

P24060
**INFORMES DE PARÁMETROS DE
GENERACIÓN Y VALIDACIÓN DE
MODELO DINÁMICO PROYECTO
PMG SOLAR PALERMO**

13.11.2024

Mínimo Técnico
24060-00-ES-IT-003 Rev. B
Preparado para GPG Generación Distribuida SpA





P24060

INFORMES DE PARÁMETROS DE GENERACIÓN Y VALIDACIÓN DE MODELO DINÁMICO PROYECTO PMG SOLAR PALERMO

Mínimo Técnico

I-SEP Ingenieros SpA

Ingeniería en Sistemas Eléctricos de Potencia

Padre Mariano 82
Oficina 603
Providencia, Santiago
Chile

+56 2 2604 8761

www.i-sep.cl
empresa@i-sep.cl

REV.	PREPARADO POR	FECHA	REVISADO POR	FECHA	COMENTARIOS
Rev. A	Nicolás Tardon Pantoja	28.10.2024	I-SEP	12.11.2024	Emitido para revisión interna
Rev. B	Nicolás Tardon Pantoja	13.11.2024			Emitido para revisión del cliente

CONTENIDOS

1. IDENTIFICACIÓN	5
2. OBJETIVOS Y ALCANCE	5
3. INTRODUCCIÓN	5
4. REFERENCIAS TÉCNICAS	7
4.1. DOCUMENTOS	7
4.2. NORMAS Y ESTÁNDARES	7
5. INSTALACIONES EXISTENTES	8
5.1. TRAMO AÉREO	9
5.2. RESISTIVIDAD DEL TERRENO	10
5.3. CABLES SUBTERRÁNEOS 3X1X400 MM2	11
5.4. CABLES SUBTERRÁNEOS 3X1X95 MM2	12
5.5. INVERSORES	13
5.6. TRANSFORMADORES DE BLOQUE MT/BT	13
5.7. Transformador de Servicios Auxiliares (SSAA)	14
6. REVISIÓN NORMATIVA	14
7. DETERMINACIÓN DE MÍNIMO TÉCNICO	15
7.1. DEFINICIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN	15
7.2. ANTECEDENTES DE OPERACIÓN	16
7.2.1. Ensayo con todos los inversores operativos	16
7.2.2. Ensayo con un inversor operativo	18
8. CONCLUSIONES	20
9. ANEXOS	21
9.1. ANEXO 1 – Registros potencia en los bornes AC de cada inversor asociado al PMG Solar Palermo (16-10-2024)	21
9.2. ANEXO 2 – Potencia neta del PMG Solar Palermo (16-10-2024).	21
9.3. ANEXO 3 – Potencia de servicios auxiliares SSAA (16-10-2024).	21
9.4. ANEXO 4 – Registros potencia en los bornes AC del inversor número 2 asociado al PMG Solar Palermo (17-10-2024).	21
9.5. ANEXO 5 – Potencia neta del PMG Solar Palermo (17-10-2024).	21
9.6. ANEXO 6 – Potencia de servicios auxiliares SSAA (17-10-2024).	21
9.7. ANEXO 7 – Hoja de datos de los inversores.	21

9.8. ANEXO 8 – Hoja de datos de los paneles. 21

1. IDENTIFICACIÓN

Nombre del proyecto: PMG Solar Palermo

NUP: 2993

Empresa propietaria del proyecto: GPG Generación Distribuida SpA

2. OBJETIVOS Y ALCANCE

El presente informe tiene por finalidad establecer el mínimo técnico para el PMG Solar Palermo, el cual es propiedad de GPG Generación Distribuida SpA. Lo anterior según lo establecido por la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, y en el **Anexo Técnico: Pruebas de Mínimo Técnico en Unidades Generadoras**.

3. INTRODUCCIÓN

Actualmente GPG Generación Distribuida SpA se encuentra gestionando la conexión del proyecto PMG Solar Palermo, NUP 2993, el cual se encuentra ubicado en la comuna de San Pedro, Provincia de Melipilla, Región Metropolitana, Chile. El parque estará conformado por un total de 3 inversores Power Electronics. La potencia nominal del parque será de 9 MW.

El PMG Solar Palermo, se conectará a la barra de 23 kV de S/E El Peumo 66/23 kV a través de un nuevo paño E4 y una línea 1x23 kV de 4,6 km de longitud. La planta se compone por 18480 módulos de 535/540 Wp, con seguidor horizontal de un eje, tres inversores centrales, donde 2 de ellos son de 3,55 MW y uno de 2,365 MW.

En este contexto, se adjudicó a I-SEP el desarrollo del informe de determinación de mínimos técnicos en unidades generadoras PMG Solar Palermo, requerido por el Coordinador Eléctrico Nacional para la entrada en operación del proyecto, el cual tiene por objetivo determinar la potencia de mínimo técnico del parque.

En la Figura 3-1 se muestra un diagrama unilineal de la zona de influencia, destacando en un recuadro **ROJO** el proyecto PMG Solar Palermo.

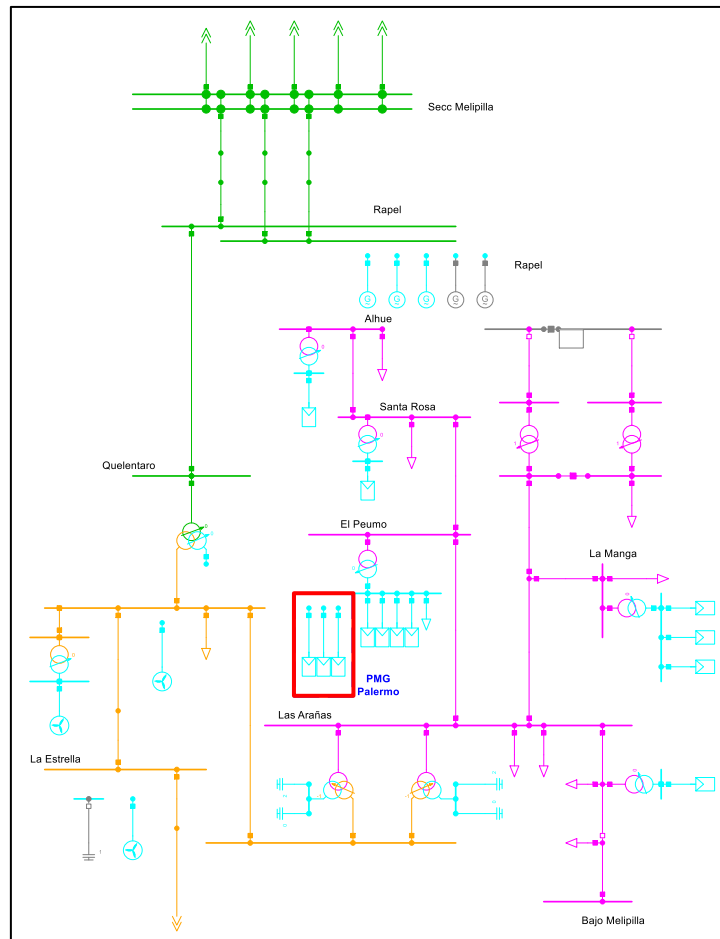


Figura 3-1: Diagrama unilineal de la zona de influencia.

