidad para el periodo de análisis se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 8. Potencia máxima generada por cada unidad.**

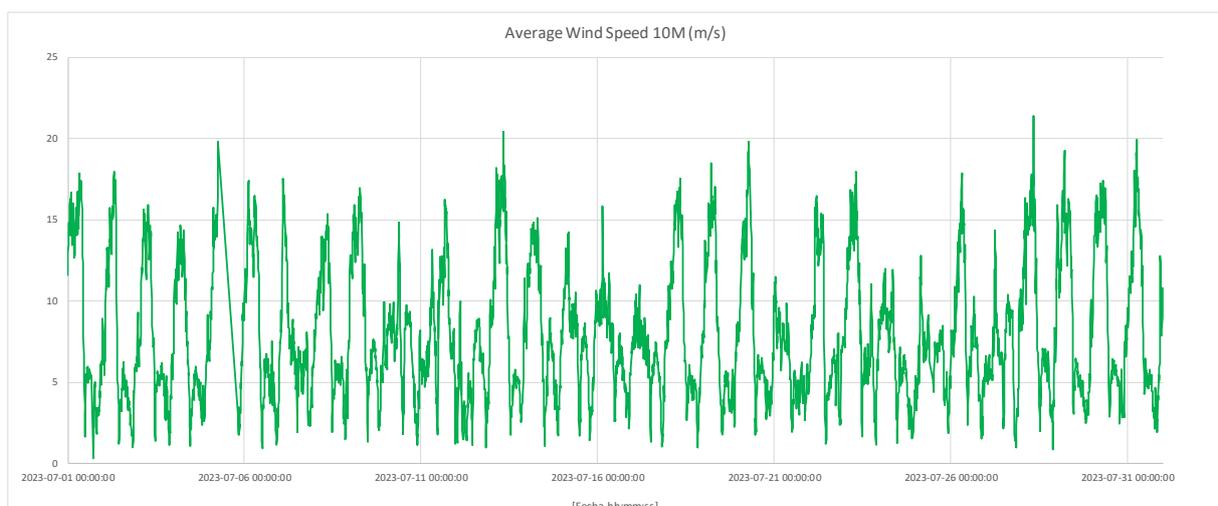
Device	Max Power (kW)	Wind Speed at Max Power (m/s)
TC01	4978.8405	14.6785
TC02	5042.8395	15.2385
TC03	5049.3662	16.5525
TC04	5043.3215	19.5418
TC05	5042.2322	14.2302
TC06	5045.7428	15.5215
TC07	5049.683	14.9912
TC10	5056.8408	16.3125
TC11	5047.4975	20.2313
TC12	5050.9103	15.3962
TC13	5054.7807	16.004
TC14	5044.168	16.1732
TC15	5040.5918	15.1578
TC16	4857.1757	14.7618
TC17	4855.9032	15.6112
TC18	4857.8683	14.182
TC20	4857.9063	14.8338
TC21	5055.4917	14.3008
TC24	4857.5147	14.3995
TC25	5045.9192	15.435
TC26	5049.9823	14.7233
TC27	5057.1293	19.946
TC28	5051.6343	14.879
TC29	5053.197	14.458
TC30	5058.6825	15.492
TC31	5057.2448	16.8613
TC33	5052.9828	15.0795
TC34	5056.2825	13.6273
TC35	5054.7962	16.0997
TC37	5058.2095	16.239
TC38	5052.5337	18.5908
TC39	5055.8795	16.6277
TC40	5059.1887	14.2747
TC41	5057.7083	13.9368
TC42	5055.7865	16.8822

Como puede observarse de la Tabla 8, los aerogeneradores correspondientes a la celda F5 TC16, TC17, TC18, TC20 y TC24 tenían limitada la inyección de potencia a 4.8 MW (desde software) debido a la máxima corriente admisible por los TTCC de dicha celda. Desde diciembre de 2023 se instaló un TTCC nuevo en la celda F5 y se liberaron los aerogeneradores mencionados a su máxima inyección de potencia activa (5 MW), pero no se cuenta con registros donde se demuestre que estos aerogeneradores hayan alcanzado los 5 MW hasta la fecha. **Por lo anterior se toman los registros operacionales mostrados y con esto se calcula la potencia máxima bruta de la central. Cuando se cuenten con mejores registros se procederá a actualizar el valor de potencia máxima.**

En la siguiente gráfica se muestra la potencia bruta obtenida como la suma de las potencias de los aerogeneradores y la potencia neta en el punto de conexión de la planta (POI).

