

**Empresa:** Cerro Dominador

**País:** Chile

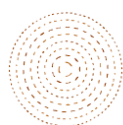
**Proyecto:** Verificación de SSCC - PF Cerro Dominador

**Descripción:** Informe de ensayos - Control Terciario de Frecuencia

**Código de Proyecto:** EE-2020-234

**Código de Informe:** EE-EN-2021-0871

**Revisión:** A



**CERRO  
DOMINADOR**  
CONCENTRATED SOLAR POWER

**7 de mayo de 2021**



Este documento EE-EN-2021-0871-RA fue preparado para Cerro Dominador por Estudios Eléctricos. Para consultas técnicas respecto del contenido del presente comunicarse con:

**Ing. Jaime Prieto**

Departamento de Ensayos e Ingeniería  
[jaime.prieto@estudios-electricos.com](mailto:jaime.prieto@estudios-electricos.com)

**Ing. Andrés Capalbo**

Coordinador Dpto. Ensayos e Ingeniería  
[andres.capalbo@estudios-electricos.com](mailto:andres.capalbo@estudios-electricos.com)

**Ing. Pablo Rifrani**

Gerente Dpto. de Ensayos e Ingeniería  
[pablo.rifrani@estudios-electricos.com](mailto:pablo.rifrani@estudios-electricos.com)

[www.estudios-electricos.com](http://www.estudios-electricos.com)

Este documento contiene 31 páginas y ha sido guardado por última vez el 07/05/2021 por Jaime Prieto Ugarte, sus versiones y firmantes digitales se indican a continuación:

Rev.	Fecha	Comentarios	Realizó	Revisó	Aprobó
A	07/05/2021	Primera emisión.	JP	AC	PR

Todas las firmas digitales pueden ser validadas y autenticadas a través de la web de Estudios Eléctricos; <http://www.estudios-electricos.com/certificados>.



## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	4
1.1	Descripción del personal participante y equipos utilizados.....	4
1.2	Nomenclatura y observaciones generales .....	5
2	OBJETIVOS Y ALCANCES DE LOS ENSAYOS.....	6
3	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	7
3.1	Paneles solares.....	9
3.2	Inversores.....	11
3.3	Transformadores de bloque.....	13
3.4	Transformador de poder .....	14
3.5	Diagrama unilineal .....	15
3.6	Control conjunto de planta (PPC).....	16
3.6.1	Limitaciones por control.....	17
4	DESARROLLO DE LOS ENSAYOS.....	18
4.1	Metodología.....	18
4.2	Resultados.....	20
5	ANÁLISIS Y CONCLUSIÓN.....	25
6	ANEXOS .....	26
6.1	Certificado de calibración de medidor de energía.....	26
6.2	Carta de aprobación de mínimo técnico.....	27
6.3	Carta de aprobación de potencia máxima .....	29



## 1 INTRODUCCIÓN

El presente informe resume los resultados de las pruebas realizadas y las conclusiones obtenidas durante los ensayos de verificación de Servicios Complementarios de Control Terciario de Frecuencia en giro (CTFg) del parque fotovoltaico Cerro Dominador, con el objeto de dar cumplimiento a las exigencias establecidas en la NT SSCC.

Las verificaciones anteriormente señaladas se realizaron según lo indicado en las *Guías de Verificación de SSCC* que determinan las capacidades a evaluar.

El PF Cerro Dominador está ubicado en la comuna de Maria Elena, región de Antofagasta. Se compone de 50 centros de transformación, a cada uno de los cuales acometen 2 inversores IFX-1000 de 1 MW, totalizando 100 inversores y una potencia de 100 MW. Los centros de transformación se agrupan en 5 bloques de potencia en configuración de anillos. De esta forma se cuenta con un anillo de 18 MW, tres anillos de 20 MW y un anillo de 22 MW de potencia nominal.

**Los resultados de las pruebas de verificación permiten concluir que el PF Cerro Dominador puede prestar el Servicio Complementario de Control Terciario de Frecuencia en giro.**

### 1.1 Descripción del personal participante y equipos utilizados

<i>Personal</i>	<i>Fecha de ensayo</i>
Ing. Jaime Prieto	27/04/2021

<i>Denominación</i>	<i>Marca</i>	<i>Modelo</i>	<i>N° de serie</i>
Medidor de calidad de energía	Janitza	UMG 510	5100/0731



## 1.2 Nomenclatura y observaciones generales

Para todos los ensayos el tiempo de muestreo fue de 200 ms.

<b>UBUS</b>	Tensión de terminales en el POI
<b>IBUS</b>	Corriente de terminales en el POI
<b>PBUS</b>	Potencia activa en el POI
<b>QBUS</b>	Potencia reactiva en el POI
<b>FREC</b>	Frecuencia
<b>NT SSCC</b>	Norma Técnica de Servicios Complementarios
<b>CTF</b>	Control terciario de frecuencia
<b>POI</b>	Punto de interconexión con el sistema
<b>CEN</b>	Coordinador Eléctrico Nacional
<b>PPC</b>	Control Conjunto de Planta

*Tabla 1.1 – Nomenclatura*



## 2 OBJETIVOS Y ALCANCES DE LOS ENSAYOS

---

El CTF en giro corresponde a las acciones de control activadas por instrucción del Coordinador en la operación en tiempo real, destinadas a restablecer las reservas del Control Secundario de Frecuencia o incorporar reservas adicionales con el objeto de preparar el sistema eléctrico para responder a desequilibrios respecto de los cuales las reservas por otras categorías de Control de Frecuencia sean insuficientes.

El Tiempo de Inicio de Activación del CTF será de 5 [min] a partir de la instrucción del Coordinador, y su máximo Tiempo de Entrega será de 1 [hr].

Con el fin de verificar la capacidad de la planta, se determinan los rangos de tasa de toma de carga disponible dadas por el fabricante y las determinadas en forma empírica dadas las condiciones actuales de las instalaciones.



### 3 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

---

El parque fotovoltaico Cerro Dominador está constituido por 50 centros de transformación, donde cada uno cuenta con 2 inversores y un transformador de bloque de 3 arrollamientos.

Estos 50 centros de transformación están a su vez distribuidos en 5 anillos de alimentación, los cuales los conectan a la subestación de control. Desde ahí, la energía producida es inyectada al Sistema por medio del paño J4 de la S/E Cerro Dominador.

Los anillos tienen 3 configuraciones distintas en función del número de centros de transformación que tengan: 9 para el anillo 2, 10 para los anillos 1, 3 y 4, y 11 para el anillo 5.

En la Figura 3-1 se muestra la disposición física del parque, donde se ha marcado en rojo los paneles fotovoltaicos.

