



P19090

ESTUDIOS ELÉCTRICOS PF LA HUELLA

10.06.2021

Informe Técnico Potencia máxima
19090-01-ES-IT-012 Rev. C
Preparado para OHL





P19090 ESTUDIOS ELÉCTRICOS PF LA HUELLA

Informe Técnico Potencia Máxima

I-SEP Ingenieros SpA
Ingeniería en Sistemas Eléctricos de Potencia

Padre Mariano 82
Oficina 603
Providencia, Santiago
Chile

+56 2 2604 8635

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

REVISIÓN	PREPARADO POR	FECHA	REVISADO POR	FECHA	COMENTARIOS
Rev. A	Eduardo Valdenegro	07-06-2021	Cristóbal Valenzuela	08-06-2021	Revisión interna
Rev. B	Eduardo Valdenegro	09-06-2021	OHL	09-06-2021	Comentarios Cliente
Rev. C	Eduardo Valdenegro	10-06-2021			

CONTENIDOS

1. IDENTIFICACIÓN	4
2. INTRODUCCIÓN	4
3. OBJETIVOS Y ALCANCE	6
4. ANTECEDENTES	6
5. MODELACIÓN DE LAS INSTALACIONES	7
5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL	7
5.2. MODELACIÓN DEL PARQUE FOTOVOLTAICO LA HUELLA	8
5.2.1. TRANSFORMADOR ELEVADOR 220/33 kV	8
5.2.2. INVERSORES PF LA HUELLA	9
5.2.3. TRANSFORMADORES 33/0,66 kV	9
5.2.4. CABLES Y CONDUCTORES DE MT DEL PF LA HUELLA.....	10
5.2.5. REACTOR ZIG-ZAG	12
6. REVISIÓN NORMATIVA	12
7. DETERMINACIÓN DE POTENCIA MÁXIMA	13
7.1. DEFINICIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN	13
7.2. ANTECEDENTES DE OPERACIÓN	14
8. POTENCIA MÁXIMA CON RADIACIÓN NOMINAL.....	16
8.1. ANTECEDENTES DE OPERACIÓN	17
9. CONCLUSIONES	20
10. ANEXOS	21
ANEXO I	RESULTADOS COMPUTACIONALES EN POWERFACTORY
ANEXO II	REGISTRO DE CONSUMO DE LOS SERVICIOS AUXILIARES
ANEXO III	REGISTRO DE MEDICIONES POTENCIA MÁXIMA
ANEXO IV	REGISTRO DE MEDICIONES DE RADIACIÓN SOLAR

1. IDENTIFICACIÓN

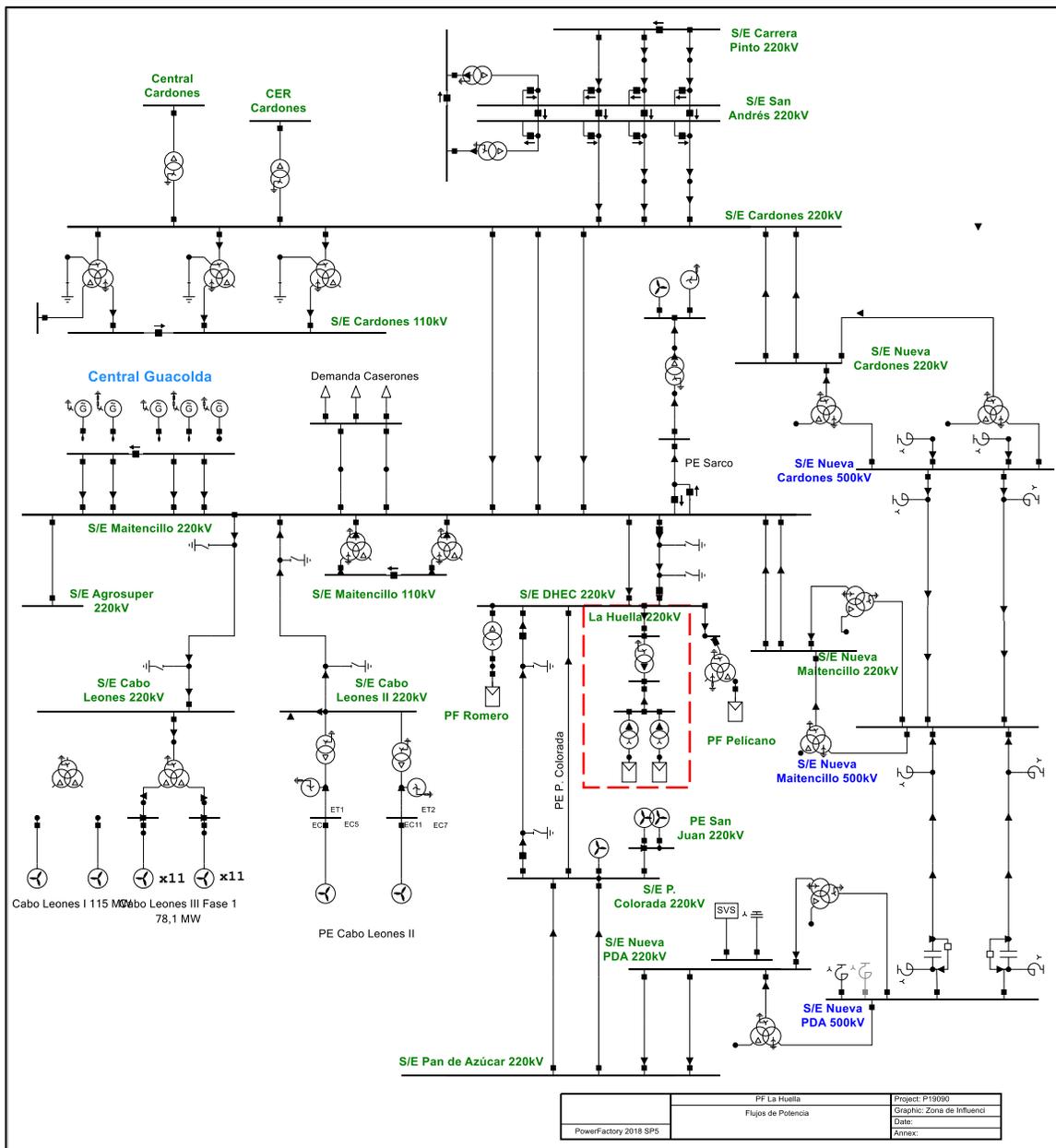
◆ Nombre del Proyecto	:	Parque Fotovoltaico La Huella
◆ Numero Único de Proyecto (NUP)	:	477
◆ Empresa Propietaria del Proyecto	:	Austrian Solar Chile Seis SpA

2. INTRODUCCIÓN

La sociedad Austrian Solar Chile Seis SpA se encuentra desarrollando los estudios de conexión del PF La Huella NUP 477, el cual se ubicará en la comuna de La Higuera, en la Provincia de Elqui, Región de Coquimbo, Chile, y su fecha estimada de puesta en servicio es para el primer semestre del año 2021 (Julio 2021). El parque estará conformado por un total de 26 inversores, de los cuales 24 corresponden al modelo HEMK 3630 kVA FS3510k 660 V y los 2 restantes al modelo HEMK 2420 kVA FS2340k 660 V. La potencia nominal instalada del parque será de 91,96 MW, mientras que en el punto de conexión se pretende inyectar a la red del Sistema Eléctrico Nacional una potencia de 84 MW. La subestación elevadora aumentará la tensión eléctrica de 33 kV a 220 kV mediante un transformador principal de dos devanados y evacuará toda la energía generada con su propia línea de transmisión eléctrica, la cual se conectará a la subestación seccionadora Don Héctor.