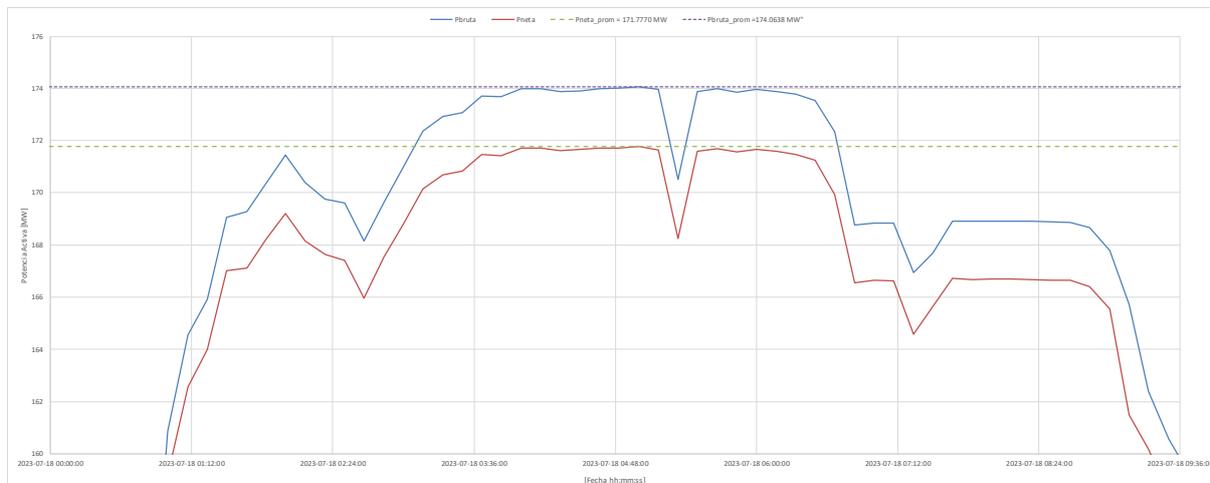


**Gráfico 12. Potencia bruta y potencia neta registradas en Julio 2023.**



**Gráfico 13. Velocidad de viento registrada.**

En particular se observa una máxima inyección de potencia en el POI el 18/07/23 entre las 03:36:00 y las 06:00:00 hs como se muestra a continuación:



**Gráfico 14. Potencia bruta y potencia neta – zoom.**

De la gráfica anterior se observa un valor de  $P_{bruta} = 174.0638$  MW con una  $P_{neta} = 171.7770$  MW.

## 7.2. Potencia bruta

La potencia bruta se determina como el valor promedio del Gráfico 14:

$$P_{bruta} = 174.0638 \text{ MW}$$

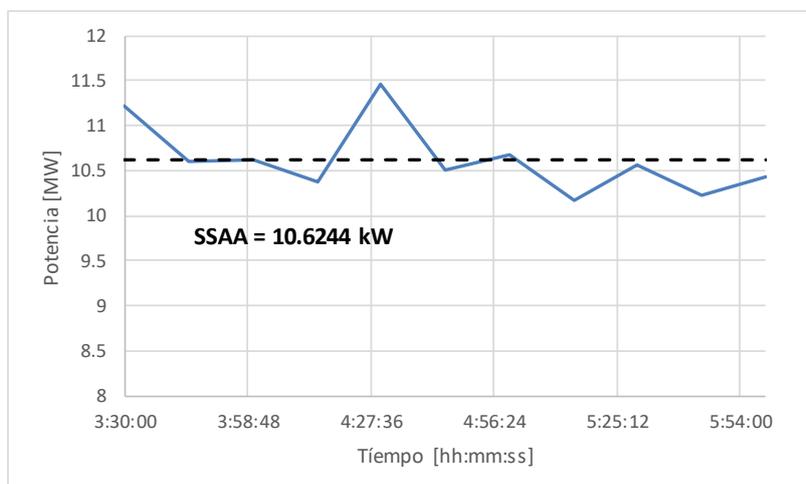
## 7.3. Potencia neta

La potencia neta inyectada en la barra de AT de la SE Tchamma surge como promedio del registro mostrado en el Gráfico 14:

$$P_{neta} = 171.7770 \text{ MW}$$

## 7.4. Potencia de los servicios auxiliares

La lectura del facturador asociado al consumo de servicios auxiliares de la SE Tchamma indicó un valor promedio de 10.3800 kW, el cual es mostrado en el siguiente gráfico:



