INFORME TÉCNICO

PARQUE EÓLICO LOS CURUROS

POTENCIA MÁXIMA DE UNIDADES GENERADORAS

PROYECTO: EE-2018-005
DOCUMENTO: EE-2018-IT-037-E

FECHA	DETALLE	VERSIÓN	EJECUTÓ	REVISÓ
24/082018	Emitido para revisión interna	A	SBA	SLN
24/08/2018	Responde a observaciones del Coordinador	B	SBA	SLN
09/11/2018	Complementa según solicitud del Coordinador	C	SBA	SLN
18/12/2018	Responde observaciones del CEN (CEN-GO-DCO-PMAX-EÓLICA LOS CURUROS)	D	SBA	SLN
09/09/2019	Responde observaciones del CEN (CEN-GO-DCO-PMAX- Los Cururos-V2)	E	SBA	SLN

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 3
2. OBJETIVOS Y ALCANCES 4
3. ANTECEDENTES TÉCNICOS 5
   3.1. Documentos técnicos Parque Eólico Los Cururos 5
   3.2. Especificaciones técnicas de unidades generadoras 5
   3.3. Consumo propio de la turbina eólica 6
   3.4. Antecedentes nacionales similares 6
4. REGISTROS DE POTENCIA INYECTADA Y VELOCIDAD DEL VIENTO 7
5. DETERMINACIÓN DEL VALORES DE POTENCIA MÁXIMA 11
6. CONTROL DE POTENCIA REACTIVA 15
7. POTENCIA ACTIVA EN LOS DISTINTOS PUNTOS DEL PARQUE 16
   7.1. Potencia activa inyectada por el parque en la barra de alta tensión (AT) del parque eólico 16
   7.2. Potencia activa inyectada en la barra de media tensión (MT) del parque eólico 16
   7.3. Pérdidas activas en el transformador de poder de la central 16
   7.4. Pérdidas activas en el sistema colector del parque eólico 17
   7.5. Consumos propios 18
   7.6. Puntos de medición y registro 18
8. CONCLUSIONES 19
9. REFERENCIAS 20

ANEXOS

ANEXO A: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS AEROGENERADORES

ANEXO B: REGISTROS DE VELOCIDAD DEL VIENTO Y POTENCIA UNIDADES A01 Y C01

ANEXO C: PÉRDIDAS EN LA RED COLECTORA Y EN EL TRANSFORAMDOR ELEVADOR

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1: Registros de potencia inyectada y velocidad de la unidad A01, octubre 2017 7
Figura 4.2: Registros de potencia inyectada y velocidad de la unidad A01, noviembre 2017 8
Figura 4.3: Registros de potencia inyectada y velocidad de la unidad A01, diciembre 2017 8
Figura 4.4: Registros de potencia inyectada y velocidad de la unidad C01, octubre 2017 9
Figura 4.5: Registros de potencia inyectada y velocidad de la unidad C01, noviembre 2017 9
Figura 4.6: Registros de potencia inyectada y velocidad de la unidad C01, diciembre 2017 10
Figura 5.1: “Curva S” de inyección de potencia de unidades WTG A01 y C01 13
Figura 5.2: Setpoint de potencia en las turbinas Vestas V100-2,0 MW 14
Figura 7.1: Pérdidas en el transformador de 120 MVA 220/kV Parque Eólico Los Cururos 16
Figura 7.2: Corrientes por fase en el lado BT del transformador de SS.AA. 18

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1: Especificaciones técnicas unidades generadoras 5
Tabla 3.2: Consumo propio de la turbina eólica 6
Tabla 3.3: Parámetros eléctricos turbina PE Los Buenos Aires 6
Tabla 5.1: Certificado de fábrica de las turbinas Vestas V100-2.0 MW del Parque Eólico Los Cururos ... 11
Tabla 5.2: Potencia generable por las turbinas Vestas V100-2.0 MW del Parque Eólico Los Cururos 12
Tabla 7.1: Datos de entrada Parque Eólico La Cebada y Parque Eólico El Pacífico 17
Tabla 7.2: Pérdidas en circuitos del Parque Eólico La Cebada 17
Tabla 7.3: Pérdidas en circuitos del Parque Eólico El Pacífico 17

1. INTRODUCCIÓN

El Parque Eólico Los Cururos está ubicado en la Región de Coquimbo, Provincia de Limarí, comuna de Ovalle; está conformado por 57 aerogeneradores marca Vestas, modelo V100 de 1.8/2.0 MW, con una potencia instalada de 109, 6 MW y nace de la unión del Parque Eólico La Cebada, compuesto de 21 aerogeneradores V100 de 1.8/2.0 MW con una potencia instalada de 41.4 MW y del Parque Eólico El Pacífico, compuesto de 36 aerogeneradores marca Vestas, modelo V100 de 1.8/2.0 MW con una potencia instalada de 68.2 MW.

Los aerogeneradores del Parque Eólico Los Cururos se conectan a la red interna del parque de 33 kV a través de transformadores de 0.69/33 kV instalados en cada aerogenerador. La red interna del parque está compuesto por 8 circuitos colectores en 33 kV, los cuales se conectan en la barra de 33 kV de S/E La Cebada, evacuando finalmente su energía hacia el SEN a través de un transformador elevador de 33/220 kV de 90/120 MVA instalado en la misma subestación.

Conforme al requerimiento del Coordinador Eléctrico Nacional y a solicitud de la empresa EPM, Reliable Energy Studies ha elaborado el presente Informe Técnico de **Información de Potencia Máxima de sus Unidades Generadora.**

Al respecto, el Anexo Técnico: Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras, de la NTSyCS, se señala lo siguiente:

Artículo 39 Potencia Máxima en unidades generadoras cuya fuente es renovable no convencional sin capacidad de regulación

Para las unidades generadoras que no tengan capacidad de regulación, y que por lo tanto no sea aplicable lo establecido en el Artículo 16 del presente Anexo, el valor de Potencia Máxima deberá ser obtenido en función de registros de operación y mediciones de los recursos naturales que inciden en la operación de estas tecnologías.

En el caso de centrales de energía renovable que no tengan capacidad de regulación, la empresa generadora deberá entregar un informe técnico emitido por un experto técnico, cuya revisión y plazos para aprobar el valor informado, se regirá por lo establecido en el presente Anexo.

Cualquiera sea el caso, el informe, deberá especificar las metodologías, cálculos utilizados y todos antecedentes y aspectos técnicos que fueron utilizados para la obtención del valor de Potencia Máxima informado.

Las empresas generadoras podrán actualizar el valor de Potencia Máxima de las centrales sin capacidad de regulación, una vez al año, a efectos de reconocer los cambios que puedan producirse en el recurso natural conforme a registros históricos. Asimismo, deberán actualizar el valor de Potencia Máxima cada vez que la DO identifique la necesidad de revisar el valor informado.