En este contexto, OHL adjudicó a I-SEP el desarrollo del informe de potencia máxima, requerido por el Coordinador Eléctrico Nacional (desde ahora CEN) para la entrada en operación del PF La Huella, el cual tiene por objetivo determinar la potencia máxima global del parque, considerando la totalidad de unidades generadoras en servicio.

En la Figura 2-1, se muestra el Diagrama Unilineal Simplificado de la zona donde se encuentra conectado el proyecto en estudio. En **rojo** se demarca el nuevo proyecto PF La Huella. Además, en la Figura 2-2 se detalla el sistema colector de la PF la Huella.



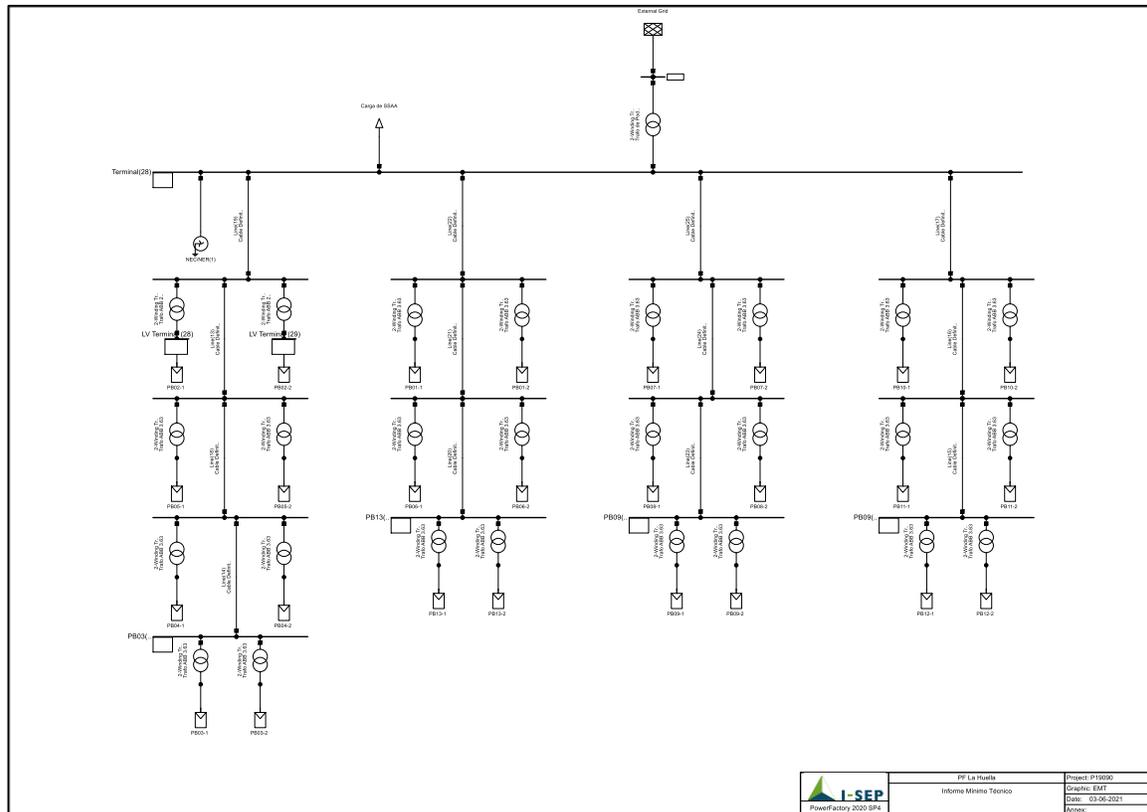


Figura 2-2 Sistema colector PF - La Huella.

3. OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo del presente informe es establecer los parámetros de potencia máxima del proyecto PF La Huella, según las pruebas realizadas en el parque y los lineamientos establecido en el **Anexo Técnico: Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras**.

4. ANTECEDENTES

Los antecedentes y registro de mediciones consultados para la realización del presente informe fueron los siguientes:

- a) Registro de mediciones realizadas en terreno “SCADA. Fin semana.xlsx” día 29/05/2021-01/06/2021.
- b) Base de datos de PowerFactory “Pmax - La Huella.pfd”, desarrollada por I-SEP.
- c) Estudio Flujos de potencia “19090-01-ES-IT-002 R3.pdf”, elaborado por I-SEP.
- d) Registro de mediciones realizadas en terreno “Registro Consumos SS. AA” día 29/05/2021
- e) Registro de Radiación solar realizadas en terreno “La Huella. Radiación.xlsx” día 29/05/2021-01/06/2021.

5. MODELACIÓN DE LAS INSTALACIONES

A continuación, se exponen los aspectos más relevantes de la modelación de instalaciones a efectos del presente estudio.

5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

El proyecto PF La Huella se conecta a la subestación La Huella 220 kV mediante un transformador de poder de 220/33 kV. A su vez, la S/E La Huella se conecta a la S/E Don Héctor mediante la línea 1x220 kV Don Héctor – La Huella, de longitud 2,755 km, la cual comparte estructura con la línea existente El Pelicano – Don Héctor.

El PF La Huella se estima que entre en operación con 87 MWp, distribuidos en veinticuatro inversores de 3,63 MVA y dos de 2,42 MVA. A continuación, se presentan los principales parámetros con los que se modela el proyecto PF La Huella, para posteriormente analizar su conexión al Sistema Eléctrico Nacional proyectada para el año 2021. La Figura 5-1 muestra la representación del proyecto PF La Huella.

