



**estudios energéticos consultores.**  
GRUPO MERCADOS ENERGÉTICOS CONSULTORES

# **INFORME DE DETERMINACIÓN DE MÍNIMO TÉCNICO**

## **Parque Solar Fotovoltaico Granja Solar**



Mayo 2020

A0488 / R1101-19

## Tabla de contenido

<b>REGISTRO DE COMUNICACIONES.....</b>	<b>5</b>
<b>SECCIÓN PRINCIPAL.....</b>	<b>6</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
1.1. Marco normativo .....	6
1.2. Descripción de la planta .....	6
1.3. Descripción de las pruebas.....	10
<b>2. RESULTADOS OBTENIDOS.....</b>	<b>10</b>
2.1. Registros .....	10
2.2. Pérdidas y consumos propios .....	12
<b>3. CONCLUSIONES.....</b>	<b>13</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>14</b>
<b>1. REGISTRO DIARIO PARA DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS .....</b>	<b>14</b>
<b>2. INFORMACIÓN TÉCNICA DEL EQUIPAMIENTO DE LA PLANTA .....</b>	<b>16</b>
2.1. Sistema de medición y adquisición de datos .....	16
2.2. INVERSOR INGETEAM DUAL INGECON SUN SERIE B (1740TL B670).....	18
2.3. TRANSFORMADOR DE UNIDAD .....	19
2.4. TRANSFORMADOR DE POTENCIA.....	21

## Índice de tablas y gráficos

Tabla 1 – Detalle de los componentes DC.....	6
Tabla 2 – Registro del día 13/04/2020 – Potencias.....	14
Gráfico 1. Ubicación aproximada y vista satelital de la FV Granja Solar.....	7
Gráfico 2. Esquema Unilineal simplificado de la planta solar. ....	7
Gráfico 3. Esquema del inversor DUAL INGECON SUN Serie B (1740TL B670). ....	8
Gráfico 4. Curva de capacidad DUAL INGECON SUN Serie B (1740TL B670) de 3,482 kVA. ....	8
Gráfico 5. Esquema del EMS Plant Controller de INGECON. ....	9
Gráfico 6. Pantalla de comandos del PPC. ....	9
Gráfico 7. Potencia activa en punto de conexión.....	11
Gráfico 8. Potencia reactiva en punto de conexión. ....	11
Gráfico 9. Tensión en punto de conexión. ....	11
Gráfico 10. Detalle reducción de potencia activa y mínimo técnico.....	12
Gráfico 11. Potencia de pérdidas en equipos de transformación, cables y consumos propios. ....	12



## 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
FV	Parque Solar Fotovoltaico
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
CTIN	Centro de Transformación e Inversión



## REGISTRO DE COMUNICACIONES

Registro de las actividades, comunicaciones y aprobación de informes.

Número	Fecha dd/mm/año	Objeto	Ref	Observaciones	Responsable
1	28/04/2020	Emisión original	V1	Preparó FM	CJ
2	15/05/2020	Corrección de observaciones	V2	Preparó FM	CJ

---

# SECCIÓN PRINCIPAL

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente informe se exhiben los resultados obtenidos en los ensayos de campo realizados en el Parque Solar Fotovoltaico Granja Solar, durante el día 14 de abril de 2020, en relación al proceso de determinación del mínimo técnico de la planta. Los ensayos fueron realizados encontrándose en servicio la totalidad de los inversores que conforman el parque.

### 1.1. Marco normativo

Las pruebas realizadas se programaron en base al ANEXO TÉCNICO de la NTSyCS “Determinación de Mínimos Técnicos en Unidades Generadoras”. En tal sentido, el valor de Mínimo Técnico 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.

Para el caso de un parque fotovoltaico la determinación se hará al valor mínimo que permita limitarse la consigna de generación del parque y que no desconecte los inversores, de manera de mantener el soporte de tensión y potencia reactiva al sistema, verificado mediante un ensayo sobre el parque.

### 1.2. Descripción de la planta

La planta FV Granja Solar tiene una potencia instalada de 105 MW, distribuida en 33 módulos de generación marca Ingeteam y modelo DUAL INGECON SUN Serie B (1740TL B670), los cuales se componen de dos inversores de 1,741 MVA a 30°C.

Tabla 1 – Detalle de los componentes DC.

Elemento	Descripción
Paneles solares	Monocristalinos, 332.456 x 370 Wp (STC)
Potencia DC	123,01 MW
Inversores	33x2x1740TL B670, 1.741 kVA @ 30°C
Potencia AC	114,91 MVA

La FV Granja Solar evacuará su generación a través de un transformador elevador de dos devanados de razón 33/220 kV y una potencia nominal de 120 MVA (capacidad ONAF).

A partir de la barra de 220 kV de la subestación elevadora, la FV Granja Solar se interconecta con la SE Lagunas mediante una línea de aproximadamente 24 km de longitud.

El lado de media tensión (33 kV) del transformador elevador se conecta a una barra colectora, la cual es el punto común de conexión de 6 alimentadores. Los centros de transformación e inversión (CTIN) del parque fotovoltaico (17 módulos que suman 66 inversores en total) se conectan a dichos alimentadores a través de los devanados de baja tensión de 16 transformadores de doble

secundario de razón 33/0,67/0,67 kV de 6,964 MVA y un transformador de devanado secundario simple de razón 33/0,67 kV de 3,482 MVA.

En el Gráfico 1 se muestra una vista satelital de la ubicación del parque solar y en el Gráfico 2 se muestra el diagrama unilineal de la subestación elevadora.

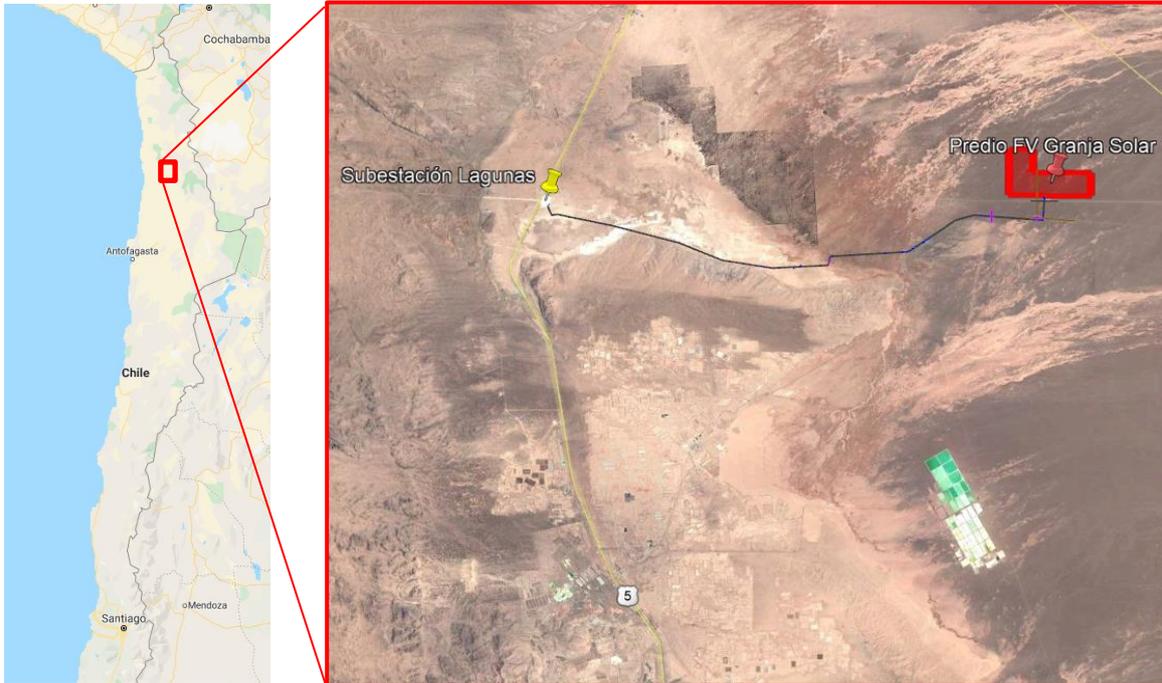


Gráfico 1. Ubicación aproximada y vista satelital de la FV Granja Solar.