4. REFERENCIAS TÉCNICAS

A continuación, se detallan los antecedentes y estándares normativos consultados para desarrollar el presente informe:

4.1. DOCUMENTOS

- (a) Documento “21090-00-ES-IT-002_R4.pdf” Estudio de Flujo de Potencia” PMG Solar Palermo. Obtenido de PGP NUP 2993.
- (b) Documento “28511-01 REV_G”, diagrama unilineal S/E El Peumo.
- (c) Documento “28511-02 REV_G”, diagrama unilineal PF Palermo.
- (d) Documento “03 PMGD PALERMO- PLANO DETALLE ESTRUCTURA AEREA”, plano de la estructura correspondiente al tramo aéreo.
- (e) Documento “Cable protegido MT 5ca73c4ca1671_Ceprok”, catálogo del conductor protegido del tramo aéreo.
- (f) Documento “Aluminios Subterráneos MT 25 KV”, datos del cable subterráneo de 400 mm².
- (g) Documento “HERSATENE RHZ1-OL”, datos del cable subterráneo de 95 mm².
- (h) Documento “Distribución de Zanjas de BT y MT Palermo_02”, plano de zanjas de los cables subterráneos.
- (i) Documento “212303.24 Verificación MPAT SE El Peumo - CGE RB”, información referente a la resistividad del terreno en S/E El Peumo.
- (j) Documento “Palermo - Estudio de sistema de tierras_01”, información referente a la resistividad del terreno en el PF Palermo.
- (k) Documento “SOCO-MAN-PEE-0008 - 2365 KVA 23-0,645 KV TECH SPEC”, transformador de bloque 2365 kVA.
- (l) Documento “SOCO-MAN-PEE-0008 - 3550 KVA 23-0,645 KV TECH SPEC”, transformador de bloque 3550 kVA.

4.2. NORMAS Y ESTÁNDARES

Para la elaboración del presente documento fueron utilizadas como referencia las normas técnicas nacionales e internacionales indicadas a continuación:

- (i) Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, versión septiembre del 2020.
- (ii) Anexo Técnico: Determinación de Mínimos Técnicos en Unidades Generadoras, CNE.
- (iii) Puesta en Servicio de Unidades Generadoras – Aplicación de Anexos Técnicos, CEN.
- (iv) Norma IEC 62933 Electrical energy storage (EES) systems, Unit parameters and testing methods.
- (v) Guía Técnica DCO N°01-2024 “Recomendaciones para la elaboración de los Informes de Determinación de Parámetros Operacionales de Unidades Generadoras Renovables no Convencionales y Sistemas de Almacenamiento de Energía” versión Junio 2024 Elaborada por el CEN.

5. INSTALACIONES EXISTENTES

El proyecto PMG Solar Palermo se conectará al SEN, a través de la subestación elevadora Peumo. Esta corresponde a una subestación elevadora, la cual se conectará a la línea de transmisión 66 kV El Peumo – Santa Rosa.

A continuación, se exponen los aspectos más relevantes de las instalaciones existentes del proyecto PMG Solar Palermo.

En la siguiente figura se muestra el diagrama general de la S/E El Peumo, su conexión con la planta fotovoltaica Solar Palermo, y la distribución de sus inversores.

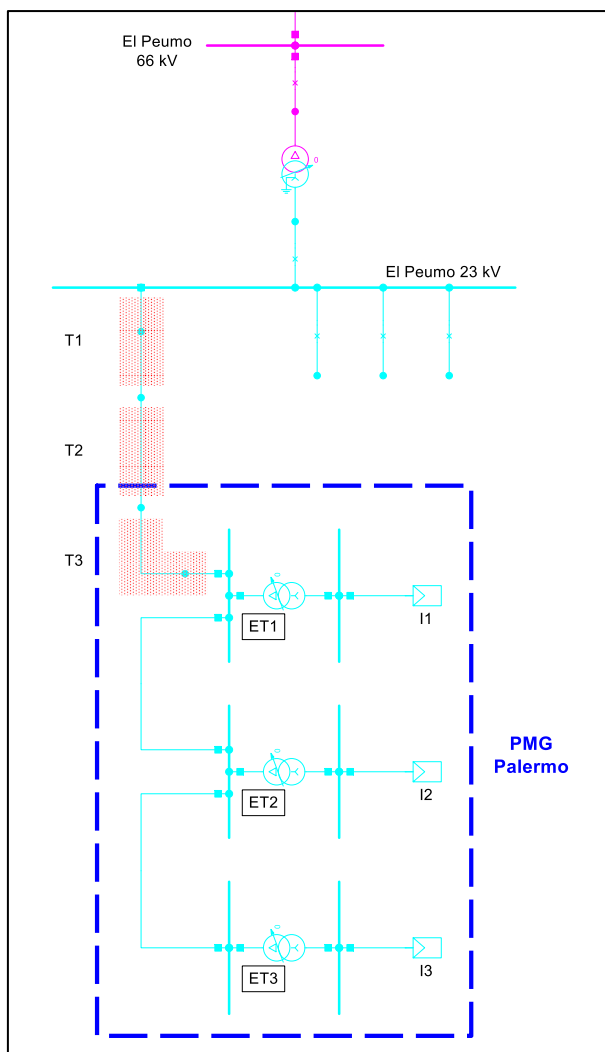


Figura 5-1 S/E El Peumo y PF Solar Palermo.

Los inversores I1 e I2 entregan una potencia máxima de 3,55 MW, en tanto que en el caso del inversor I3 esta es de 2,365 MW.

De acuerdo con los diagramas unilineales (b) y (c), la línea de vinculación entre la S/E El Peumo y el primer transformador de bloque del parque se compone de 3 tramos. El primero de ellos, a la salida de la S/E, es un cable subterráneo 3x1x400 mm² (T1), de una longitud de 716 m. El tramo central es aéreo (T2), con una longitud de 3,66 km. Finalmente el último es un cable con las mismas características que el primero (T3), de 250,65 m.