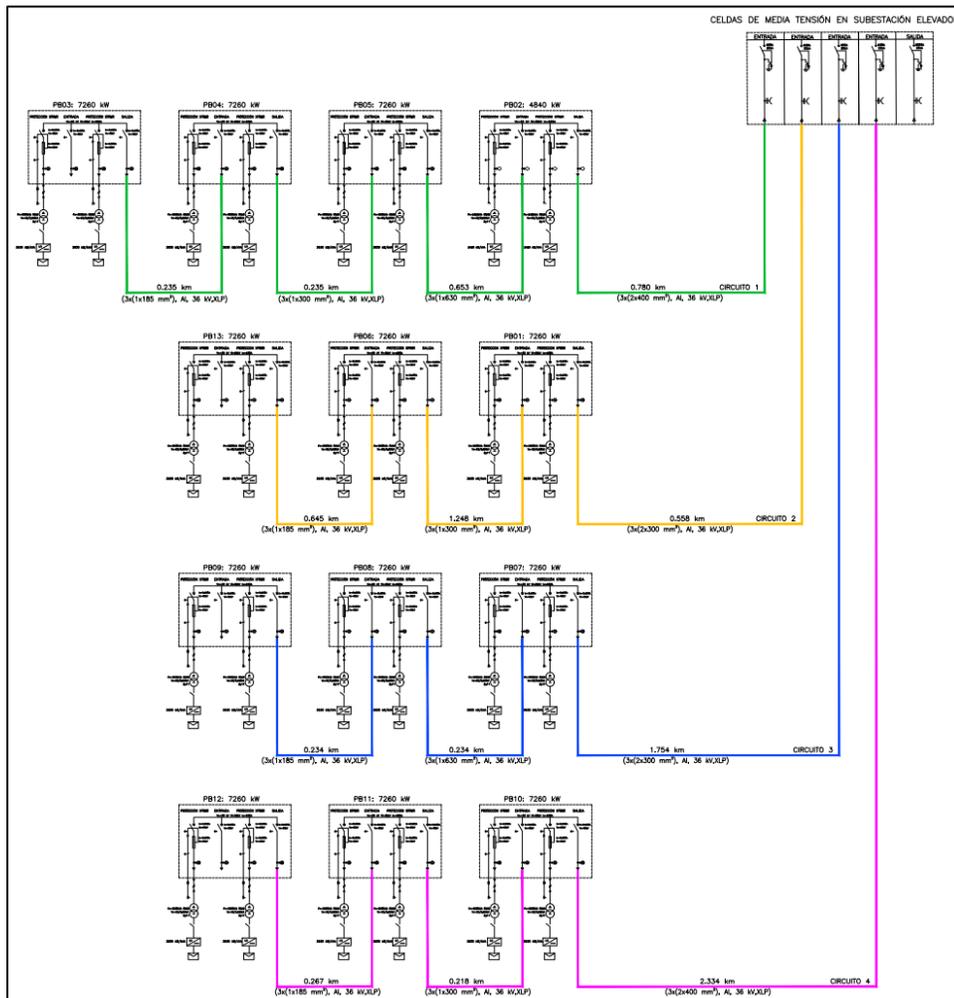


Figura 5-1 Representación del proyecto PF La Huella.

5.2. MODELACIÓN DEL PARQUE FOTOVOLTAICO LA HUELLA

A continuación, se presentan los principales parámetros con los que se modela el proyecto PF La Huella.

5.2.1. TRANSFORMADOR ELEVADOR 220/33 kV

Los parámetros utilizados para modelar el transformador elevador del PF La Huella, son los indicados en la siguiente tabla, conforme a la información contenida en el antecedente (c).

Tabla 5-1 Parámetros transformador de poder 220/33 kV PF La Huella.

PARÁMETROS	VALOR
Potencia Nominal ONAN	57 [MVA]
Potencia Nominal ONAF	95 [MVA]
Niveles de Tensión	220/33 [kV]
Grupo de conexión	YNd11
Impedancia de secuencia positiva (Base 95 MVA)	11,83 [%]
Impedancia de secuencia cero (Base 95 MVA)	10,19 [%]
Pérdidas en el cobre	232,685 [kW]
Pérdidas en vacío, secuencia positiva	55,84 [kW]
Corriente de magnetización, secuencia positiva	0,09 [%]

A continuación, la Figura 5-2 muestra la modelación del transformador elevador del PF La Huella en el programa PowerFactory.

The screenshot shows the configuration window for a transformer in PowerFactory. The 'Basic Data' tab is selected, and the following parameters are visible:

- Name: Trafo de Poder La Huella
- Technology: Three Phase Transformer
- Rated Power: 95 MVA
- Nominal Frequency: 50 Hz
- Rated Voltage: HV-Side: 220 kV, LV-Side: 33 kV
- Vector Group: HV-Side: YN, LV-Side: D
- Phase Shift: 11 *30deg
- Name: YNd11
- Positive Sequence Impedance: Short-Circuit Voltage uk: 11.83 %
- Copper Losses: 232.685 kW
- Zero Sequence Impedance: Short-Circuit Voltage uk0: 10.19 %
- SHC-Voltage (Re(uk0)) uk0r: 0 %

Figura 5-2: Modelación de transformador elevador en PowerFactory.

5.2.2. INVERSORES PF LA HUELLA

El proyecto PF La Huella cuenta con un total de 24 inversores de 3,63 MVA y 2 de 2,42 MVA, llegando a una capacidad instalada de 91,96 MW. Los parámetros de los inversores considerados para representar el proyecto se indican en la siguiente tabla:

Tabla 5-2 Parámetros de los inversores utilizados en la modelación del PF La Huella.

PARÁMETROS	VALOR	
Fabricante	HEMK	HEMK
Modelo	FS2340K	FS3510K
Potencia Nominal @ 50°C	2,340 [MVA]	3,510 [MVA]
Potencia Nominal @ 40°C	2,420 [MVA]	3,630 [MVA]
Tensión Nominal	0,660 [kV]	0,660 [kV]
Corriente de cortocircuito	3,918 [kA]	4,152 [kA]

A continuación, la Figura 5-3 muestra la modelación de los inversores del PF La Huella en el programa PowerFactory.

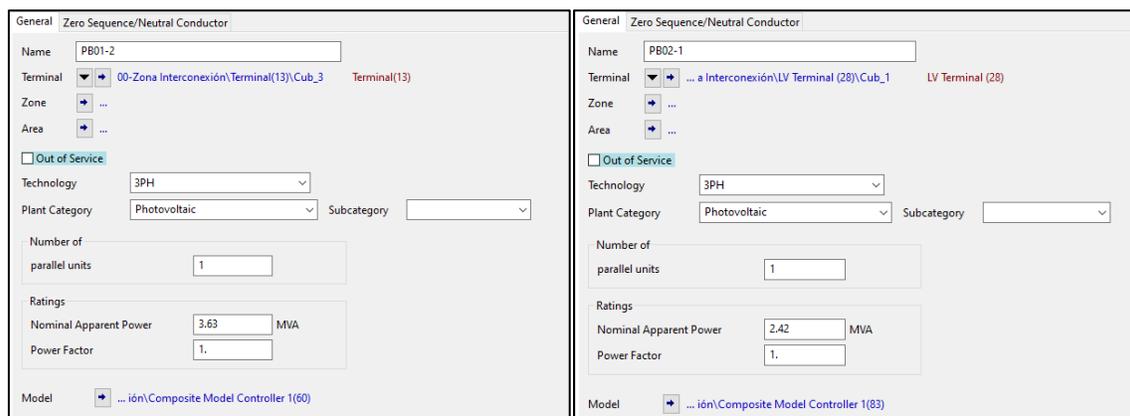


Figura 5-3 Modelación de los inversores en PowerFactory.