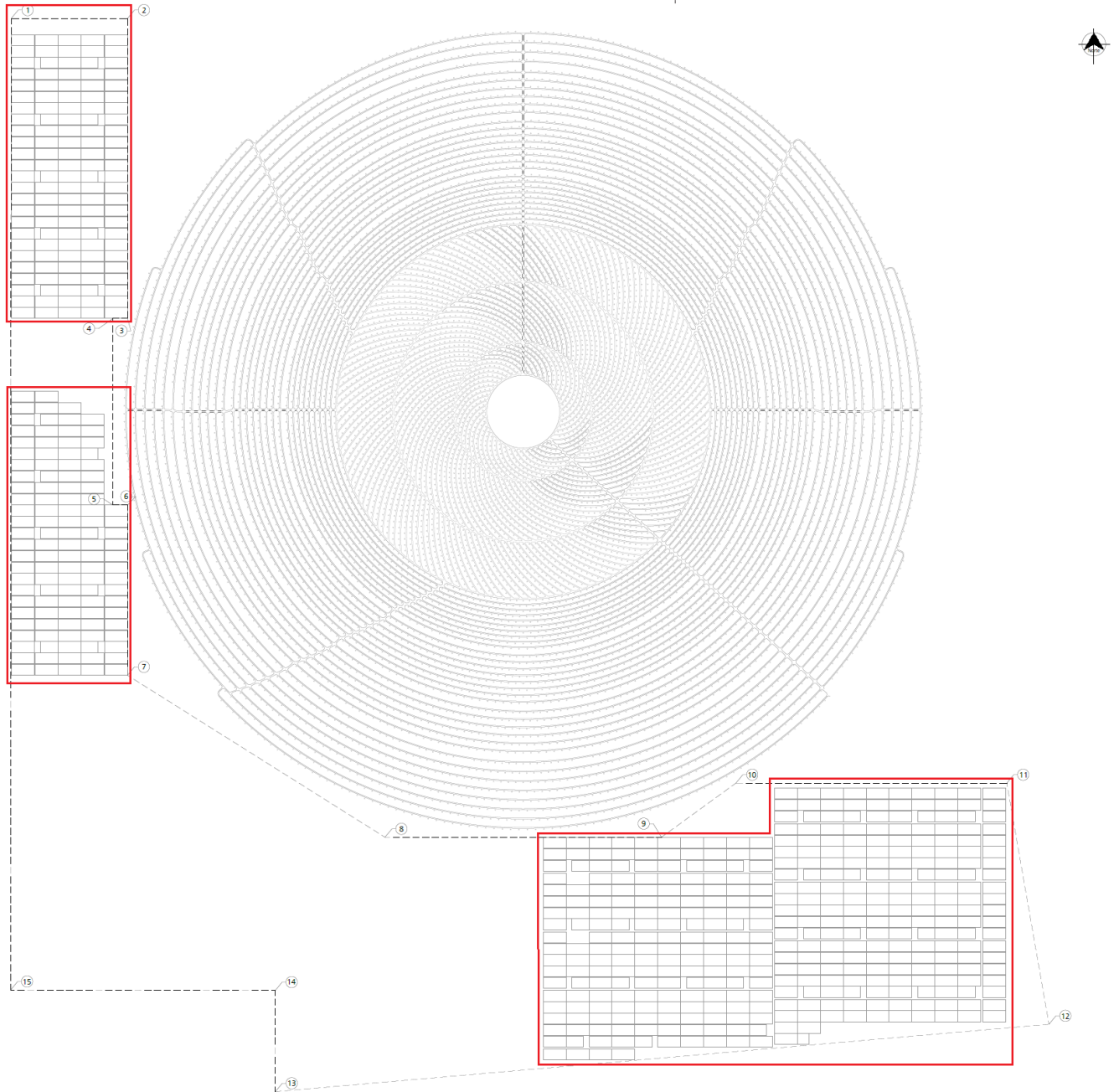


Figura 3-1: Disposición física del parque





### 3.1 Paneles solares

El parque cuenta con 392000 módulos fotovoltaicos marca Yingli Solar, modelo YL305P. Sus características se presentan en la Figura 3-2 y Figura 3-3.



**17.7%**  
CELL EFFICIENCY

**10 YEAR**  
PRODUCT WARRANTY

**0-5W**  
POWER TOLERANCE

**25 Years Linear Warranty**



YINGLISOLAR.COM



## PROVEN QUALITY IN A NEW DIMENSION

*Independently tested for proven product quality and long-term reliability. Millions of PV systems installed worldwide demonstrate Yingli's industry leadership.*

---

-  **Durability**  
Durable PV modules, independently tested for harsh environmental conditions such as exposure to salt mist, ammonia and known PID risk factors.
-  **Advanced Glass**  
Our high-transmission glass features a unique anti-reflective coating that directs more light on the solar cells, resulting in a higher energy yield.
-  **Extended Size**  
Our large-format module facilitates system-level cost savings through reduced handling and installation times.
-  **PID Resistant**  
Tested in accordance to the draft standard IEC 62804, our PV modules have demonstrated resistance against PID (Potential Induced Degradation), which translates to security for your investment.

---

**Yingli Green Energy**  
Yingli Green Energy Holding Company Limited (NYSE: YGE), known as "Yingli Solar," is the world's largest photovoltaic module manufacturer in terms of production capacity. We are a leading solar energy company dedicated to proven product reliability and sustainable performance.

Figura 3-2: Hoja de datos modulo YL305P



# YGE 72 CELL SERIES 2

## ELECTRICAL PERFORMANCE

Electrical parameters at Standard Test Conditions (STC)							
Module type	YLxxxP-35b (xxx=P <sub>max</sub> )						
Power output	P <sub>max</sub>	W	310	305	300	295	290
Power output tolerances	ΔP <sub>max</sub>	W	0 / +5				
Module efficiency	η <sub>m</sub>	%	16.0	15.7	15.5	15.2	14.9
Voltage at P <sub>max</sub>	V <sub>MPP</sub>	V	36.3	36.1	35.8	35.6	35.3
Current at P <sub>max</sub>	I <sub>MPP</sub>	A	8.53	8.45	8.37	8.29	8.22
Open-circuit voltage	V <sub>oc</sub>	V	45.6	45.4	45.2	45.0	44.8
Short-circuit current	I <sub>sc</sub>	A	8.99	8.93	8.86	8.79	8.73

STC: 1000W/m<sup>2</sup> irradiance, 25°C module temperature, AM1.5g spectrum according to EN 60904-3. Average relative efficiency reduction of 3.3% at 200W/m<sup>2</sup> according to EN 60904-1.

Electrical parameters at Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)							
Power output	P <sub>max</sub>	W	226.1	222.5	218.8	215.2	211.5
Voltage at P <sub>max</sub>	V <sub>MPP</sub>	V	33.1	32.9	32.7	32.4	32.2
Current at P <sub>max</sub>	I <sub>MPP</sub>	A	6.82	6.76	6.70	6.63	6.58
Open-circuit voltage	V <sub>oc</sub>	V	42.1	41.9	41.7	41.6	41.4
Short-circuit current	I <sub>sc</sub>	A	7.27	7.22	7.16	7.11	7.06

NOCT: open-circuit module operation temperature at 800W/m<sup>2</sup> irradiance, 20°C ambient temperature, 1m/s wind speed.

## THERMAL CHARACTERISTICS

Nominal operating cell temperature	NOCT	°C	46 +/- 2
Temperature coefficient of P <sub>max</sub>	γ	%/°C	-0.42
Temperature coefficient of V <sub>oc</sub>	β <sub>oc</sub>	%/°C	-0.32
Temperature coefficient of I <sub>sc</sub>	α <sub>sc</sub>	%/°C	0.05
Temperature coefficient of V <sub>MPP</sub>	β <sub>MPP</sub>	%/°C	-0.42

## OPERATING CONDITIONS

Max. system voltage	1000V <sub>OC</sub>
Max. series fuse rating	15A
Limiting reverse current	15A
Operating temperature range	-40°C to 85°C
Max. static load, front (e.g., snow)	5400Pa
Max. static load, back (e.g., wind)	2400Pa
Max. hailstone impact (diameter / velocity)	25mm / 23m/s

## CONSTRUCTION MATERIALS

Front cover (material / thickness)	low-iron tempered glass / 4.0mm
Cell (quantity / material / dimensions / number of busbars)	72 / multicrystalline silicon / 156mm x 156mm / 2 or 3
Frame (material / color / anodization color / edge sealing)	anodized aluminum alloy / silver / clear / silicone or tape
Junction box (protection degree)	≥ IP65
Cable (length / cross-sectional area)	1100mm / 4mm <sup>2</sup>
Plug connector (type / protection degree)	MC4 / IP67 or YT08-1 / IP67 or Amphenol H4 / IP68

- Due to continuous innovation, research and product improvement, the specifications in this product information sheet are subject to change without prior notice. The specifications may deviate slightly and are not guaranteed.
- The data do not refer to a single module and they are not part of the offer, they only serve for comparison to different module types.

## QUALIFICATIONS & CERTIFICATES

IEC 61215, IEC 61730, CE, MCS, ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, BS OHSAS 18001:2007, PV Cycle, SA 8000



© Yingli Green Energy Holding Co. Ltd. | DS\_YGE72Cell-35b\_40mm\_EU\_EN\_201409\_03

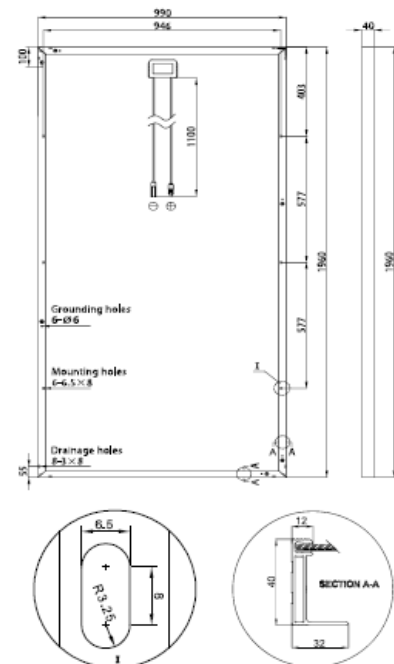
## GENERAL CHARACTERISTICS

Dimensions (L / W / H)	1960mm / 990mm / 40mm
Weight	25.5kg

## PACKAGING SPECIFICATIONS

Number of modules per pallet	26
Number of pallets per 40' container	24
Packaging box dimensions (L / W / H)	1995mm / 1145mm / 1170mm
Box weight	707kg

Unit: mm



**Warning:** Read the Installation and User Manual in its entirety before handling, installing, and operating Yingli Solar modules.