### Gráfico 15. Consumo de servicios auxiliares de la SE Tchamma.

Por otro lado, el consumo promedio de los SSAA de cada aerogenerador para esta condición fue informado en un valor de 25 kW promedio. De lo anterior, el consumo de servicios auxiliares total queda determinado como:

$$P_{SSAA} = \sum_{i=1}^n P_{SSAA_{WTGi}} + P_{tr,SSAA}$$

$$P_{SSAA} = 35 \times 25 \text{ kW} + 10.6244 \text{ kW} = 885.6 \text{ kW}$$

#### 7.5. Potencia de pérdidas de la central

La potencia de pérdidas de la central se obtiene como la suma de las pérdidas del transformador de potencia de la central y las pérdidas en el sistema colector de media tensión (cables MT + transformadores de bloque de los aerogeneradores).

La expresión para el cálculo de la potencia de pérdidas de la central se muestra a continuación:

$$P_{perd_{Central}} = P_{bruta} - P_{neta} - P_{SSAA}$$

$$P_{perd_{Central}} = 174.0638 \text{ MW} - 171.7770 \text{ MW} - 0.8856 \text{ MW}$$

$$P_{perd_{Central}} = 1.4012 \text{ MW}$$

Este valor debe ser desagregado en los siguientes elementos:

- Pérdidas en el transformador principal ( $P_{perd_{Tr\ ppal}}$ ).
- Pérdidas en la red colectora de MT ( $P_{perd_{red\ MT}}$ ).

En la Tabla 5 se muestra las pérdidas de vacío y carga del transformador de potencia, cabe mencionar que las pérdidas en carga están referidas a la potencia nominal del transformador (177 MVA), por lo que deberán corregirse al estado de carga particular de la prueba. La expresión de pérdidas del transformador de potencia es la siguiente:

$$P_{perd_{Tr\ ppal}} = P_{perd_{Carga}} + P_{perd_{Vacío}}$$

Las pérdidas en carga en este escenario se consideran en el valor nominal presentado en la Tabla 5. Por lo tanto, las pérdidas en el transformador de potencia quedan determinadas por la siguiente expresión:

$$P_{perd_{Tr\ ppal}} = 453.43 \text{ kW} + 56.09 \text{ kW} = 509.5 \text{ kW}$$

De lo anterior, las pérdidas en la red colectora quedan determinadas por la siguiente

expresión:

$$P_{perd\ red\ MT} = P_{perd\ central} - P_{perd\ Tr\ ppa}$$

$$P_{perd\ red\ MT} = 1.4012\ MW - 0.5095\ MW = 0.8917\ MW$$

## 8. Conclusiones

Se determinó en base a los registros operacionales y cálculos que el PE Tchamma puede generar una potencia bruta máxima de **174.0638 MW**, entregando en el punto de conexión una potencia neta de **171.7770 MW**. Por lo tanto, el resultado final obtenido se desglosa en la siguiente tabla:

**Tabla 9. Potencia Máxima – PE Tchamma.**

Parque Eólico	Potencia Bruta [MW] (*)	SS.AA. [MW]	Pérdidas en la central [MW]	Potencia Neta [MW]
<b>PE Tchamma</b>	174.0638	0.8856	1.4012	171.7770

**Estos valores reemplazan a los obtenidos en el informe anterior** ("A 0668 - Mainstream - PE Tchamma - Informe de Determinación de Potencia Máxima - V3" del 25/01/2022).

(\*) Como se mencionó en secciones anteriores, los registros presentados se realizaron cuando la inyección en los aerogeneradores de la celda F5 se encontraba limitada. Con el reemplazo de TTCC de la celda F5 se logró liberar los aerogeneradores vinculados a esta celda hacia su valor nominal (5 MW), pero a la fecha de realización de este informe no se cuenta con suficiente recurso para demostrar que en campo los aerogeneradores de la celda F5 pueden alcanzar los 5 MW de inyección, por lo que se toman los mejores valores de inyección registrados a la fecha y luego estos se actualizarán para demostrar que la potencia bruta de la planta puede alcanzar los 175 MW, cuando se cuente con el recurso suficiente.