5.2.3. TRANSFORMADORES 33/0,66 kV

El PF La Huella esta compuesto por un total de 26 transformadores de bloque. Los parámetros utilizados para modelar dichos transformadores se indican en las siguientes tablas:

Tabla 5-3 Parámetros transformadores de bloque de dos devanados 33/0,66 kV.

PARÁMETROS	VALORES	
Potencia Nominal	3,63 [MVA]	2,42 [MVA]
Niveles de Tensión	33/0,66 [kV]	33/0,66 [kV]
Grupo de conexión	Dy11	Dy11
Impedancia de secuencia positiva (Base 4,92 MVA)	7,26 [%]	7,59[%]
Impedancia de secuencia cero (Base 4,92 MVA)	7,26 [%]	7,59[%]
Pérdidas en el cobre	30,766 [kW]	23,406 [kW]
Pérdidas en vacío, secuencia positiva	3,392 [kW]	2,580 [kW]
Corriente de magnetización, secuencia positiva	0,1338 [%]	0,1889 [%]

A continuación, la Figura 5-4 muestra la modelación de los transformadores del PF La Huella en el programa PowerFactory.

Figura 5-4 Modelación de transformadores de bloque de dos devanados en PowerFactory.

5.2.4. CABLES Y CONDUCTORES DE MT DEL PF LA HUELLA

La conexión entre los transformadores 33/0,66 kV y la barra de 33 kV de la S/E La Huella se desarrolla por medio de tramos directamente enterrados utilizando cables de aluminio de 185, 300, 400 y 630 mm². Las características de cada uno de los cables utilizados en el proyecto se describen en la siguiente tabla, conforme a la información contenida en el antecedente (c).

Tabla 5-4 Características de los cables de MT.

PARÁMETROS	CABLE 185 mm ²	CABLE 300 mm ²	CABLE 400 mm ²	CABLE 630 mm ²
Aislación	XLPE	XLPE	XLPE	XLPE
Cubierta	LSOH	LSOH	LSOH	LSOH
Pantalla	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre
Material conductor	Aluminio	Aluminio	Aluminio	Aluminio
Diámetro cable [mm]	36,48	41,28	44,21	51,76
Diámetro conductor [mm]	15,65	20,10	22,85	29,84
Espesor aislación [mm]	7,10	7,10	7,10	7,10
Espesor cubierta [mm]	2,20	2,40	2,50	2,70
Espesor pantalla [mm]	0,16	0,14	0,13	0,11

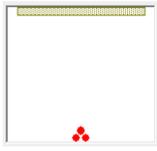
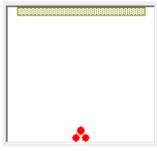
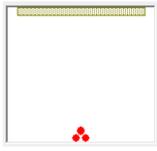
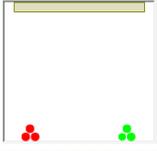
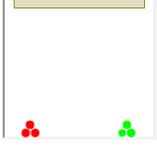
Los tramos del sistema de cables se muestran en la Figura 5-1. Cada circuito representa un subgrupo de cables trifásicos; de esta manera, se tendrán disposiciones de 1 y 4 circuitos de cables en paralelo. Los detalles se muestran en la Tabla 5-5.

Tabla 5-5 Detalle del conexionado del PF La Huella.

CIRCUITOS DE MT				
CIRCUITO	DESDE-HASTA	CONDUCTORES POR FASE	CALIBRE [mm ²]	LONGITUD [km]
Circuito 1	PB03-PB04	1	185	0,215
	PB04-PB05	1	300	0,215
	PB05-PB02	1	630	0,622
Circuito 2	PB02-SE	2	400	0,754
	PB13-PB06	1	185	0,608
	PB06-PB01	1	300	1,225
Circuito 3	PB01-SE	2	300	0,539
	PB09-PB08	1	185	0,214
	PB08-PB07	1	630	0,214
Circuito 4	PB07-SE	2	300	1,756
	PB12-PB11	1	185	0,246
	PB11-PB10	1	300	0,197
	PB10-SE	2	400	2,340

En base a lo anterior, las disposiciones utilizadas en cada uno de los tramos se indican en la siguiente tabla.

Tabla 5-6 Disposición de los tramos con cables enterrados del PF La Huella.

DIAGRAMA	TRAMO	X1 [m]	X2 [m]	X3 [m]	Y1 [m]	Y2 [m]	Y3 [m]
	Circuito 1x185 [mm ²]	0,0205	0	-0,0205	0,64	0,606	0,64
	Circuito 1x300 [mm ²]	0,022	0	-0,022	0,645	0,608	0,645
	Circuito 1x630 [mm ²]	0,028	0	-0,028	0,62	0,571	0,62
	Circuito 2x400 [mm ²]	-0,274	-0,25	-0,226	0,650	0,611	0,650
		0,274	0,25	0,226	0,650	0,611	0,650
	Circuito 2x300 [mm ²]	-0,272	-0,25	-0,228	0,650	0,6125	0,650
		-0,272	-0,25	-0,228	0,650	0,6125	0,650

5.2.5. REACTOR ZIG-ZAG

El PF La Huella cuenta con un reactor zig-zag con puesta a tierra conectado a su barra de media tensión en 33 kV. Las características principales de los reactores se indican en la siguiente tabla. Cabe destacar, que el reactor se ha modelado de tal manera de limitar la corriente de cortocircuito en 500 A, según lo indican los antecedentes del equipo.

Tabla 5-7 Parámetros reactor zig-zag.

PARÁMETROS	VALOR
Tensión nominal	33 [kV]
Capacidad de corriente de cortocircuito (3-I ₀)	500 [A]
Resistencia a secuencia cero	105,3 [Ω]
Resistencia de puesta a tierra	0 [Ω]

A continuación, la Figura 5-5 muestra la modelación del reactor zig-zag del PF La Huella en el programa PowerFactory.

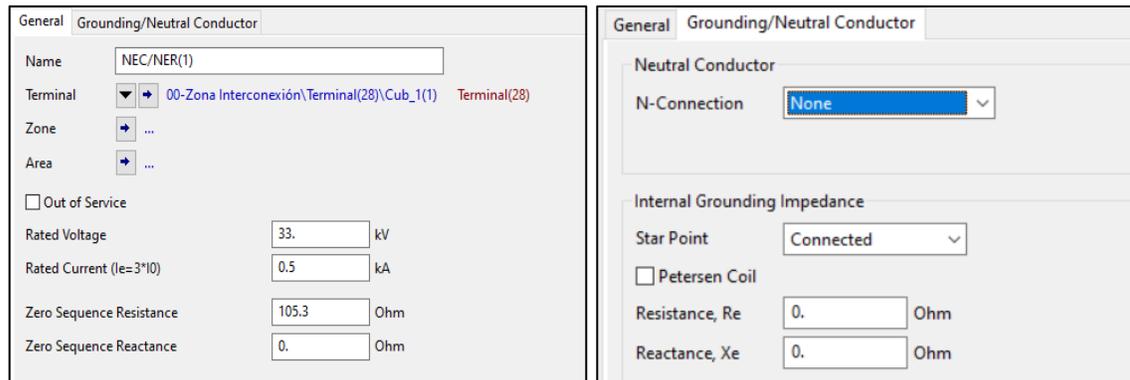


Figura 5-5 Modelación de reactor zig-zag en PowerFactory.