La potencia máxima considerada al comienzo de la entrada en operación, corresponderá a la informada por la propia empresa generadora, en función de mediciones estadísticas de los recursos naturales que inciden en la capacidad para generar energía eléctrica y en las características de diseño de estas centrales.

2. OBJETIVOS Y ALCANCES

El objetivo del presente informe técnico es establecer e informar los valores de potencia máxima de las unidades generadoras del Parque Eólico Los Cururos, de acuerdo a las directrices de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, establecidas en sus Anexo Técnico *"Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras"*.

3. ANTECEDENTES TÉCNICOS

3.1. Documentos técnicos Parque Eólico Los Cururos

Para la realización del presente estudio, se considera los siguientes documentos técnicos del Parque Eólico Los Cururos:

- Documento de especificaciones técnicas de turbinas Vestas: *General Specification V100-1.8/2.0 MW 50 Hz VCS*, N°0004-0153 V18.
- Documento con pruebas de fábrica de las turbinas Vestas V100: *Determination of electrical characteristics of power unit. Test report.*
- Registros de velocidad y dirección del viento de los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2017 en las turbinas A01 y C01.
- Registros de inyección de potencia de los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2017 en las turbinas A01 y C01.
- Registros de inyección de potencia activa y consumo de la totalidad del Parque los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2017.
- Setpoint de potencia de las 57 unidades del Parque Eólico Los Cururos. En específico los de las turbinas A01 y C01 en los valores 1,95 y 1,85 MW.
- Cálculo de pérdidas en sistema colector del Parque Eólico La Cebada: *MV_Cables_Pacífico_v2_07-05-2013*.
- Cálculo de pérdidas en sistema colector del Parque Eólico El Pacífico: *MV_Cables_Cebada_v2_07-05-2013.*
- Documento técnico del transformador de poder del Parque Eólico Los Cururos: *Overload Capability Calculation for Transformer.*

3.2. Especificaciones técnicas de unidades generadoras

Las especificaciones técnicas de las unidades generadoras del Parque Eólico Los Cururos son las siguientes:

Tabla 3.1: Especificaciones técnicas unidades generadoras

Generator	
Type Description	Asynchronous with wound rotor, slip rings and VCS
Rated Power (PN)	1.8 MW-2.0 MW
Rated Apparent Power	2.0 MVA (Cosφ = 0.9)
Frequency	50 Hz
Voltage, Generator	690 Vac
Voltage, Converter	480 Vac
Number of Poles	4
Winding Type (Stator/Rotor)	Random/form
Winding Connection, Stator	Star/delta
Rated Efficiency (Generator Only)	> 97%
Power Factor (cos) 1.8 MW	0.90 ind–0.95 cap
Power Factor (cos) 2.0 MW	0.96 ind–0.98 cap
Overspeed Limit According to IEC (2 minute)	2900 rpm
Vibration Level	≤ 1.8 mm/s
Weight	Approximately 7500 kg
Generator Bearing – Temperature	Two PT100 sensors
Generator Stator Windings – Temperature	Three PT100 sensors placed at hot spots and three as backup

3.3. Consumo propio de la turbina eólica

El consumo de energía eléctrica de la turbina eólica corresponde al consumo cuando ésta no está generando (el generador no está conectado a la red).

Los siguientes componentes tienen mayor influencia en el consumo de energía de la turbina:

Tabla 3.2: Consumo propio de la turbina eólica

Own Consumption	
Hydraulic Motor	20 kW
Yaw Motors 6 x 1.75 kW	10.5 kW
Oil Heating 3 x 0.76 kW	2.3 kW
Air Heaters 2 x 6 kW (Standard) 3 x 6 kW (Low Temperature)	12 kW (standard) 18 kW (low temperature)
Oil Pump for Gearbox Lubrication	3.5 kW
Average of Measured No-Load Loss of the HV Transformer	4.0 kW

3.4. Antecedentes nacionales similares

Se considera el Parque Eólico Los Buenos Aires como un antecedente nacional de similares características al Parque Eólico Los Cururos. El Parque Eólico Los Buenos Aires está conformado por 12 aerogeneradores Vestas modelo V110 de potencia nominal 2 [MW] y tiene una potencia total instalada de 24 [MW].

Tabla 3.3: Parámetros eléctricos turbina PE Los Buenos Aires

Wind turbine general data

Wind turbine type designation	V110-2.0MW Mk.10 50Hz
Wind turbine manufacturer	Vestas Wind System

Table 1 Test turbine

Wind turbine type (horizontal/vertical axis)	Horizontal
Number of blades	3
Rotor diameter (m)	110 m
Hub height (m)	--
Blade control (pitch/stall)	Pitch
Speed control (fixed/two-speed/variable)	Variable
Generator type and rating(s) (kW)	Double fed asynchronous with wound rotor, slip rings and VCS. 2000 kW
Frequency converter type and rating (kVA)	Back to back, 214 kW
Transformer ratio and rating (kVA)	$10.5^{1}/0.69$ kV; 2.1 MVA
Identification of wind turbine terminals	High voltage side of transformer

Los parámetros de partida y detención informados para el Parque Eólico Los Buenos Aires son los siguientes [3]:

Potencia máxima : 2,00 [MW]

Potencia mínima : 0,00 [MW]

4. REGISTROS DE POTENCIA INYECTADA Y VELOCIDAD DEL VIENTO

A continuación, se presentan los valores registrados de potencia inyectada y velocidad del viento para las unidades A01 y C01 durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2017. **Cabe destacar que la turbina A01 corresponde al ID 1559, nombre "Pacifico 1", y que la turbina C01 se relaciona con la ID 1538, nombre "La Cebada 1", ambos ID/nombre corresponden a los estipulados en la plataforma de información técnica del CEN.**

