



estudios energéticos consultores.
GRUPO MERCADOS ENERGÉTICOS CONSULTORES

INFORME DE DETERMINACIÓN DE POTENCIA MÁXIMA

Parque Eólico Malleco Norte



Diciembre 2021

A 0609 / R 1207-20

Tabla de contenido

REGISTRO DE COMUNICACIONES	5
SECCIÓN PRINCIPAL	6
1. INTRODUCCIÓN	6
1.1. Marco normativo	6
1.2. Nomenclatura y observaciones generales.....	6
1.3. Descripción de la Planta	7
2. DESCRIPCIÓN DEL CONTROL DE PLANTA Y FUNCIONALIDADES	11
2.1. Funcionalidades del control de planta	12
2.2. Descripción de las pruebas	15
3. RESULTADOS OBTENIDOS	15
3.1. Registros	15
3.2. Pérdidas y consumos propios.....	19
4. CONCLUSIONES	23
5. REFERENCIAS	23

Índice de tablas y gráficos

Tabla 1. Valores máximos de pendiente y consigna de potencia activa.....	12
Tabla 2. Valores sugeridos de pendiente para la función limitación de rampa.	12
Tabla 3. Parametrización del modo LFSM-O.....	13
Tabla 4. Parametrización del modo FSM-O-U.	14
Tabla 5. Configuración de los límites PQ del control de potencia reactiva.....	15
Tabla 6. Tiempos asociados a la dinámica del control de potencia reactiva.	15
Tabla 7. Consumos servicios auxiliares aerogeneradores.....	22
Tabla 8. Parámetros de potencia máxima obtenidos.....	23
Gráfico 1. Sistema equivalente de un parque eólico.	6
Gráfico 2. Esquema Unilineal de interconexión con el sistema.	8
Gráfico 3. Esquema unilineal de la zona de influencia del PE Malleco Norte.	9
Gráfico 4. Esquema unilineal del sistema colector en 33 kV.....	10
Gráfico 5. Curva de capacidad WTG Vestas V136-3.45 MW (izq) - V136-3.6 MW (der).	10

Gráfico 6. Esquema de control y medición del PE Malleco.	11
Gráfico 7. <i>Característica</i> LFSM-O.....	13
Gráfico 8. <i>Característica</i> FSM-O-U.....	13
Gráfico 9. Límite PQ del control de potencia reactiva.....	14
Gráfico 10. Potencia activa en el punto de conexión (Potencia neta medida).....	16
Gráfico 11. Potencia activa en el aerogenerador WTG53.	16
Gráfico 12. Velocidad de viento en el aerogenerador WTG53.	17
Gráfico 13. Potencia activa en el aerogenerador WTG65.	17
Gráfico 14. Velocidad de viento en el aerogenerador WTG65.	18
Gráfico 15. Curva potencia velocidad WTG53.....	18
Gráfico 16. Curva potencia velocidad WTG65.....	19
Gráfico 17. Cálculo de flujo de potencia en el transformador de potencia de la SE Agua Buena. .	20
Gráfico 18. Placa característica del transformador de potencia de la SE Agua Buena.	20
Gráfico 19. Modelo PowerFactory del transformador de potencia de la SE Agua Buena.	21
Gráfico 20. Potencia inyectada en la barra de MT.	21
Gráfico 21. Despacho de generadores para potencia neta.	22

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
PE	Parque Eólico
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.

Número	Fecha dd/mm/año	Objeto	Ref	Observaciones	Responsable
1	29/12/2021	Emisión original	V1	Preparó AB	FM

SECCIÓN PRINCIPAL

1. INTRODUCCIÓN

En el presente informe se exhiben los resultados obtenidos en los ensayos de campo realizados en el Parque Eólico Malleco Norte, durante el día 05 de diciembre de 2021, en relación con el proceso de determinación de la potencia máxima del parque eólico. Los ensayos fueron realizados encontrándose en servicio los 39 aerogeneradores que componen el parque, totalizando una potencia de 137.85 MW.

1.1. 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.

1.2. Nomenclatura y observaciones generales

El siguiente gráfico muestra un sistema equivalente de conexión del parque eólico, el cual nos permite identificar y definir los siguientes elementos:

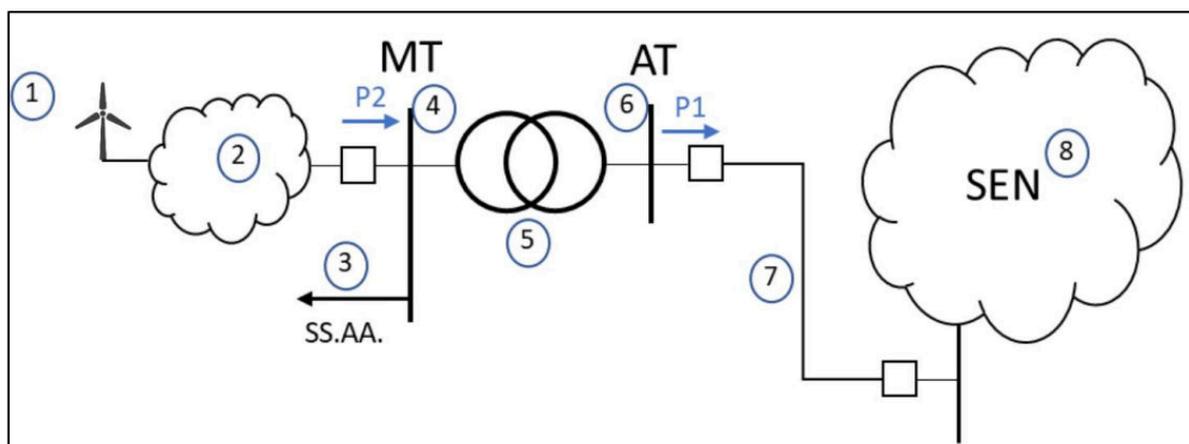


Gráfico 1. Sistema equivalente de un parque eólico.

- 1) Generador equivalente: corresponde a los aportes de distribuidos de potencia activa de cada aerogenerador del parque eólico.
- 2) Pérdidas del sistema colector del parque (Pcolector): Corresponde a las pérdidas del sistema colector del parque eólico, principalmente en cables de baja y media tensión, y en los transformadores de bloque de cada aerogenerador.
- 3) Servicios auxiliares de la central (SS.AA.):
- 4) Barra de MT: Corresponde al lado de baja del transformador de potencia de la central.

- 5) Transformador de potencia: Corresponde al transformador de potencia de la central.
- 6) Barra de alta tensión (AT): Corresponde a la tensión del lado de alta tensión del transformador de potencia del parque eólico.
- 7) Línea dedicada de la central: línea de interconexión entre el parque eólico y el sistema.

A partir de las definiciones anteriores, se consideran las siguientes nomenclaturas:

- **P1:** Potencia activa inyectada en la barra de alta tensión (AT) del parque [MW]. Este valor corresponde a la **Potencia Neta (Pneta)** del Parque.
- **P2:** Potencia activa inyectada en la barra de media tensión (MT) del parque [MW].
- **Pbruta:** Suma de los aportes distribuidos de potencia activa inyectada por los aerogeneradores a nivel de baja tensión (BT) del parque [MW].
- **Ptrafo:** Pérdidas activas en el transformador de potencia del parque [kW].
- **SSAA:** Consumo total de servicios auxiliares del parque [kW].
- **Pcolector:** Pérdidas en el sistema colector del parque [kW].

1.3. Descripción de la Planta

El PE Malleco Norte se ubica a 15 km al sureste de la ciudad de Collipulli, Comuna de Collipulli (en el Fundo Agua Buena), Provincia de Malleco, IX región de La Araucanía, Chile. Está conformado por 39 aerogeneradores pertenecientes a la marca Vestas, contando con dos modelos, **V136 Mk3B 3.45 MW** (17 aerogeneradores) y **3.6 MW** (22 aerogeneradores) del tipo Full-Scale Converter Induction Generator, totalizando una potencia de 137.85 MW. En el Gráfico 5 y en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran las curvas de capacidad PQ para ambos modelos de aerogenerador.