6. REVISIÓN NORMATIVA

A continuación, se exponen los principales estándares normativos (Anexo Técnico: “Pruebas de Potencia Máximas en Unidades Generadoras” disponible en la página de la CNE) que son de relevancia para el presente informe.

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

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

7. DETERMINACIÓN DE POTENCIA MÁXIMA

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:

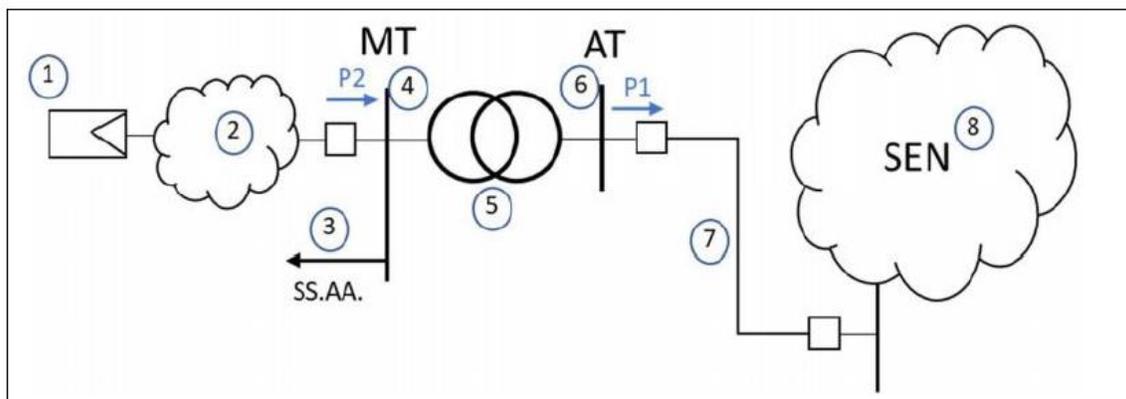


Figura 7-1 Sistema Equivalente parque fotovoltaico.

Los componentes del parque son los siguientes:

1. **Generador equivalente:** Corresponde a la suma de los aportes distribuidos de potencia activa alterna de cada inversor del PF La Huella.
2. **Pérdidas en sistema colector del parque:** Corresponde a las pérdidas del sistema colector del PF La Huella, principalmente en el sistema de cables de media tensión, y en los transformadores asociados a los centros de transformación.
3. **Servicios Auxiliares (SSAA) de la central.**
4. **Barra de media tensión (MT):** Corresponde a la barra de 33 kV que conecta con el lado de baja tensión del transformador de poder de la central.
5. **Transformador de poder:** Equipo elevador de 220/33 kV presente en la subestación de salida del PF La Huella.
6. **Barra de alta tensión (AT):** Corresponde a la barra de 220 kV que conecta con el lado de alta tensión del transformador de poder de la central.
7. **Línea dedicada de la central:** Línea dedicada que vincula el PF La Huella con el Sistema Eléctrico Nacional.
8. **Sistema Eléctrico Nacional (SEN).**
9. **P1:** Potencia inyectada por el PF La Huella en la barra de 220 kV de su subestación de salida.
10. **P2:** Potencia inyectada por el PF La Huella en la barra de 33 kV de su subestación de salida.

7.2. ANTECEDENTES DE OPERACIÓN

Para la determinación de los máximos operativos del PF La Huella, se han registrado los valores de potencia generada en el lado AT del transformador (P1) directamente desde el PPC. Durante estas mediciones se encontraban energizados y en funcionamiento la totalidad de los inversores del parque.

La Figura 7-2 muestra un gráfico de los registros obtenidos de potencia generada durante el periodo comprendido entre las 14:11:55 y las 15:11:55 del día 29 de mayo de 2021, obteniendo un promedio de potencia generada de **52,437 [MW]** en un período de **1 hora**. La información correspondiente se encuentra contenida en el antecedente (a). Cabe destacar que la potencia indicada se alcanzó con una radiación solar promedio de $712,673 \text{ W/m}^2$, como se indica en la Figura 7-3, obtenida del antecedente (e), respaldada en el anexo IV.

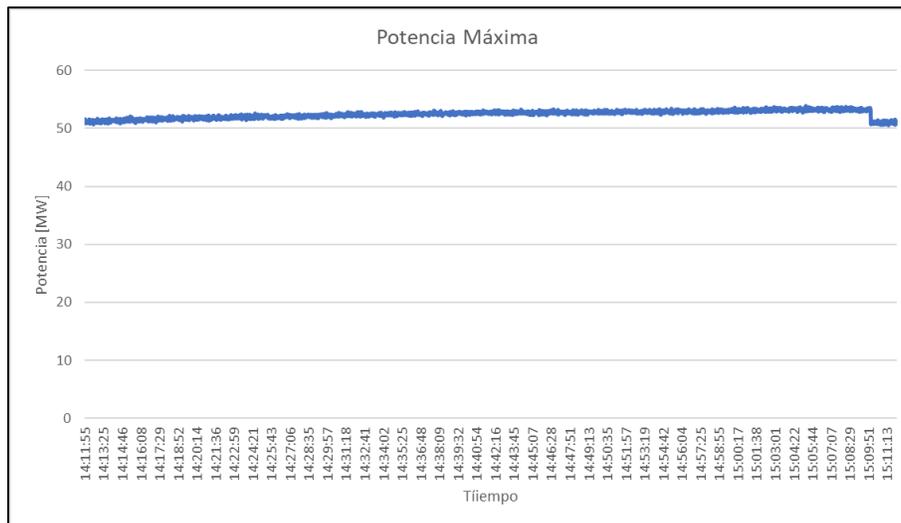


Figura 7-2 Registro de mediciones de potencia generada PF La Huella.