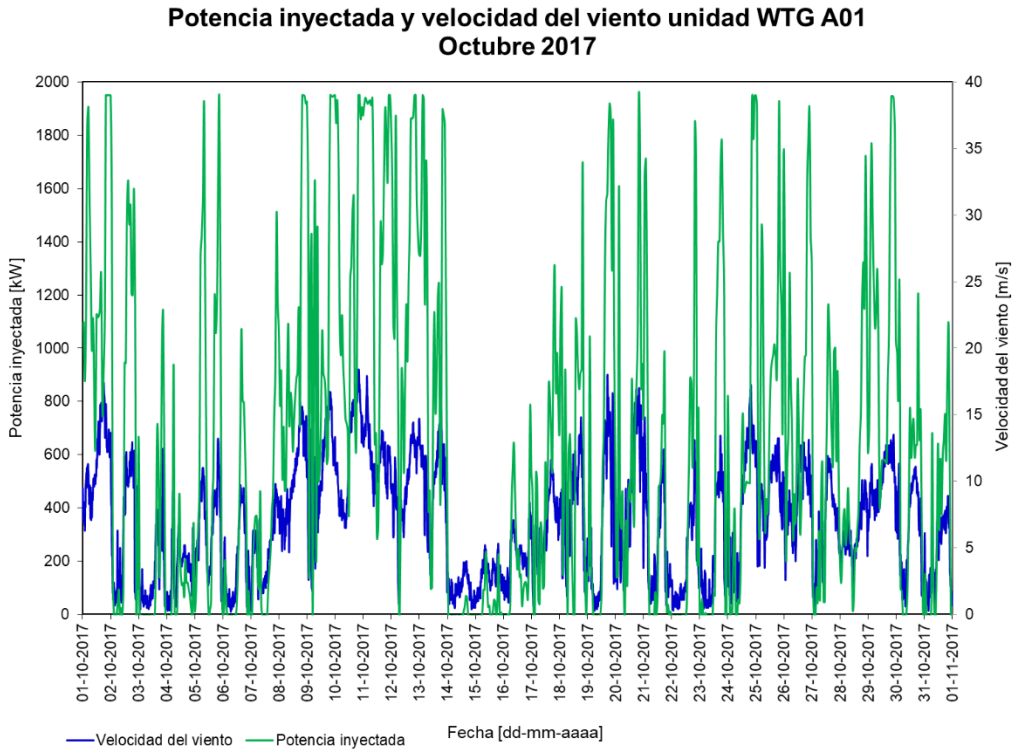


Figura 4.1: Registros de potencia inyectada y velocidad de la unidad A01, octubre 2017

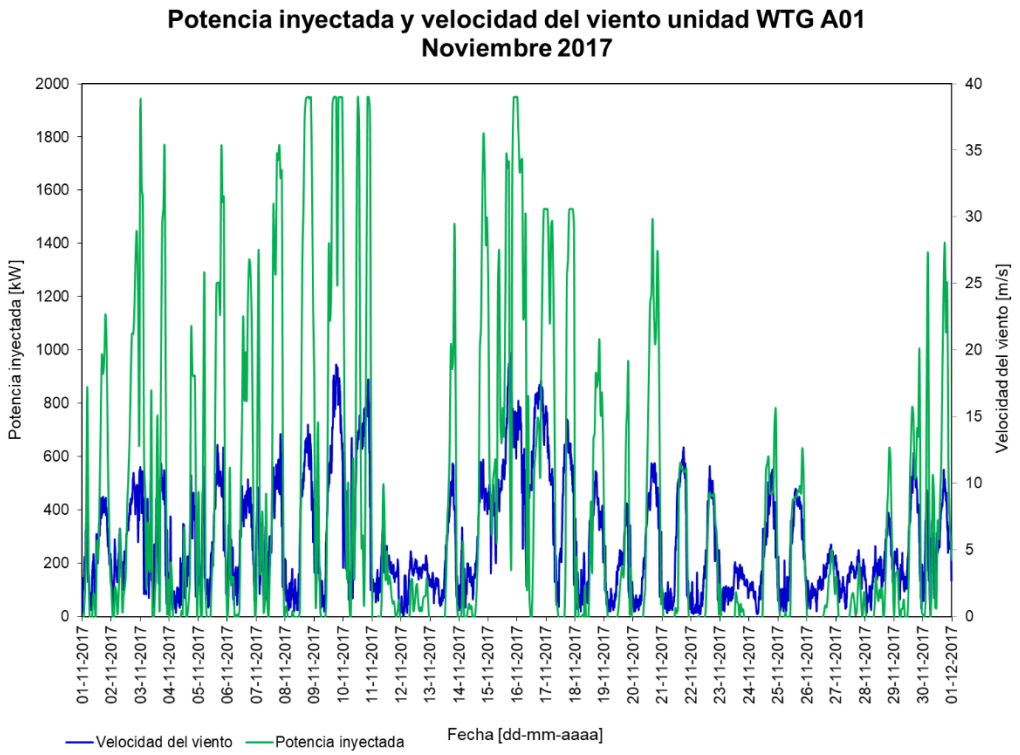


Figura 4.2: Registros de potencia inyectada y velocidad de la unidad A01, noviembre 2017

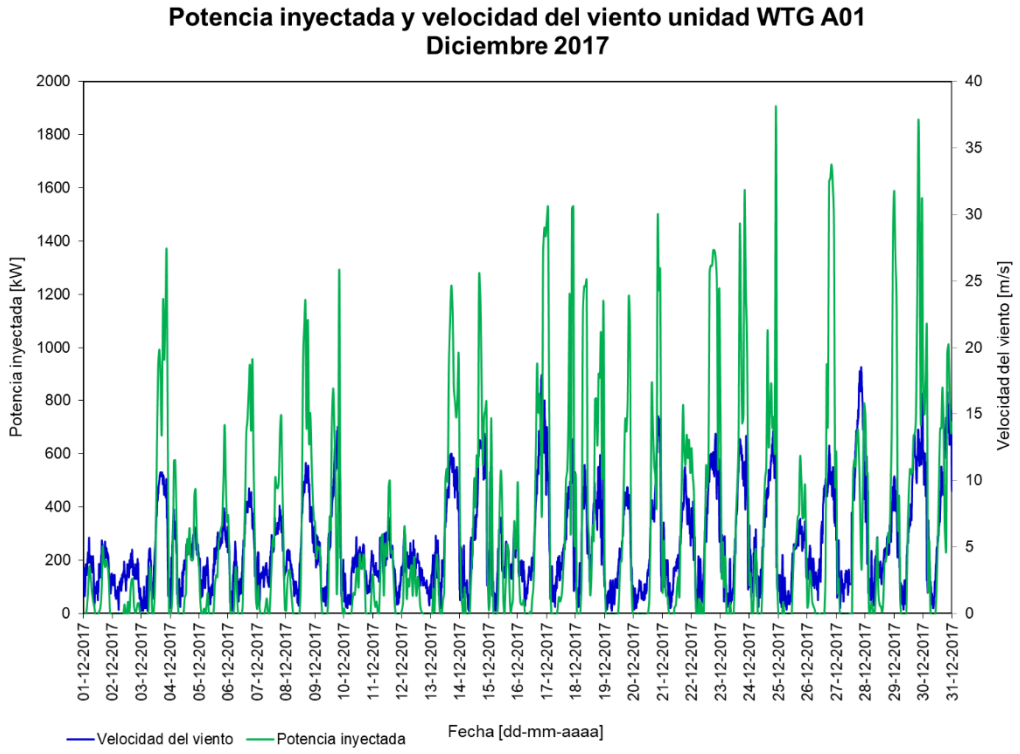


Figura 4.3: Registros de potencia inyectada y velocidad de la unidad A01, diciembre 2017