La distribución en media tensión se realiza mediante un sistema colector en 33 kV formado por 7 circuitos que recolectan la potencia de los aerogeneradores. Cada aerogenerador cuenta con su transformador de bloque de 0.65/33 kV de una potencia de 4 MVA.

Los circuitos colectores acometen a la barra de 33 kV del transformador de potencia de 230/33 kV 170 MVA (ONAF), ubicado en la SE Agua Buena.

El punto de conexión del parque es en barra de 220 kV de la SE Agua Buena. Desde la SE Agua Buena parte una línea subterránea que la interconecta con la SE Rio Malleco.

En el Gráfico 2 se muestra un esquema unilineal de la conexión del parque a la subestación Agua Buena, en el Gráfico 3 el esquema unilineal de la zona de influencia y en el Gráfico 4 se muestra un esquema unilineal del sistema colector en 33 kV

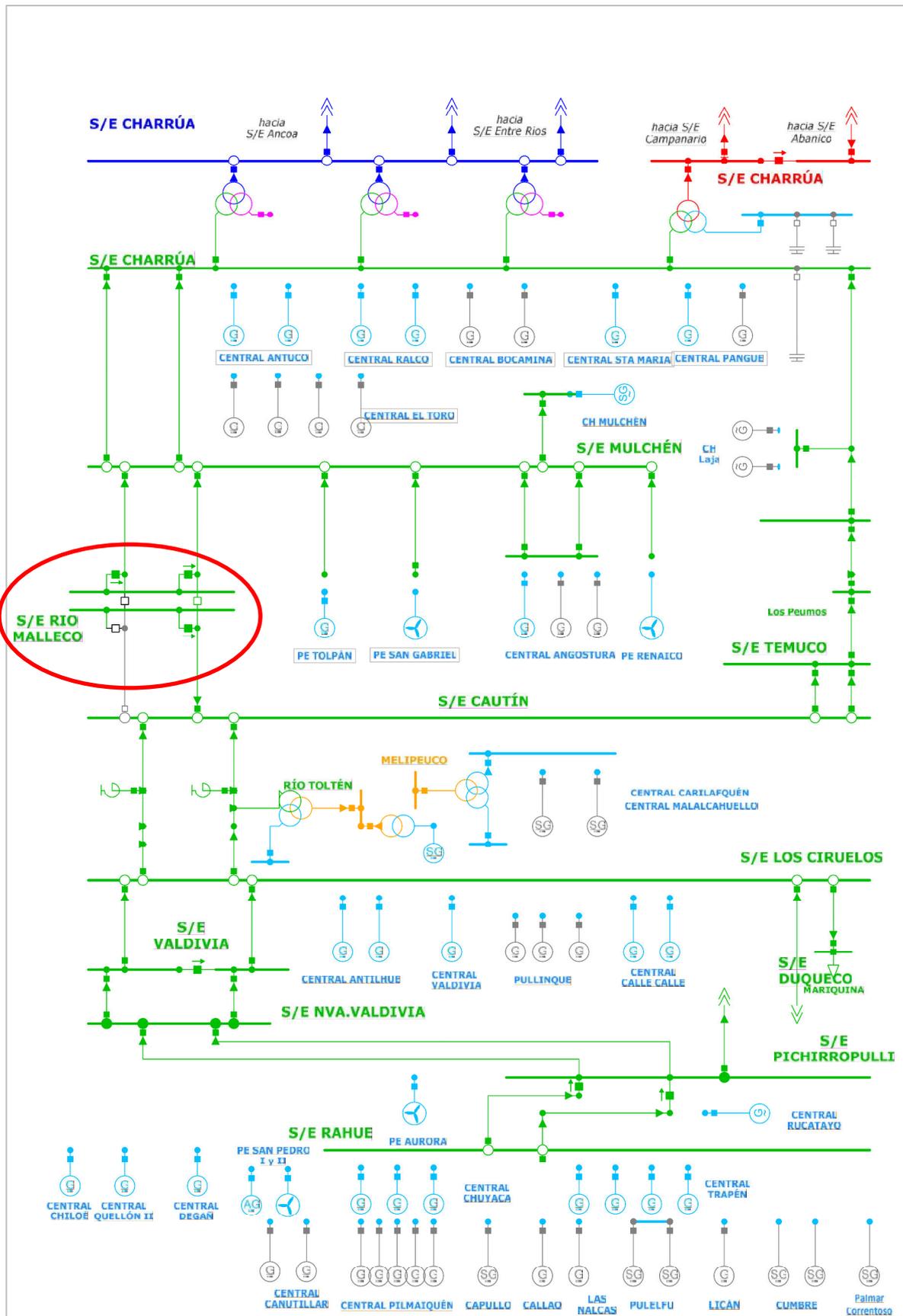


Gráfico 3. Esquema unilineal de la zona de influencia del PE Malleco Norte.

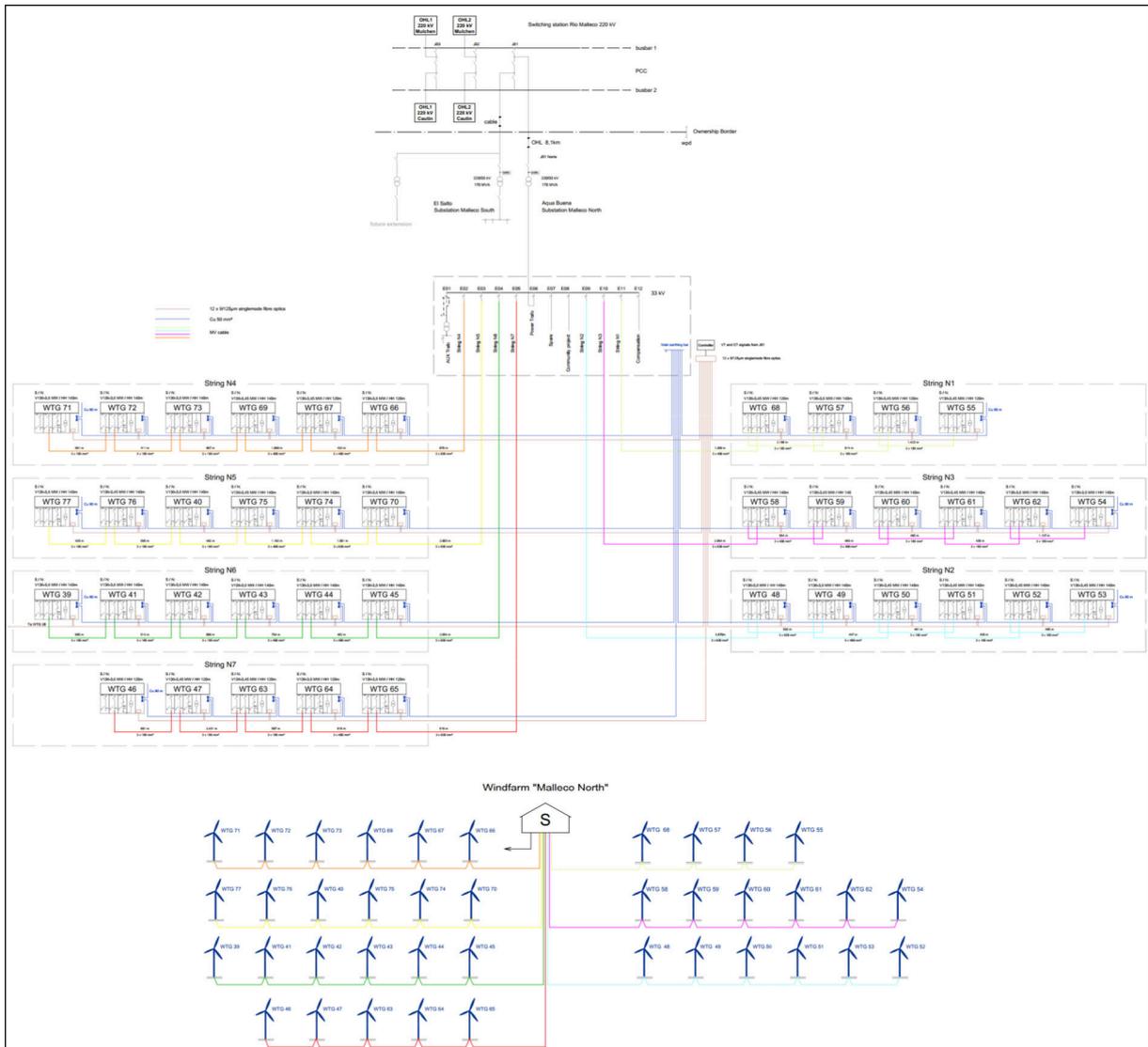


Gráfico 4. Esquema unilínea del sistema colector en 33 kV.