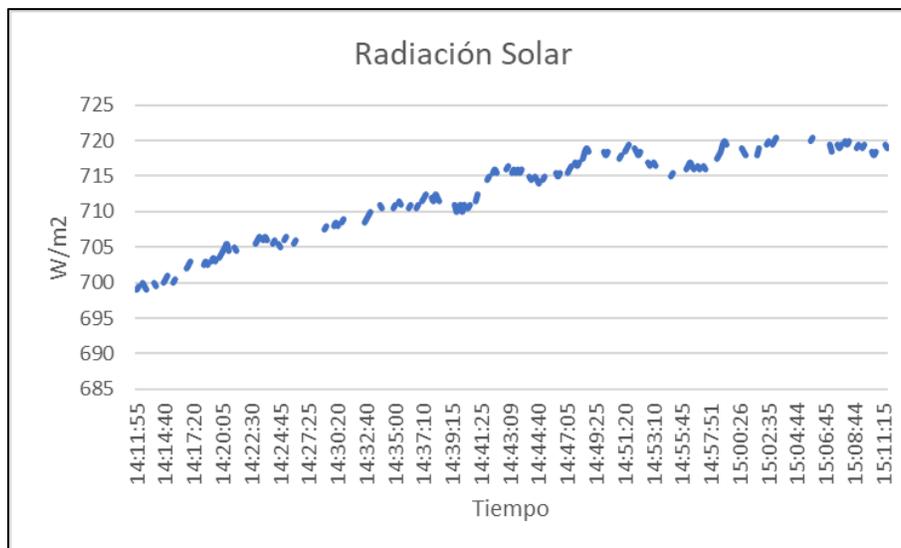


Figura 7-3 Registro de radiación solar PF La Huella.

En la Tabla 7-1, se indica el valor de potencia inyectada con los 26 inversores trabajando a un 57,687 % de su capacidad nominal.

Tabla 7-1: Promedio del registro.

PARÁMETRO	POTENCIA [MW]
Potencia inyectada en la barra de 220 kV del parque (P1)	52,437

Las pérdidas del sistema colector de media tensión y del transformador de poder se obtienen mediante simulaciones en la base de datos del antecedente (b). Dicha simulación indica las pérdidas del sistema colector y del transformador de poder en conjunto como “Grid Losses” (ver Anexo I, Figura 10-1) con un valor de 0,61 MW. Para ello, se consideró una inyección de 2.094 MW para 24 inversores modelo FS3510K y 1.396 MW para 2 inversores modelo FS2340K para que el PF La Huella inyecte 52,437 MW en la barra de 220 kV. Por lo tanto, para obtener las pérdidas del transformador se obtiene como la resta de la potencia de entrada y salida del transformador, obteniéndose un valor de 0,142 MW, estos datos se aprecian en la Figura 7-4 encerrados en recuadros rojos (Cabe destacar que, a la salida del transformador, sólo por referencia se indica un valor negativo que indica que se está inyectando energía al sistema).

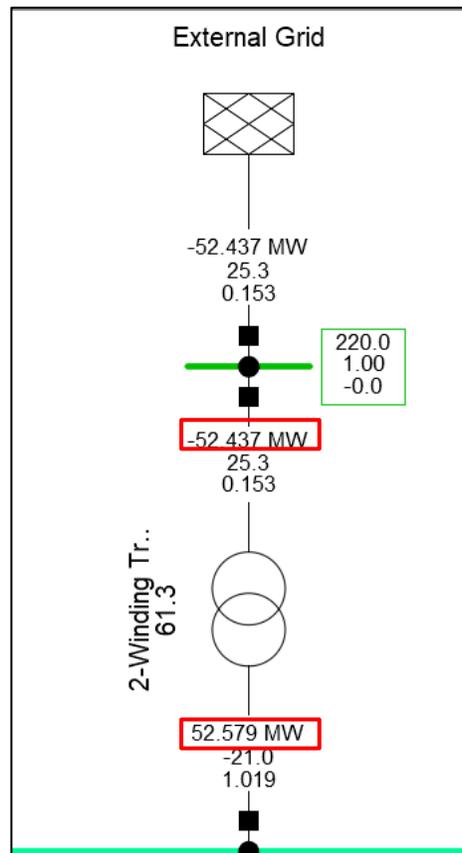


Figura 7-4 Pérdidas en el transformador de potencia

A partir de los antecedentes mencionados se obtiene que las pérdidas del sistema colector tienen un valor de 0,468 MW.

Por otra parte, el consumo de los Servicios Auxiliares (SSAA) resulta en un valor de 0,005 MW, el cual corresponde al promedio de los registros del antecedente (d) y respaldados en el anexo II. En virtud de lo señalado, se puede determinar la potencia máxima del parque considerando las pérdidas del sistema y consumo de servicios auxiliares como se especifica en la siguiente ecuación:

$$P_{Max Bruta} = P_1 + P_{trafo} + P_{sist. colector} + P_{SS.AA}$$

Donde:

P_1 es la potencia definida en la sección 7.1 y corresponde a la potencia máxima neta del parque, que para el presente estudio equivale a 52,437 [MW].

P_{trafo} Corresponden a las pérdidas del transformador de poder 0,142 [MW].

$P_{sist. colector}$ corresponden a las pérdidas del sistema colector 0,468 [MW].

$P_{SS.AA}$ corresponde a la potencia consumida por los servicios auxiliares de la subestación, correspondiente a 5 [kW].

Así, se tiene que la potencia máxima bruta del parque es igual a:

Tabla 7-2 Resumen de potencias máxima bruta, neta y consumos del PF La Huella.

CENTRAL	POTENCIA MÁXIMA BRUTA [MW]	POTENCIA MÁXIMA NETA [MW]	PÉRDIDAS TRANSFORMADOR DE PODER [MW]	PÉRDIDAS SISTEMA COLECTOR [MW]	CONSUMOS SS.AA. [KW]
PF La Huella	53,052	52,437	0,142	0,468	5
Potencia máxima bruta = Potencia máxima neta + Perdidas de la red (Transformador de poder + Sistema colector) + consumos de SS.AA.					

8. POTENCIA MÁXIMA CON RADIACIÓN NOMINAL

Dado que las condiciones ambientales durante el desarrollo de los ensayos no fueron las óptimas (radiación $<1000 \text{ W/m}^2$) para alcanzar la operación a plena carga del parque, en el presente capítulo, se analiza de manera teórica, la capacidad de generación que puede inyectar el parque bajo la condición en que la radiación solar supere los 1000 W/m^2 , condición fácilmente alcanzada durante la estación de verano (diciembre - marzo). En este análisis se considera la limitación del PPC de la planta, ajustada en 84 MW. Esto se ve reflejado en la Figura 8-1 que muestra los ajustes del Power Plant Controller (PPC). Extrapolando lo destacado en **rojo**, se puede observar que el 100% del parque corresponde a 84 MW.