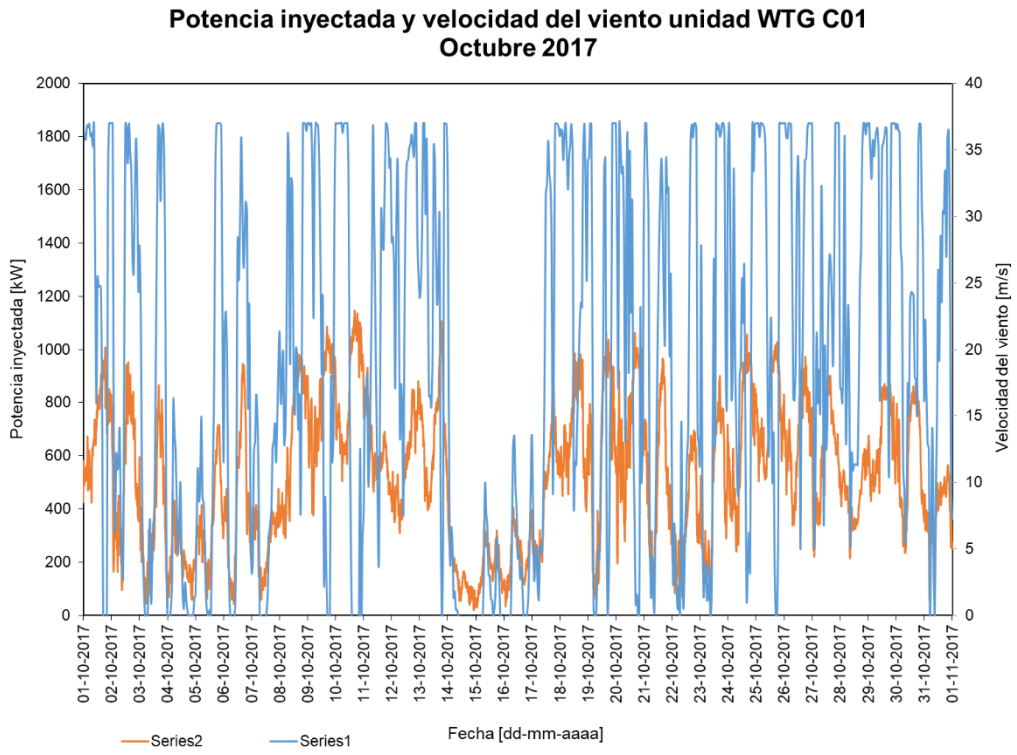


Figura 4.4: Registros de potencia inyectada y velocidad de la unidad C01, octubre 2017

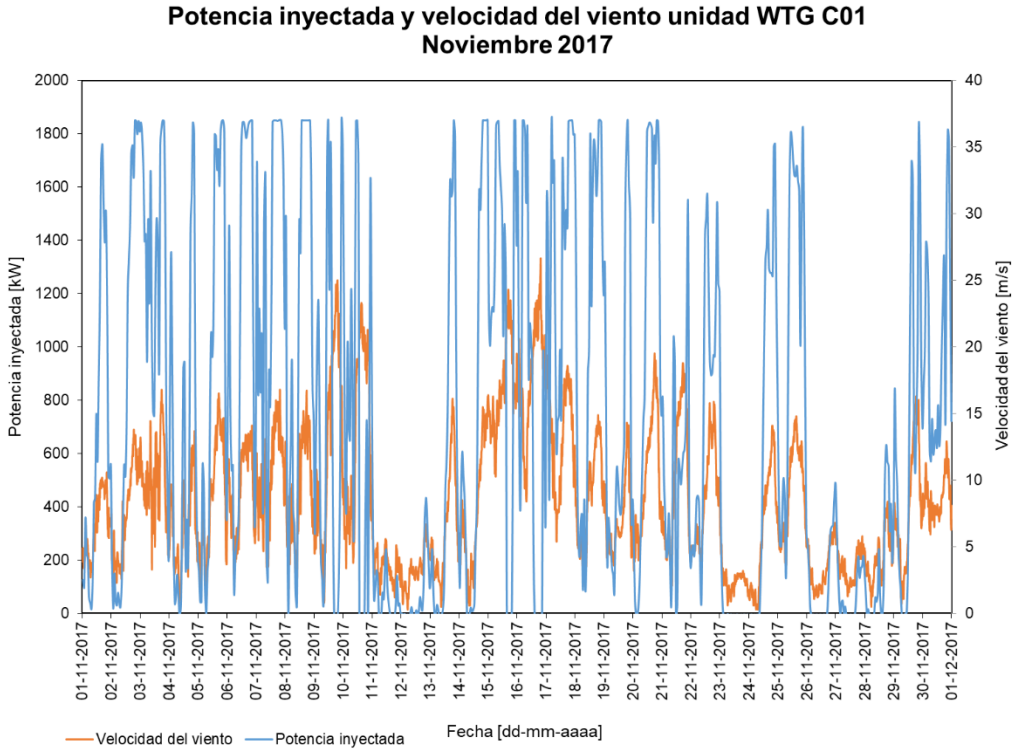


Figura 4.5: Registros de potencia inyectada y velocidad de la unidad C01, noviembre 2017

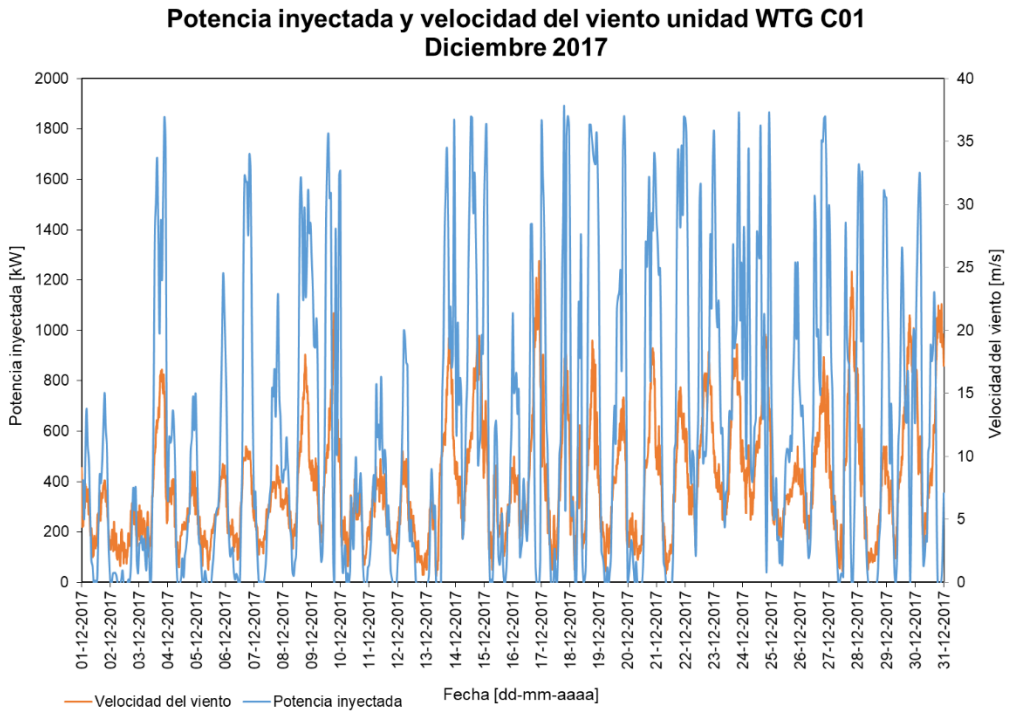


Figura 4.6: Registros de potencia inyectada y velocidad de la unidad C01, diciembre 2017