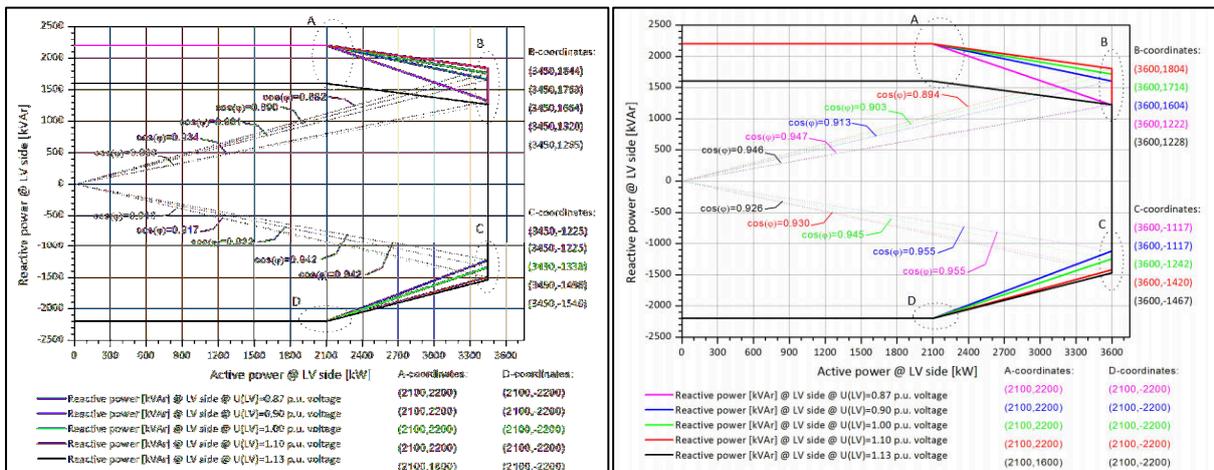


Gráfico 5. Curva de capacidad WTG Vestas V136-3.45 MW (izq) - V136-3.6 MW (der).

2. DESCRIPCIÓN DEL CONTROL DE PLANTA Y FUNCIONALIDADES

El control del PE Malleco Norte se realiza a través de un único PPC (Power Plant Controller) de Vestas mediante el sistema SCADA, siendo la barra de control del parque la situada eléctricamente en la barra de 220 kV de la SE Agua Buena. En el siguiente gráfico se muestra un esquema de los puntos de medición (POM) y control del PE.

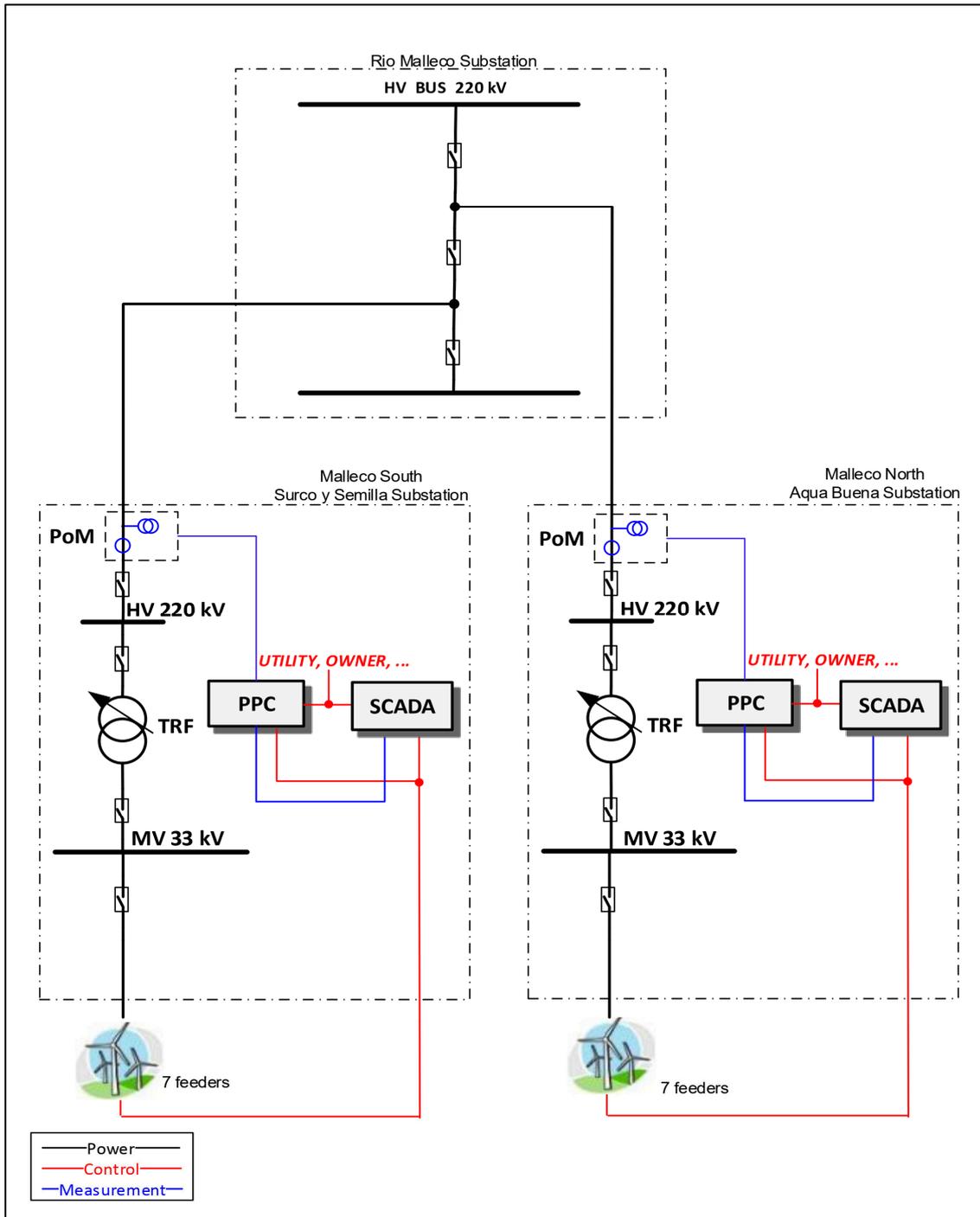


Gráfico 6. Esquema de control y medición del PE Malleco.

2.1. Funcionalidades del control de planta

El control de planta posee las siguientes funcionalidades:

- Funciones de control de potencia activa:
 - Control de potencia activa 0-100%.
 - Control de frecuencia.
- Funciones de control de potencia reactiva:
 - Control de tensión.
 - Control de potencia reactiva.
 - Control de factor de potencia.

El PPC envía las consignas de potencia activa y reactiva a los aerogeneradores. Además, el sistema SCADA permite enviar consignas de potencia activa y potencia reactiva individualmente a cada aerogenerador sin la participación del control del PPC (PPC desactivado).

2.1.1. Funciones de control de potencia activa

El PPC podrá operar en dos modos diferentes de control:

- **Control de potencia activa de 0-100%:** Permite ajustar la consigna de potencia activa a un valor determinado. 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). Si la función está desactivada, la reducción y la toma de carga se harán a una tasa que estará dada por la pendiente natural de los aerogeneradores (PrampLimit).