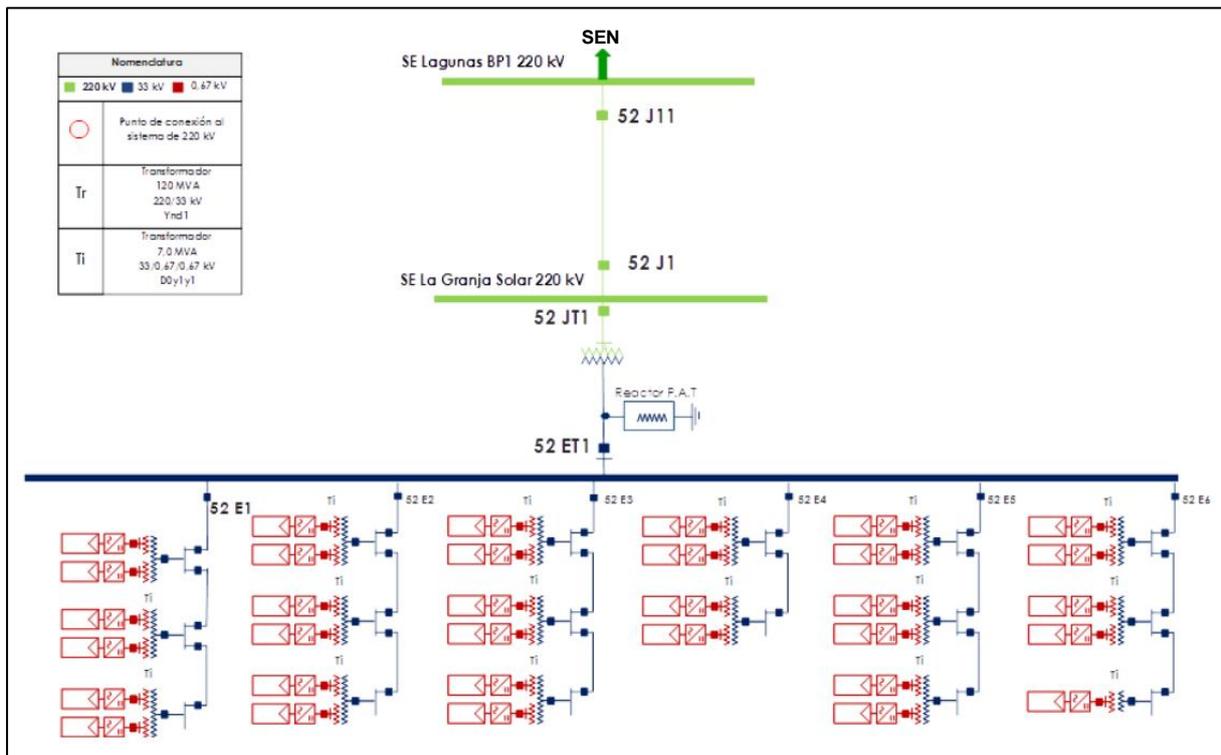
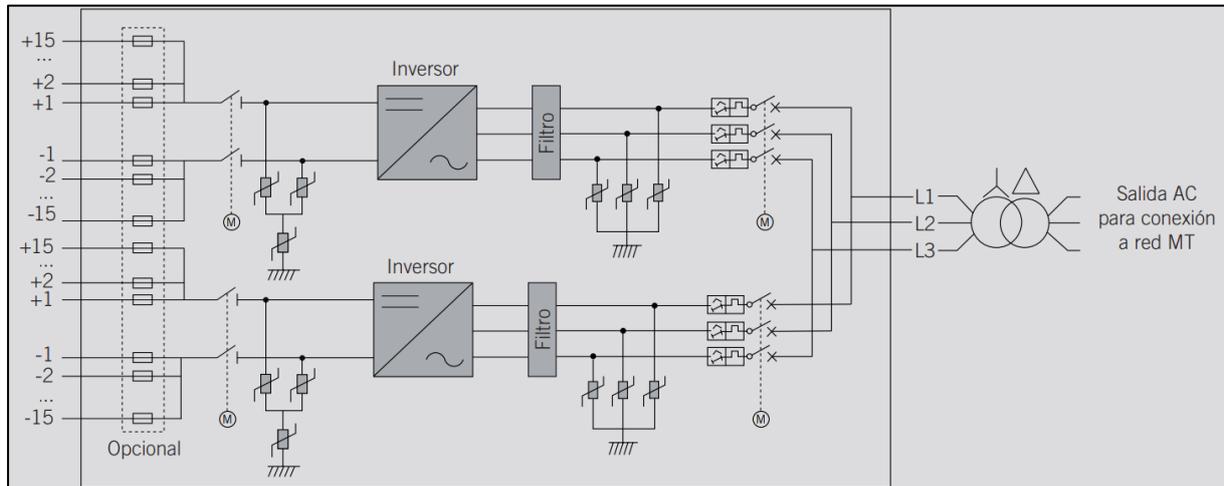
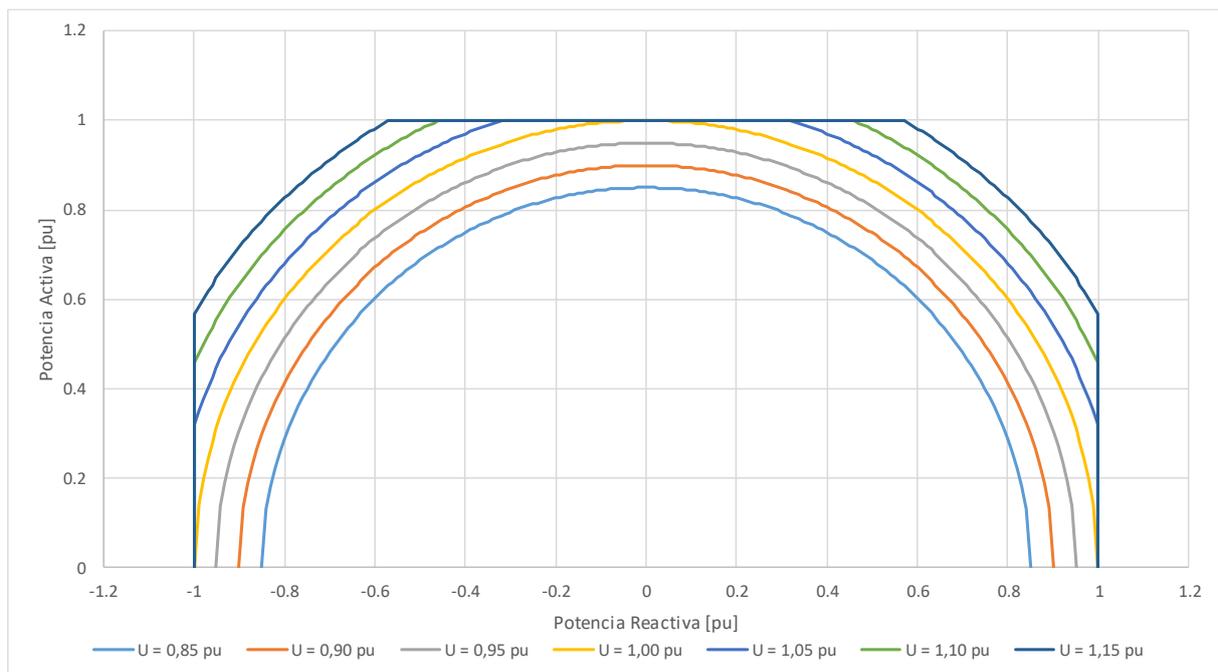


Gráfico 2. Esquema Unilineal simplificado de la planta solar.

Los inversores duales se conectan en paralelo en el lado de baja tensión de cada CTIN, mediante filtros inductivos (Gráfico 3). El aporte de potencia activa y reactiva de cada uno es función de la tensión en sus terminales y se encuentra limitada a  $\pm 1$  pu (Gráfico 4).



**Gráfico 3. Esquema del inversor DUAL INGECON SUN Serie B (1740TL B670).**



**Gráfico 4. Curva de capacidad DUAL INGECON SUN Serie B (1740TL B670) de 3,482 kVA.**

Todos los controles del parque solar fotovoltaico Granja Solar son realizados desde el PPC (Power Plant Controller) de Ingeteam mediante el sistema SCADA (Gráfico 6). Como se mencionó previamente, la barra de control del parque está situada eléctricamente en la barra de 220 kV de la SE Granja Solar.

Para realizar el control, el INGECON® SUN EMS Plant Controller toma los siguientes datos:

- Potencia activa, potencia reactiva, tensión y frecuencia del punto de conexión, proporcionados por la unidad de medida integrada en el propio equipo.