Our Partners:

**Yingli Green Energy Holding Co., Ltd.**

service@yingli.com

Tel: +86-312-2188055

**YINGLISOLAR.COM**



Figura 3-3: Hoja de datos modulo YL305P



## 3.2 Inversores

El parque cuenta con 100 inversores marca JEMA, modelo IFX3. Los mismos poseen una potencia activa nominal de 1000 kW cada uno, y sus principales características se muestran en la Figura 3-4.

### > IFX3

	1050	1100	1150	1200
<b>&gt; INPUT DATA</b>				
Battery charge mode	582-1000	610-1000	635-1000	690-1000
PV voltage range	522 - 875 Vdc	570 - 900 Vdc	595 - 900 Vdc	620 - 900 Vdc
PV voltage range at rated power	582 - 875 Vdc	610 - 900 Vdc	635 - 900 Vdc	690 - 900 Vdc
Maximum voltage	1050Vdc			
Maximum current	1850A			
No. MPPT inputs	1 or 3 (configurable)			
Isolation detection system	Yes			
<b>&gt; OUTPUT DATA</b>				
Output active rated power <sup>(1)</sup>	1050 kW	1100 kW	1150 kW	1200 kW
Output apparent rated power <sup>(3)</sup>	1105 kVA	1210 kVA	1270 kVA	1315 kVA
Rated voltage	365 Vac, 3F	400 Vac, 3F	420 Vac, 3F	435 Vac, 3F
Rated current	1588 A	1588 A	1581 A	1592 A
Maximum current	1800 A			
Frequency	50/60 Hz			
Power factor <sup>(1)</sup>	Adjustable 0.95 to 1 (1105kVAw max)	Adjustable 0.91 to 1 (1210kVA max)	Adjustable 0.91 to 1 (1270kVA max)	Adjustable 0.91 to 1 (1315kVA max)
Output harmonic current THDi	< 3% at rated power			
Galvanic isolation	External to the inverter, MV transformer optional			
Maximum efficiency	98.60%	98.70%	98.75%	98.80%
European efficiency	98.40%	98.46%	98.49%	98.52%
Control structure	Logic control and DSP, SVM technology			
Soft start	Yes			
Communication	Communication Port RS - 485, Ethernet			
<b>&gt; PROTECTION</b>				
Overvoltage	Inputs and outputs			
Overcurrent	Inputs and outputs			
Reverse polarity	Yes			
Overtemperature	Yes			
Min./max. frequency	Yes			
Min./max. voltage	Yes			
Anti-islanding	Automatic disconnection			
<b>&gt; GENERAL DATA</b>				
Standards	CE, VDE 0126-1-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 62103, EN 50178, PO 12.3,			
Night reactive compensation	Yes, optional kit			
Working temperature	-10°C to +50°C: 2			
Relative humidity	5% - 95% non-condensing			
Altitude <sup>(2)</sup>	1500 m <sup>2</sup>			
Dimensions (h x w x d)	4000 x 2000 x 750 mm			
Weight	2700 kg			
Enclosure (IP)	IP30			

- > (1) Net rated voltage | (2) derating 50-55°C  
(3) Max. temp. adjustable by 1.25°C for every 100m above the Reference altitude of 1000m  
(example: 2200m-1000m=1200m => 50°C (1.25\*1200/100) = 35°C)

Figura 3-4: Hoja de datos inversor IFX3



Las curvas de capacidad de los inversores para distintos niveles de tensión son representadas en la Figura 3-5 y Figura 3-6.

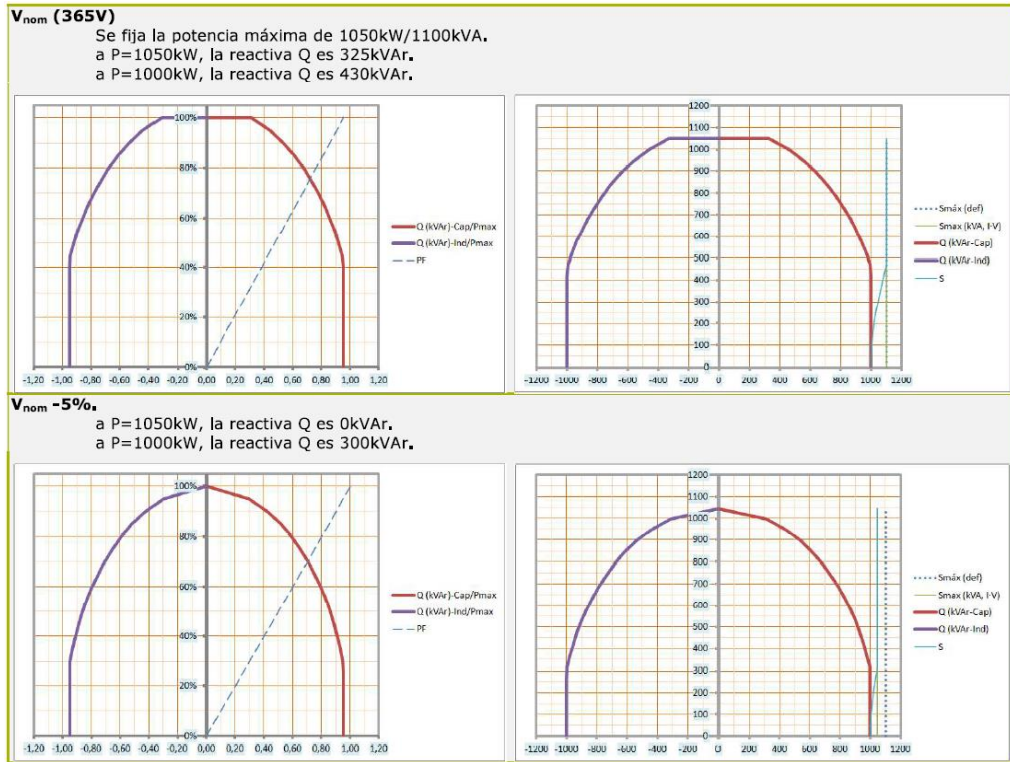


Figura 3-5: Curvas PQ del inversor IFX3 para U=365 V y U=346.75 V

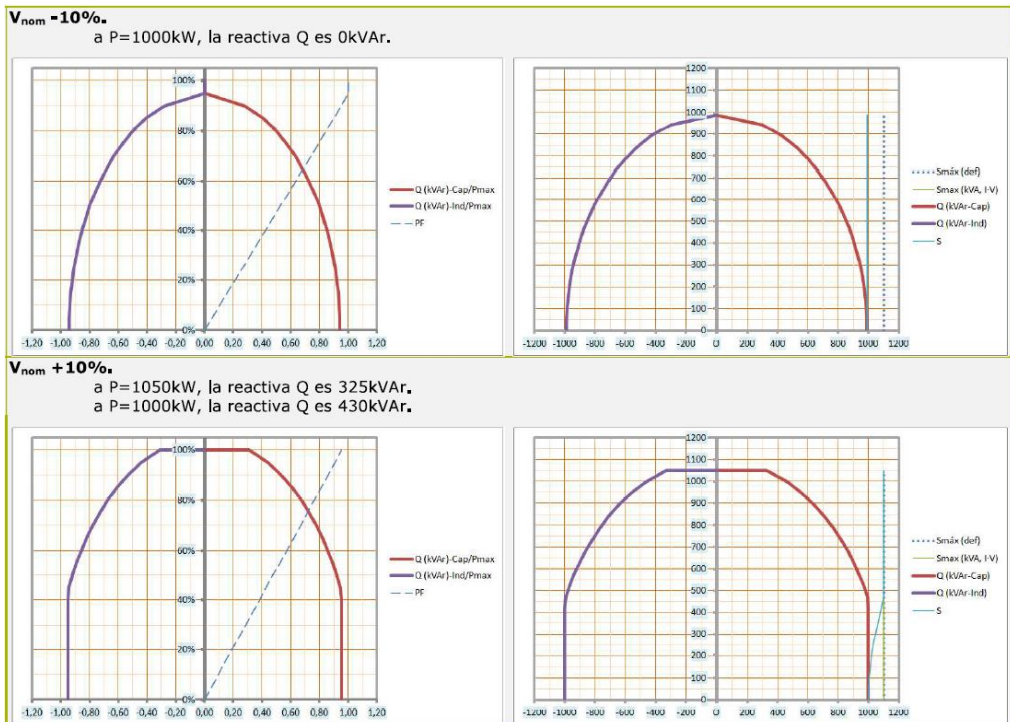


Figura 3-6: Curvas PQ del inversor IFX3 para U=328 V y U=401.5 V



### 3.3 Transformadores de bloque

Cada centro de transformación cuenta con un transformador de bloque de 3 devanados de 2300 kVA de capacidad (2x1150 kVA). Las principales características de los mismos se muestran en la Figura 3-7.