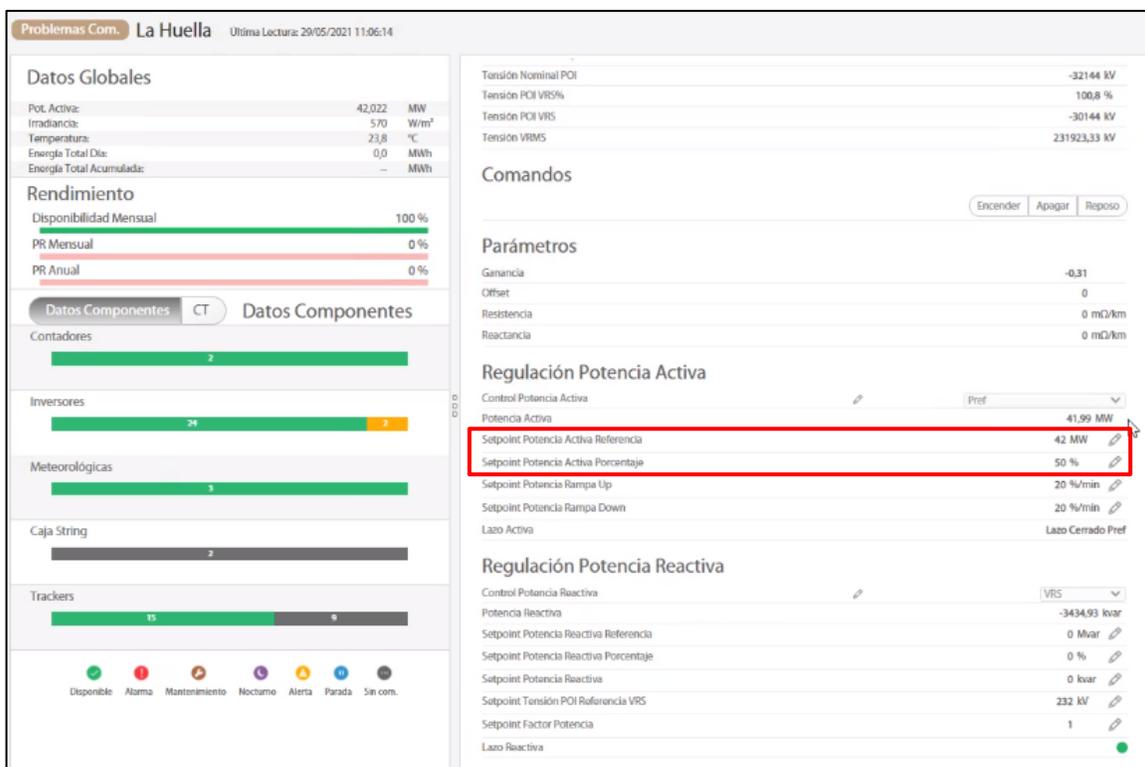


Figura 8-1 Limitación de Potencia PPC Planta FV La Huella

Los cálculos son desarrollados utilizando la BD del parque modelada en detalle en el software PowerFactory en el escenario “Potencia Máxima - Simulación teórica” indicada en el antecedente (b), conforme a lo indicado en la sección 5 del presente informe.

8.1. ANTECEDENTES DE OPERACIÓN

Se ajustan los inversores a un 92,654% de su capacidad nominal, simulando una radiación solar de 1000 W/m^2 , cabe destacar que la potencia está limitada por el PPC de la planta. Bajo estas condiciones el parque solar La Huella entrega una potencia en la salida de **84 MW** la cual corresponde a **P1**, mencionado en la sección 7.1.

PARÁMETRO	POTENCIA [MW]
Potencia inyectada en la barra de 220 kV del parque (P1)	84

Las pérdidas del sistema colector de media tensión y del transformador de poder se obtienen mediante simulaciones en la base de datos del antecedente (b). Dicha simulación indica las pérdidas del sistema colector y del transformador de poder en conjunto como “Grid Losses” (ver Anexo I, Figura 10-2) con un valor de 1,2 MW. Para ello, se consideró una inyección de 3.36 MW para los 24 inversores modelo FS3510K y 2,24 para los 2 inversores modelo FS2340K para que el PF La Huella inyecte 84 MW en la barra de 220 kV. Por lo tanto, para obtener las pérdidas del transformador se obtiene como la resta de la potencia de entrada y salida del transformador, obteniéndose un valor de 0,253 MW estos datos se aprecian en la Figura 8-2 encerrados en

recuadros **rojos** (Cabe destacar que, a la salida del transformador, sólo por referencia se indica un valor negativo que indica que se está inyectando energía al sistema).

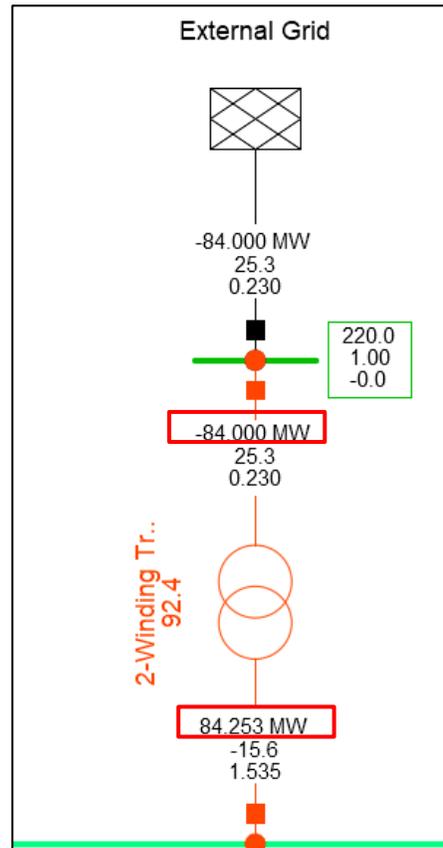


Figura 8-2 Pérdidas en el transformador de potencia bajo radiación estándar.

A partir de los antecedentes mencionados se obtiene que las pérdidas del sistema colector tienen un valor de 0,947 MW.

Por otra parte, el consumo de los Servicios Auxiliares (SSAA) resulta en un valor de 0,005 MW, el cual corresponde al promedio de los registros del antecedente (d) y respaldados en el anexo II.

En virtud de lo señalado, se puede determinar la potencia máxima del parque considerando las pérdidas del sistema y consumo de servicios auxiliares como se especifica en la siguiente ecuación:

$$P_{Max Bruta} = P_1 + P_{trafo} + P_{sist. colector} + P_{SS.AA}$$

Donde:

P_1 es la potencia definida en la sección 7.1 y corresponde a la potencia máxima neta del parque, que para el presente estudio equivale a 84 [MW].

P_{trafo} Corresponden a las pérdidas del transformador de poder, que para el presente estudio equivale a 0,253 [MW].

$P_{sist. colector}$ corresponden a las pérdidas del sistema colector, que para el presente estudio equivale a 0,947 [MW].

$P_{SS.AA}$ corresponde a la potencia consumida por los servicios auxiliares de la subestación, correspondiente a 5 [kW].

Así, se tiene que la potencia máxima bruta estimada del parque es igual a:

Tabla 8-1 Resumen de potencias máxima bruta, neta y consumos del PF La Huella.

CENTRAL	POTENCIA MÁXIMA BRUTA [MW]	POTENCIA MÁXIMA NETA [MW]	PÉRDIDAS TRANSFORMADOR DE PODER [MW]	PÉRDIDAS SISTEMA COLECTOR [MW]	CONSUMOS SS.AA. [kW]
PF La Huella	85,205	84	0,253	0,947	5
Potencia máxima bruta = Potencia máxima neta + Pérdidas de la red (Transformador de poder + Sistema colector) + consumos de SS.AA.					