- Requerimientos del operador de red. Establece las referencias de parámetros como tensión del punto de conexión, potencia activa y reactiva, rampas de variación de potencia, reserva de potencia activa, etc. Estos requerimientos pueden ser predeterminados por el operador de red o el operador de la planta o modificarse de manera dinámica mediante una consigna externa.
- Valores instantáneos de inyección de potencia activa y reactiva de los diferentes inversores. Con todos estos datos la unidad de control determina las consignas de funcionamiento para cada uno de los inversores que forman la instalación y la transmite a través de la red de comunicaciones.

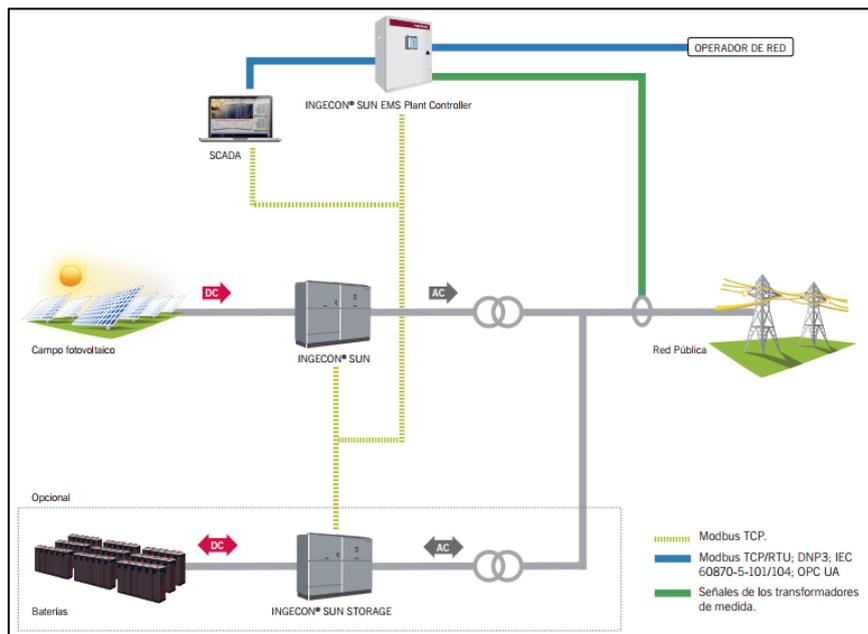


Gráfico 5. Esquema del EMS Plant Controller de INGECON.

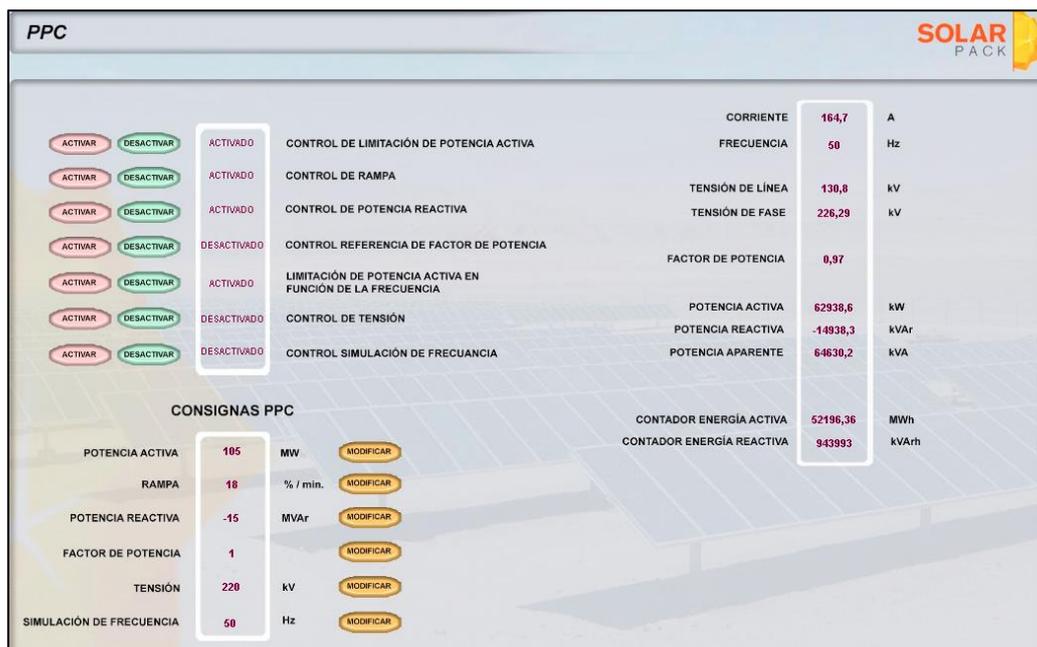


Gráfico 6. Pantalla de comandos del PPC.

El control de planta tiene las siguientes funcionalidades:

- **Control de limitación de potencia activa (Control P).** Permite definir un valor de consigna (o setpoint) de potencia activa entre el 1 y 105 MW, la cual es distribuida entre todos los inversores del parque. Las rampas de subida y bajada de potencia activa pueden activarse o desactivarse y se encuentran configuradas en 18% por minuto respecto a la potencia nominal del parque. En cumplimiento con el Art. 3-17 de la NTSyCS, ambas rampas, subida y bajada, se encuentran configuradas en un valor inferior a 20% por minuto de la potencia nominal.
- **Control de potencia reactiva (Control Q).** Permite definir un valor de referencia (o setpoint) de potencia reactiva, la cual es distribuida entre todas las unidades.
- **Control de factor de potencia (Control FP).** Permite configurar un valor de consigna (o setpoint) de factor de potencia en el punto de conexión y mantenerlo constante durante variaciones del punto operativo del parque.
- **Control de tensión (Control VQ).** Permite definir un valor de consigna de tensión, controlando la inyección de reactivo según una recta VQ predefinida (estadismo V/Q).
- **Control de reducción de potencia por sobrefrecuencia.** La reducción de potencia para cada valor de frecuencia mostrado en el gráfico se aplica respecto a la potencia disponible al momento de la reducción por sobrefrecuencia.

### 1.3. Descripción de las pruebas

De acuerdo con el Artículo 4 “Definiciones” del Anexo Técnico, se determinó *“la potencia activa bruta mínima, con la cual una unidad puede operar en forma permanente, segura y estable inyectando energía al SI en forma continua”*.

Para ello, se procedió a reducir la consigna de generación por medio del comando del operador al mínimo valor configurable, el cual se determinó en 1 MW. Posteriormente, se evaluó la estabilidad de operación de la planta realizando cambios en la consigna de potencia reactiva, verificándose un correcto desempeño y control, sin desconexión de inversores.