#### TECHNICAL SPECIFICATION

TRANSFORMER TYPE: 2300 /36/33 2x0,365 O-PB

STANDARD : IEC 60076

FREQUENCY : 50 Hz

#### ELECTRICAL FEATURES

INSULATION LEVEL VOLTAGE :

HIGH VOTAGE: 36 KV

LOW VOLTAGE : 1,1 KV

POWER RATING (kVA)	2300 (2x1150 KVA)	
VOLTAGE (V)	PRIMARY	33000
	SECONDARY	2x365
	NO LOAD	
PRIMARY TAP	±2,5±5%	
VECTOR GROUP	YNd11d11	
RATED CURRENT HV (A)	40,24	
RATED CURRENT LV (A)	2x1819	
NO LOAD LOSSES (W)	2800 + 15%	
LOAD LOSSES (W)	18400 + 15%	
SHORT CIRCUIT VOLTAGE %	6 ± 10%	
NO LOAD CURRENT AT 100 % Un (A)	1,1 + 30%	
SOUND LEVEL dB (A)	75	
VOLTDROP AT	cos f = 1	0,98
FULL LOAD (%)	cos f = 0.8	4,30
	LOAD cos f = 1	99,09
EFFICIENCY (%)	100% cos f = 0.8	98,88
	LOAD cos f = 1	99,24
	75% cos f = 0.8	99,06
	LOAD 50% cos f = 1	99,38
	50% cos f = 0.8	99,20
COOLING METHOD	ONAN	
INSULATION LEVEL		
HV / LV POWER FREQ. TEST VOLTAGE (KV)	.70/10	
HV / LV IMPULSE TEST VOLTAGE (KV)	170/20	
INDUCED POTENTIALTEST (KV)	0,730	
HEATING :		
WINDING TEMPERATURE (K)	55	
TOP OIL TEMPERATURE (K)	50	
COILS	Aluminum / Aluminum	
TYPE OF TANKING	CORRUGATED HERMETICALLY SEALED HERMETIC AND INTEGRAL FILING	
DIMENSIONS	LENGHT (mm)	2318 ± 15mm
	WIDTH (mm)	1358 ± 15mm
	HEIGHT WITH WHEELS (mm)	2212 ± 15mm
OIL	(Litres)	1673
WEIGHT	(Kgr)	6216

Electrostatic screen between high voltage and low voltage

Ormazabal Cotradis Transformadores, S.L.U.

Pol. Ind. El Caballo, Parcela 56 - 28890 LOECHES (Madrid) - España - Tel: +34 91 885 15 16 - Fax: +34 91 886 71 24 - www.ormazabal.es

Figura 3-7: Hoja de datos del transformador de bloque



### 3.4 Transformador de poder

La planta cuenta con un transformador de poder de potencia nominal 110 MVA con método de enfriamiento ONAN, y cuenta con un devanado de baja tensión de 33 kV y un arrollamiento de alta tensión de 220 kV.

Sus especificaciones técnicas se pueden ver en la Figura 3-8.

#### ■ Technical Data

Description		Unit	Technical data
1. Applicable Standard		-	IEC
2. Phase		Phase	3
3. Frequency		Hz	50
4. Cooling method		-	ONAN
5. Connection		-	YNd1
6. Rated output		MVA	110
7. Rated voltage	HV	kV	220 (Wye connection)
	LV	kV	33 (Delta connection)
8. Bushing termination method	HV	-	Oil to Air (Tank cover)
	H0	-	Oil to Air (Tank cover)
	LV	-	Oil to Air (Tank Side)
9. Tap voltage		-	HV220kV ( $\pm 8 \times 1.25\%$ , $\pm 10.0\%$ )
10. Tap changing method		-	On Load Tap Changer
11. Oil preservation method		-	Conservator type
12. Sound pressure level		dBA	82
13. No-load loss		kW	52.0
14. Load loss (except auxiliary loss) @ 75°C		kW	376 @110 MVA (at Rat. Tap. HV-LV)
15. Efficiency (except auxiliary loss)@P.F 1.0		%	99.61 % @ 110 MVA (at Rat. Tap. HV-LV)
16. % Impedance@ 75°C	HV-LV	%	12.5 @ 110MVA (at Rat. Tap.)
17. Design ambient temperature (Max./ Avg./Min.)		°C	42 / 30 / -6.9
18. Limits of average winding temp. rise		K	65
19. Limits of top oil temp. rise		K	60
20. Basic lightning impulse insulation level in winding	HV	kV peak	1050
	H0	kV peak	325
	LV	kV peak	170

Figura 3-8: Hoja de datos del transformador de poder



### 3.5 Diagrama unilineal

Se presenta en la Figura 3-9 el diagrama unilineal de la conexión del parque en la Subestación Cerro Dominador. El recuadro azul muestra el paño de acometida del parque, el cual se conecta a la barra de 220 kV de la subestación mediante el interruptor 52J4.