Con respecto al valor máximo de potencia activa, para el PE Malleco Norte este es del 100% de la potencia nominal de la planta (137.85 MW).

En la sección 7.2 del documento de referencia del fabricante se detalla la configuración sugerida y las limitaciones en el control de potencia activa como se muestra a continuación:

Tabla 1. Valores máximos de pendiente y consigna de potencia activa.

P_{ref} maximum	Malleco South	135.15 MW
	Malleco North	137.85 MW
P_{ramp} limit (internal)		0.02 pu/s

A nivel PPC la tasa por defecto sugerida en este documento se muestra a continuación:

Tabla 2. Valores sugeridos de pendiente para la función limitación de rampa.

Active power output ramp	Malleco South	27030 kW/min (0.2 pu/min)
	Malleco North	27570 kW/min (0.2 pu/min)

- **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. En las secciones 7.1.1 y 7.1.2 del documento de referencia, se establece la configuración sugerida por el fabricante VESTAS para los modos LFSM-O y LFSM-O-U. En los siguientes gráficos y tablas se detallan las curvas características y parametrización para ambos modos de control.

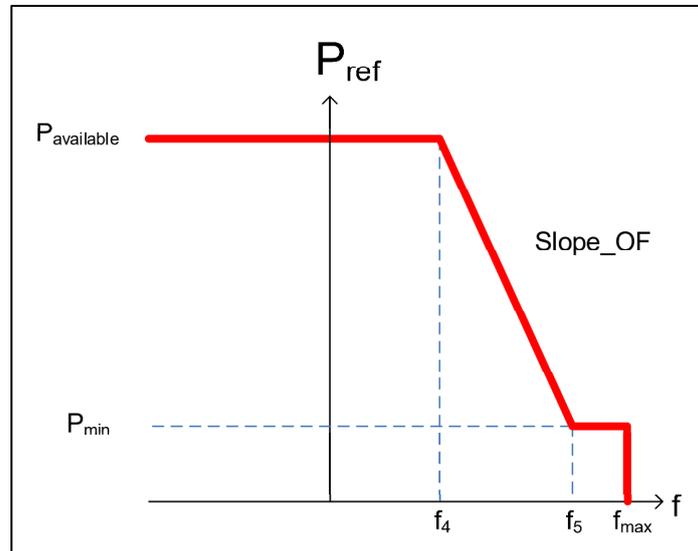


Gráfico 7. Característica LFSM-O.

Tabla 3. Parametrización del modo LFSM-O.

f4	50.2 Hz
fmax	52 Hz
f5	51.5 Hz
Pmin	28.5% of Pavailable
Slope_OF	3.64%
P ramp rate limit (default)	0.02 pu/s

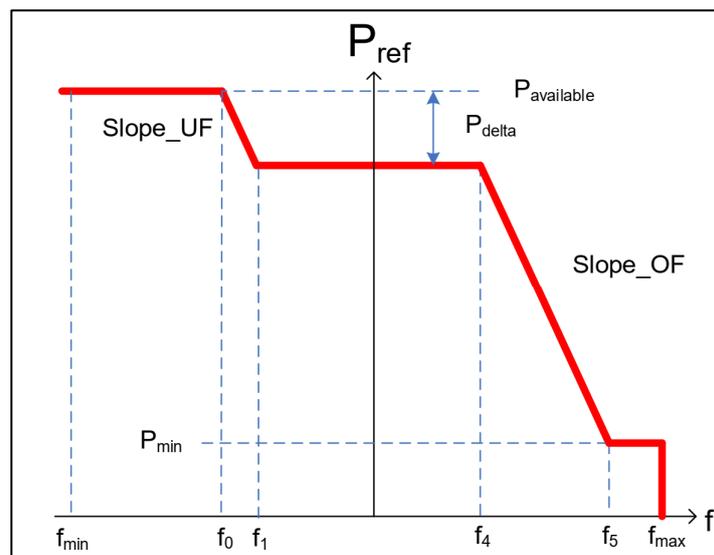


Gráfico 8. Característica FSM-O-U.

Tabla 4. Parametrización del modo *FSM-O-U*.

fmin	48 Hz
f0	$(f1 - (Pdelta [\%] \times Slope_UF / 100 / 100 \times 50))$ Hz
f1	49.8 Hz
SLOPE_UF	3.64%
Pdelta	Defined by WPP Operator or TSO (default: 3%)
f4	50.2 Hz
fmax	52 Hz
f5	51.5 Hz
Pmin	$((100 - 100 \times (f5 - f4) / 50 \times 100 / Slope_OF) \%) - Pdelta$ %
SLOPE_OF	3.64%
P ramp rate limit (default)	0.02 pu/s

2.1.2. Funciones de control de potencia reactiva

- Control de Tensión:** Permite definir un valor de consigna de tensión en el punto de conexión del PE. En el caso particular del PE Malleco el control de tensión es del tipo proporcional integral (PI). Esto implica que, ante una consigna de tensión, el PPC ajustará la inyección / absorción de potencia reactiva del PE en el punto de conexión mediante un algoritmo PI que tiene por objetivo reducir el error entre la tensión medida y la consigna o referencia a un valor de 0. Cabe señalar que este modo de control no asegura que se pueda lograr el valor consignado. El PPC saturará su acción de control de potencia reactiva en los límites definidos por el bloque de control de potencia reactiva.
- 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.

La sección 5.1 del documento de referencia del fabricante, establece límites máximos de potencia reactiva según se detalla a continuación:

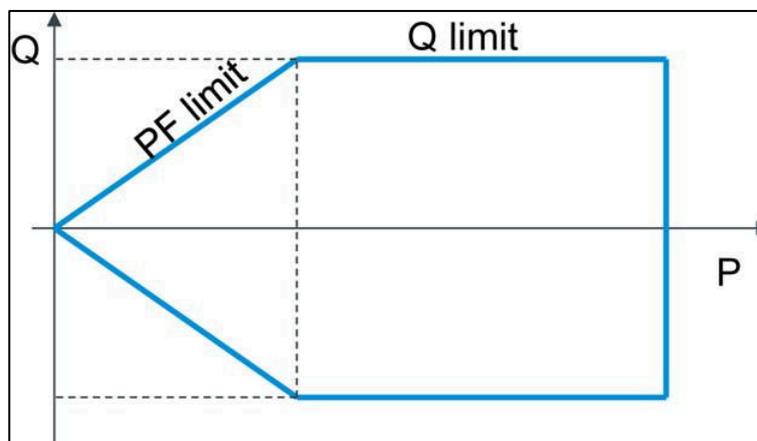


Gráfico 9. Límite PQ del control de potencia reactiva.

Tabla 5. Configuración de los límites PQ del control de potencia reactiva.

PF limit capacitive		0.51
PF limit inductive		0.83
Q limit capacitive	Malleco South	45 MVar
	Malleco North	46 MVar
Q limit inductive	Malleco South	45 MVar
	Malleco North	46 MVar
Q_{ref} ramp rate limit		0.1 pu/s

Tabla 6. Tiempos asociados a la dinámica del control de potencia reactiva.

T₀	Typical performance around 0.2 s
T_{rise}	3 s
T₂	< 5 s

- **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. Los límites de este modo de control están en función de los mostrados para el control de potencia reactiva

2.2. Descripción de las pruebas

La prueba 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, incluyendo los antecedentes técnicos y los cálculos usados para obtener el valor. En el Anexo1 (adjunto con este informe) se detallan los valores registrados.

3. RESULTADOS OBTENIDOS

3.1. Registros

Se obtuvieron registros de potencia activa en el punto de conexión de la planta (barra de 220 kV de la SE Agua Buena), para un rango horario de máxima generación.