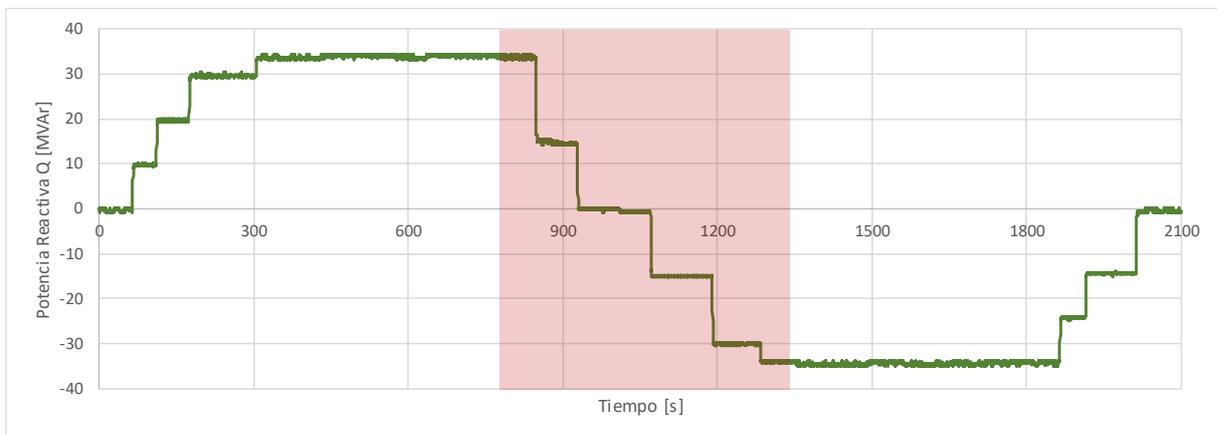
## 2. RESULTADOS OBTENIDOS

### 2.1. Registros

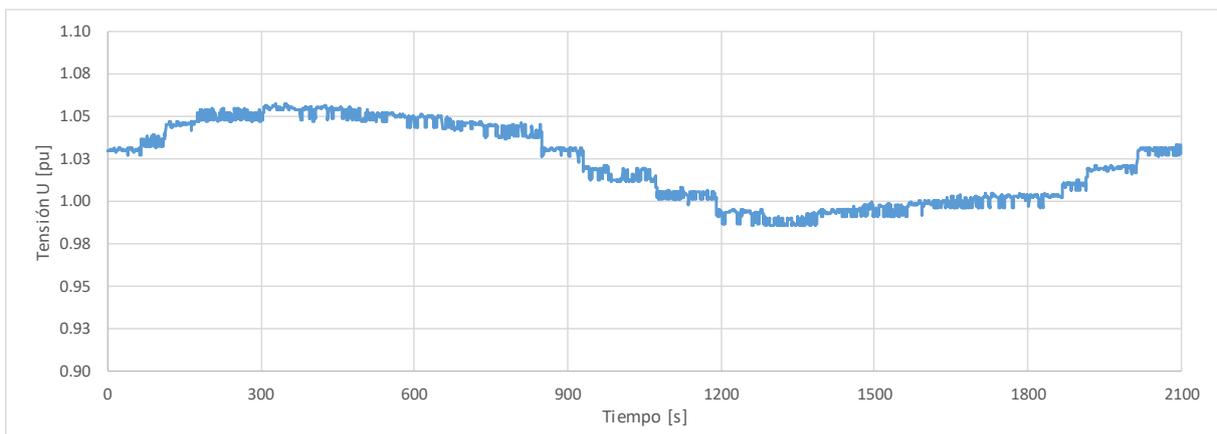
Se obtuvieron registros de potencia activa (Gráfico 7), potencia reactiva (Gráfico 8) y tensión (Gráfico 9) en el punto de conexión de la planta (salida de la línea de 220 kV hacia SE Lagunas). Se observa la reducción de potencia activa por comando del operador hasta un **mínimo de 1 MW** (Gráfico 10), durante un período de aproximadamente 10 minutos, durante los cuales se varió la potencia reactiva de la planta entre  $\pm 34$  MVar.



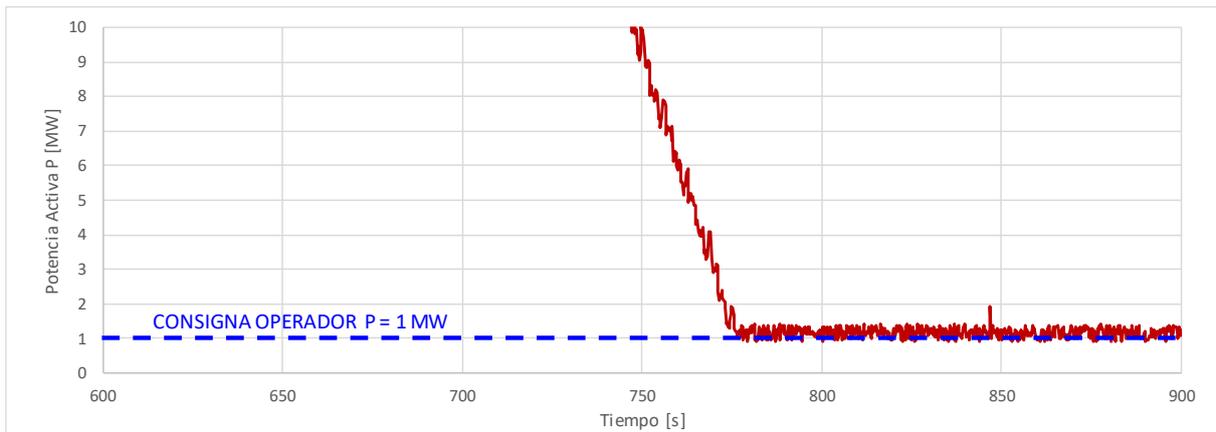
**Gráfico 7. Potencia activa en punto de conexión.**



**Gráfico 8. Potencia reactiva en punto de conexión.**



**Gráfico 9. Tensión en punto de conexión.**



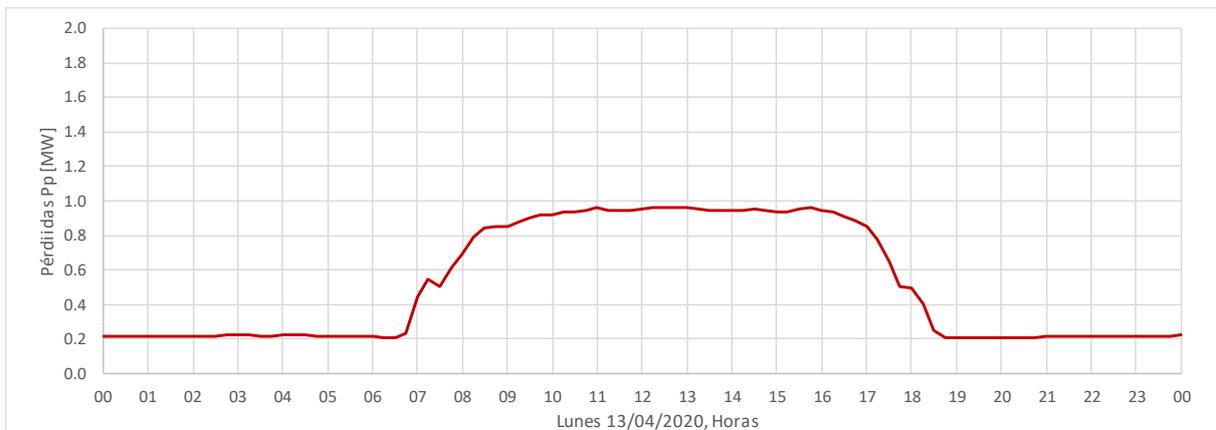
**Gráfico 10. Detalle reducción de potencia activa y mínimo técnico.**

La planta operó satisfactoriamente sin presentar inestabilidades y manteniendo el soporte de potencia reactiva y tensión a la red sin desconexión de inversores.

## 2.2. Pérdidas y consumos propios

Durante el día lunes 13/04/2020 se tomaron los registros para la prueba de determinación de potencia máxima, cuyo registro se detalla en el Anexo. En el Gráfico 11 se observa la diferencia entre la potencia medida en el punto de conexión de la planta (Potencia Neta Medida) y la potencia generada por los inversores (Potencia Bruta Medida). Esta diferencia corresponde a la potencia de pérdidas en el transformador de potencia del parque, los transformadores de cada CTIN, los cables de MT que conforman el sistema colector y los consumos propios de la planta.

Durante las horas nocturnas se observó una **potencia constante de 0,22 MW**, las cuales pueden asociarse a los consumos propios de la planta (40 kW) y pérdidas en vacío de transformadores (58,5 kW el transformador de potencia más 17 x 6,5 kW los CTIN de acuerdo a los ensayos de fábrica), mientras que durante las horas diurnas este valor se incrementó hasta un **máximo de 0,962 MW**, las cuales incluyen las pérdidas en carga de transformadores y cables MT variables con la carga (742 kW).



**Gráfico 11. Potencia de pérdidas en equipos de transformación, cables y consumos propios.**

Durante la operación a mínimo técnico se consideran despreciables las pérdidas en carga en los transformadores, por lo que las pérdidas totales y consumos propios se estimó en 0,22 MW.

### 3. CONCLUSIONES

Dada la mínima consigna operable de la planta de 1 MW en el punto de conexión (salida de la línea de 220 kV hacia SE Lagunas), la cual resultó del mínimo valor configurable de potencia activa por el operador; y las pérdidas en equipos de transformación y consumos propios estimado en 0,22 MW, se determinó una **potencia mínima bruta de 1,22 MW** para la planta FV Granja Solar.

## ANEXOS

### 1. REGISTRO DIARIO PARA DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS

Los registros de potencia activa en el punto de conexión y potencia en los inversores se obtuvieron mediante la instrumentación propia del control de planta del parque, centralizado a través del sistema SCADA.