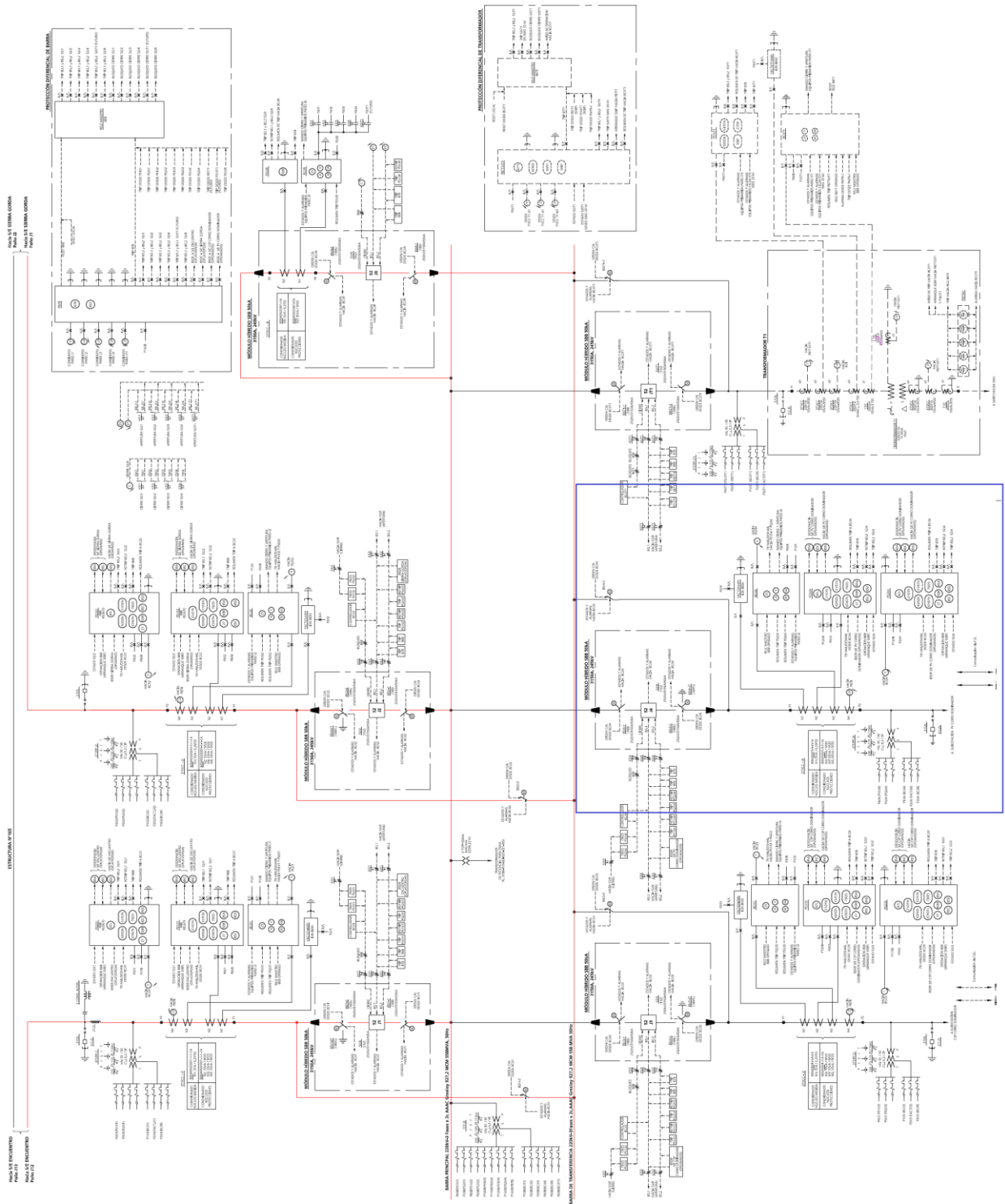


Figura 3-9: Unilineal de S/E Cerro Dominador



### 3.6 Control conjunto de planta (PPC)

La planta cuenta con un sistema de control marca GPM, modelo GPM Plus, con el cual pueden consignar y monitorear las distintas variables del parque.

En la Figura 3-10 se muestra la pantalla desde las cuales el operador realiza las consignas y monitorea las variables eléctricas del parque, y en la Figura 3-11 se muestra el detalle del módulo de control de rampa. Ambas figuras son referenciales y no muestran los valores reales obtenidos durante las pruebas.



Figura 3-10: Pantalla de control y monitoreo del parque.





on Active Power Ramp when Changing Setpoint			On	Off
Order	Current Value	New Value		
Up Ramp Rate (kW/Min)	1000	<input type="text"/>		
Down Ramp Rate (kW/Min)	1000	<input type="text"/>		

off Power Factor Control			On	Off
Order	Current Value	New Value		
Setpoint	1	<input type="text"/>		

Figura 3-11: Detalle de pantalla de control de rampa.

### 3.6.1 Limitaciones por control

En condiciones normales de operación, el parque utiliza una tasa de toma y bajada de carga de 5 MW/min, la cual puede ser modificada por el operador libremente durante la operación. Asimismo, el máximo gradiente utilizado por operaciones es 18 MW/min.

Los valores de mínimo técnico y potencia máxima del parque están aprobados por el coordinador en los documentos “DE05599-20-Carta-Aceptación-Mínimo-Técnico-PFV-Cerro-Dominador” y “DE06015-20-Carta-Aceptación-Potencia-Máxima-PFV-Cerro-Dominador”, los cuales se encuentran reproducidos en anexo 6.2 y 6.3, y tienen valores de 3.49 MW y 99.9 MW.



## 4 DESARROLLO DE LOS ENSAYOS

---

### 4.1 Metodología

Para la verificación de CTF en giro se realizaron tomas y bajadas de carga con tasas de variación fijas, de modo de poder evaluar que dichas tasas se cumplan y que el control se comporta adecuadamente.

La adquisición de los registros se realizó por medio de un medidor de calidad de energía marca Janitza, modelo UMG 510, el cual se conectó en las borneras X2 y X3 del armario de control JT1 de la sala eléctrica de la S/E PV Cerro Dominador, desde la cual también se realizaron los cambios de consigna.

El detalle del punto de conexión se muestra en la Figura 4-1, donde se ha marcado en azul las borneras utilizadas.

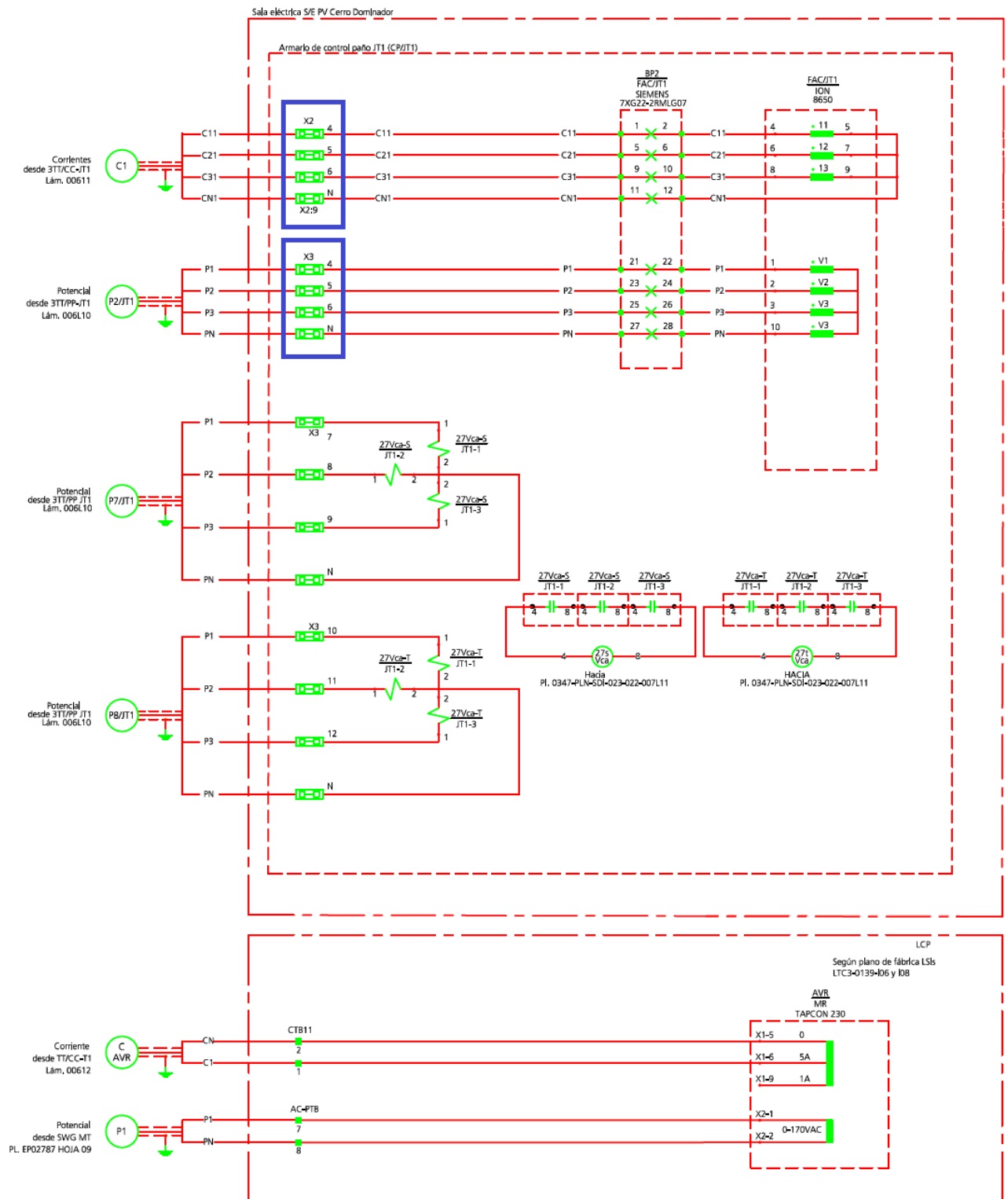


Figura 4-1: Borneras de medición utilizadas.



## 4.2 Resultados

Para la verificación de CTF en giro, se realizaron dos tomas y dos bajadas de carga desde mínimo técnico (3.49 MW) hasta potencia máxima disponible en el momento. La primera toma de carga, se realizó con el gradiente utilizado en operación normal, que corresponde a  $\pm 5$  MW/min, y la segunda toma de carga se realizó a  $\pm 18$  MW/min con el objetivo de no superar la tasa del 20% de Pnom/min, tal como se definió en el procedimiento “EE-EN-2021-0290-RD-Procedimiento\_SSCC\_CTF\_PF Cerro Dominador” y exige la NTSyCS.

Durante los ensayos se contó con una potencia máxima disponible de 82.7 MW (debido a la baja irradiancia), y sus registros se muestran en la Figura 4-2, Figura 4-3, Figura 4-4 y Figura 4-5. En las mismas se han trazado bandas de 10% respecto de los valores iniciales y finales para determinar la tasa de toma/bajada de carga.