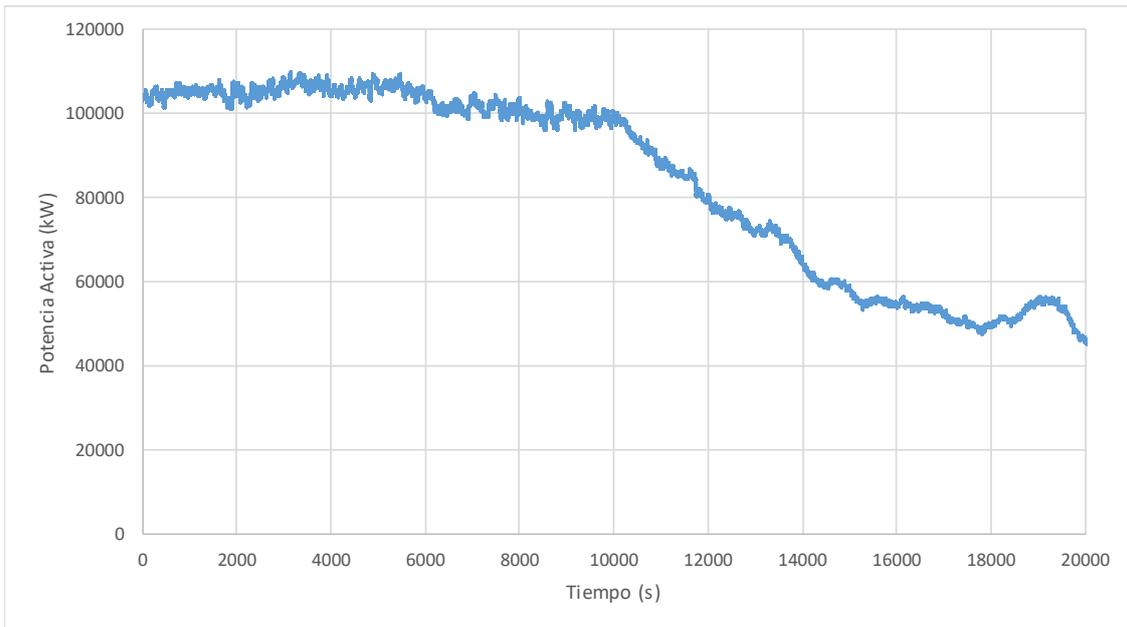


Gráfico 10. Potencia activa en el punto de conexión (Potencia neta medida).

Así mismo en los siguientes gráficos se muestra la potencia en el aerogenerador más cercano (WTG65) y en más lejano (WTG53) junto con la velocidad del viento en ambos.

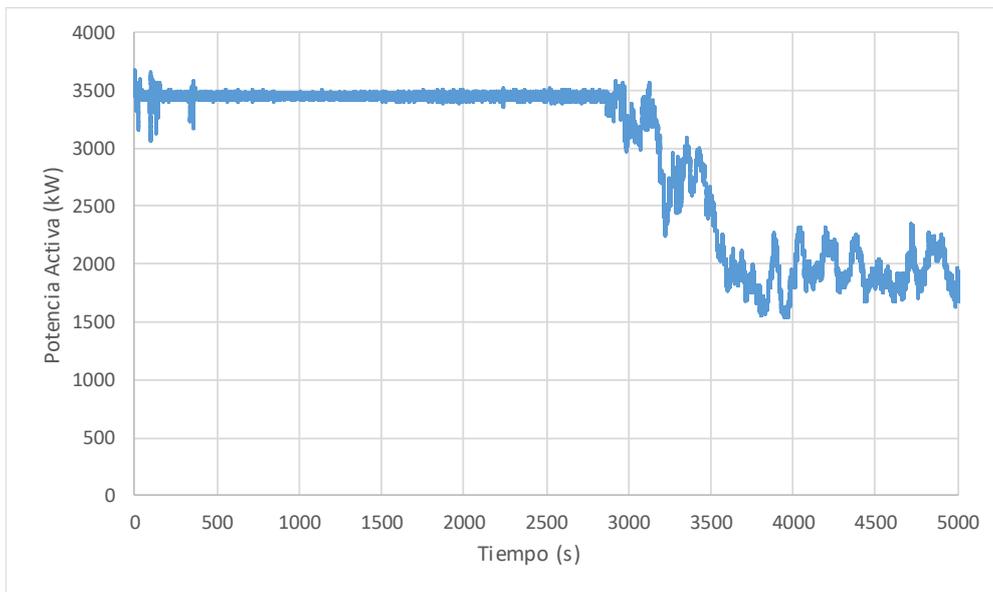


Gráfico 11. Potencia activa en el aerogenerador WTG53.

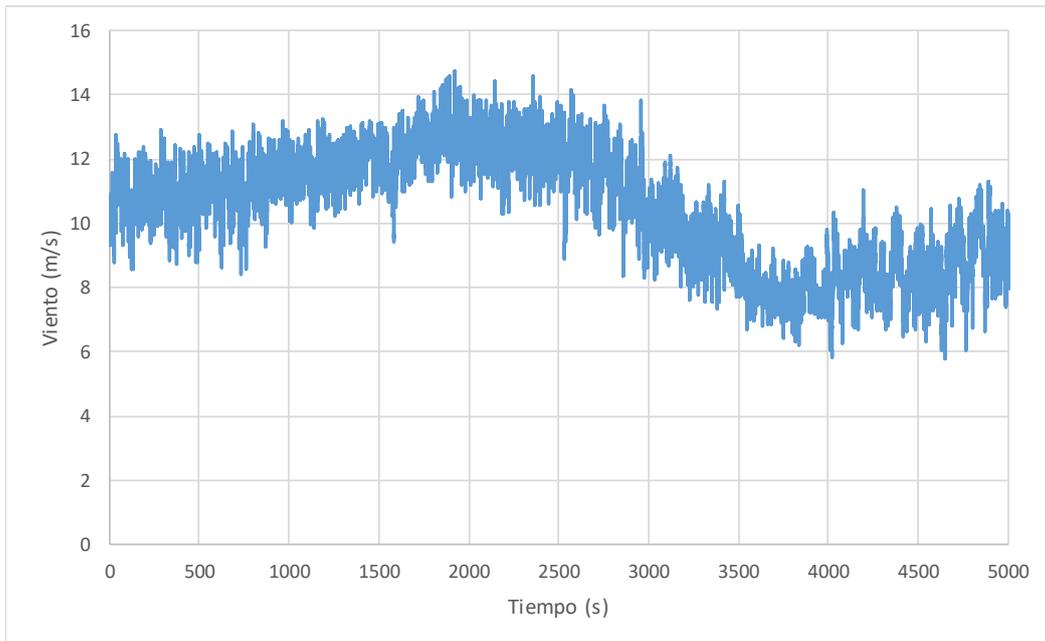


Gráfico 12. Velocidad de viento en el aerogenerador WTG53.

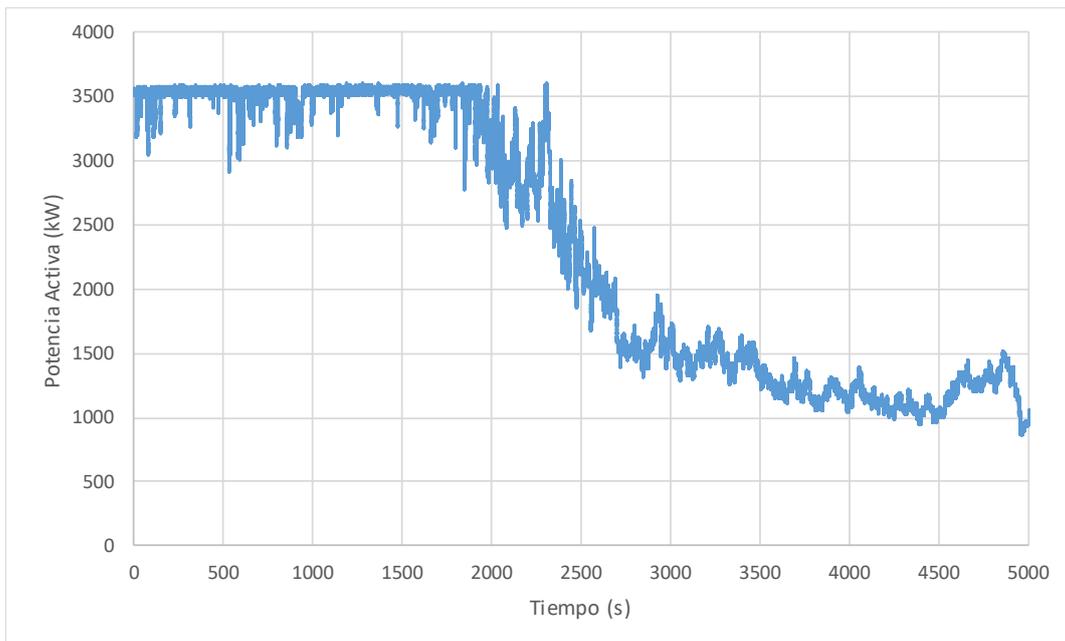


Gráfico 13. Potencia activa en el aerogenerador WTG65.