Los cables que interconectan los tres paños de media tensión son de 3x1x95 mm², con una longitud de 269,36 m entre los paños ET1 y ET2, y de 235,3 m entre los paños ET2 y ET3.

5.1. TRAMO AÉREO

El conductor corresponde a un cable protegido de aluminio, de 300 mm², con las características siguientes.

Tensión nominal 25 kV (NBR 11873)								
Sección nominal	Formación compacta	Diámetro cuerda	Espesor cubierta	Diámetro exterior	Peso del cable	Carga de rotura	Resistencia eléctrica a 20°C	Capacidad de carga a 90°C en aire a 40°C
mm ²	N°	mm	mm	mm	kg/km	daN	ohm/km	A
1x35	7	7,1	4,0	15,1	227	455	0,868	186
1x50	7	8,2	4,0	16,2	274	650	0,641	224
1x70	19	10,0	4,0	18,0	349	910	0,443	280
1x95	19	11,8	4,0	19,8	442	1235	0,320	342
1x120	19	13,0	4,0	21,0	522	1560	0,253	397
1x150	37	14,5	4,0	22,5	611	1950	0,206	450
1x185	37	16,5	4,0	24,5	739	2405	0,164	519
1x240	37	18,2	4,0	26,2	912	3120	0,125	617
1x300	37	20,8	4,0	28,8	1107	3900	0,100	712

Figura 5-2. Datos del conductor protegido 300 mm², referencia (e).

A partir de los planos de los postes (d), se obtiene la posición relativa de cada uno de los circuitos.

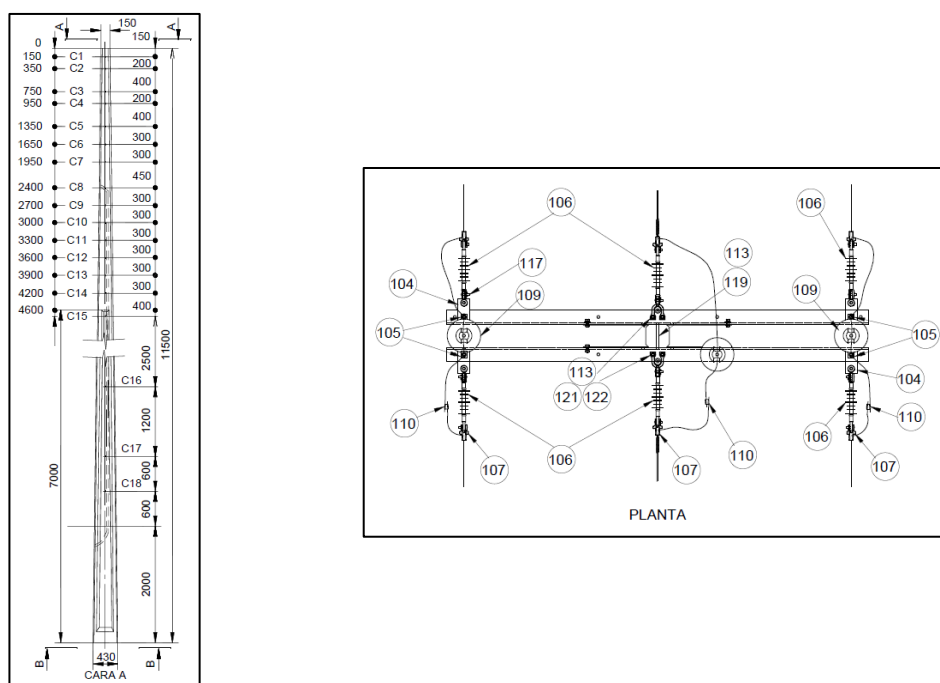


Figura 5-3. Poste tramo aéreo.

A continuación, se muestran los parámetros eléctricos finales del tramo.

Tabla 5-1. Parámetros eléctricos del tramo aéreo.

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Longitud	3,66	km
R1	0,1008	Ohm/km
X1	0,3111	Ohm/km
R0	0,2388	Ohm/km
X0	1,3905	Ohm/km
B1	3,7575	$\mu\text{S}/\text{km}$
B0	1,2779	$\mu\text{S}/\text{km}$

5.2. RESISTIVIDAD DEL TERRENO

De acuerdo con los informes de puesta a tierra de la S/E El Peumo y del PMG Solar Palermo (antecedentes (i) y (j) respectivamente), se extraen los datos de resistividad del terreno, asumiendo los valores más bajos que se presentan, los cuales corresponden a las capas superiores del suelo. Estos se corresponden con 5,33 Ohm*m para el primer caso, y 25 Ohm*m para el segundo.

En el caso de la línea aérea, se toma como resistividad un valor promedio entre ambos, 12,665 Ohm*m.

5.3. CABLES SUBTERRÁNEOS 3X1X400 MM²

Los datos del cable son extraídos de la referencia (f) y se presentan a continuación.

TECHNICAL DATA SHEET							
ITEM	DESCRIPTION	UNIT	1X70/16	1X120/25	1X240/25	1x400/35	1x630/50
1	Rated voltage	KV	15/25	15/25	15/25	15/25	15/25
2	Conductor						
	Conductor Material	--	Aluminium Wire, compacted				
	Conductor Cross-sectional Area	mm ²	70	120	240	400	630
	Min. Stranding Number	No.	12	15	30	53	53
	Approx. Conductor Diameter	mm	9.3--10.2	12.3--13.5	17.6--19.2	22.3--24.6	28.7--32.5
	Max conductor temperature	°C	90	90	90	90	90
3	Conductor screen						
	Material of conductor screen		Semi-conducting compound				
	Nominal thickness of conductor screen	mm	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
4	Insulation						
	Insulation Material	--	TR-XLPE	TR-XLPE	TR-XLPE	TR-XLPE	TR-XLPE
	Nominal thickness of insulation	mm	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6
5	Insulation screen						
	Material of insulation screen	--	Semi-conducting compound				
	Nominal thickness of insulation screen	mm	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
6	Screen layer						
	screen material	--	Copper wire	Copper wire	Copper wire	Copper wire	Copper wire
	Section of the screen layer	mm ²	16	25	25	35	50
	Copper wire number and diameter	Nos/mm	16/1.13	32/1.0	32/1.0	45/1.0	60/1.03
7	Wrapping tape	--	Non-woven clothing tape	Non-woven clothing tape	Non-woven clothing tape	Non-woven clothing tape	Non-woven clothing tape
8	Outer sheath						
	Material of outer sheath	--	Blue PE ST7	Blue PE ST7	Blue PE ST7	Blue PE ST7	Blue PE ST7
	Nominal thickness of outer sheath	mm	2.0	2.1	2.3	2.5	2.7
	Approx. Dia. Over outer sheath	mm	32.3	36.2	42.2	47.6	54.6
9	Approx. weight of cable	Kg/km	982	1347	1881	2561	3638
10	D.C. Resistance of conductor at 20°C	Ω/km	0.443	0.253	0.125	0.0778	0.0469
11	Degree of water infiltration	--	AD7 / IP7				
12	Minimum curvature radius	mm	646	724	844	952	1092
13	Max current capacity in underground installation for trefoil arrangement						
13.1	Directly buried	A	186	252	367	470	590
13.2	In ducts	A	176	240	351	451	564
13.3	installation conditions of full current capacity		Maximum core temperature 90 ° C Ambient temperature 30 ° C Soil temperature 20 ° C Installation depth 0.8 m Thermal resistivity of the soil 1.5 K.m / W Thermal resistivity of terracotta pipes 1.2 K.m / W				
14	Impedance	mH/km	0.427	0.397	0.356	0.332	0.308
15	Reactance	Ω/km	0.134	0.125	0.112	0.104	0.097