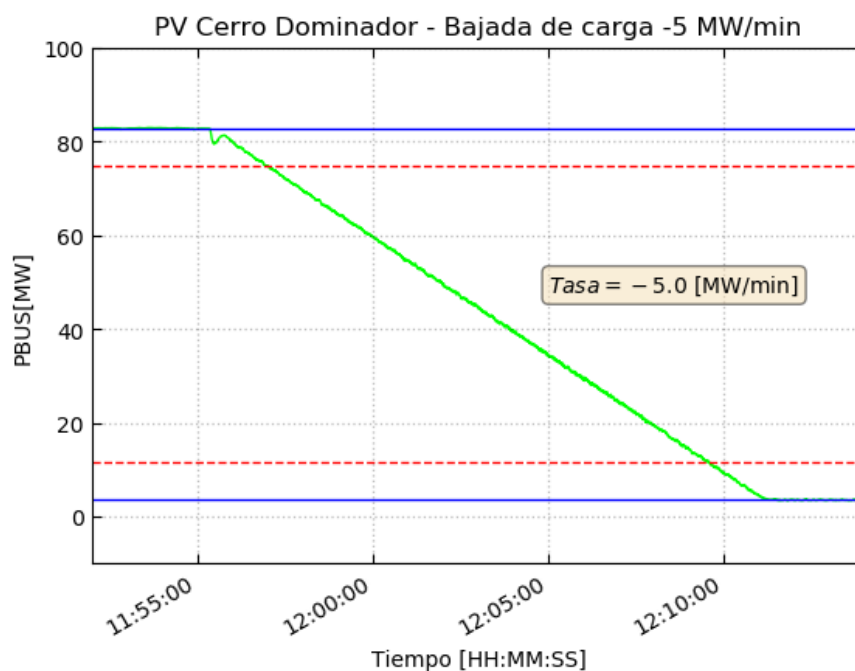


Figura 4-2: Bajada de carga con tasa de -5 MW/min

El valor inicial fue de 82.7 MW y el valor final 3.5 MW, con la tasa determinada de -5 MW/min el tiempo de bajada total de este ensayo es de 15.84 min.

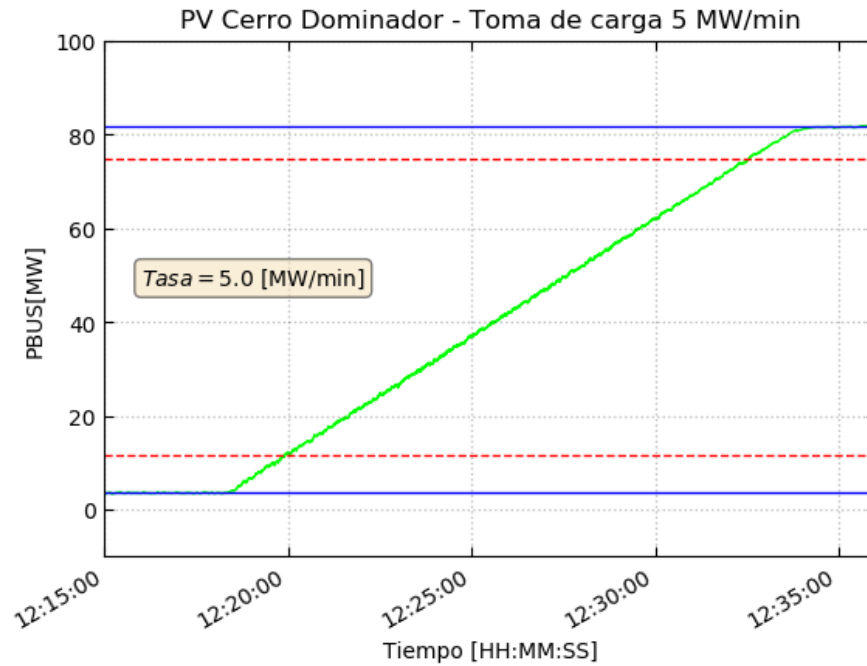


Figura 4-3: Toma de carga con tasa de 5 MW/min

El valor inicial fue de 3.5 MW y el valor final 81.6 MW, con la tasa determinada de 5 MW/min el tiempo de subida total de este ensayo es de 15.46 min.

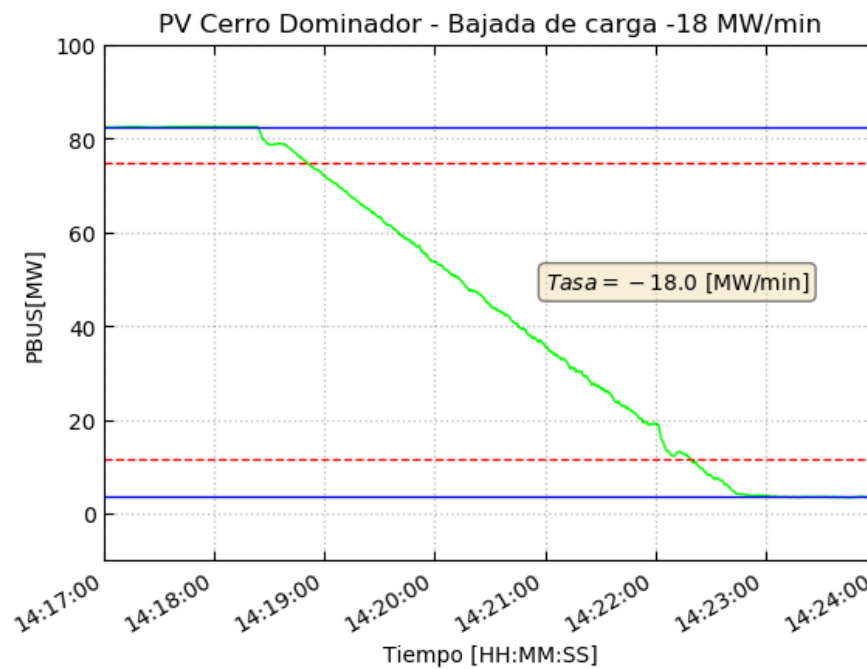


Figura 4-4: Bajada de carga con tasa de -18 MW/min



El valor inicial fue de 82.5 MW y el valor final 3.5 MW, con la tasa determinada de -18 MW/min el tiempo de bajada total de este ensayo es de 4.39 min.

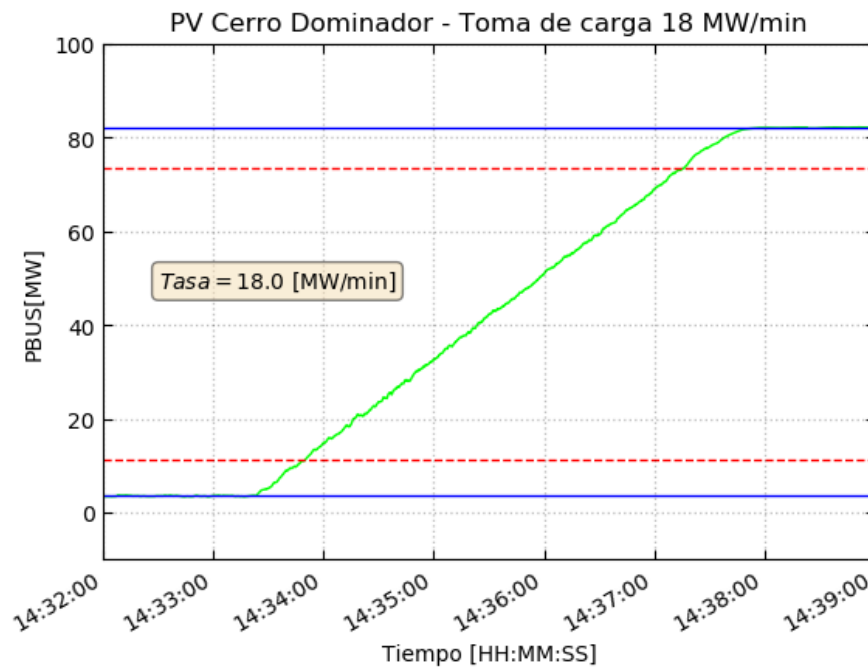


Figura 4-5: Toma de carga con tasa de 18 MW/min

El valor inicial fue de 3.5 MW y el valor final 82.1 MW, con la tasa determinada de 18 MW/min el tiempo de subida total de este ensayo es de 4.37 min.