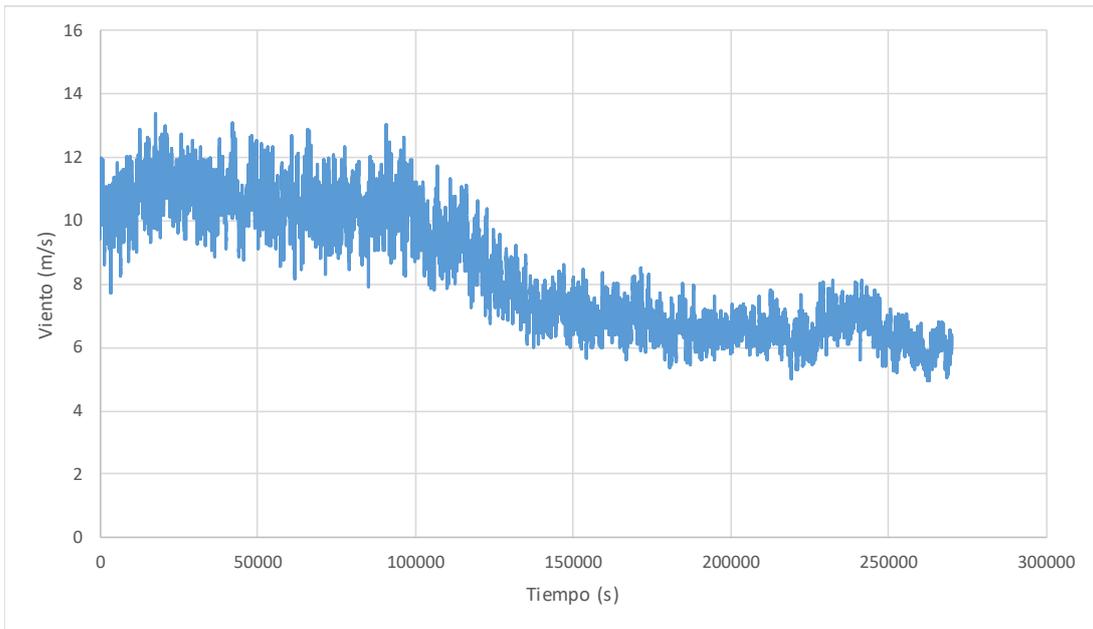


Gráfico 14. Velocidad de viento en el aerogenerador WTG65.

A partir de los registros anteriores de potencia y velocidad para los aerogeneradores más cercano y lejano se confeccionaron las curvas de potencia velocidad y se comparó con la curva teórica del aerogenerador.

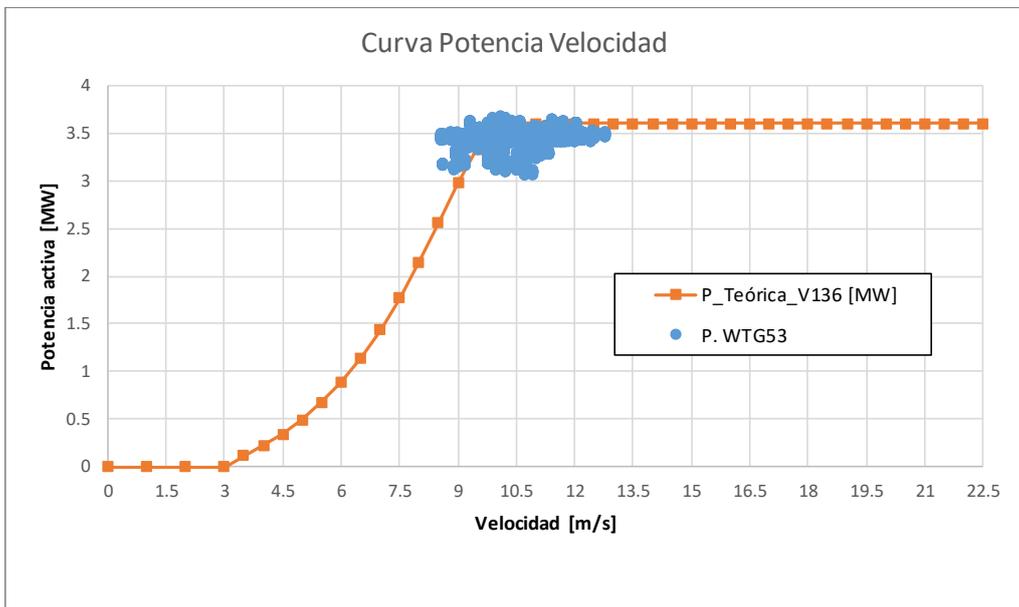


Gráfico 15. Curva potencia velocidad WTG53.

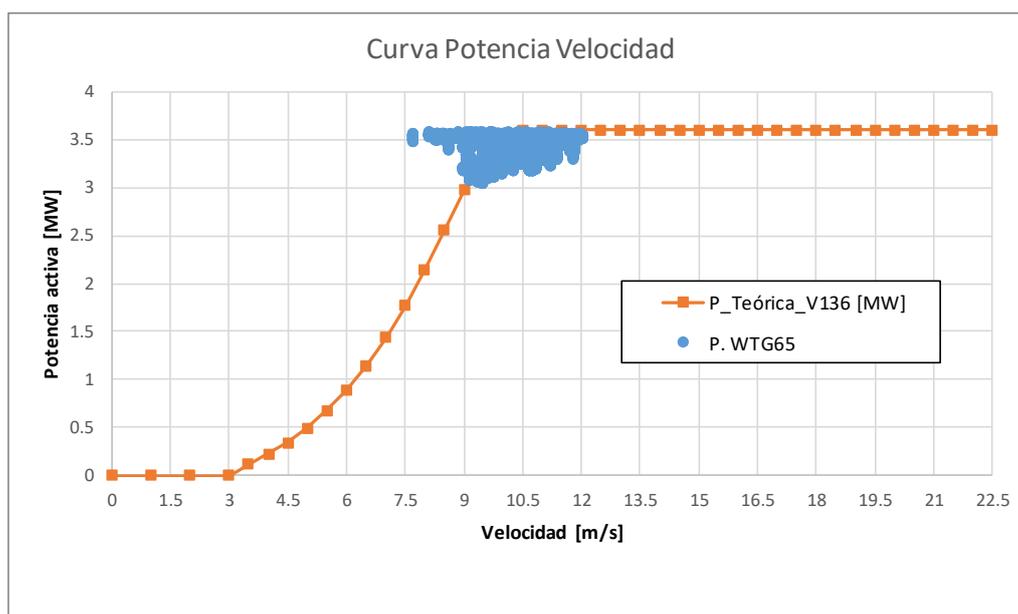


Gráfico 16. Curva potencia velocidad WTG65.