5. DETERMINACIÓN DEL VALORES DE POTENCIA MÁXIMA

De los registros de generación y velocidad del viento de los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2017 es posible concluir que las unidades del Parque Eólico Los Cururos posee una **potencia máxima de 2.000 kW (2,00 MW)**. Dicho valor de potencia fuer registrado como valor promedio horario en el 1% de las horas para la unidad A01 y en el 5% del tiempo para la unidad C01, situación acontecida en momentos en que las condiciones de viento se encontraron por sobre los 15 m/s, pero nunca superiores a los 20 m/s, viento de "cut-out". Esta situación es respaldad con la información de la fabricante expuesta en las Tabla 5.1 y Tabla 5.2, extractos de los indicado en el ANEXO A.

Tabla 5.1: Certificado de fábrica de las turbinas Vestas V100-2.0 MW del Parque Eólico Los Cururos

Manufacturer's certificate on specific data of the type of installation: V100-2.0 MW (Original 1.8 MW setting is upraised to 2.0MW for Loads and Power performance)

1. General	
manufacturer	Vestas
type name	V100-1.8MW/2.0MW-VCS
type (horizontal / vertical)	Horizontal
rated power	2000kW (upraised from 1800 kW)
power control	OptiSpeed
hub height above foundation	106.35m
hub height above ground	106.35m
rated wind speed	13.2 m/s
cut-in and cut-out wind speed	3 m/s and 20m/s
survival wind speed	44.1 m/s
calculated safe life	20 Jahre/years
contribution to short circuit current	
Special setting for rated power	Turbine power configuration changed from 1.8MW to 2.0MW for loads and power curve reporting
2. Rotor	
diameter	100 m
swept area	7854 m^2
number of blades	3
kind of hub	Star
relative position to tower (luv/lee)	
rated speed	14.9 RPM
design tip speed ratio	8.7
rotor blade pitch setting	OptiTip Mode 0
cone angle (hub cone)	2 °
tilt angle	6 °
Distance between rotor flange centre -	4.481
3. Rotor blade	
manufacturer	Vestas
type	Vestas 49.3 m PP
blade section inside	RISØ P + FFA –W3
blade section outside	RISØ P + FFA –W3
Material	Fibre glass reinforced epoxy and carbon fibres
length	49.3 m
chord length (max/root)	3890/1880
additional components (e.g. stall strips, vortex generators, trip strips)	Vortex Generators
Extender length	none
4. Gear	
manufacturer	Winergy
type	4828500-0020-2
design	1 planetary stage + 2 helical stages
gear ratio	1:113.1
5. Generator	
manufacturer	VND
type	623476 Typ:DVSG 500/4M SP
numbers	1
Design	4-pole, random/form winding star/delta
rated power(s)	1820 kW
rated apparent power	kVA (cosφ = 1)
rated speed(s) / speed range	1000 – 1680 rpm (delta speed = 1250 RPM)
Voltage	690V(Generator)/480(Converter)
frequency	50 Hz
rated slip / speed	1680rpm (12% slip on rated speed of 1500 RPM)
6. Tower	
manufacturer	Vestas

Tabla 5.2: Potencia generable por las turbinas Vestas V100-2.0 MW del Parque Eólico Los Cururos

12.4 V100-2.0 MW Power Mode

12.4.1 Power Curve, Noise Mode 0

V100-2.0 MW, Power Mode 0, Power Curves														
	Air density kg/m^3													
Wind Speed [m/s]	1.225	0.95	0.975	1.0	1.025	1.05	1.075	1.1	1.125	1.15	1.175	1.2	1.25	1.275
3	13	9	9	10	10	10	11	11	12	12	12	13	14	14
3.5	51	34	35	37	39	40	42	43	45	46	48	50	53	54
4	107	78	80	83	86	89	91	94	97	99	102	105	110	113
4.5	175	131	135	139	143	147	151	155	159	163	167	171	179	183
5	253	193	198	204	209	215	220	226	231	237	242	248	259	264
5.5	346	265	272	279	287	294	302	309	316	324	331	338	353	360
6	454	349	359	368	378	387	397	406	416	425	435	444	463	472
6.5	584	447	459	472	484	497	509	522	534	547	559	571	596	609
7	738	567	582	598	613	629	645	660	676	691	707	722	753	768
7.5	912	703	722	741	760	779	798	817	836	855	874	893	931	950
8	1109	858	881	904	927	950	972	995	1018	1041	1063	1086	1131	1154
8.5	1321	1029	1056	1083	1110	1137	1164	1190	1216	1243	1269	1295	1347	1372
9	1538	1212	1243	1273	1304	1334	1364	1393	1423	1452	1481	1510	1565	1593
9.5	1734	1398	1432	1465	1498	1531	1562	1593	1623	1654	1680	1707	1756	1779
10	1873	1582	1615	1648	1681	1714	1739	1765	1790	1816	1835	1854	1887	1902
10.5	1951	1746	1772	1798	1824	1850	1867	1884	1901	1918	1929	1940	1959	1966
11	1984	1867	1885	1902	1919	1937	1945	1954	1962	1971	1975	1979	1986	1989
11.5	1995	1942	1951	1959	1968	1976	1980	1983	1987	1990	1992	1993	1996	1997
12	2000	1977	1980	1984	1988	1991	1993	1994	1996	1997	1998	1999	2000	2000
12.5	2000	1991	1993	1994	1996	1997	1998	1999	1999	2000	2000	2000	2000	2000
13	2000	1997	1998	1999	1999	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
13.5	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
14	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
14.5	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
15	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
15.5	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
16	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
16.5	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
17	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
17.5	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
18	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
18.5	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
19	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
19.5	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
20	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000

Table 12-10: V100-2.0 MW Power Curve, Noise Mode 0

A continuación, se muestran las “curvas S” (valores ordenados de menor a mayor) de la inyección de potencia activa de las unidades A01 y C01 durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2017.