Figura 5-4. Datos cable subterráneo 3x1x400 mm².

El posicionamiento de los circuitos se modela conforme a lo indicado en los planos de la referencia (h).

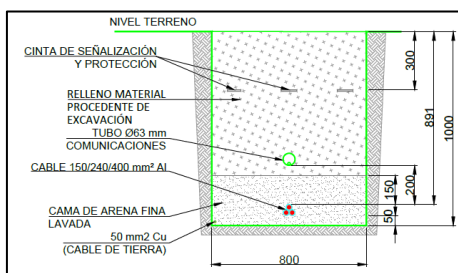


Figura 5-5. Distribución en zanjas.

A continuación, se muestran los parámetros eléctricos finales de estos cables.

Tabla 5-2. Parámetros eléctricos de los cables subterráneos 3x1x400 mm².

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Longitud salida S/E El Peumo	0,716	km
Longitud tramo llegada a ET1 desde El Peumo	0,25065	km
R1	0,0667	Ohm/km
X1	0,1009	Ohm/km
R0	0,2141	Ohm/km
X0	1,8224	Ohm/km
B1	101,8847	μS/km
B0	101,8847	μS/km

5.4. CABLES SUBTERRÁNEOS 3X1X95 MM²

Los datos del cable son extraídos de la referencia (g) y se presentan a continuación.

Sección conductor/pantalla Cu (mm ²)	Diametro nominal sobre aislamiento (l) (mm)	Diametro nominal exterior (l) (mm)	Peso (l) (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (l) (mm)	Intensidad máx. admisible al aire (2) (A)	Intensidad máx. admisible directamente enterrado (2) (A)	Intensidad máx. admisible bajo tubo enterrado (2) (A)	Resistencia en corriente continua a 20 °C (Ω /km)	Resistencia en corriente alterna a 90 °C (Ω /km)	Reactancia a 50 Hz (Ω /km)	Capacidad (μ F/km)
1X95 (Al)/16*	28,2	37,1	1325	557	255	205	190	0,320	0,403	0,134	0,166
1X150 (Al)/16*	30,9	40,2	1585	603	335	260	245	0,206	0,262	0,126	0,190
1X240 (Al)/16*	35,0	44,3	1990	665	455	345	320	0,125	0,161	0,116	0,227
1X400 (Al)/16*	40,0	49,6	2575	744	610	445	415	0,0778	0,102	0,108	0,272
1X500 (Al)/16	43,5	53,1	3050	797	715	505	480	0,0605	0,103	0,103	0,303
1X630 (Al)/16	48,0	57,6	3600	864	830	575	545	0,0469	0,0636	0,100	0,343

Figura 5-6. Datos cable subterráneo 3x1x95 mm².

A continuación, se muestran los parámetros eléctricos finales de estos cables.

Tabla 5-3. Parámetros eléctricos de los cables subterráneos 3x1x95 mm².

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Longitud tramo ET1-ET2	0,26936	km
Longitud tramo ET2-ET3	0,2353	km
R1	0,2977	Ohm/km
X1	0,1403	Ohm/km
R0	0,4451	Ohm/km
X0	1,9060	Ohm/km
B1	46,4122	μS/km
B0	46,4122	μS/km

5.5. INVERSORES

El proyecto contempla la instalación de 3 inversores, 2 de potencia igual a 3550 kVA y uno de 2365 kVA. El aporte de cada uno a la corriente de falla es de 4,1527 kA y 3,9182 kA respectivamente (ver Anexo 7).

Tabla 5-4 Inversores PMG Solar Palermo.

PARÁMETRO	VALOR	VALOR
MARCA	Power Electronics	Power Electronics
MODELO	FS2285K	FS3430K
POTENCIA	2,3665 [MVA]	3,550 [MVA]
CANTIDAD	1	2

5.6. TRANSFORMADORES DE BLOQUE MT/BT

Los transformadores de bloques 23/0,645 kV, al cual se conectan los inversores, FS3430K y FS2285K respectivamente, poseen las siguientes características, ver documentos (l) y (k):

Tabla 5-5 Transformadores de bloque T1 y T2

PARÁMETRO	VALOR
TENSIÓN AT	23-23 [kV]
TENSIÓN MT	0,645-0,645 [kV]
POTENCIA ONAF	3,550-2,365 [MVA]
CONEXIÓN	Dy11- Dy11
Z1 [%]	7%-6%
Z0 [%]	6,3%-5,4%
PÉRDIDAS EN VACÍO	3 [KW]-2,4 [KW]
PÉRDIDAS EN CARGA	30 [KW]-20 [KW]

5.7. Transformador de Servicios Auxiliares (SSAA)

El PMG Solar Palermo cuenta actualmente con un transformador de servicios auxiliares, ver documento (c):

Tabla 5-6 Transformador de Servicios Auxiliares PMG Solar Palermo.

PARÁMETRO	VALOR
TENSIÓN AT	0,645 [KV]
TENSIÓN MT	0,400/0,230 [kV]
POTENCIA ONAF	15 [kVA]
CONEXIÓN	YNyn0yn0fn

6. REVISIÓN NORMATIVA

A continuación, se exponen los principales estándares normativos (Anexo Técnico: Mínimos Técnicos) que son de relevancia para el presente estudio.

Artículo 9: Informe Técnico.