Se observa que para el periodo considerado los aerogeneradores operaron a potencia máxima, sin embargo, dado que al momento de la medición varios aerogeneradores no se encontraban en servicio, no se logra alcanzar la potencia máxima del parque. Por lo tanto, la potencia neta para la condición de máxima generación surge del máximo obtenido en las simulaciones.

$$P_{\text{neta}} = 135.507 \text{ MW}$$

Así mismo la potencia bruta máxima será la potencia máxima asegurada en bornes de aerogenerador. Como el PE Malleco Norte posee tanto aerogeneradores de 3.45 MW y de 3.6 MW, luego la potencia bruta máxima se calcula como:

$$P_{\text{bruta}} = 17 \times 3.45 \text{ MW} + 22 \times 3.6 \text{ MW} = 137.85 \text{ MW}$$

3.2. Pérdidas y consumos propios

Las componentes que generan pérdidas respecto a la potencia bruta generada en el parque se pueden enumerar a continuación:

- Red de media tensión (7 circuitos colectores en 33 kV + transformadores de bloque de los aerogeneradores).
- Transformador de potencia de la subestación.
- Servicios auxiliares (aerogeneradores + subestación).

Para poder calcular las pérdidas de los elementos anteriores se procede a considerar una simulación estática (flujo de potencia) en el software PowerFactory, tomando el modelo empleado en el estudio de validación [1].

3.2.1. Cálculo de pérdidas asociadas al transformador de potencia 220/33 kV de la subestación

Considerando la simulación de flujo de potencia mencionada en 3.2 se pueden determinar las pérdidas de potencia asociadas al transformador elevador de la subestación Agua Buena, como la diferencia entre la potencia que recibe la barra colectora de 33 kV y la potencia en el lado de 220 kV del transformador.

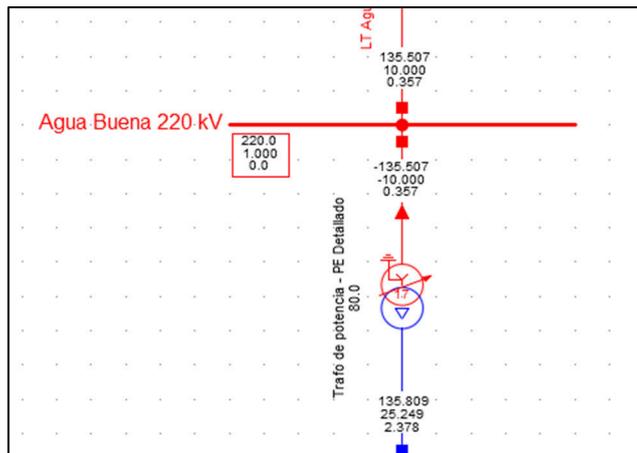


Gráfico 17. Cálculo de flujo de potencia en el transformador de potencia de la SE Agua Buena.

$$Ptrafo = 135.809 - 135.507 = 302 \text{ kW}$$

Los datos de placa y el modelo Powerfactory del transformador se muestran a continuación:

A.T.		B.T.		A.T.		B.T.		A.T.		B.T.	
ONAF	ONAN	ONAF	ONAN	ONAF	ONAN	ONAF	ONAN	ONAF	ONAN	ONAF	ONAN
170	110	170	110	220,00	33,00	446,1	286,7	2574,2	1924,5		
Relación		Impedancia de secuencia directa Ohmio / Fase		Pérdidas en vacío W		Pérdidas en carga W		Corriente de cortocircuito max. kA		Duración del cortocircuito min. s	
A.T. / B.T. / ONAF 220 / 33 kV / 170MVA		15,7 / 14,2 / 13,1		60,3 / 40,3 / 26,3		389 990 / 383 671 / 354 986		63 944		4,06 / 22,8 / 3	
Transformador de Intensidad		1N / 2V		CE 104 / CE 151		Relación de Transformación A		300-800/1A / 3000 / 2A		Potencia asignada VA	
										15 / 15	
										Clase de Precisión	
										5P20 ext.120% / 3 ext.120%	
Atención: Cortocircuitar los transformadores de intensidad cuando no estén en uso.											
Regulador en carga		No.		208 2399		PEI		99,831 %		KIEP 57,9 %	
Tipo		M III 600 Y - 245D-18 35 3G		Consumo transformador ONAN		1,5		kW		Resistencias de conmutación cada fase / Ohmios	
						2,8		Pot		0,9 kW	
Presión acústica ONAN		72,9 dB(A) / 1m		Consumo del equipo de refrigeración ONAF		6,56		kW		Presión acústica ONAF	
		79,7 dB(A) / 2m									
Cuba, radiadores y depósito de expansión, cambiador de tomas, resistentes al vacío 100 Pa											
Devanado A.T. / Conexión a 10, 10, 10k, 10k		A		Selección de tomas		Preservador		Masa total		kg	
1		242,20		242,20		10, 20, 10, 20, 100, 20		178 500		Masa de transporte sin aceite	
2		262,02		262,02		10, 20, 10, 20, 100, 20		123 500		Masa de desenchufar	
3		262,00		262,00		10, 18, 10, 18, 100, 18		107 500		Masa de la parte activa	
4		282,92		282,92		10, 18, 10, 18, 100, 18		88 950		Masa del aceite	
5		282,42		282,42		10, 15, 10, 15, 100, 15		44 700		Masa conductor	
6		344,32		344,32		10, 18, 10, 18, 100, 18		23 150		Circuito magnético	
7		242,00		242,00		10, 18, 10, 18, 100, 18		95 797		Naturaleza Conductor	
8		238,80		238,80		10, 14, 10, 14, 100, 14		cobre		Naturaleza Material Núcleo	
9		237,90		237,90		10, 12, 10, 12, 100, 12		grano orientado		Centro de fabricación	
10		236,42		236,42		10, 15, 10, 15, 100, 15		RECENBURG/ALEMANIA		NO-PCB en el momento del envío	
11		300,30		300,30		10, 15, 10, 15, 100, 15		Elevación media de temperatura en el cobre		K 78	
12		221,30		221,30		10, 15, 10, 15, 100, 15		Elevación de temperatura del punto más caliente de los arrollamientos		K 65	
13		238,80		238,80		10, 15, 10, 15, 100, 15		Elevación de temperatura aceite superior		K 90	
14		224,42		224,42		10, 7, 10, 7, 100, 7					
15		222,30		222,30		10, 9, 10, 9, 100, 9					
17A		220,00		220,00		10, 9, 10, 9, 100, 9					
17B		286,7		286,7		10, 9, 10, 9, 100, 9					
18		217,80		217,80		10, 20, 10, 20, 100, 20					
19		210,40		210,40		10, 15, 10, 15, 100, 15					
20		212,40		212,40		10, 16, 10, 16, 100, 16					
21		211,20		211,20		10, 17, 10, 17, 100, 17					
22		209,80		209,80		10, 16, 10, 16, 100, 16					
23		208,00		208,00		10, 15, 10, 15, 100, 15					
24		204,90		204,90		10, 14, 10, 14, 100, 14					
25		202,40		202,40		10, 13, 10, 13, 100, 13					
26		200,20		200,20		10, 12, 10, 12, 100, 12					
27		198,00		198,00		10, 11, 10, 11, 100, 11					
28		195,80		195,80		10, 10, 10, 10, 100, 10					
29		193,60		193,60		10, 9, 10, 9, 100, 9					
30		191,40		191,40		10, 8, 10, 8, 100, 8					
31		189,20		189,20		10, 7, 10, 7, 100, 7					
32		187,00		187,00		10, 6, 10, 6, 100, 6					
33		184,80		184,80		10, 5, 10, 5, 100, 5					

Gráfico 18. Placa característica del transformador de potencia de la SE Agua Buena.