Tabla 2 – Registro del día 13/04/2020 – Potencias

Hora	Potencia suma en inversores [MW]	Potencia en el punto de conexión [MW]	Pérdidas [MW]	Hora	Potencia suma en inversores [MW]	Potencia en el punto de conexión [MW]	Pérdidas [MW]
00:00	0,00	-0,22	0,22	08:00	81,22	80,53	0,69
00:15	0,00	-0,21	0,21	08:15	86,49	85,69	0,80
00:30	0,00	-0,21	0,21	08:30	90,27	89,43	0,84
00:45	0,00	-0,22	0,22	08:45	92,31	91,46	0,85
01:00	0,00	-0,21	0,21	09:00	93,53	92,67	0,85
01:15	0,00	-0,22	0,22	09:15	94,54	93,66	0,88
01:30	0,00	-0,21	0,21	09:30	95,41	94,51	0,90
01:45	0,00	-0,22	0,22	09:45	95,66	94,73	0,92
02:00	0,00	-0,22	0,22	10:00	95,40	94,48	0,92
02:15	0,00	-0,22	0,22	10:15	95,20	94,27	0,94
02:30	0,00	-0,22	0,22	10:30	94,66	93,72	0,94
02:45	0,00	-0,22	0,22	10:45	94,25	93,31	0,95
03:00	0,00	-0,22	0,22	11:00	94,08	93,12	0,96
03:15	0,00	-0,22	0,22	11:15	94,35	93,40	0,95
03:30	0,00	-0,22	0,22	11:30	93,92	92,98	0,94
03:45	0,00	-0,22	0,22	11:45	93,73	92,78	0,95
04:00	0,00	-0,22	0,22	12:00	93,86	92,91	0,96
04:15	0,00	-0,22	0,22	12:15	93,90	92,94	0,96
04:30	0,00	-0,22	0,22	12:30	93,63	92,67	0,96
04:45	0,00	-0,22	0,22	12:45	93,53	92,57	0,96
05:00	0,00	-0,22	0,22	13:00	93,30	92,34	0,96
05:15	0,00	-0,22	0,22	13:15	92,95	92,00	0,95
05:30	0,00	-0,22	0,22	13:30	92,66	91,71	0,95
05:45	0,00	-0,22	0,22	13:45	92,56	91,62	0,94
06:00	0,00	-0,22	0,22	14:00	92,69	91,75	0,95
06:15	0,00	-0,21	0,21	14:15	92,94	91,99	0,95
06:30	0,00	-0,21	0,21	14:30	93,02	92,07	0,95
06:45	0,04	-0,19	0,23	14:45	92,83	91,88	0,94
07:00	5,88	5,44	0,44	15:00	92,52	91,58	0,94
07:15	20,95	20,40	0,55	15:15	91,67	90,73	0,94
07:30	40,61	40,11	0,51	15:30	92,28	91,33	0,95
07:45	68,17	67,55	0,61	15:45	92,69	91,72	0,96



Hora	Potencia suma en inversores [MW]	Potencia en el punto de conexión [MW]	Pérdidas [MW]
16:00	92,30	91,35	0,95
16:15	90,85	89,91	0,94
16:30	88,78	87,87	0,91
16:45	85,46	84,58	0,89
17:00	81,23	80,38	0,85
17:15	73,30	72,52	0,78
17:30	49,32	48,67	0,65
17:45	25,50	25,00	0,50
18:00	8,58	8,08	0,50
18:15	1,19	0,78	0,40
18:30	0,02	-0,23	0,25
18:45	0,00	-0,21	0,21
19:00	0,00	-0,21	0,21
19:15	0,00	-0,20	0,20
19:30	0,00	-0,21	0,21
19:45	0,00	-0,21	0,21

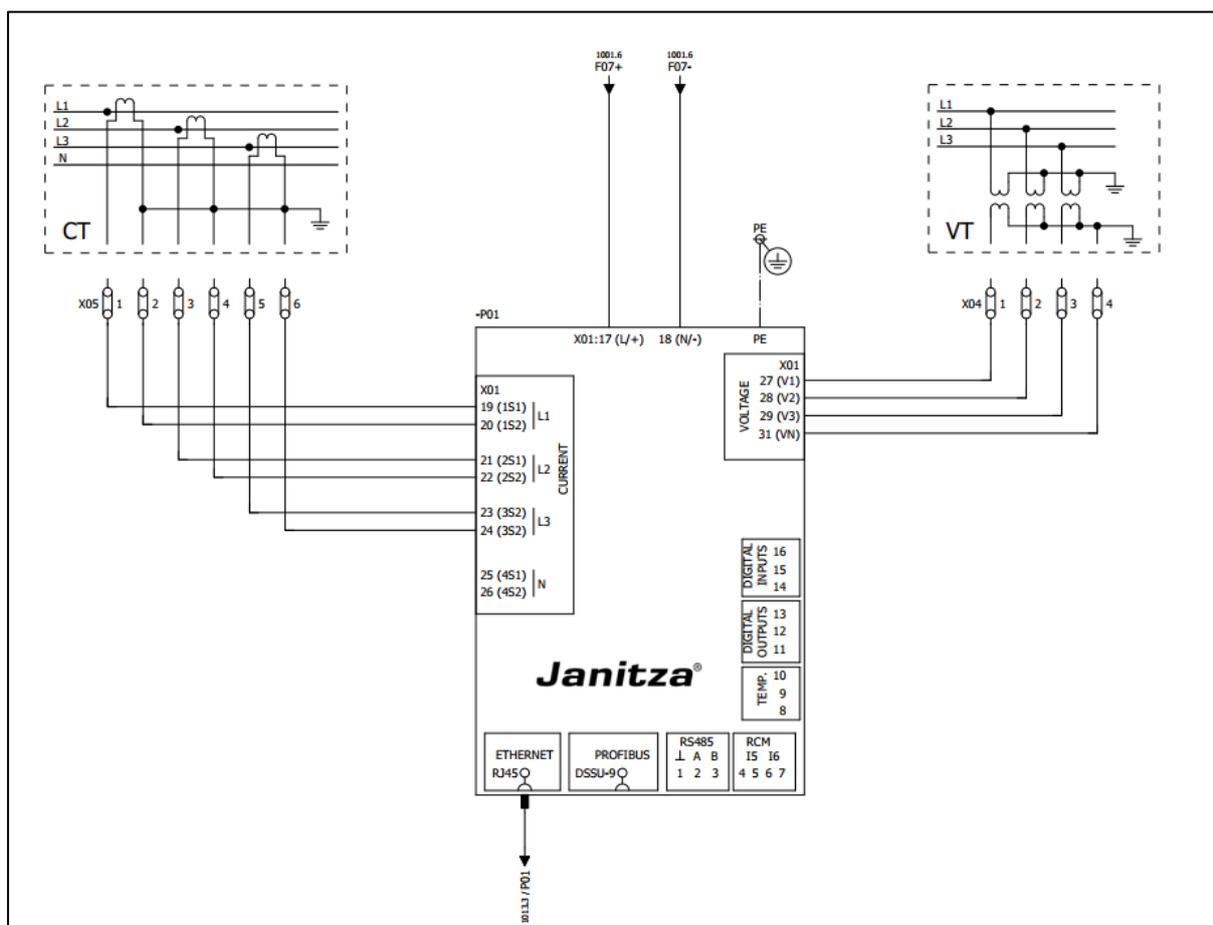
Hora	Potencia suma en inversores [MW]	Potencia en el punto de conexión [MW]	Pérdidas [MW]
20:00	0,00	-0,21	0,21
20:15	0,00	-0,20	0,20
20:30	0,00	-0,20	0,20
20:45	0,00	-0,21	0,21
21:00	0,00	-0,21	0,21
21:15	0,00	-0,21	0,21
21:30	0,00	-0,21	0,21
21:45	0,00	-0,22	0,22
22:00	0,00	-0,22	0,22
22:15	0,00	-0,22	0,22
22:30	0,00	-0,22	0,22
22:45	0,00	-0,22	0,22
23:00	0,00	-0,22	0,22
23:15	0,00	-0,22	0,22
23:30	0,00	-0,22	0,22
23:45	0,00	-0,22	0,22

## 2. INFORMACIÓN TÉCNICA DEL EQUIPAMIENTO DE LA PLANTA

### 2.1. Sistema de medición y adquisición de datos

Para la adquisición de datos de las variables eléctricas del parque se utilizaron las mediciones propias del control de planta, las cuales se obtienen mediante un multimetro instalado en la subestación de 220 kV.