9. CONCLUSIONES

En el presente informe se obtuvo el parámetro de Potencia máxima neta y bruta para el PF La Huella en concordancia con las directrices indicadas en el Anexo Técnico: “Pruebas de Potencia Máximas en Unidades Generadoras”, y utilizando la potencia registrada en el punto de conexión del parque (P1), considerando el consumo de servicios auxiliares, las pérdidas del sistema colector y las pérdidas del transformador de poder.

De acuerdo con lo expuesto en el presente informe, se concluye que el parámetro de potencia máxima neta del PF La Huella es de **52,437 MW**, mientras que la potencia máxima bruta del parque es de **53,052 MW**. Cabe destacar que estos valores fueron obtenidos en terreno con una radiación promedio de $712,673 W/m^2$.

Tabla 9-1 Resumen potencia máxima registrada.

CENTRAL	POTENCIA MÁXIMA BRUTA [MW]	POTENCIA MÁXIMA NETA [MW]	PÉRDIDAS TRANSFORMADOR DE PODER [MW]	PÉRDIDAS SISTEMA COLECTOR [MW]	CONSUMOS SS.AA. [KW]
PF La Huella	53,052	52,437	0,142	0,468	5
Potencia máxima bruta = Potencia máxima neta + Pérdidas de la red (Transformador de poder + Sistema colector) + consumos de SS.AA.					

Paralelamente, y dado que las condiciones ambientales durante el desarrollo de los ensayos no fueron las óptimas (radiación $<1000 W/m^2$) para alcanzar la operación a plena carga del parque condición, se han desarrollado simulaciones computacionales para representar una condición de inyección bajo una radiación de $1000 W/m^2$, considerando además las limitaciones impuestas por PPC de la planta FV La Huella (84 MW). Bajo esta condición, se estima que los inversores alcanzarán un nivel de carga de un 92,654% de su potencia nominal, dando como resultado una potencia neta del parque de **84 MW** y una potencia máxima bruta de **85,205 MW**.

Tabla 9-2 Resumen potencia máxima estimada por medio de simulaciones.

CENTRAL	POTENCIA MÁXIMA BRUTA [MW]	POTENCIA MÁXIMA NETA [MW]	PÉRDIDAS TRANSFORMADOR DE PODER [MW]	PÉRDIDAS SISTEMA COLECTOR [MW]	CONSUMOS SS.AA. [kW]
PF La Huella	85,205	84	0,253	0,947	5
Potencia máxima bruta = Potencia máxima neta + Pérdidas de la red (Transformador de poder + Sistema colector) + consumos de SS.AA.					



I-SEP

Ingeniería en Sistemas Eléctricos de Potencia

ANEXOS

P19090 ESTUDIOS ELÉCTRICOS PF LA HUELLA

10.06.2021

Informe Técnico Potencia máxima
19090-01-ES-IT-012 Rev. C
Preparado para OHL.

ANEXO I

P19090

RESULTADOS COMPUTACIONALES EN POWERFACTORY

		DigSILENT		Project:	
		PowerFactory		-----	
		2020 SP4		Date: 08-06-2021	
Load Flow Calculation			Grid Summary		
AC Load Flow, balanced, positive sequence		Automatic Model Adaptation for Convergence	No		
Automatic tap adjustment of transformers	No	Max. Acceptable Load Flow Error			
Consider reactive power limits	No	Bus Equations (HV)	1.00 kVA		
		Model Equations	0.10 %		
Grid: Pmax	System Stage: Pmax	Study Case: Study Case	Annex:	/ 1	
Grid: Pmax Summary					
No. of Substations	0	No. of Busbars	17	No. of Terminals	24
No. of 2-w Trfs.	27	No. of 3-w Trfs.	0	No. of syn. Machines	0
No. of Loads	1	No. of Shunts/Filters	0	No. of SVS	0
Generation	= 53.05 MW	-19.34 Mvar	56.47 MVA		
External Infeed	= -52.44 MW	25.29 Mvar	58.22 MVA		
Inter Grid Flow	= 0.00 MW	0.00 Mvar			
Load P(U)	= 0.01 MW	0.00 Mvar	0.01 MVA		
Load P(Un)	= 0.01 MW	0.00 Mvar	0.01 MVA		
Load P(Un-U)	= -0.00 MW	0.00 Mvar			
Motor Load	= 0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA		
Grid Losses	= 0.61 MW	5.95 Mvar			
Line Charging	=	-1.21 Mvar			
Compensation ind.	=	0.00 Mvar			
Compensation cap.	=	0.00 Mvar			
Installed Capacity	= 91.96 MW				
Spinning Reserve	= 0.00 MW				
Total Power Factor:					
Generation	= 0.94 [-]				
Grid: Pmax	System Stage: Pmax	Study Case: Study Case	Annex:	/ 2	
Load/Motor	= 1.00 / 0.00 [-]				

Figura 10-1 Pérdidas del sistema colector MT y transformador principal bajo condiciones evaluadas en terreno.

		DigSILENT		Project:	
		PowerFactory		-----	
		2020 SP4		Date: 10-06-2021	
Load Flow Calculation			Grid Summary		
AC Load Flow, balanced, positive sequence		Automatic Model Adaptation for Convergence	No		
Automatic tap adjustment of transformers	No	Max. Acceptable Load Flow Error			
Consider reactive power limits	No	Bus Equations (HV)	1.00 kVA		
		Model Equations	0.10 %		
Grid: Pmax	System Stage: Pmax	Study Case: Study Case	Annex:	/ 1	
Grid: Pmax Summary					
No. of Substations	0	No. of Busbars	17	No. of Terminals	24
No. of 2-w Trfs.	27	No. of 3-w Trfs.	0	No. of syn. Machines	0
No. of Loads	1	No. of Shunts/Filters	0	No. of SVS	0
Generation	= 85.20 MW	-10.51 Mvar	85.85 MVA		
External Infeed	= -84.00 MW	25.29 Mvar	87.72 MVA		
Inter Grid Flow	= 0.00 MW	0.00 Mvar			
Load P(U)	= 0.01 MW	-0.00 Mvar	0.01 MVA		
Load P(Un)	= 0.01 MW	0.00 Mvar	0.01 MVA		
Load P(Un-U)	= 0.00 MW	0.00 Mvar			
Motor Load	= 0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA		
Grid Losses	= 1.20 MW	14.78 Mvar			
Line Charging	=	-1.23 Mvar			
Compensation ind.	=	0.00 Mvar			
Compensation cap.	=	0.00 Mvar			
Installed Capacity	= 91.96 MW				
Spinning Reserve	= 0.00 MW				
Total Power Factor:					
Generation	= 0.99 [-]				
Grid: Pmax	System Stage: Pmax	Study Case: Study Case	Annex:	/ 2	
Load/Motor	= 1.00 / 0.00 [-]				

Figura 10-2 Pérdidas del sistema colector MT y transformador principal bajo condiciones evaluadas bajo simulación.