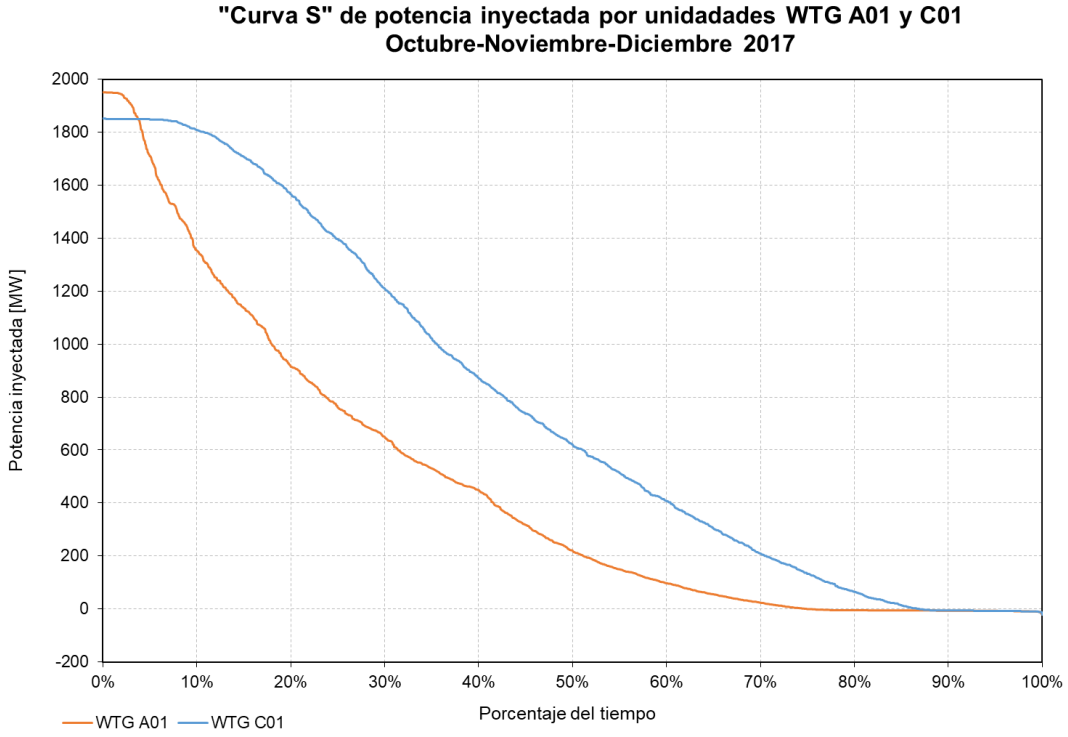
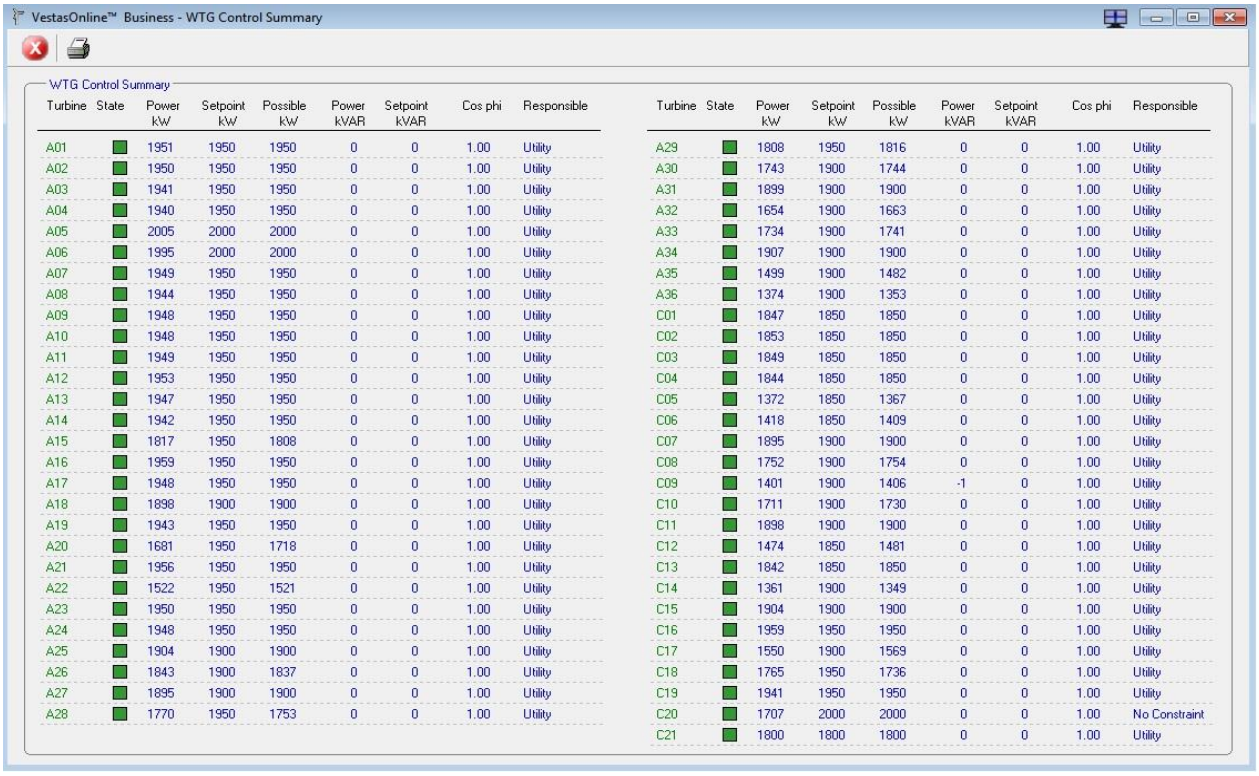


Figura 5.1: “Curva S” de inyección de potencia de unidades WTG A01 y C01

Las turbinas A01 y C01 alcanzan un valor máximo de 1,95 y 1,85 MW según lo exhibido en la Figura 5.1 **en concordancia con sus valores setpoint**, valores que fueron determinados en los estudios “wind and site” preparados por el fabricante para los sitios específicos donde se instalan las turbinas. Ahora bien, la turbina Vestas V100-2,0 MW admite como potencia potencias variables entre 1,8/2,0 MW. En la Figura 5.2 se muestra los ajustes y registros de setpoint del SCADA Vestas con las 57 turbinas del Parque.



Turbine	State	Power kW	Setpoint kW	Possible kW	Power kVAR	Setpoint kVAR	Cos phi	Responsible
A01		1951	1950	1950	0	0	1.00	Utility
A02		1950	1950	1950	0	0	1.00	Utility
A03		1941	1950	1950	0	0	1.00	Utility
A04		1940	1950	1950	0	0	1.00	Utility
A05		2005	2000	2000	0	0	1.00	Utility
A06		1995	2000	2000	0	0	1.00	Utility
A07		1949	1950	1950	0	0	1.00	Utility
A08		1944	1950	1950	0	0	1.00	Utility
A09		1948	1950	1950	0	0	1.00	Utility
A10		1948	1950	1950	0	0	1.00	Utility
A11		1949	1950	1950	0	0	1.00	Utility
A12		1953	1950	1950	0	0	1.00	Utility
A13		1947	1950	1950	0	0	1.00	Utility
A14		1942	1950	1950	0	0	1.00	Utility
A15		1817	1950	1808	0	0	1.00	Utility
A16		1959	1950	1950	0	0	1.00	Utility
A17		1948	1950	1950	0	0	1.00	Utility
A18		1898	1900	1900	0	0	1.00	Utility
A19		1943	1950	1950	0	0	1.00	Utility
A20		1681	1950	1718	0	0	1.00	Utility
A21		1956	1950	1950	0	0	1.00	Utility
A22		1522	1950	1521	0	0	1.00	Utility
A23		1950	1950	1950	0	0	1.00	Utility
A24		1948	1950	1950	0	0	1.00	Utility
A25		1904	1900	1900	0	0	1.00	Utility
A26		1843	1900	1837	0	0	1.00	Utility
A27		1895	1900	1900	0	0	1.00	Utility
A28		1770	1950	1753	0	0	1.00	Utility