El sistema de medición del INGECON EMS Power Plant Controller se basa en el equipo Janitza UMG 509 PRO, el cual cuenta con las siguientes características:


**INGECON**
**EMS**

Plant Controller

	Versión Standard	Versión Premium
<b>Analizador de potencia</b>		
Precisión de medida de tensión y corriente	Clase 0,2 S (Clase 0,1 A opcional)	
Precisión de medida de frecuencia	10 mHz <sup>①</sup>	
Precisión de medida de potencia y energía	Clase 0,5 S	
Precisión de medida de factor de potencia	Clase 0,5 S (Clase 0,2 A opcional)	
Precisión de medida de THD	Clase 1 S	
Medida de armónicos de tensión	Clase 0,5 S	
Medida de armónicos de corriente	Hasta el orden 40 (opcionalmente hasta el orden 50)	
Valor nominal de la entrada de medida de tensión	0 ... 480 V @50 Hz / 0 ... 347 V @60 Hz	
Valor nominal de la entrada de medida de corriente	0 ... 5 A	
Otras medidas	Flickers de corto y largo plazo / desequilibrios	
Registro de calidad de suministro (PQ)	Opcional	



Voltage measurement	
Three-phase 4-conductor systems with rated voltages (L-N/L-L) up to	IEC: max. 417 V/720 V UL: max. 347 V/600 V
Three-phase 3-conductor systems with rated voltages (L-L) up to	max. 600 V (+10%)
Oversvoltage category	600 V CAT III
Rated surge voltage	6 kV
Protection of voltage measurement	1 - 10 A (With IEC / UL approval)
Measurement range L-N <sup>1)</sup>	0 .. 600 Vrms
Measurement range L-L <sup>1)</sup>	0 .. 1000 Vrms
Resolution	0.01 V
Crest factor	1.6 (related to 600 Vrms)
Impedance	4 M $\Omega$ / phase
Power consumption	ca. 0,1 VA
Sampling rate	20 kHz / phase
Transients	> 50 $\mu$ s
Frequency range of the fundamental oscillation - resolution	40 Hz .. 70 Hz 0.001 Hz

- 1) The device can only determine measured values, if at least a voltage L-N greater than 10V<sub>eff</sub> or a voltage L-L of greater than 18V<sub>eff</sub> is present at one voltage measurement input.

Current measurement	
Rated current	5 A
Metering range	0.005 to 7 Arms
Measurement range exceeded (overload)	From 7,5 Arms
Crest factor	2.4
Resolution	0.1 mA
Oversvoltage category	<b>Option 230 V:</b> 300 V CAT III <b>Option 24 V:</b> 300 V CAT II
Measurement surge voltage	4 kV
Power consumption	approx. 0.2 VA (R <sub>i</sub> =5 m $\Omega$ )
Overload for 1 sec.	120 A (sinusoidal)
Sampling rate	20 kHz / phase

Residual current monitoring I5 / I6 (RCM)	
Rated current	30 mArms
Metering range	0 to 40 mArms
Triggering current	100 $\mu$ A
Resolution	1 $\mu$ A
Crest factor	1,414 (related to 40mA)
Burden	4 Ohm
Overload for 1 sec.	5 A
Sustained overload	1 A
Overload for 20 ms	50 A
Maximum external burden	300 Ohm (for cable break detection)

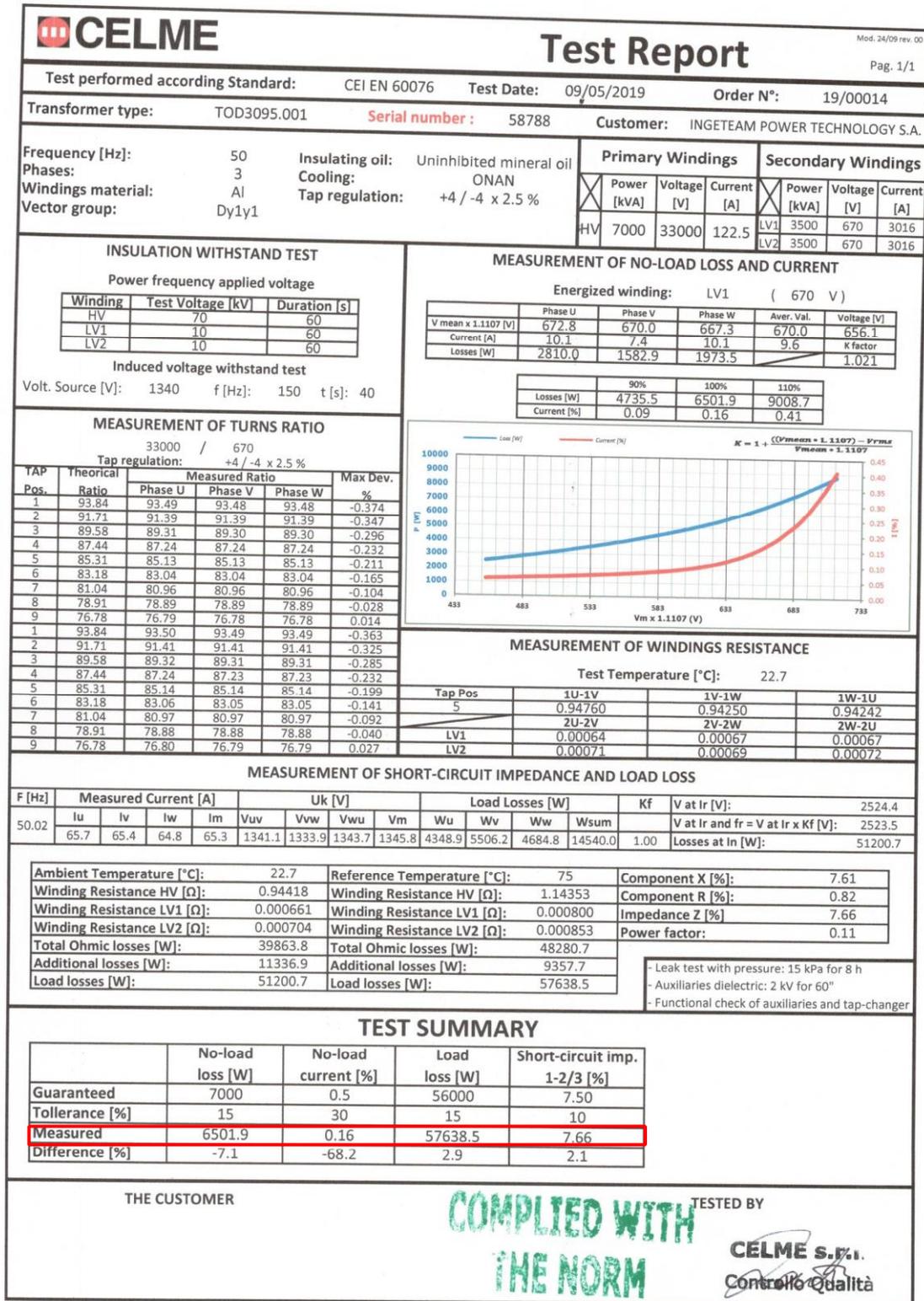
## 2.2. INVERSOR INGETEAM DUAL INGECON SUN SERIE B (1740TL B670)