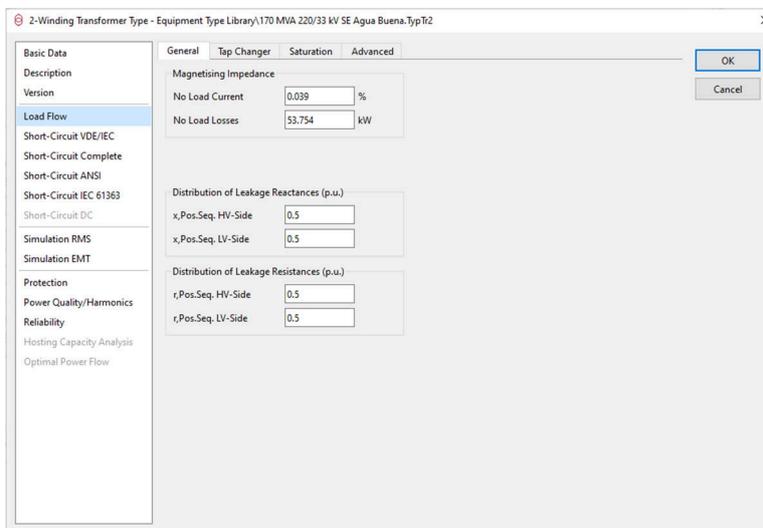
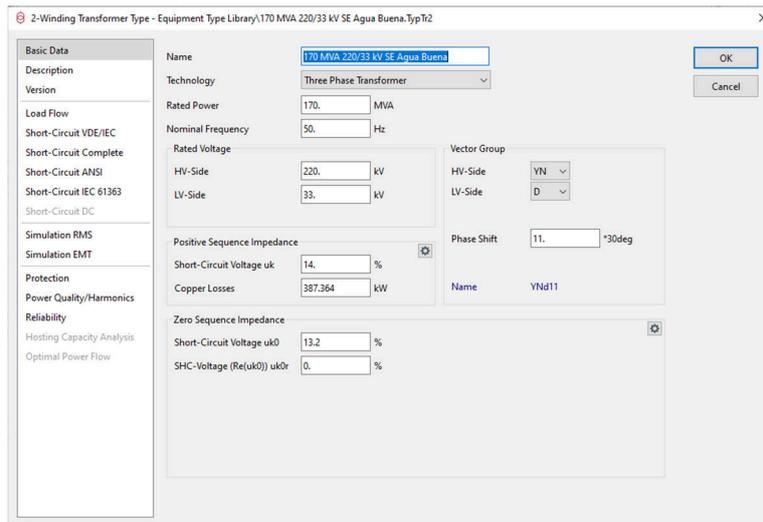


Gráfico 19. Modelo PowerFactory del transformador de potencia de la SE Agua Buena.

3.2.2. Potencia inyectada en la barra de MT

La potencia inyectada en la red de MT (P2) se determinó mediante flujo de potencia, considerando en la barra de AT la potencia neta medida durante la prueba. En el gráfico siguiente se muestra el resultado obtenido:

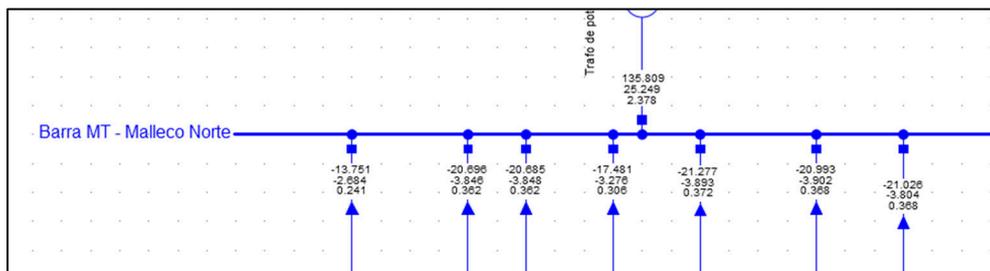


Gráfico 20. Potencia inyectada en la barra de MT.

De lo anterior la potencia P2 se calculó como la suma de las potencias de cada circuito colector:

$$P2 = 13.751 + 20.696 + 20.685 + 17.481 + 21.277 + 20.993 + 21.026 = 135.909 \text{ MW}$$

3.2.3. Consumo de servicios auxiliares

El consumo de servicios auxiliares (SSAA) de cada aerogenerador está especificado en el documento del fabricante VESTAS “General Description 3MW Platform”. En la tabla a continuación se muestran los consumos de SSAA asociadas a los aerogeneradores del PE.

Tabla 7. Consumos servicios auxiliares aerogeneradores.

ELEMENTO	Consumo kW
Consumo motor hidráulico	30
Motor de ajuste	18
Calefacción de agua	10
Bombas de agua	6.2
Calefacción de aceite	7.9
Bombeo de lubricantes	10
Sistema de control	3
Perdidas en vacío transformador	6
Total	91.1
Total (39 Aerogeneradores)	3,552.9

Estas pérdidas son las máximas, sin considerar factores de simultaneidad y consumos asociados a calefacción que en estado de carga no estarían presentes.

Para determinar el consumo real a potencia máxima se realizó un cálculo de flujo de potencia donde se consideró el parque inyectando su potencia neta máxima en barras de AT de la SE Agua Buena. Para esta condición de potencia neta máxima los aerogeneradores quedan despachados como se muestra:

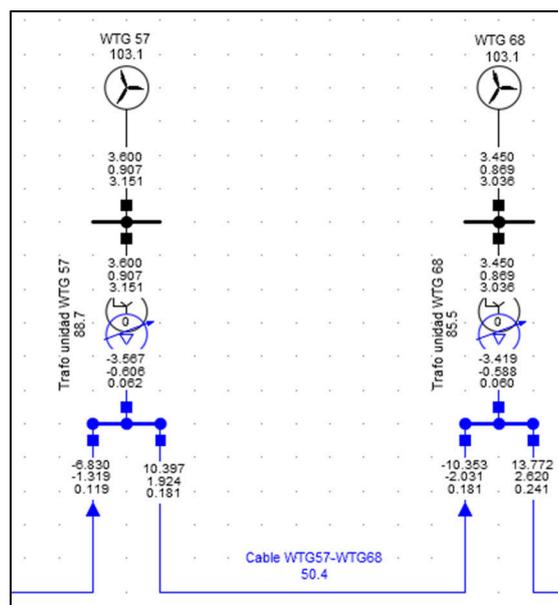


Gráfico 21. Despacho de generadores para potencia neta.

Esta potencia resulta luego descontar el consumo de servicios auxiliares de cada aerogenerador. Por lo tanto, la diferencia con la potencia bruta generada en la prueba resulta en el consumo de servicios auxiliares para esta condición operativa.

De lo anterior se determina el consumo total de servicios auxiliares como:

$$SS.AA\ aero = 17 \times (3.45 - 3.419) + 22 \times (3.6 - 3.567) = 1253\ kW$$

Con un consumo promedio de 43 kW por aerogenerador.

El consumo de servicios auxiliares de la SE Agua Buena fue informado en **100 kW**. De lo anterior, el consumo total de servicios auxiliares se calcula como:

$$SSAA = SSAA_{SE} + SSAA_{ae} = 1253\ kW + 100\ kW = 1353\ kW$$

3.2.4. Cálculo de pérdidas en el sistema colector

Las pérdidas totales del sistema colector (pérdidas en los cables de MT + pérdidas en los transformadores de bloque) se determinaron de acuerdo con la siguiente expresión:

$$P_{colector} = P_{bruta} - P_{neta} - SS.AA - P_{trafo}$$

$$P_{colector} = 137.85\ MW - 135.507\ MW - 1.353\ MW - 0.302\ MW = 688\ kW$$

4. CONCLUSIONES

En relación con los ensayos realizados en campo y descritos en el presente informe, se concluye que el resultado de las pruebas realizadas fue satisfactorio, obteniéndose los parámetros indicados en la Tabla 8 :

Tabla 8. Parámetros de potencia máxima obtenidos.

Parámetro	Valor [MW]
Potencia máxima neta	135.507
Potencia máxima bruta	137.85
Pérdidas estimadas en el transformador de la SE Agua Buena	0.302
Pérdidas totales estimadas del circuito colector	688
Consumo de SSAA	1353

5. REFERENCIAS

- [1] A 0609 - WPD - PE Malleco Norte - Informe de Homologación de Modelos Dinámicos
- [2] Power Plant Controller Functional Design Specification
- [3] General Description 3MW Platform
- [4] ANEXO TÉCNICO de la NTSyCS "Pruebas de potencia máxima en Unidades Generadoras"