Turbine	State	Power kW	Setpoint kW	Possible kW	Power kVAR	Setpoint kVAR	Cos phi	Responsible
A29		1808	1950	1816	0	0	1.00	Utility
A30		1743	1900	1744	0	0	1.00	Utility
A31		1899	1900	1900	0	0	1.00	Utility
A32		1654	1900	1663	0	0	1.00	Utility
A33		1734	1900	1741	0	0	1.00	Utility
A34		1907	1900	1900	0	0	1.00	Utility
A35		1499	1900	1482	0	0	1.00	Utility
A36		1374	1900	1353	0	0	1.00	Utility
C01		1847	1850	1850	0	0	1.00	Utility
C02		1853	1850	1850	0	0	1.00	Utility
C03		1849	1850	1850	0	0	1.00	Utility
C04		1844	1850	1850	0	0	1.00	Utility
C05		1372	1850	1367	0	0	1.00	Utility
C06		1418	1850	1409	0	0	1.00	Utility
C07		1895	1900	1900	0	0	1.00	Utility
C08		1752	1900	1754	0	0	1.00	Utility
C09		1401	1900	1406	-1	0	1.00	Utility
C10		1711	1900	1730	0	0	1.00	Utility
C11		1898	1900	1900	0	0	1.00	Utility
C12		1474	1850	1481	0	0	1.00	Utility
C13		1842	1850	1850	0	0	1.00	Utility
C14		1361	1900	1349	0	0	1.00	Utility
C15		1904	1900	1900	0	0	1.00	Utility
C16		1959	1950	1950	0	0	1.00	Utility
C17		1550	1900	1569	0	0	1.00	Utility
C18		1765	1950	1736	0	0	1.00	Utility
C19		1941	1950	1950	0	0	1.00	Utility
C20		1707	2000	2000	0	0	1.00	No Constraint
C21		1800	1800	1800	0	0	1.00	Utility

Figura 5.2: Setpoint de potencia en las turbinas Vestas V100-2,0 MW

De esta forma se establece que la máxima inyección posible total del Parque es de 109,4 MW.

Por otro lado, y tal como lo muestra Figura 5.2, el Parque Eólico Los Cururos posee un único PCC (power plant controller) y que controla en forma conjunta los aerogeneradores de La Cebada y Pacífico. Se aclara que ambos parques fueron fusionados en el Parque Eólico Los Cururos y que todos los sistemas de control son comunes.

6. CONTROL DE POTENCIA REACTIVA

El control de potencia reactiva de las turbinas del parque tiene una limitación de inyección/absorción establecida por el 0,2 del mínimo factor de potencia. Esta información fue obtenida del documento *"IN2011-015 FGW TG3 PQ report V100 - 1.8. Determination of Electrical Characteristics of Power Generating Unit. Test Report"*, ver ANEXO A.

9.4 Reactive power

9.4.1 Reactive power capability

Data acquired: 33 files per power bin

Wind turbine operational mode: *Reactive power set-point control mode*

P (% of P_n)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Q inductive max. (kVAr)	-349	-860	-980	-1043	-1053	-1083	-1104	-1118	-1077	-1182	-1210
Wind speed (m/s)	3.90	5.34	5.99	6.87	7.36	8.00	8.39	8.87	11.49	10.15	10.50
Power factor	0.18	0.25	0.33	0.47	0.55	0.64	0.69	0.75	0.81	0.81	0.82

P (% of P_n)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Q capacitive max. (kVAr)	108	675	924	920	909	898	881	858	790	620	466
Wind speed (m/s)	3.37	5.14	6.10	6.80	7.47	8.00	8.43	8.95	9.48	9.83	10.68
Power factor	0.17	0.28	0.37	0.52	0.63	0.70	0.77	0.82	0.88	0.93	0.97

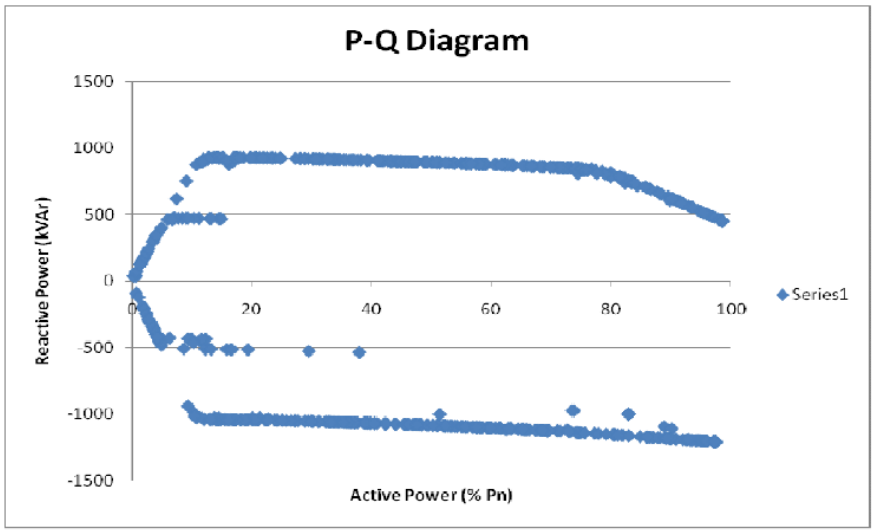


Figure 13.- Active and reactive power values during test

De esta forma se establece para la condición de mínimo técnico, con una velocidad de viento cercana a la de cut-in, los aerogeneradores son capaces de absorber/inyectar la potencia reactiva de 349/108 kVAr.