INGECON		SUN		PowerMax Dual Serie B 1.500 V <sub>dc</sub>	
	3280 kVA DUAL INGECON® SUN 1640TL B630	3330 kVA DUAL INGECON® SUN 1665TL B640	3380 kVA DUAL INGECON® SUN 1690TL B650	3480 kVA DUAL INGECON® SUN 1740TL B670	3600 kVA DUAL INGECON® SUN 1800TL B690
<b>Valores de Entrada (DC)</b>					
Rango pot. campo FV recomendado <sup>(1)</sup>	3.240 - 4.256 kWp	3.292 - 4.324 kWp	3.344 - 4.392 kWp	3.446 - 4.526 kWp	3.550 - 4.660 kWp
Rango de tensión MPP <sup>(2)</sup>	910 - 1.300 V	922 - 1.300 V	937 - 1.300 V	965 - 1.300 V	994 - 1.300 V
Tensión máxima <sup>(3)</sup>	1.500 V				
Corriente máxima	1.850 A por bloque de potencia				
Nº entradas con porta-fusibles	6 hasta 15 por bloque de potencia (hasta 12 con la caja de agrupamiento)				
Dimensiones de los fusibles	Fusibles de 63 A / 1.500 V hasta 500 A / 1.500 V (opcionales)				
Tipo de conexión	Conexión a las barras de cobre				
Bloques de potencia	2				
MPPT	2				
<b>Protecciones de Entrada</b>					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas DC tipo II (opcional tipo I+II)				
Interruptor DC	Seccionador en carga DC motorizado				
Otras protecciones	Hasta 15 pares de fusibles DC (opcional) / Polaridad inversa / Monitorización de aislamiento / Protección anti-aislamiento / Seta de emergencia				
<b>Valores de Salida (AC)</b>					
Potencia IP54 @30 °C / @50 °C	3.274 kVA / 2.496 kVA	3.326 kVA / 2.993 kVA	3.378 kVA / 3.040 kVA	3.482 kVA / 3.134 kVA	3.586 kVA / 3.226 kVA
Corriente IP54 @30 °C / @50 °C	3.000 A / 2.700 A				
Potencia IP56 @27 °C / @50 °C <sup>(4)</sup>	3.274 kVA / 2.898 kVA	3.326 kVA / 2.944 kVA	3.378 kVA / 2.990 kVA	3.482 kVA / 3.082 kVA	3.586 kVA / 3.174 kVA
Corriente IP56 @27 °C / @50 °C <sup>(4)</sup>	3.000 A / 2.656 A				
Tensión nominal <sup>(5)</sup>	630 V Sistema IT	640 V Sistema IT	650 V Sistema IT	670 V Sistema IT	690 V Sistema IT
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz				
Factor de potencia <sup>(6)</sup>	1				
Factor de potencia ajustable	Si. Smáx=3.274 kVA	Si. Smáx=3.326 kVA	Si. Smáx=3.378 kVA	Si. Smáx=3.482 kVA	Si. Smáx=3.589 kVA
THD (Distorsión Armónica Total) <sup>(7)</sup>	<3%				
<b>Protecciones de Salida</b>					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas tipo II				
Interruptor AC	Seccionador magneto-térmico AC con mando a puerta				
Protección anti-aislamiento	Si, con desconexión automática				
Otras protecciones	Cortocircuitos y sobrecargas AC				
<b>Prestaciones</b>					
Eficiencia máxima	98,9%				
CEC	98,5%				
Máx. consumo servicios aux.	8.500 W				
Consumo nocturno o en stand-by <sup>(8)</sup>	< 180 W				
Consumo medio diario	4.000 W				
<b>Información General</b>					
Inversores FV incluidos	Dos unidades de INGECON® SUN 1640TL B630	Dos unidades de INGECON® SUN 1665TL B640	Dos unidades de INGECON® SUN 1690TL B650	Dos unidades de INGECON® SUN 1740TL B670	Dos unidades de INGECON® SUN 1800TL B690
Temperatura ambiente	-20 °C a +60 °C				
Humedad relativa (sin condensación)	0-100% (Salida)				
Grado de protección	IP54 (IP56 con el kit atrapa-arenas)				
Altitud máxima	4.500 m (para instalaciones por encima de 1.000 m, contacten con el departamento comercial solar de Ingeteam)				
Sistema de refrigeración	Ventilación forzada con control térmico (suministro de 230 V fase + neutro)				
Rango de caudal de aire	0 - 7.800 m³/h por bloque de potencia				
Caudal de aire promedio	2 x 4.200 m³/h				
Emisión acústica (100% / 50% carga)	<66 dB(A) a 10 m / < 54,5 dB(A) a 10 m				
Marcado	CE				
Normativa EMC y de seguridad	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100				
Normativa de conexión a red	IEC 62116, Arrêté 23-04-2008, CEI 0-16 Ed. III, Terna A68, G59/2, BDEW-Mittelspannungsrichtlinie:2011, P.O.12.3, Código de red de Sudáfrica (ver 2.6), Código de red de Chile, Código de red de Ecuador, Código de red de Perú, Requerimientos PEA de Tailandia, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547-1, GGC/CGC China, Código de red DEWA (Dubái), Código de red de Jordania				

**Notas:** <sup>(1)</sup> Dependiendo del tipo de instalación y de la ubicación geográfica. Datos para condiciones STC. <sup>(2)</sup> V<sub>mpp</sub>.min es para condiciones nominales (V<sub>ac</sub>=1 p.u. y Factor de Potencia=1) <sup>(3)</sup> Considerar el aumento de tensión de los paneles V<sub>dc</sub> a bajas temperaturas. <sup>(4)</sup> Con el kit atrapa-arenas. <sup>(5)</sup> Otras tensiones y potencias AC disponibles. <sup>(6)</sup> Para Pac>25% de la potencia nominal. <sup>(7)</sup> Para Pac>25% de la potencia nominal y tensión según IEC 61000-3-4. <sup>(8)</sup> Consumo desde el campo fotovoltaico cuando hay potencia FV disponible.

**Ingeteam**

2.3. TRANSFORMADOR DE UNIDAD





# Test Report

Mod. 24/09 rev. 00  
 Pag. 1/1

---

Test performed according Standard: CEI EN 60076    Test Date: 04/06/2019    Order N°: 19/00014

Transformer type: TOS3336.001    Serial number: 58802    Customer: INGTEAM POWER TECHNOLOGY S.A.

Frequency [Hz]: 50	Insulating oil: Uninhibited mineral oil	<b>Primary Windings</b>	<b>Secondary Windings</b>
Phases: 3	Cooling: ONAN	Power [kVA]	Power [kVA]
Winding material: Al	Tap regulation: +4 / -4 x 2.5 %	Voltage [V]	Voltage [V]
Vector group: Dy1		Current [A]	Current [A]

Winding	Power [kVA]	Voltage [V]	Current [A]
HV	3482	33000	60.9
LV1	3482	670	3000
LV2			

### INSULATION WITHSTAND TEST

Power frequency applied voltage

Winding	Test Voltage [kV]	Duration [s]
HV	70	60
LV1	10	60
LV2		

Induced voltage withstand test

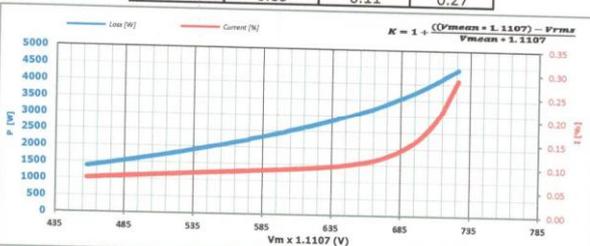
Volt. Source [V]: 1340    f [Hz]: 150    t [s]: 40

### MEASUREMENT OF NO-LOAD LOSS AND CURRENT

Energized winding: LV1 ( 670 V )

	Phase U	Phase V	Phase W	Aver. Val.	Voltage [V]
V mean x 1.1107 [V]	671.7	668.9	669.2	670.0	661.3
Current [A]	3.9	2.7	3.5	3.4	K factor
Losses [W]	1275.0	764.2	1123.4		1.013

	90%	100%	110%
Losses [W]	2453.7	3210.3	4434.0
Current [%]	0.09	0.11	0.27



### MEASUREMENT OF TURNS RATIO

33000 / 670  
Tap regulation: +4 / -4 x 2.5 %

TAP Pos.	Theoretical Ratio	Measured Ratio			Max Dev. %
		Phase U	Phase V	Phase W	
1	93.84	93.85	93.84	93.84	0.006
2	91.71	91.72	91.72	91.72	0.013
3	89.58	89.59	89.59	89.59	0.020
4	87.44	87.47	87.46	87.46	0.027
5	85.31	85.34	85.34	85.34	0.034
6	83.18	83.21	83.21	83.21	0.043
7	81.04	81.09	81.09	81.09	0.052
8	78.91	78.96	78.96	78.96	0.061
9	76.78	76.84	76.83	76.83	0.076

### MEASUREMENT OF WINDINGS RESISTANCE

Test Temperature [°C]: 30.5

Tap Pos	1U-1V	1V-1W	1W-1U
5	2.12640	2.12940	2.12931
	2U-2V	2V-2W	2W-2U
LV1	0.00073	0.00070	0.00073
	LV2		

### MEASUREMENT OF SHORT-CIRCUIT IMPEDANCE AND LOAD LOSS

F [Hz]	Measured Current [A]				Uk [V]				Load Losses [W]				Kf	V at Ir [V]:
49.96	Iu	Iv	Iw	Im	Vuv	Vvw	Vwu	Vm	Wu	Wv	Ww	Wsum	1.00	V at Ir and fr = V at Ir x Kf [V]:
	35.1	35.5	34.7	35.1	1190.1	1185.5	1191.2	1193.6	2438.1	3121.0	2961.3	8520.4		2070.0
														2071.5
														Losses at In [W]:
														25654.7

Ambient Temperature [°C]: 30.5	Reference Temperature [°C]: 75	Component X [%]: 6.23
Winding Resistance HV [Ω]: 2.12837	Winding Resistance HV [Ω]: 2.49907	Component R [%]: 0.83
Winding Resistance LV1 [Ω]: 0.000718	Winding Resistance LV1 [Ω]: 0.000843	Impedance Z [%]: 6.29
Winding Resistance LV2 [Ω]:	Winding Resistance LV2 [Ω]:	Power factor: 0.13
Total Ohmic losses [W]: 21538.8	Total Ohmic losses [W]: 25290.1	
Additional losses [W]: 4115.9	Additional losses [W]: 3511.6	
Load losses [W]: 25654.7	Load losses [W]: 28801.7	

- Leak test with pressure: 15 kPa for 8 h
- Auxiliaries dielectric: 2 kV for 60"
- Functional check of auxiliaries and tap-changer

### TEST SUMMARY

	No-load loss [W]	No-load current [%]	Load loss [W]	Short-circuit impedance [%]
Guaranteed	3480	0.5	27860	6.00
Tolerance [%]	15	30	15	10
Measured	3210.3	0.11	28801.7	6.29
Difference [%]	-7.8	-77.5	3.4	4.8

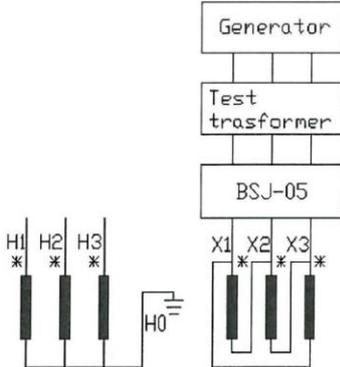
THE CUSTOMER

TESTED BY



## COMPLIED WITH THE NORM

## 2.4. TRANSFORMADOR DE POTENCIA

		<h1>TEST REPORT</h1>		Project																																																																											
				Grania project																																																																											
Product No.		10120301-1		Number of Sheets 7																																																																											
<h3>6. Measurement of no-load loss and current-Before dielectric test</h3>																																																																															
<p>6.1 Test circuit diagram</p> 																																																																															
<p>6.2 Test result</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Test Winding</th> <th rowspan="2">Frequency [Hz]</th> <th rowspan="2">Tap No.</th> <th colspan="2">Capacity [MVA]</th> <th rowspan="2">X.V Rated Voltage [kV]</th> <th rowspan="2">X.V Rated Current [A]</th> <th rowspan="2">Average Oil Temp. [°C]</th> </tr> <tr> <th>H.V</th> <th>X.V</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X.V</td> <td>50</td> <td>/</td> <td>120</td> <td>120</td> <td>33</td> <td>2099.5</td> <td>20.0</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Applied Voltage</th> <th colspan="2">Current</th> <th colspan="2">No Load Loss</th> </tr> <tr> <th>[%]</th> <th>RMS [V]</th> <th>Avg. [V]</th> <th><math>I_0</math> [A]</th> <th><math>I_0</math> [%]</th> <th><math>P_m</math> [W]</th> <th><math>P_0</math> [W]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>90</td> <td>29730</td> <td>29706</td> <td>0.92</td> <td>0.04</td> <td>45386</td> <td>45349</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>33052</td> <td>33008</td> <td>1.12</td> <td>0.05</td> <td>58547</td> <td>58469</td> </tr> <tr> <td>110</td> <td>36537</td> <td>36300</td> <td>3.11</td> <td>0.15</td> <td>87595</td> <td>87023</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Voltage [%]</th> <th colspan="3">Current <math>I_0</math></th> <th colspan="3">No Load Loss <math>P_0</math></th> </tr> <tr> <th>Calculated Value [%]</th> <th>Guaranteed Value [%]</th> <th>Tolerance</th> <th>Calculated Value [W]</th> <th>Guaranteed Value [W]</th> <th>Tolerance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100</td> <td>0.05</td> <td>0.20</td> <td>+0%</td> <td>58469</td> <td>62000</td> <td>+0%</td> </tr> </tbody> </table>							Test Winding	Frequency [Hz]	Tap No.	Capacity [MVA]		X.V Rated Voltage [kV]	X.V Rated Current [A]	Average Oil Temp. [°C]	H.V	X.V	X.V	50	/	120	120	33	2099.5	20.0	Applied Voltage			Current		No Load Loss		[%]	RMS [V]	Avg. [V]	$I_0$ [A]	$I_0$ [%]	$P_m$ [W]	$P_0$ [W]	90	29730	29706	0.92	0.04	45386	45349	100	33052	33008	1.12	0.05	58547	58469	110	36537	36300	3.11	0.15	87595	87023	Voltage [%]	Current $I_0$			No Load Loss $P_0$			Calculated Value [%]	Guaranteed Value [%]	Tolerance	Calculated Value [W]	Guaranteed Value [W]	Tolerance	100	0.05	0.20	+0%	58469	62000	+0%
Test Winding	Frequency [Hz]	Tap No.	Capacity [MVA]		X.V Rated Voltage [kV]	X.V Rated Current [A]				Average Oil Temp. [°C]																																																																					
			H.V	X.V																																																																											
X.V	50	/	120	120	33	2099.5	20.0																																																																								
Applied Voltage			Current		No Load Loss																																																																										
[%]	RMS [V]	Avg. [V]	$I_0$ [A]	$I_0$ [%]	$P_m$ [W]	$P_0$ [W]																																																																									
90	29730	29706	0.92	0.04	45386	45349																																																																									
100	33052	33008	1.12	0.05	58547	58469																																																																									
110	36537	36300	3.11	0.15	87595	87023																																																																									
Voltage [%]	Current $I_0$			No Load Loss $P_0$																																																																											
	Calculated Value [%]	Guaranteed Value [%]	Tolerance	Calculated Value [W]	Guaranteed Value [W]	Tolerance																																																																									
100	0.05	0.20	+0%	58469	62000	+0%																																																																									
Test Date		2019-4-27		Acceptance Criteria																																																																											
Tested By		H.B.ZHANG		See above																																																																											
Used Instruments		BSJ-05 Auto Control & Measurement System of Transformer		Result: Good																																																																											

*Cej?*

*Wang*



		<b>TEST REPORT</b>				Project			
		Product No. 10120301-1		Number of Sheets 10		Grania project			
8.3 Test result (at 120 MVA)									
Winding	Applied Voltage Terminal	Short-Circuited Terminal	Sr Capacity [MVA]		Average Oil Temp.[°C]	Sr Capacity [MVA]			
			H.V	X.V		X.V			
H.V - X.V	H1,H2,H3	X1,X2,X3	120		20	120			
Tap position	Ur of H.V [V]	Ir of H.V [A]	Um Measured Voltage [V]	Im Measured Current		Measured Loss [W]	P <sub>KT</sub> [W]	ΣI <sup>2</sup> R <sub>T</sub> [W]	P <sub>aT</sub> [W]
				[A]	I/Ir[%]				
1	253000	273.8	19073	140.11	51.2	98421	375985	327659	48326
13	220000	314.9	14978	160.79	51.1	97417	373691	337385	36306
25	187000	370.5	11798	187.92	50.7	99202	385610	356901	28709
Calculated to 75 °C									
Tap position	K	ΣI <sup>2</sup> R <sub>75</sub> [W]	P <sub>a75</sub> [W]	Load Loss P <sub>K75</sub> [W]	Impedance (per phase)				
					Z <sub>75</sub> [Ω]	Z <sub>75</sub> [%]			
1	1.216	398331	39752	438082	78.60	14.73			
13	1.216	410154	29865	440019	53.78	13.33			
25	1.216	433879	23615	457495	36.25	12.44			
Test Date 2019-4-27				Acceptance Criteria					
Tested By H.B.ZHANG				See page 11.					
Used Instruments BS.J-05 Auto Control & Measurement System of Transformer				Result: Good					

*creg* *mez*