Se observa que el parque es capaz de tomar y reducir carga en forma simétrica siguiendo la tasa objetivo especificada por su sistema de control.

A modo complementario, en la Figura 4-6, Figura 4-7, Figura 4-8 y Figura 4-9 se presentan las condiciones de irradiancia, viento, tensión en el POI y frecuencia del Sistema durante el desarrollo de los ensayos, las cuales no mostraron variaciones significativas.

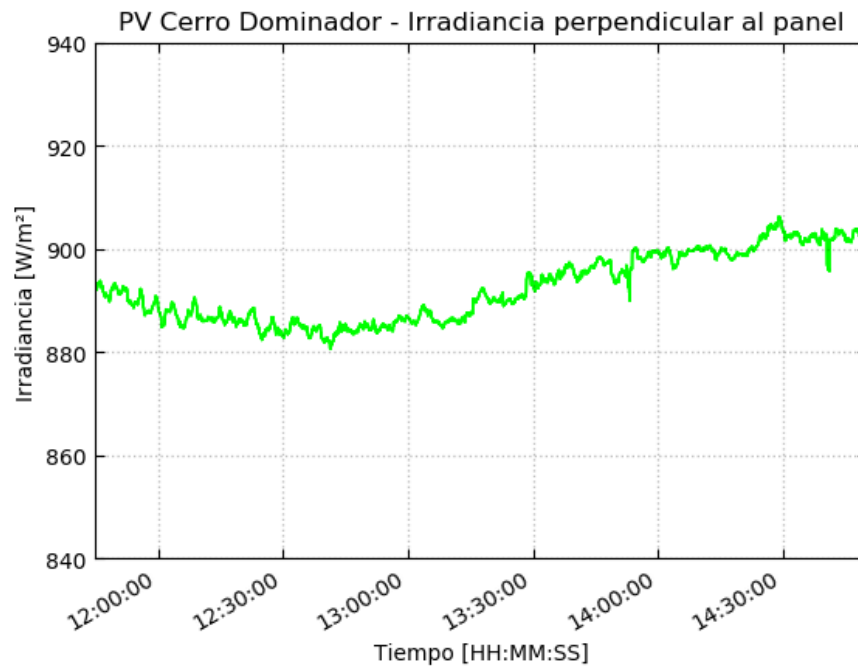


Figura 4-6: Irradiancia perpendicular a los paneles durante los ensayos

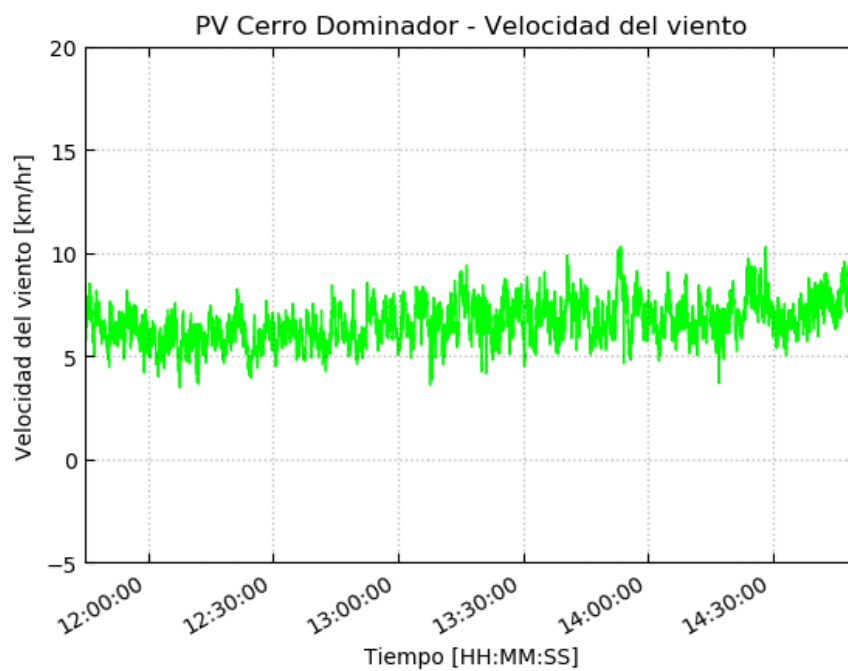


Figura 4-7: Velocidad del viento durante los ensayos

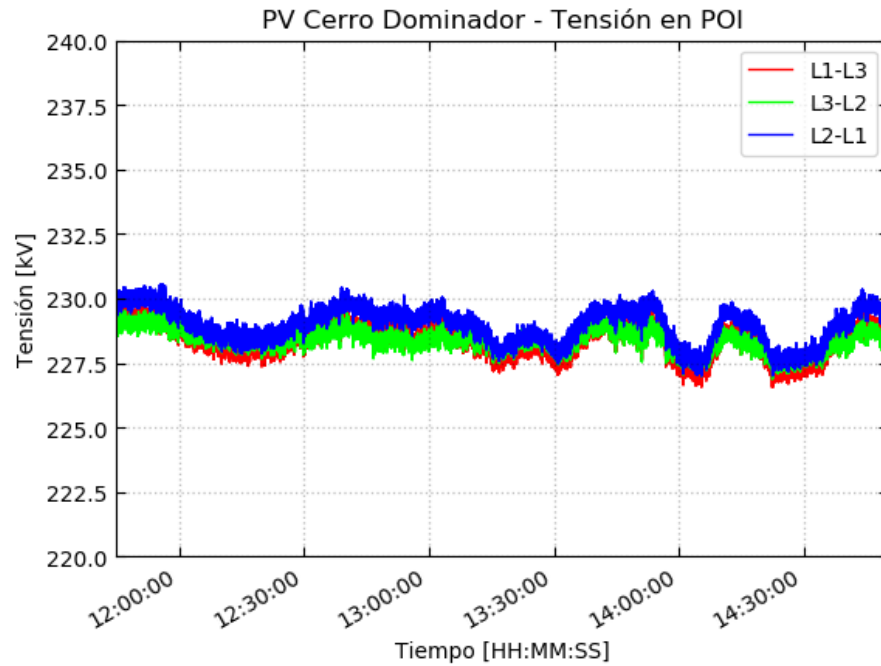


Figura 4-8: Tensión en POI durante los ensayos

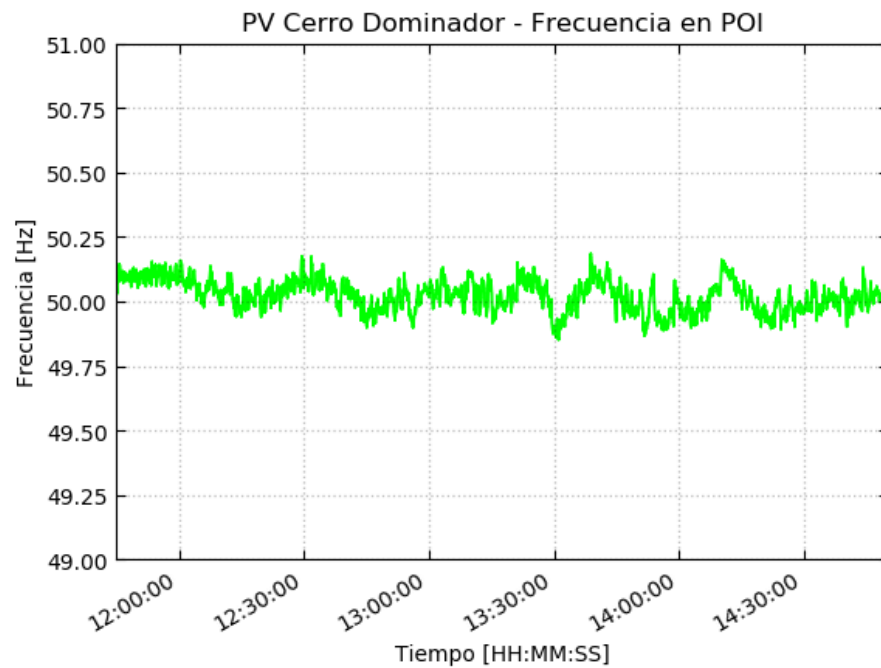


Figura 4-9: Frecuencia en POI durante los ensayos





## 5 ANÁLISIS Y CONCLUSIÓN

---

Se verificó que la planta puede operar en forma estable en todo su rango operativo entre mínimo técnico y potencia máxima dada por el recurso primario el día de los ensayos.