7. POTENCIA ACTIVA EN LOS DISTINTOS PUNTOS DEL PARQUE

7.1. Potencia activa inyectada por el parque en la barra de alta tensión (AT) del parque eólico

Considerando la potencia máxima generada por cada una de las unidades del parque, las distintas pérdidas en el transformador elevador y en la red colectora de MT, además del consumo de SSAA, se establece que la **potencia activa inyectada por el parque en la barra de alta tensión es 107,92 MW.**

7.2. Potencia activa inyectada en la barra de media tensión (MT) del parque eólico

Considerando la potencia máxima generada por cada una de las unidades del parque, las pérdidas en la red colectora de MT y el consumo de SSAA, se establece que la **potencia activa inyectada por el parque en la barra de media tensión es 108,41 MW.**

7.3. Pérdidas activas en el transformador de poder de la central

Para determinar las pérdidas de potencia activa en el transformador de poder de la central de 120 MVA y 220/33 kV, se consideran las pérdidas totales en este equipo; valores indicados en el documento *Overload Capability Calculation for Transformer.*

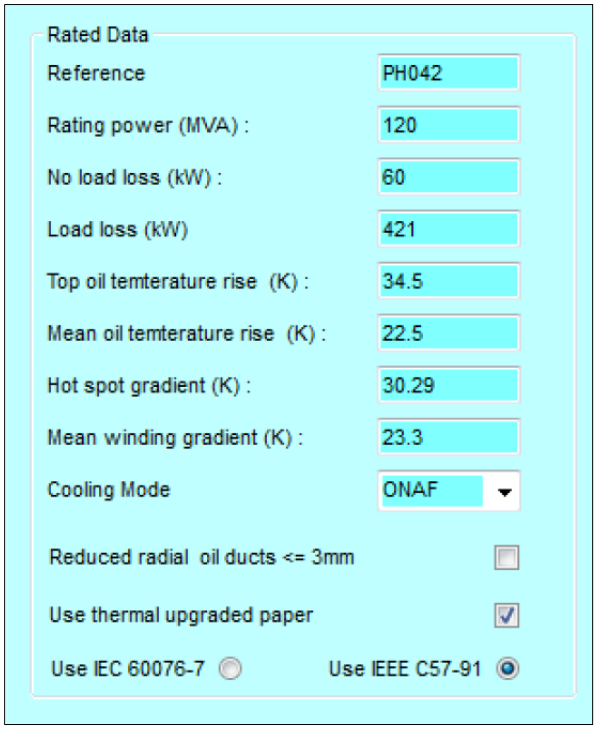


Figura 7.1: Pérdidas en el transformador de 120 MVA 220/kV Parque Eólico Los Cururos

De esta forma, las pérdidas en el transformador son: 481 kW

7.4. Pérdidas activas en el sistema colector del parque eólico

Las pérdidas de potencia activa en el sistema colector del parque de nivel 33 kV, se obtienen de las planillas de cálculo *MV_Cables_Pacífico_v2_07-05-2013* y *MV_Cables_Cebada_v2_07-05-2013*, y se indican a continuación.

Los datos de entrada utilizados para determinar las pérdidas en el sistema colector son los siguientes:

Tabla 7.1: Datos de entrada Parque Eólico La Cebada y Parque Eólico El Pacífico

Parámetro	Valor
WTG Power A (kW)	2000
WTG Power B (kW)	1800
Voltage (kV)	33
cosφ	0,95
senφ	0,3122499

Las pérdidas en el sistema colector del Parque Eólico La Cebada son las siguientes:

Tabla 7.2: Pérdidas en circuitos del Parque Eólico La Cebada

Circuito	Pérdidas [kW]
Circuito 1	112,699
Circuito 2	110,646
Circuito 3	39,957

Considerando las pérdidas en cada uno de los circuitos, se obtiene una **pérdida total de la red colectora del Parque Eólico La Cebada es de 263,30 kW.**

Las pérdidas en el sistema colector del Parque Eólico El Pacífico son las siguientes:

Tabla 7.3: Pérdidas en circuitos del Parque Eólico El Pacífico

Circuito	Pérdidas [kW]
Circuito 1	28,742
Circuito 2	33,048
Circuito 3	86,967
Circuito 4	102,523
Circuito 5	109,409

Considerando las pérdidas en cada uno de los circuitos, se obtiene una **pérdida total de la red colectora del Parque Eólico El Pacífico es de 360,69 kW.**

Finalmente, la pérdida total en el sistema colector del Parque Eólico Los Cururos es de 624 kW.

7.5. Consumos propios

De los registros de inyección de potencia activa y consumo de la totalidad del Parque los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2017 se han seleccionado aquellas horas con nula inyección del Parque, sólo consumo, contabilizando un total de 138 horas. Se concluye que el consumo promedio horario asciende 570,7 kW, siendo asignados **9,73 kW a cada aerogenerador (57 en total) y 15,6 kW a los SS.AA. de la Central**, situación consecuente con los registros indicados en el documento EE-2018-IT-001-0: "Parque Eólico Los Cururos. Determinación de parámetros de partida y detención de unidades generadoras".

Los consumos de los SS.AA. de la Central fueron determinados en base a mediciones de corriente de fase realizadas, obteniendo un valor de 15,6 kW considerando factor de potencial unitario.

Figura 7.2: Corrientes por fase en el lado BT del transformador de SS.AA.

7.6. Puntos de medición y registro

Los puntos de medición para los registros de inyección corresponden a:

a) Registro turbina A01, medición se realiza aguas abajo del transformador del aerogenerador, es decir, en la base del equipo, antes de conectarse a la red colectora del parque.

b) Registro turbina C01, medición se realiza aguas abajo del transformador del aerogenerador, es decir, en la base del equipo, antes de conectarse a la red colectora del parque.

c) Registro de inyección/retiro totalizado parque, se mide en el paño JT (ID 15742) medidor de facturación ION 8600.

8. CONCLUSIONES

En base a la información y registros disponible se concluye que las turbinas del Parque Eólico Los Cururos, unidades Vestas V100-2,00 MW, poseen los siguientes parámetros:

- Potencia máxima de una (1) unidad: 2.000 kW (2,00 MW)
- Servicios auxiliares de una (1) unidad: 9,73 kW (0,00973 MW)
- Potencia neta de una (1) unidad: 1.990 kW (1,990 MW)

Del mismo modo, sobre la base de lo expuesto en el presente Informe Técnico, se establece que:

- Potencia Máxima Activa Bruta de la Central Eólica Los Cururos: 109,4 MW
- Potencia Máxima Activa Neta de la Central Eólica Los Cururos: 107,7 MW
- Servicios auxiliares de todas las unidades (57 unidades): 554,6 kW
- SS.AA. de la Central Eólica Los Cururos: 15,6 kW
- Pérdidas del sistema colector del parque de la Central Eólica Los Cururos: 624 kW
- Pérdidas activas en el transformador de poder de la Central Eólica Los Cururos: 481 kW

9. REFERENCIAS

[1] Norma Técnica de Calidad y Seguridad de Servicio (NTSyCS) para el Sistema Interconectado del Norte Grande y Sistema Interconectado Central. Enero de 2016.

[2] Anexo Técnico: Determinación de parámetros para los procesos de partida y detención de unidades generadoras.

[3] Informe Técnico Parámetros para los procesos de partida, detención y determinación de mínimo técnico Parque Eólico Los Buenos Aires. Revisión 0A.

ANEXO A

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS AEROGENERADORES

ANEXO B

REGISTROS DE VELOCIDAD DEL VIENTO Y POTENCIA UNIDADES A01 Y C01

ANEXO C

PÉRDIDAS EN LA RED COLECTORA Y EN EL TRANSFORAMDOR ELEVADOR