El informe Técnico que respalda el valor Mínimo Técnico o informe de Mínimo Técnico consistirá en un documento que describa los registros de operación, supuestos, metodologías, alcances de la aplicación de estas metodologías, y conclusiones bajo los cuales se estableció el valor de Mínimo Técnico informado.

- a) Antecedentes técnicos de diseño.
- b) Recomendaciones del fabricante y antecedentes nacionales o internacionales de unidades de similares características.
- c) Antecedentes de operación de la unidad generadora, incluyendo los registros y descripción de los análisis y pruebas efectuadas.
- d) Justificaciones que describan las eventuales fuentes de inestabilidad en la operación de la unidad generadora, que impidan que la unidad pueda operar en un valor menor de potencia activa.
- e) Antecedentes técnicos que respalden y expliquen el comportamiento esperado o desempeño registrado.

Para el caso de unidades generadoras que puedan operar con combustible alternativo cuyo valor de Mínimo Técnico sea distinto al del combustible principal, deberán entregar los antecedentes requeridos en el presente Anexo para el combustible principal y el alternativo.

Una vez recibido el Informe Técnico, el Coordinador deberá verificar que dicho informe contiene todos los antecedentes especificados en el presente Artículo, para lo cual tendrá un plazo de 15 días hábiles.

Cuando el Coordinador determine que el Informe Técnico entregado por la Empresa Generadora contiene todos los antecedentes necesarios para su análisis, lo publicará en el sitio web del Coordinador y notificará a las empresas Coordinadas sobre el inicio del proceso de aprobación del Mínimo Técnico informado.

7. DETERMINACIÓN DE MÍNIMO TÉCNICO

Los anexos técnicos, junto con las guías técnicas elaboradas por el CEN, detallan exhaustivamente los procedimientos y los procesos de obtención de resultados que garantizan la precisión de la información relacionada con las unidades de generación convencional y de energía renovable.

En esta sección se detallan los procedimientos de pruebas llevados a cabo para el proyecto, y que posibilitan la validación del cumplimiento adecuado a los requisitos técnicos y normativos mencionados previamente. El protocolo para llevar a cabo las pruebas destinadas a la determinación del Mínimo Técnico se fundamenta en los documentos (i), (ii), (iii), (iv) y (v).

Según se indica en el documento (iii), se entrega la siguiente definición:

- ♦ **Mínimo Técnico:** Se entenderá por Mínimo Técnico 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.

Por otra parte, en relación con los servicios auxiliares, se debe realizar un registro de los consumos durante el ensayo mientras se realiza la prueba.

Con respecto a las pruebas y ensayos realizados, las empresas que participaron en las mediciones son GPG Generación Distribuida SpA, Power Electronics, en conjunto con la supervisión de la empresa I-SEP entre el día 16-10-2024 y el 17-10-2024.

7.1. DEFINICIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN

A continuación, se describe un sistema equivalente que presenta un parque fotovoltaico conectado al Sistema Eléctrico Nacional (SEN), con el cual se puede definir lo siguiente:

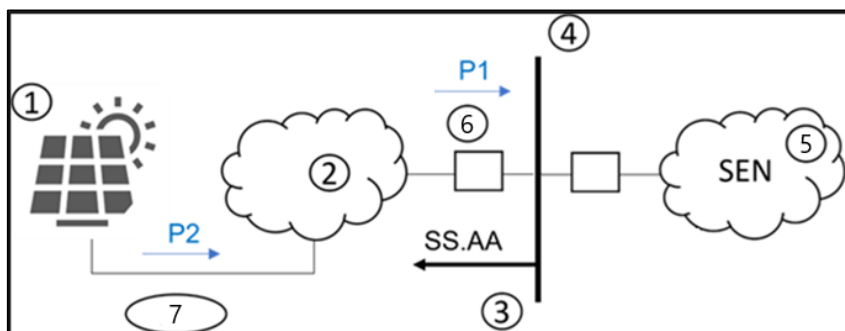


Figura 7-1.: Diagrama de sistema equivalente.

Los componentes del parque son los siguientes:

1. **Generador equivalente:** Corresponde a la suma de los aportes distribuidos de potencia activa en cada inversor del parque fotovoltaico.
2. **Pérdidas en sistema colector del parque:** Corresponde a las pérdidas del sistema colector del parque fotovoltaico, principalmente en cables de baja y media tensión, y en los transformadores colectores que elevan de baja a media tensión.
3. **Servicios Auxiliares (SS.AA.) de la central:** Corresponde a la potencia requerida por los servicios auxiliares.
4. **Barra de media tensión (MT):** Corresponde a la barra A de 23 kV de la SE Peumo.
5. Sistema Eléctrico Nacional (SEN).
6. **P1:** Potencia neta inyectada por el PMG Solar Palermo en la barra de 23 kV de la subestación Peumo.
7. **P2:** Potencia bruta inyectada en los bornes AC de los inversores, pertenecientes al PMG Solar Palermo.

7.2. ANTECEDENTES DE OPERACIÓN

7.2.1. Ensayo con todos los inversores operativos

Para la determinación de la potencia Mínima del PMG Solar Palermo se han tomado los valores del equipo de medida del propio SCADA del parque. Por otro lado, el promedio de las lecturas presentadas en el Anexo 1, corresponde a la potencia bruta inyectada por los inversores del PMG Solar Palermo, entre las 13:30:00 y las 14:30:00 del día 16-10-2024, a la barra de 23kV de la SE Peumo. Luego se consideran los datos de potencia bruta medido por 15 minutos continuos desde las 13:59:44 a 14:14:44, y su valor promedio es igual a 0,1334 MW (P2, potencia activa en los bornes AC de los inversores). Esto se obtiene sumando la potencia activa en los bornes AC de cada inversor asociado al parque (Ver Anexo 1). En la siguiente Figura se presentan las mediciones realizadas durante el periodo anteriormente mencionado.

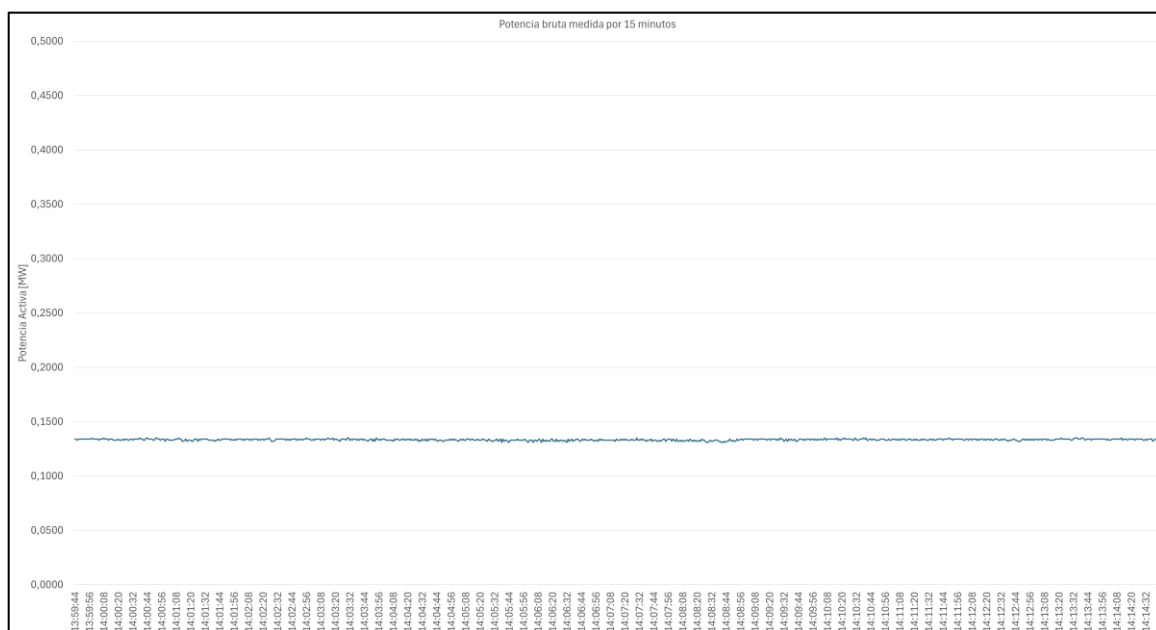


Figura 7-2: Curva de potencia activa, medición P2 dentro de la prueba de Mínimo Técnico del PMG Solar Palermo.

Por otra parte, el consumo de SSAA se determinan en función de mediciones realizadas en el parque (tablero de SSAA) dentro del mismo horario. De esta manera, el consumo de SSAA propio del parque, es igual a 0,0017 MW (ver Anexo 3).

$$P_{ssaa} = 0,0017[MW]$$

Luego se realizan mediciones en el punto de conexión, específicamente el paño E4 de la SE Peumo con la finalidad de medir la potencia neta inyectada, entre las 13:30:00 y las 14:30:00 del día 16-10-2024. Se consideran los datos de potencia bruta medido por 15 minutos continuos; desde las 13:59:44 a 14:14:44, y su valor promedio es igual a 0,1212 MW (P1, ver Anexo 2). En la siguiente Figura se presentan las mediciones realizadas durante el periodo antes mencionado.

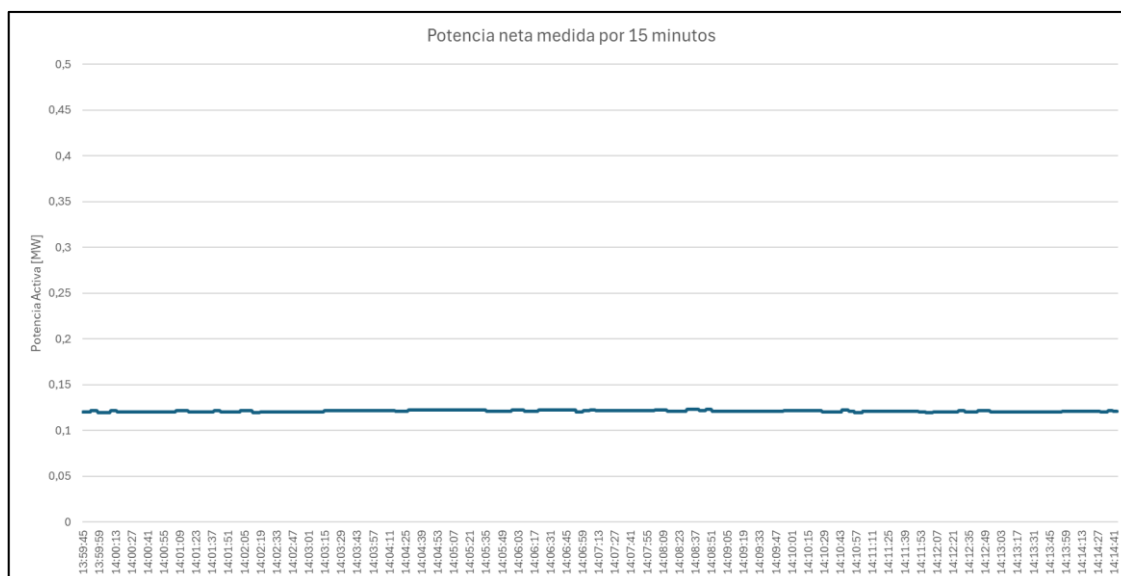


Figura 7-3: Curva de potencia activa, medición P1 dentro de la prueba de Mínimo Técnico del PMG Solar Palermo.

Luego, se procede a obtener las pérdidas del central considerando los valores obtenidos anteriormente:

$$P_{MT\ Bruta} = P_2 = P_1 + P_{SSAA} + P_{en\ la\ central}$$

En donde:

$P_{MT\ Bruta}$ o P_2 : Corresponden a la potencia medida en los bornes AC de los inversores pertenecientes al PMG Solar Palermo 0,1334 MW.

$P_{MT\ Neta}$ o P_1 : Es la potencia definida en la sección 7.1 y corresponde al Mínimo Técnico neto del PMG Solar Palermo, y que para el presente estudio equivale a 0,1212 MW.

P_{SSAA} : Corresponden a los consumos de los servicios auxiliares 0,0017 MW.

$P_{Central}$: Corresponden a las pérdidas de la central en MW.

Finalmente se obtiene que, las pérdidas asociadas a la central son:

$$P_{en\ la\ central} = P_2 - P_1 - P_{SSAA} = 0,1334 - 0,1212 - 0,0017 = 0,0105\ MW$$

$P_{Central}$: 0,0105 MW.

Así, se tiene que el Mínimo Técnico del PMG Solar Palermo es igual a:

Tabla 7-1 Resumen de Mínimo Técnico bruto, neto y consumos del PMG Solar Palermo

CENTRAL	CONFIGURACIÓN	MÍNIMO TÉCNICO BRUTA [MW]	SS.AA. [MW]	PÉRDIDAS EN LA CENTRAL [MW]	MÍNIMO TÉCNICO NETO [MW]
PMG Solar Palermo	PFV con todos los inversores operativos	0,1334	0,0017	0,0105	0,1212
Mínimo Técnico bruto = Mínimo Técnico neto + Pérdidas en la central + consumos de SS.AA.					

Es importante señalar que las pérdidas de la central son igual a 0,0105 MW. Este valor refleja directamente las perdidas asociadas al sistema colector del PMG Solar Palermo, ya que el proyecto no incluye un transformador de elevador. Por lo tanto, la energía generada se inyecta directamente en la barra de 23 kV de la Subestación Peumo.

7.2.2. Ensayo con un inversor operativo

Para la determinación de la potencia Mínima del PMG Solar Palermo, con un inversor operativo, se han tomado los valores del equipo de medida del propio SCADA del parque. Por otro lado, el promedio de las lecturas presentadas en el Anexo 4, corresponde a la potencia bruta inyectada por el inversor número 2 del PMG Solar Palermo (único inversor operativo correspondiente al inversor 2), entre las 13:21:24 y las 14:21:24 del día 17-10-2024, a la barra de 23kV de la SE Peumo. Luego se consideran los datos de potencia bruta medido por 15 minutos continuos desde las 13:55:13 a 14:10:13, y su valor promedio es igual a 0,0500 MW (P2, potencia activa en los bornes AC de los inversores). En la siguiente Figura se presentan las mediciones realizadas durante el periodo anteriormente mencionado.

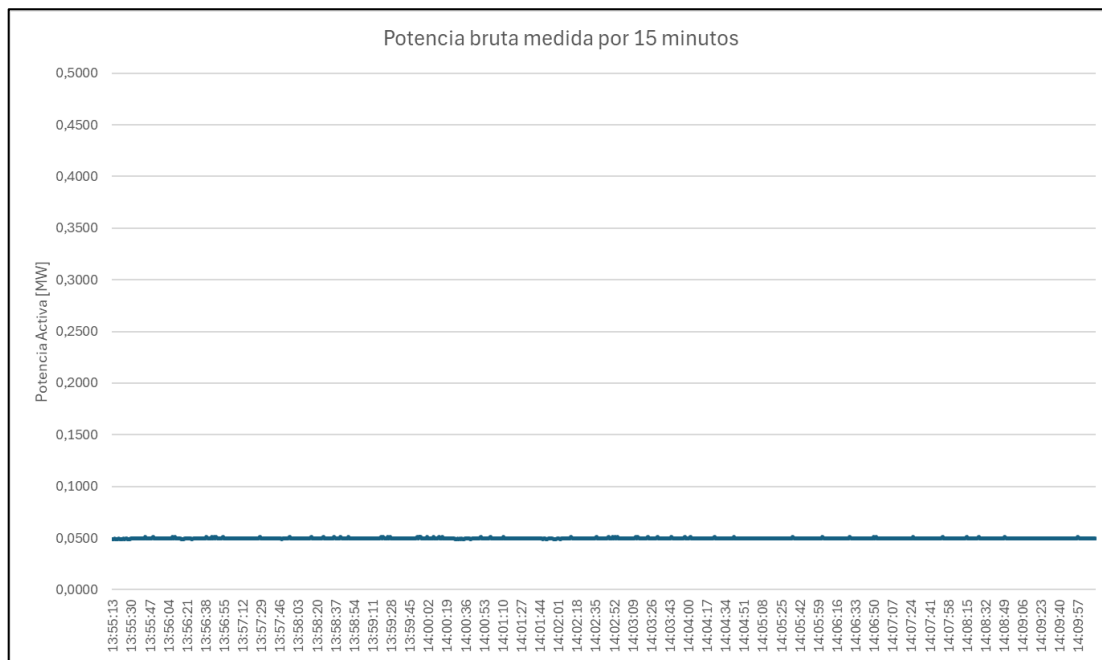


Figura 7-4: Curva de potencia activa, medición P2 dentro de la prueba de Mínimo Técnico con un inversor operativo del PMG Solar Palermo.

Por otra parte, el consumo de SSAA se determinan en función de mediciones realizadas, en el tablero de SSAA perteneciente al parque, dentro del mismo horario. De esta manera, el consumo de SSAA propio del parque, es igual a 0,0013 MW (ver Anexo 6).

$$P_{ssaa} = 0,0013[MW]$$

Luego se realizan mediciones en el punto de conexión, específicamente el paño E4 de la SE Peumo con la finalidad de medir la potencia neta inyectada. entre las 13:21:24 y las 14:21:24 del día 17-10-2024. Se consideran los datos de potencia bruta medido por 15 minutos continuos; desde las 13:55:13 a 14:10:13, y su valor es igual a 0,0406 MW (P1, ver Anexo 5). En la siguiente Figura se presentan las mediciones realizadas durante el periodo antes mencionado.

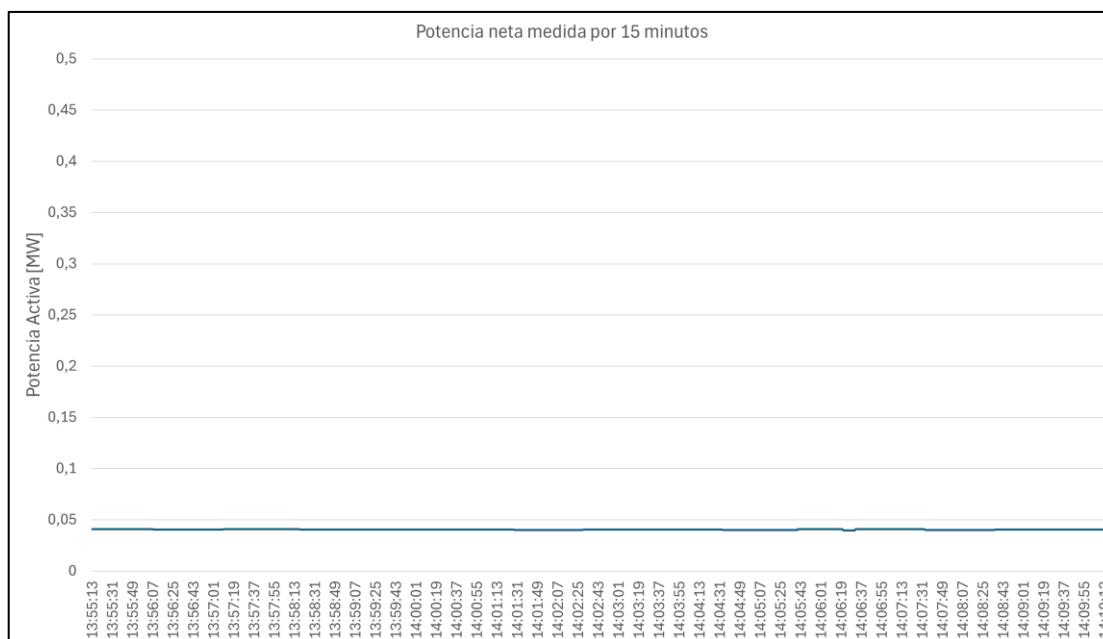


Figura 7-5: Curva de potencia activa, medición P1 dentro de la prueba de Mínimo Técnico con un inversor operativo del PMG Solar Palermo.

Luego, se procede a obtener las pérdidas del central considerando los valores obtenidos anteriormente:

$$P_{MT\ Bruta} = P_2 = P_1 + P_{SSAA} + P_{en\ la\ central}$$

En donde:

$P_{MT\ Bruta}$ o P_2 : Corresponden a la potencia medida en los bornes AC de los inversores pertenecientes al PMG Solar Palermo 0,0500 MW.

$P_{MT\ Neta}$ o P_1 : Es la potencia definida en la sección 7.1 y corresponde al Mínimo Técnico neto del PMG Solar Palermo, y que para el presente estudio equivale a 0,0406 MW.

P_{SSAA} : Corresponden a los consumos de los servicios auxiliares 0,0013 MW.

$P_{Central}$: Corresponden a las pérdidas de la central en MW.

Finalmente se obtiene que, las pérdidas asociadas a la central son:

$$P_{en\ la\ central} = P_2 - P_1 - P_{SSAA} = 0,0500 - 0,0406 - 0,0013 = 0,0081\ MW$$

$P_{Central}$: 0,0081 MW.

Así, se tiene que el Mínimo Técnico, con un inversor operativo, del PMG Solar Palermo es igual a:

Tabla 7-2 Resumen de Mínimo Técnico bruto, neto y consumos del PMG Solar Palermo, con un inversor operativo

CENTRAL	CONFIGURACIÓN	MÍNIMO TÉCNICO BRUTA [MW]	SS.AA. [MW]	PÉRDIDAS EN LA CENTRAL [MW]	MÍNIMO TÉCNICO NETO [MW]
PMG Solar Palermo	PFV con un inversor operativo	0,0500	0,0013	0,0081	0,0406
Mínimo Técnico bruto = Mínimo Técnico neto + Pérdidas en la central + consumos de SS.AA.					

Es importante señalar que las pérdidas de la central, con un inversor operativo, son igual a 0,0081 MW. Este valor refleja directamente las perdidas asociadas al sistema colector del PMG Solar Palermo, ya que el proyecto no incluye un transformador de elevador. Por lo tanto, la energía generada se inyecta directamente en la barra de 23 kV de la Subestación Peumo.

8. CONCLUSIONES

En el presente informe se obtienen los parámetros de Mínimo Técnico bruto, para el PMG Solar Palermo, así como la potencia registrada en el punto de conexión del parque (Mínimo Técnico Neto), considerando el consumo de servicios auxiliares y las pérdidas de la central.

De acuerdo con lo expuesto en el presente informe, se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 8-1 Resumen de Mínimo Técnico bruto, neto y consumos del PMG Solar Palermo.

CENTRAL	CONFIGURACIÓN	MÍNIMO TÉCNICO BRUTO [MW]	SS.AA. [MW]	PÉRDIDAS EN LA CENTRAL [MW]	MÍNIMO TÉCNICO NETO [MW]
PMG Solar Palermo	PFV con todos los inversores operativos	0,1334	0,0017	0,0105	0,1212
PMG Solar Palermo	PFV con un inversor operativo	0,0500	0,0013	0,0081	0,0406
Mínimo Técnico bruto = Mínimo Técnico neto + Pérdidas en la central + consumos de SS.AA.					

Es importante señalar que las pérdidas de la central son igual a 0,0105 MW. Este valor refleja directamente las pérdidas asociadas al sistema colector del PMG Solar Palermo, ya que el proyecto no incluye un transformador de elevador. Por lo tanto, la energía generada se inyecta directamente en la barra de 23 kV de la Subestación el Peumo. Asimismo, las pérdidas de la central con un inversor en funcionamiento son de 0,0081 MW, reflejando nuevamente las pérdidas del sistema colector. Al igual que en el caso anterior, la energía generada se inyecta directamente en la barra de 23 kV de la Subestación Peumo.

9. ANEXOS

9.1. ANEXO 1 – Registros potencia en los bornes AC de cada inversor asociado al PMG Solar Palermo (16-10-2024).

Contiene las mediciones de potencia activa (en los bornes AC de cada inversor asociado al PMG Solar Palermo) obtenidas en las pruebas de Mínimo Técnico realizadas al parque el día 16-10-2024.

9.2. ANEXO 2 – Potencia neta del PMG Solar Palermo (16-10-2024).

Contiene las mediciones de potencia activa neta, del PMG Solar Palermo, obtenidas en las pruebas de Mínimo Técnico realizadas al parque el día 16-10-2024.

9.3. ANEXO 3 – Potencia de servicios auxiliares SSAA (16-10-2024).

Contiene las mediciones de potencia activa de los SSAA obtenidas en las pruebas de Mínimo Técnico realizadas al PMG Solar Palermo el día 16-10-2024.

9.4. ANEXO 4 – Registros potencia en los bornes AC del inversor número 2 asociado al PMG Solar Palermo (17-10-2024).

Contiene las mediciones de potencia activa (en los bornes AC de cada inversor asociado al PMG Solar Palermo) obtenidas en las pruebas de Mínimo Técnico, con un inversor operativo, realizadas al parque el día 17-10-2024.

9.5. ANEXO 5 – Potencia neta del PMG Solar Palermo (17-10-2024).

Contiene las mediciones de potencia activa neta, del PMG Solar Palermo, obtenidas en las pruebas de Mínimo Técnico, con un inversor operativo, realizadas al parque el día 17-10-2024.

9.6. ANEXO 6 – Potencia de servicios auxiliares SSAA (17-10-2024).

Contiene las mediciones de potencia activa de los SSAA obtenidas en las pruebas de Mínimo Técnico, con un inversor operativo, realizadas al PMG Solar Palermo el día 16-10-2024.

9.7. ANEXO 7 – Hoja de datos de los inversores.

Se adjunta en la carpeta de envió el documento de respaldo.

9.8. ANEXO 8 – Hoja de datos de los paneles.

Se adjunta en la carpeta de envió el documento de respaldo.