- Los movimientos de carga se realizan siguiendo el gradiente configurado en el sistema de control incluso en el caso del gradiente máximo. No se identifican cambios en el comportamiento o gradiente según los rangos de carga.
- La operación es de característica simétrica, es decir sus gradientes de toma/reducción de carga coinciden.
- No se identifican fuentes de inestabilidad y la potencia permanecerá estable en su valor de referencia siempre que el recurso primario esté disponible.
- El tiempo de activación del servicio es despreciable ya que depende exclusivamente del tiempo que demora el operador en consignar el nuevo valor de referencia de potencia.
- Adicionalmente, se deduce, que la planta podrá entregar hasta la totalidad de su rango operativo (99.9-3.49 MW) como reserva para CTF en giro para gradientes de toma/reducción de carga superiores a 9.64 MW/min.

**Se concluye que la planta es capaz de prestar el SSCC de CTF en giro según las definiciones normativas.**



## 6 ANEXOS

### 6.1 Certificado de calibración de medidor de energía

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN		
 <h1 style="margin: 0;">ESTUDIOS ELECTRICOS</h1>		
<p>Estudios Eléctricos declara que el instrumento:</p> <p style="font-size: 1.2em; margin: 10px 0;"><b>Janitza UMG 510</b></p> <p>Número de Serie 5100/0731</p> <p style="margin: 10px 0;">Fue calibrado siguiendo los lineamientos establecidos en el procedimiento EE-MP-2009-156_05 Control de Equipos habiéndose encontrado conforme y quedando habilitado para su uso.</p> <p>Para la calibración se emplearon los siguientes instrumentos patrón:</p>		
Instrumento	Número de Serie	Última Calibración
Omicron CMC 256	HH616R	26/04/18
Fluke 8845A	1822003	04/07/18

Fecha de evaluación: 05/08/19  
Certificado número: EE-CI-2020-1431

Nombre Inspector: Jorge Leiss

Firma:



**Power System Studies & Power Plant Field  
Testing and Electrical Commissioning**  
ISO9001:2008 Certified



## 6.2 Carta de aprobación de mínimo técnico



Santiago, 28 de octubre de 2020  
 DE 05599-20

Señores  
 Encargados  
 Empresas Coordinadas  
 Presente

Ref.: Aceptación Mínimo Técnico Parque Fotovoltaico Cerro Dominador, del coordinado Cerro Dominador CSP S.A.

[1] Carta Cerro Dominador CSP S.A. EIG-CSP-CM-LT-0104, Ref.: "Informes Técnicos de Parámetros Operacionales de Parque Fotovoltaico Cerro Dominador", de fecha 14 de octubre de 2020.

[2] Carta DE04442-18, Ref.: "Informe de Mínimo Técnico Central Fotovoltaica Cerro Dominador, del Coordinado Atacama Generación", de fecha 27 de septiembre de 2018.

De mi consideración:

En cumplimiento con lo establecido en el Artículo 11 del Anexo Técnico "Determinación de Mínimos Técnicos en Unidades Generadoras" de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, comunico a Ud. la aceptación por parte del Coordinador Eléctrico Nacional de los parámetros de Mínimo Técnico del parque fotovoltaico Cerro Dominador, justificado en el Informe Técnico final recibido mediante la comunicación de la Ref. [1].

Adicionalmente, se deja constancia que en el plazo establecido por el Artículo 10 del Anexo Técnico en aplicación, no se recibieron observaciones de coordinado alguno al informe técnico publicado en la página web del Coordinador mediante carta de la Ref. [2]. Por su parte, el Coordinador Eléctrico envió observaciones de carácter técnico al coordinado Cerro Dominador CSP S.A., las que han sido publicadas en conjunto con el informe final de mínimo técnico, en la ruta indicada más adelante.

Conforme a lo anterior, los parámetros de mínimo técnico del parque fotovoltaico Cerro Dominador, se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 1: Mínimo Técnico del parque fotovoltaico Cerro Dominador**

Central	Mínimo Técnico [MW]	SS.AA. [kW]	Pérdidas en la central <sup>(1)</sup> [kW]	Potencia Mínima Neta <sup>(2)</sup> [MW]
PFV Cerro Dominador	3,49	12,34	28,18	3,45



- (1) Este valor corresponde a las pérdidas en el transformador de poder de la central (11,478 kW), las del sistema colector (6,006 kW) y las de tramo de conexión con S/E Cerro Dominador (10,699 kW) en condición de mínima inyección.
- (2) Inyectada en la barra de 220 kV de S/E Cerro Dominador.

Al respecto, comunico a Ud., que los parámetros de mínimo técnico de central fotovoltaica Cerro Dominador, entrarán en vigencia a partir de las 00:00 horas del día jueves 29 de octubre de 2020.

El informe técnico final que contiene la justificación de los parámetros indicados anteriormente y las minutas de observaciones al informe técnico, enviadas al coordinado Cerro Dominador CSP S.A., han sido publicados en la siguiente ruta del sitio web del Coordinador Eléctrico Nacional:

**Inicio > Operación > Parámetros Operacionales de Unidades Generadoras > Mínimo Técnico > Informes de Mínimos Técnicos Unidades Generadoras > Parque Fotovoltaico Cerro Dominador**

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,



**Ernesto Huber J.**  
**Gerente de Operación**  
**Coordinador Eléctrico Nacional**

c.c.:  
Sr. Juan Luengo – Encargado Titular Cerro Dominador CSP S.A.  
DAA, DAEP, DIT, DPID, DPRO, DSCGx, DSCTx, DTE-SSCC, DTPT, DAOP, DCONEC, DCO, SGESO, SGPAE, SGTM



### 6.3 Carta de aprobación de potencia máxima



Santiago, 19 de noviembre de 2020  
DE 06015-20

Señores  
Encargados  
Empresas Coordinadas  
Presente

Ref.: Aceptación Potencia Máxima del Parque Fotovoltaico Cerro Dominador, del coordinado Cerro Dominador CSP S.A.

[1] Carta DE05572-20, Ref.: "Informe Técnico de Potencia Máxima Parque Fotovoltaico Cerro Dominador, del coordinado Cerro Dominador CSP S.A.", de fecha 26 de octubre de 2020.

De mi consideración:

En cumplimiento con lo establecido en el Artículo 24 del Anexo Técnico "Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras" de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, comunico a Ud. la aceptación por parte del Coordinador Eléctrico Nacional del valor de Potencia Máxima del Parque Fotovoltaico Cerro Dominador, en conformidad con el Informe Técnico publicado en la página web del Coordinador mediante la comunicación de la Ref. [1].

Adicionalmente, se deja constancia que en el plazo establecido por el Artículo 23 del Anexo Técnico en aplicación, no se recibieron observaciones de coordinado alguno al informe indicado en el párrafo precedente.

Conforme a lo anterior, los parámetros técnicos de Potencia Máxima del Parque Fotovoltaico Cerro Dominador se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 1: Parámetros de Potencia Máxima del Parque Fotovoltaico Cerro Dominador**

Central/Unidad	Potencia Máxima Bruta [MW]	SS/AA [MW]	Pérdidas en la central <sup>(1)</sup> [MW]	Potencia Máxima Neta <sup>(2)</sup> [MW]
PFV Cerro Dominador	100,22	0,01001	0,3099	99,90

(1) Este valor incluye las pérdidas del sistema colector de media tensión (0,229 MW) y del transformador de poder (0,0809 MW).

(2) Inyectada en la barra de alta tensión (220 kV) del transformador de potencia del Parque Fotovoltaico Cerro Dominador.

Al respecto, comunico a Ud., que estos parámetros entrarán en vigencia a partir de las 00:00 horas del día 21 de noviembre de 2020.



El informe técnico que contiene la justificación de los parámetros indicados anteriormente se encuentra en la siguiente ruta del sitio web del Coordinador Eléctrico Nacional:

**Inicio > Operación > Parámetros Operacionales de Unidades Generadoras > Documentos > Potencia Máxima > Pruebas de Potencia Máxima > Parque Fotovoltaico Cerro Dominador**

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

  
**Ernesto Huber J.**  
**Gerente de Operación**  
**Coordinador Eléctrico Nacional**

c.c.:  
Sr. Juan Marcelo Luengo – Encargado Titular Cerro Dominador CSP S.A.  
DAA, DAEP, DIT, DPRO, DTE-SSCC, DTPT, DCONEC, DCO, SGESO, SGTM



Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco