



P22003

ESTUDIOS DE CONEXIÓN PROYECTO

GUANCHOI

15.05.2023

Informe de Determinación de Parámetros de Procesos de Partida
y Detención de Unidades Generadoras
22003-00-ES-IT-015 Rev. B
Preparado para Enel Green Power Chile S.A





P22003

ESTUDIOS DE CONEXIÓN PROYECTO GUANCHOI

Informe de Determinación de Parámetros de procesos de Partida y Detención de Unidades Generadoras

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	Cristian Valenzuela R.	15.05.2023	I-SEP	15.05.2023	Emitido para revisión interna
Rev. B	Cristian Valenzuela R.	15.05.2023			

CONTENIDOS

1. IDENTIFICACIÓN	4
2. OBJETIVOS Y ALCANCE	4
3. INTRODUCCIÓN	4
4. REFERENCIAS TÉCNICAS	4
4.1. DOCUMENTOS	4
4.2. NORMAS Y ESTÁNDARES	5
5. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PARQUE	5
5.1. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PARQUE FOTOVOLTAICO GUANCHOI	7
5.1.1. TRANSFORMADOR 33/33/220 KV N°1	7
5.1.2. TRANSFORMADOR 33/33/220 KV N°2	8
5.1.3. MODELADO RED INTERNA	8
5.1.4. MODELACIÓN UNIDAD GENERADORA	15
5.1.5. TRANSFORMADORES ZIG-ZAG	17
5.1.6. TRANSFORMADORES AUXILIARES	17
6. REVISIÓN NORMATIVA	18
7. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE PARTIDA Y DETENCIÓN	18
8. DETERMINACIÓN DE ENERGÍA CONSUMIDA	21
8.1. CONSUMO DE LOS INVERSORES	21
8.2. CONSUMO DE LOS INVERSORES A NIVEL DE PARQUE	22
8.3. DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN A MÍNIMO TÉCNICO	23
8.4. ENERGÍA CONSUMIDA EN PROCESO DE ARRANQUE Y DETENCIÓN	23
9. RESUMEN DE PARÁMETROS DE PARTIDA Y DETENCIÓN	25
10. CONCLUSIONES	27
ANEXO I	CÁLCULO DE ENERGÍA CONSUMIDA
ANEXO II	REGISTRO A NIVEL DE PARQUE
ANEXO III	REGISTRO A NIVEL DE INVERSOR

1. IDENTIFICACIÓN

- ◆ Nombre del Proyecto : Parque Fotovoltaico Guanchoi
- ◆ Número Único de Proyecto (NUP) : 1235
- ◆ Empresa Propietaria del Proyecto : Enel Green Power Chile S.A

2. OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo del presente informe es establecer los parámetros para los procesos de partida y detención del proyecto parque fotovoltaico Guanchoi (desde ahora PFV Guanchoi), en función de las pruebas realizadas en terreno según lo establecido en la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio y lo establecido en el **Anexo Técnico: Determinación de Parámetros para los Procesos de Partida y Detención de Unidades Generadoras**.

3. INTRODUCCIÓN

El proyecto Guanchoi consiste en un parque fotovoltaico que se ubica en la comuna de Inca de Oro, Región de Atacama, Chile. Contempla un total de 2325 inversores HUAWEI SUN 2000 185KTL H1 de 180 W, lo que otorga una potencia total instalada de 397,61 MWp mientras que en el punto de conexión se estima una inyección de 369,9 MW y una máxima generación de 392,41 MW¹, solo bajo condiciones favorables de radiación solar y temperatura ambiente. La energía inyectada por el parque es evacuada a través de circuitos de 33 kV que se conectan a las instalaciones de transformación de 33/220 kV ubicadas en la S/E Bella Mónica, la cual está conectada al Sistema Eléctrico Nacional (SEN), a través de la línea de transmisión 1x220 kV Illapa – Bella Mónica.

En este contexto, I-SEP se ha adjudicado el desarrollo del informe técnico de determinación de los parámetro de partida y detención de unidades generadoras, requerido por el Coordinador Eléctrico Nacional para la entrada en operación del proyecto PFV Guanchoi.

4. REFERENCIAS TÉCNICAS

El presente informe ha sido desarrollado con los siguientes antecedentes, los cuales se encuentran en la carpeta Anexos adjunta a este informe:

4.1. DOCUMENTOS

- a) Documento “Anexo II - Registro a nivel de parque”, provisto por el cliente, que registra las mediciones obtenidas a nivel de planta en las pruebas del día 03/05/2023.

¹ Valor extraído desde la estadística de potencia y energía generable mensual con prob. de excedencia de 20%, correspondiente al mes de noviembre, a las 9 hrs. Dicho documento se ha cargado en la información técnica del proyecto con el nombre de “Potencia y energía generable mensual con prob. de excedencia 20%, 50% y 80%.xlsx”.

- b) Documento 22003-00-ES-IT-008 Rev. 1, “Estudio de estabilidad transitoria (ET)” realizado por I-SEP
- c) Informe 22003-00-ES-IT-013 Rev B “Determinación de mínimo técnico PFV Guanchoi”, desarrollado por I-SEP.
- d) Informe 22003-00-ES-IT-014 Rev B “Determinación de Potencia Máxima PFV Guanchoi” desarrollado por I-SEP.
- e) Documento “Anexo III – Registro a nivel de inversor”, provisto por el cliente, que registra las mediciones obtenidas a nivel de inversor en las pruebas del día 14/04/2023.

4.2. NORMAS Y ESTÁNDARES

- I. Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, versión septiembre 2020.
- II. Anexo Técnico “Determinación de Parámetros para los Procesos de Partida y Detención de Unidades Generadoras”

5. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PARQUE

En la Figura 5-1 se muestra un diagrama unilineal de la zona de influencia, destacando en un recuadro rojo el proyecto PFV Guanchoi. Por otro lado, la Figura 5-2 muestra el diagrama unilineal del sistema colector del PFV Guanchoi.

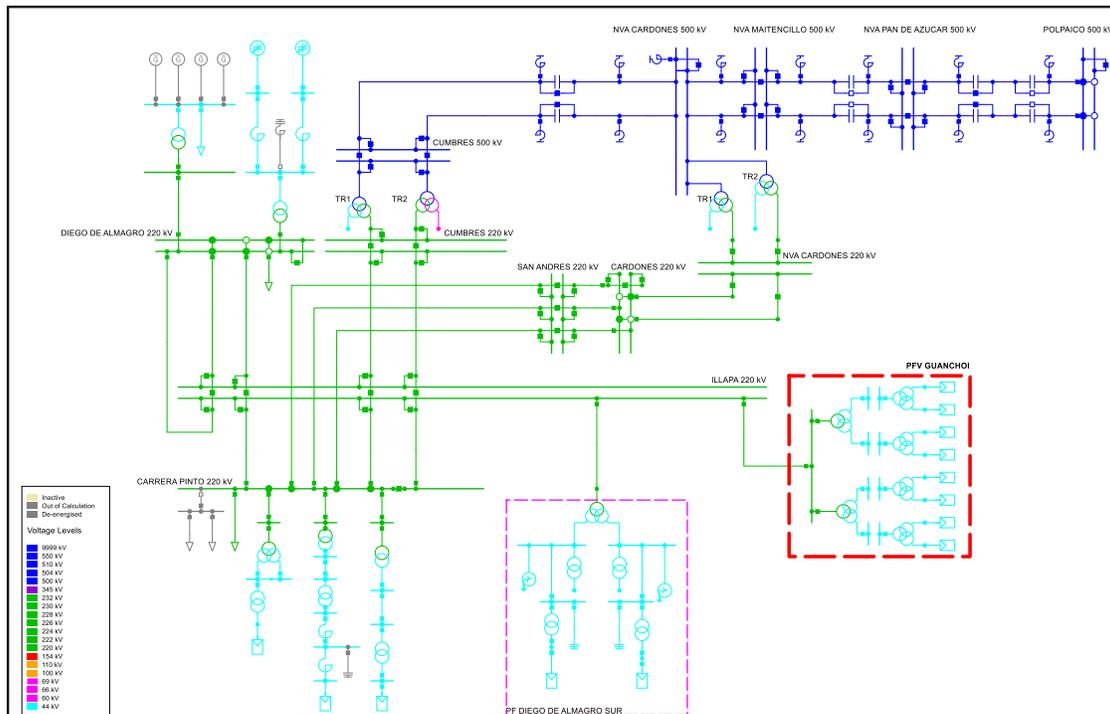


Figura 5-1 Diagrama unilineal de la zona de influencia en estudios ².

² Imagen obtenida desde antecedente c)

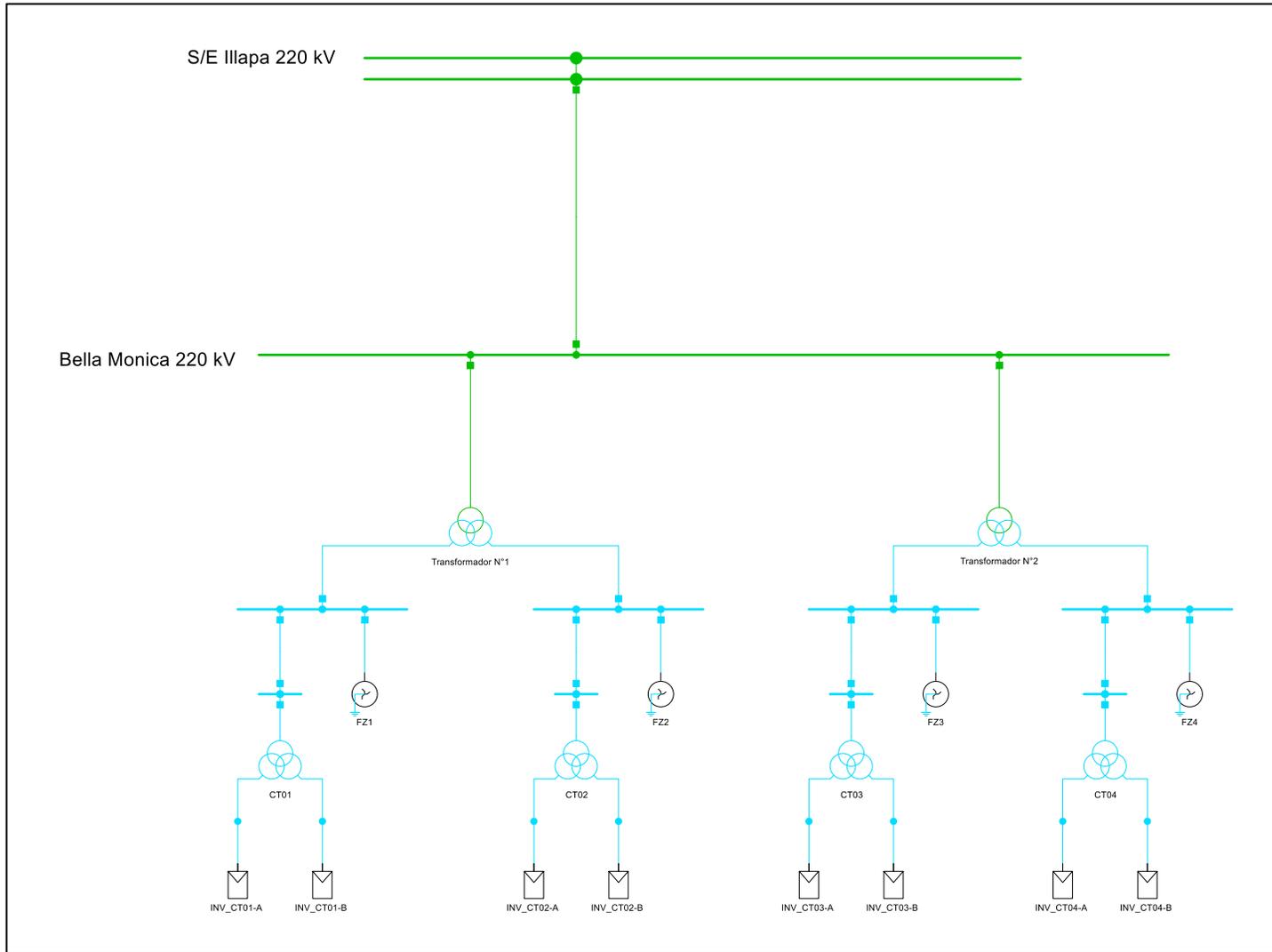


Figura 5-2 Diagrama unilineal sistema colector PFV Guanchoi.

5.1. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PARQUE FOTOVOLTAÍCO GUANCHOI

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

5.1.1. TRANSFORMADOR 33/33/220 KV N°1

A partir del antecedente b) se extraen los parámetros para realizar el modelado del transformador elevador 33/33/220 kV N°1.

Name		TR1 220/33/33 kV 220 MVA (ONAF)	
Technology		Three Phase Transformer	
Rated Power		Rated Voltage	
HV-Side	220, MVA	HV-Side	220, kV
MV-Side	110, MVA	MV-Side	33, kV
LV-Side	110, MVA	LV-Side	33, kV
Vector Group		Phase Shift	
HV-Side	YN	Phase Shift	0, *30deg
MV-Side	D	Phase Shift	11, *30deg
LV-Side	D	Phase Shift	11, *30deg
Name		YN0d11d11	
<p>Hint: The short-circuit voltages refer to the corresponding min. rated Powers e.g. uk(HV-MV) is referred to the minimum of Sr(HV) and Sr(MV)</p>			
Positive Sequence Impedance			
Short-Circuit Voltage uk		Copper Losses	
HV-MV	13,29 %	HV-MV	205,95 kW
MV-LV	23,835 %	MV-LV	418, kW
LV-HV	13,36 %	LV-HV	209,99 kW
Zero Sequence Impedance			
Short-Circuit Voltage uk0		SHC-Voltage, Real Part	
HV-MV	13,35 %	HV-MV	0, %
MV-LV	23,916 %	MV-LV	0, %
LV-HV	13,4 %	LV-HV	0, %
Magnetising Impedance			
Position		Star Point	
No Load Current		0,06 %	
No Load Losses		74,12 kW	
Tap HV-Side			
Add. Voltage per Tap		1,5 %	
Phase of du		0, deg	
Neutral Position		11	
Min. Position		1	
Max. Position		21	

Figura 5-3 Modelado Transformador Elevador N°1.

5.1.2. TRANSFORMADOR 33/33/220 KV N°2

A partir del antecedente b) se extraen los parámetros para realizar el modelado del transformador elevador 33/33/220 kV N°2.

Figura 5-4 Modelado Transformador Elevador N°2.

5.1.3. MODELADO RED INTERNA

En base a la información recopilada en el antecedente b) en la Tabla 5-1 y Tabla 5-2 se indican los cables de la red interna y longitudes correspondientes a los mismos. En base a la información obtenida del antecedente b) se modelan los cables de la red interna en los apartados 5.1.3.1, 5.1.3.2 y 5.1.3.3.

Tabla 5-1 Cables que derivan al Transformador elevador N°1.

		NOMBRE CABLE	TIPO DE CABLE	BARRA 1	BARRA 2	LONGITUD [km]
LADO 1 MT TR N°1	Línea 1	CU-36 a BP1	3x2x630mm2	BP1_Barra N°1 - 33 kV	CU-36	3,049
		CU-35 a CU-36	3x1x630mm2	CU-36	CU-35	0,363
		CU-01 a CU-35	3x1x630mm2	CU-35	CU-01	3,397
	Línea 2	CU-04 a BP1	3x2x630mm2	CU-04	BP1_Barra N°1 - 33 kV	5,598
		CU-03 a CU-04	3x1x630mm2	CU-03	CU-04	0,317
		CU-02 a CU-03	3x1x300mm2	CU-02	CU-03	0,317
	Línea 3	CU-09 a BP1	3x2x630mm2	CU-09	BP1_Barra N°1 - 33 kV	5,073
		CU-07 a CU-09	3x1x400mm2	CU-09	CU-07	0,596
		CU-05 a CU-07	3x1x300mm2	CU-05	CU-07	0,596

		NOMBRE CABLE	TIPO DE CABLE	BARRA 1	BARRA 2	LONGITUD [km]
LADO 2 MTTR N°1	Línea 4	CU-10 a BP1	3x2x630mm ²	CU-10	BP1_Barra N°1 - 33 kV	4,791
		CU-08 a CU-10	3x1x400mm ²	CU-08	CU-10	0,596
		CU-06 a CU-08	3x1x300mm ²	CU-08	CU-06	0,596
	Línea 5	CU-15 a BP1	3x2x630mm ²	CU-15	BP1_Barra N°1 - 33 kV	4,677
		CU-13 a CU-15	3x1x400mm ²	CU-13	CU-15	0,596
		CU-11 a CU-13	3x1x300mm ²	CU-11	CU-13	0,596
	Línea 6	CU-16 a BP1	3x2x630mm ²	CU-16	BP1_Barra N°1 - 33 kV	4,395
		Cu-14 a CU-16	3x1x400mm ²	CU-14	CU-16	0,596
		CU-12 a CU-14	3x1x300mm ²	CU-12	CU-14	0,596
	Línea 7	CU-21 a BP2	3x2x630mm ²	CU-21	BP2_Barra N°2 - 33 kV	4,264
		CU-19 a CU-21	3x1x400mm ²	CU-21	CU-19	0,596
		CU-17 a CU-19	3x1x300mm ²	CU-19	CU-17	0,596
	Línea 8	CU-22 a BP2	3x2x630mm ²	CU-22	BP2_Barra N°2 - 33 kV	3,982
		CU-20 a CU-22	3x1x400mm ²	CU-20	CU-22	0,596
		CU-18 a CU-20	3x1x300mm ²	CU-18	CU-20	0,596
	Línea 9	CU-27 a BP2	3x2x630mm ²	CU-27	BP2_Barra N°2 - 33 kV	3,868
		CU-25 a CU-27	3x1x400mm ²	CU-27	CU-25	0,596
		CU-23 a CU-25	3x1x300mm ²	CU-23	CU-25	0,596
	Línea 10	CU-28 a BP2	3x2x630mm ²	CU-28	BP2_Barra N°2 - 33 kV	3,586
		CU-26 a CU-28	3x1x400mm ²	CU-26	CU-28	0,596
		CU-24 a CU-26	3x1x300mm ²	CU-26	CU-24	0,596
	Línea 11	CU-33 a BP2	3x2x630mm ²	CU-33	BP2_Barra N°2 - 33 kV	3,46
		CU-31 a CU-33	3x1x400mm ²	CU-31	CU-33	0,596
		CU-29 a CU-31	3x1x300mm ²	CU-29	CU-31	0,596
	Línea 12	CU-34 a BP2	3x2x630mm ²	CU-34	BP2_Barra N°2 - 33 kV	3,178
		CU-32 a CU-34	3x1x400mm ²	CU-32	CU-34	0,596
		CU-30 a CU-32	3x1x300mm ²	CU-30	CU-32	0,596

Tabla 5-2 Cables que derivan al Transformador elevador N°2.

		NOMBRE CABLE	TIPO DE CABLE	BARRA 1	BARRA 2	LONGITUD [km]
LADO 1 MT TR N°2	Línea 13	CU-63 a BP3	3x2x630mm ²	CU-63	BP3_Barra N°3- 33 kV	3,011
		CU-62 a CU-63	3x1x400mm ²	CU-63	CU-62	0,317
		CU-61 a CU-62	3x1x300mm ²	CU-62	CU-61	0,317
	Línea 14	CU-64 a BP3	3x2x630mm ²	CU-64	BP3_Barra N°3- 33 kV	3,855
		CU-65 a CU-64	3x1x400mm ²	CU-65	CU-64	0,317
		CU-60 a CU-65	3x1x300mm ²	CU-60	CU-65	0,788
	Línea 15	CU-54 a BP3	3x2x630mm ²	CU-54	BP3_Barra N°3- 33 kV	2,1
		CU-56 a CU-54	3x1x400mm ²	CU-54	CU-56	0,596
		CU-58 a CU-56	3x1x300mm ²	CU-58	CU-56	0,596
	Línea 16	CU-55 a BP3	3x2x630mm ²	CU-55	BP3_Barra N°3- 33 kV	2,382
		CU-55 a CU-57	3x1x400mm ²	CU-57	CU-55	0,596
		CU-59 a CU-57	3x1x300mm ²	CU-57	CU-59	0,596

		NOMBRE CABLE	TIPO DE CABLE	BARRA 1	BARRA 2	LONGITUD [km]
LADO 2 MT TR N°2	Línea 17	CU-48 a BP3	3x2x630mm ²	CU-48	BP3_Barra N°3- 33 kV	1,92
		CU-50 a CU-48	3x1x400mm ²	CU-50	CU-48	0,596
		CU-52 a CU-50	3x1x300mm ²	CU-52	CU-50	0,596
	Línea 18	CU-49 a BP4	3x2x630mm ²	CU-49	BP4_Barra N°4 - 33 kV	2,202
		CU-49 a CU-51	3x1x400mm ²	CU-49	CU-51	0,596
		CU-51 a CU-53	3x1x300mm ²	CU-51	CU-53	0,596
	Línea 19	CU-42 a BP4	3x2x630mm ²	CU-42	BP4_Barra N°4 - 33 kV	2,361
		CU-44 a CU-42	3x1x400mm ²	CU-44	CU-42	0,596
		CU-46 a CU-44	3x1x300mm ²	CU-46	CU-44	0,596
	Línea 20	CU-43 a BP4	3x2x630mm ²	CU-43	BP4_Barra N°4 - 33 kV	2,643
		CU-45 a CU-43	3x1x400mm ²	CU-43	CU-45	0,596
		CU-47 a CU-45	3x1x300mm ²	CU-47	CU-45	0,596
	Línea 21	CU-37 a BP4	3x2x630mm ²	CU-37	BP4_Barra N°4 - 33 kV	2,743
		CU-38 a CU-37	3x1x400mm ²	CU-38	CU-37	0,317
		CU-39 a CU-38	3x1x300mm ²	CU-38	CU-39	0,317
	Línea 22	CU-40 a BP4	3x2x630mm ²	CU-40	BP4_Barra N°4 - 33 kV	3,587
		CU-41 a CU-40	3x1x300mm ²	CU-41	CU-40	0,317

5.1.3.1. Cable 300 mm²

Name: 300 mm²

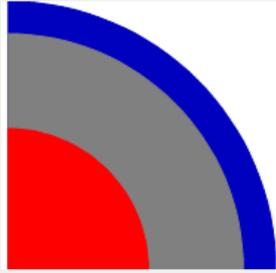
Rated Voltage: 33, kV

Core

Shape: Compact

Outer Diameter: 25,974 mm

Frequency Characteristic (Ohm/km): [v] [→]



Conducting Layers:

	Exists	Material	Resistivity (... uOhm*cm	Relative Per...	Thickness mm	Filling Factor %	DC-Resista... Ohm/km
Conductor	<input checked="" type="checkbox"/>	Aluminium	2,8264	1,	12,987	53,3416	0,1
Sheath	<input checked="" type="checkbox"/>	Aluminium	2,84	1,	3,	100,	0,06480287
Armour	<input type="checkbox"/>	Unknown	2,84	1,	1,	100,	0,

Insulation Layers:

	Exists	Material	Dielectric Los...	Relative Perm...	Thickness mm
1 (Insulation)	<input checked="" type="checkbox"/>	XLPE (> 18/30...	0,	2,5	8,763
2 (Oversheath)	<input type="checkbox"/>	Unknown	0,02	3,	1,
3 (Serving)	<input type="checkbox"/>	Unknown	0,02	3,	1,

Semiconducting Layers:

	Exists	Thickness mm	Advanced	Resistivity uOhm*cm	Relative Permeab...	Relative Permittiv...
Core Outer	<input type="checkbox"/>	1,	<input type="checkbox"/>	1000000	1,	1000,
Ins. Outer	<input type="checkbox"/>	1,	<input type="checkbox"/>	1000000	1,	1000,

Overall Cable Diameter: 49,5 mm

Figura 5-5 Modelado Cable 300 mm².

5.1.3.2. Cable 400 mm²

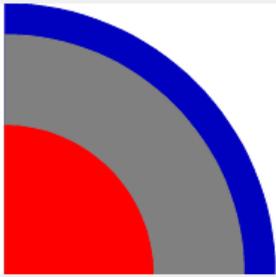
Name: 400 mm²

Rated Voltage: 33, kV

Core Shape: Compact

Outer Diameter: 28,574 mm

Frequency Characteristic (Ohm/km): [v] [→]



Conducting Layers:

	Exists	Material	Resistivity (... uOhm*cm	Relative Per...	Thickness mm	Filling Factor %	DC-Resista... Ohm/km
Conductor	<input checked="" type="checkbox"/>	Aluminium	2,8264	1,	14,287	56,65289	0,0778
Sheath	<input checked="" type="checkbox"/>	Aluminium	2,84	1,	3,	100,	0,06137136
Armour	<input type="checkbox"/>	Unknown	2,84	1,	1,	100,	0,

Insulation Layers:

	Exists	Material	Dielectric Los...	Relative Perm...	Thickness mm
1 (Insulation)	<input checked="" type="checkbox"/>	XLPE (> 18/30...	0,	2,5	8,763
2 (Oversheath)	<input type="checkbox"/>	Unknown	0,02	3,	1,
3 (Serving)	<input type="checkbox"/>	Unknown	0,02	3,	1,

Semiconducting Layers:

	Exists	Thickness mm	Advanced	Resistivity uOhm*cm	Relative Permeab...	Relative Permittiv...
Core Outer	<input type="checkbox"/>	1,	<input type="checkbox"/>	1000000	1,	1000,
Ins. Outer	<input type="checkbox"/>	1,	<input type="checkbox"/>	1000000	1,	1000,

Overall Cable Diameter: 52,1 mm

Figura 5-6 Cable 400mm².

5.1.3.3. Cable 630 mm²

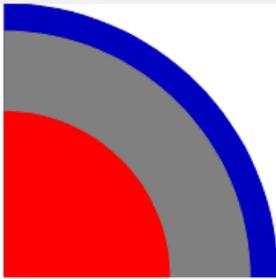
Name:

Rated Voltage: kV

Core Shape:

Outer Diameter: mm

Frequency Characteristic (Ohm/km):



Conducting Layers:

	Exists	Material	Resistivity (... uOhm*cm	Relative Per...	Thickness mm	Filling Factor %	DC-Resista... Ohm/km
Conductor	<input checked="" type="checkbox"/>	Aluminium	2,8264	1,	18,037	58,96336	0,0469
Sheath	<input checked="" type="checkbox"/>	Aluminium	2,84	1,	3,	100,	0,05323909
Armour	<input type="checkbox"/>	Unknown	2,84	1,	1,	100,	0,

Insulation Layers:

	Exists	Material	Dielectric Los...	Relative Perm...	Thickness mm
1 (Insulation)	<input checked="" type="checkbox"/>	XLPE (> 18/30...	0,	2,5	8,763
2 (Oversheath)	<input type="checkbox"/>	Unknown	0,02	3,	1,
3 (Serving)	<input type="checkbox"/>	Unknown	0,02	3,	1,

Semiconducting Layers:

	Exists	Thickness mm	Advanced	Resistivity uOhm*cm	Relative Permeab...	Relative Permittiv...
Core Outer	<input type="checkbox"/>	1,	<input type="checkbox"/>	1000000	1,	1000,
Ins. Outer	<input type="checkbox"/>	1,	<input type="checkbox"/>	1000000	1,	1000,

Overall Cable Diameter: **59,6 mm**

Figura 5-7 Cable 630mm².

5.1.3.4. Modelación Distribución de Cables en Zanja

A continuación, se detalla el modelado de la distribución de cables en zanja, antecedente b). Cabe destacar que para el modelado del sistema de cables se utiliza la misma resistividad que para la línea de transmisión 1x220 kV Bella Mónica – Illapa, 525,75 [Ω -m], antecedente b).

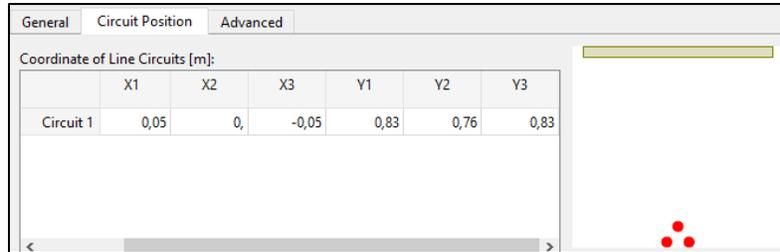


Figura 5-8 Zanja Cables tipo 3x1.

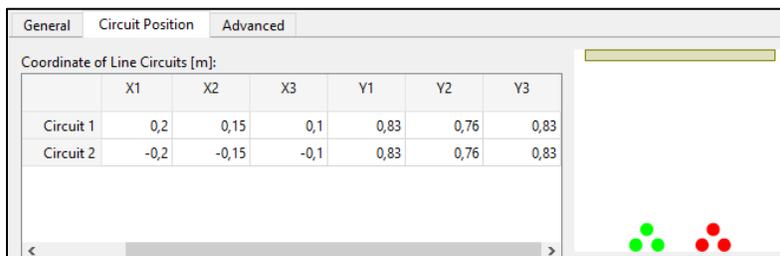


Figura 5-9 Zanja Cables tipo 3x2.

5.1.3.5. Transformador de bloque

En la siguiente figura se muestran las características de los transformadores de bloque de MT/BT del parque fotovoltaico Guanchoi. La información para modelar dicho transformador se extrae del antecedente b).

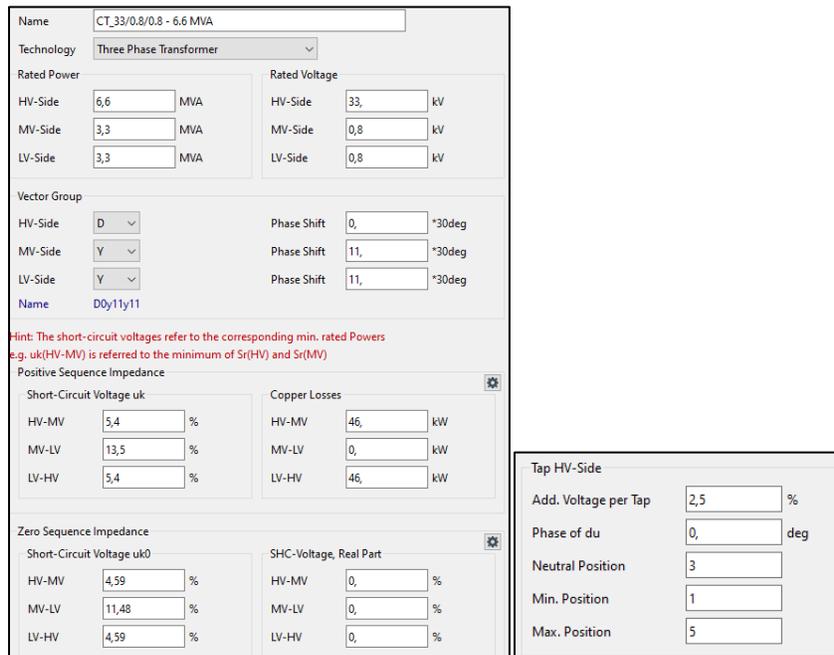


Figura 5-10 Transformador de Bloque 33/0,8/0,8 kV 6,6 MVA.

5.1.4. MODELACIÓN UNIDAD GENERADORA

En función de la información obtenida del antecedente b) se modelan las unidades generadoras y su diagrama PQ, en la Figura 5-11 y Figura 5-12 se presenta el modelado de dicha unidad en PowerFactory.

General Zero Sequence/Neutral Conductor

Name: INV_63-2

Terminal: PF Guanchoi\BT63-2\Cub_2 (BT63-2)

Zone: []

Area: []

Out of Service

Technology: 3PH

Plant Category: Photovoltaic (Subcategory)

Number of parallel units: 18

Ratings

Nominal Apparent Power: 0,185 MVA

Power Factor: 1,

Figura 5-11 Unidad Generadora.

Capability Curve:

	Active Power MW	Min. React. Pow. Mvar	Max. React. Pow. Mvar
1	0,148	-0,111	0,111
2	0,18	-0,055	0,055
3	0,185	0,	0,

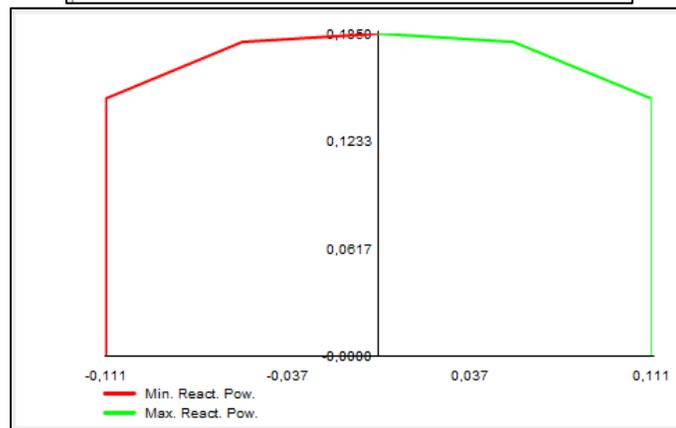


Figura 5-12 Curva PQ.

En la Figura 5-13 y Figura 5-14 se muestran las curvas características las celdas fotovoltaicas RSM144-7-435BMDG y RSM144-7-455BMDG. Además, en la Tabla 5-3 se muestran las principales características de estas celdas fotovoltaicas.

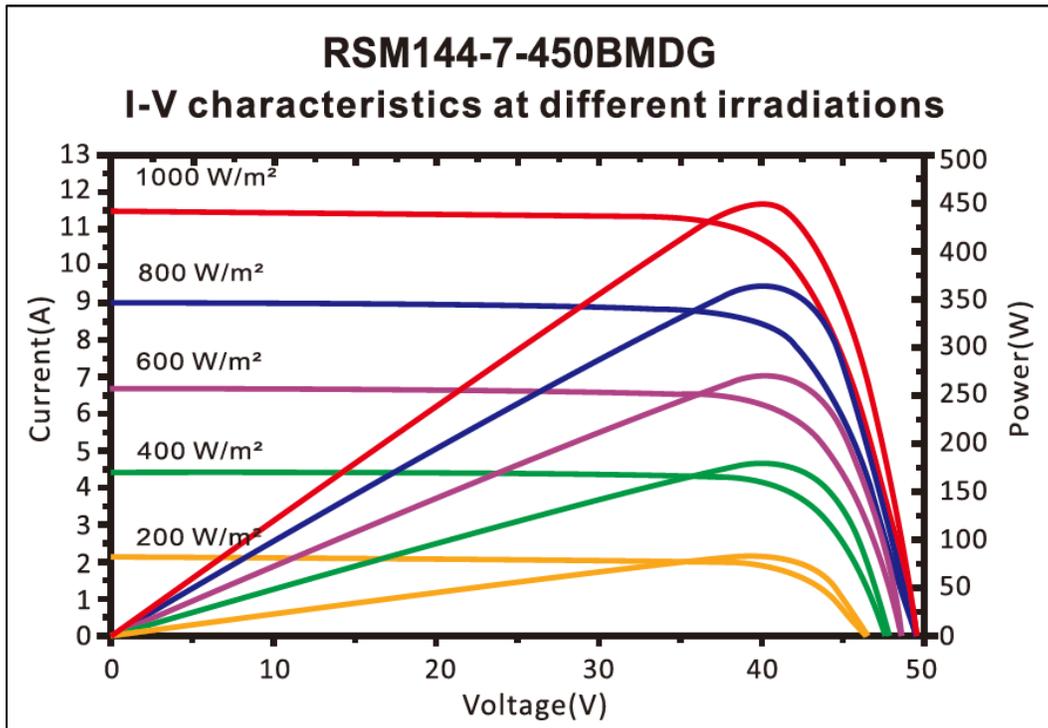


Figura 5-13 Curva características de las celdas fotovoltaicas a diferente irradiación.

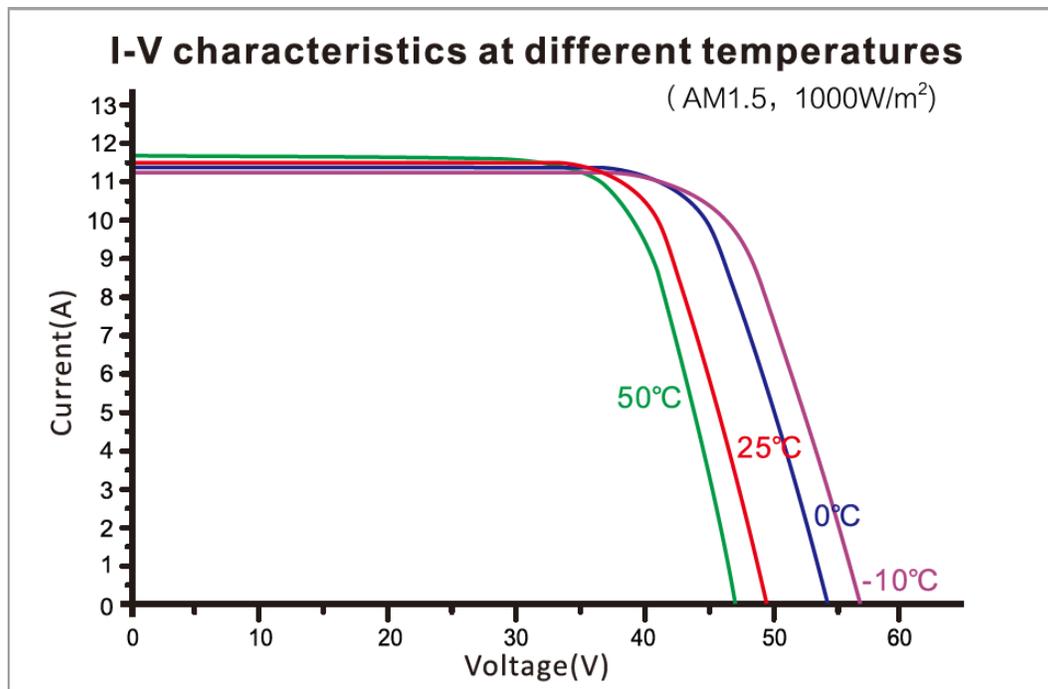


Figura 5-14 Curva características de las celdas fotovoltaicas a diferentes temperaturas.

Tabla 5-3 Características principales módulos fotovoltaicos del PFV Guanchoi.

NUMERO DE MODELO	RSM144-7-435BMDG	RSM144-7-455BMDG
Potencia Nominal (Wp)	435	455
Tensión de circuito abierto-Voc (V)	49,40	49,80
Corriente de cortocircuito-Isc (A)	11,20	11,60
Voltaje máxima potencia-Vmpp (V)	41,05	41,40
Corriente máxima potencia-Impp (V)	10,60	11,00
Eficiencia del módulo (%)	19,5	20,4

5.1.5. TRANSFORMADORES ZIG-ZAG

El PF Guanchoi proyecta cuatro transformadores zig-zag con puesta a tierra conectado a cada una de las barras de 33 kV de la subestación. Las características principales de los transformadores se indican en la siguiente tabla.

Tabla 5-4 Parámetros transformador zig-zag.

PARÁMETROS	VALOR
Tensión nominal	33 [kV]
Capacidad de corriente de cortocircuito (3·I0)	860 [A]
Impedancia de secuencia cero TZ1	59,988 [Ω /fase]
Impedancia de secuencia cero TZ2	59,752 [Ω /fase]
Impedancia de secuencia cero TZ3	60,018 [Ω /fase]
Impedancia de secuencia cero TZ4	59,622 [Ω /fase]

5.1.6. TRANSFORMADORES AUXILIARES

En la siguiente figura se presenta el modelado del transformador de servicios auxiliares. Cabe destacar que el PF Guanchoi cuenta con dos transformadores auxiliares, conectados a las barras N°2 y N°3.

Figura 5-15 Transformador de Servicios Auxiliares.

6. REVISIÓN NORMATIVA

A continuación, se exponen los principales estándares normativos (Anexo Técnico: “Determinación de parámetros de partida y detención” disponible en la página de la CNE) que son de relevancia para el presente informe.

Artículo 10: Informe técnico de parámetros de partida y detención:

El informe técnico de parámetros de partida y detención 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 determinó el valor de los parámetros de partida y determinación informados.

Este informe deberá contener, al menos, la siguiente información:

- a) Información técnica, recomendaciones del fabricante y antecedentes nacionales o internacionales de unidades de similares características.
- b) Antecedentes de operación de la unidad generadora, incluyendo los registros y descripción de los análisis y pruebas efectuadas.
- c) Antecedentes técnicos que respalden y expliquen el comportamiento esperado o desempeño registrado. Para el caso de unidades generadoras que puedan operar con combustible alternativo y cuyos parámetros sean distinto al del combustible principal, deberán entregar los mismos antecedentes requeridos en el presente Anexo para el combustible principal.

Si el Coordinador verifica que el Informe Técnico contiene los antecedentes especificados, lo publicará en el sitio web del Coordinador e iniciará el proceso de aprobación de los parámetros de Partida y Detención informados de acuerdo con lo establecido en los artículos siguientes.

7. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE PARTIDA Y DETENCIÓN

Se realizaron los ensayos para la determinación de los parámetros de partida y detención en el PFV Guanchoi el día 03 de mayo del año 2023. Dichos ensayos consistieron en cambiar la consigna de generación de potencia máxima (máxima disponible al momento de hacer la prueba) a 0 MW. Durante el período de prueba, se registraron las medidas de potencia para determinar el tiempo de detención del parque. Una vez que este llega al mínimo técnico, se da la orden de partida, replicando lo hecho para la detención, obteniendo así el tiempo de partida del parque.

En la Figura 7-1 y Figura 7-2 se observa el gráfico de potencia para las pruebas de partida y detención realizadas en el PFV Guanchoi. Dado que se tienen tasas constantes de reducción y toma de carga, es posible estimar los tiempos totales de ambos procesos.

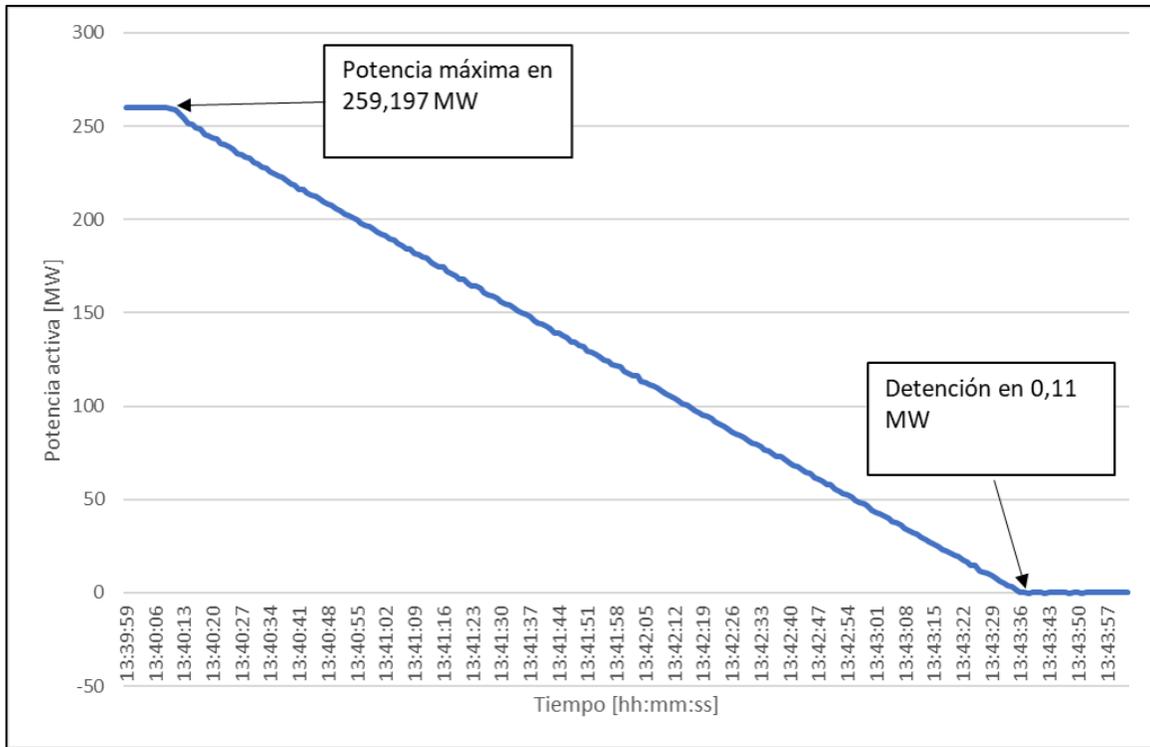


Figura 7-1 Rampa de Detención PFV Guanchoi.

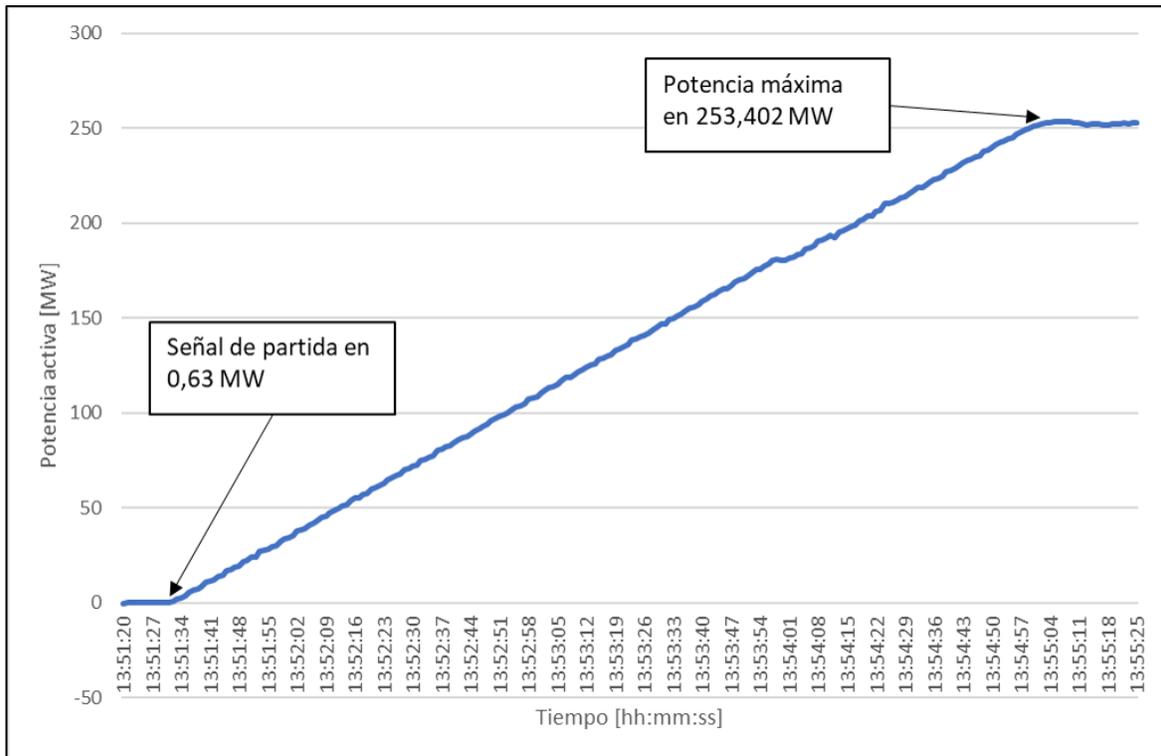


Figura 7-2 Rampa de Partida PFV Guanchoi.

La primera señal de detención ocurre a las 13:40:10 PM aproximadamente con una potencia de 259,197 MW, mientras que la detención ocurre a las 13:43:37 PM aproximadamente llegando a la potencia de 0,11 MW.

La tasa de detención se obtiene de:

$$\frac{0,11 \text{ MW} - 259,197 \text{ MW}}{13:43:37 - 13:40:10} = -75,098 \frac{\text{MW}}{\text{min}}$$

Por otro lado, la señal de partida ocurre a las 13:51:32 PM con una potencia de 0,63 MW, mientras que el fin del proceso de partida ocurre a las 13:55:07 PM llegando a una potencia de 253,402 MW.

Por lo tanto, la tasa de partida se obtiene de:

$$\frac{253,402 \text{ MW} - 0,63 \text{ MW}}{13:55:07 - 13:51:32} = 70,541 \frac{\text{MW}}{\text{min}}$$

Finalmente, los tiempos de detención y partida se calculan a través de sus respectivas tasas, con respecto a la potencia inyectada en la barra de AT ante la operación a mínimo técnico (0,28 MW) y la potencia máxima neta (356,61 MW) obtenidas de los antecedentes (c) y (d).

Tiempo de detención:

$$\frac{0,28 \text{ MW} - 356,61 \text{ MW}}{-75,098 \text{ MW}/\text{min}} = 4,7448 \text{ min}$$

Tiempo de partida:

$$\frac{356,61 \text{ MW} - 0,28 \text{ MW}}{70,541 \text{ MW}/\text{min}} = 5,0513 \text{ min}$$

Tabla 7-1 Parámetros asociados a Partida y Detención.

PARÁMETROS	TIEMPO [min]	TASA [MW/min]
Detención	4,7448	-75,098
Partida	5,0513	70,541

De la tabla anterior se puede obtener el porcentaje de la toma de carga, tomando la tasa en MW/min sobre la potencia máxima bruta en MW del parque fotovoltaico:

$$\frac{70,541 \text{ MW}/\text{min}}{367,47 \text{ MW}} \cdot 100\% = 19,20 \%/ \text{min}$$

En la NTSyCS artículo 3-16 se solicita que tanto para los parques eólicos como fotovoltaicos la toma de carga no supere un valor ajustable entre 0 al 20% de la potencia máxima nominal del

parque por minuto, por lo tanto, el porcentaje resultante del análisis del presente informe (19,20%) se encuentra dentro del rango impuesto por la NTSyCS.

8. DETERMINACIÓN DE ENERGÍA CONSUMIDA

La energía consumida en el proceso de partida y detención de la central PFV Guanchoi se determina directamente de los ensayos realizados, determinando la potencia que se consume cuando los inversores están detenidos, dado que mientras la central esté generando, los servicios auxiliares son suministrados por la misma central.

8.1. CONSUMO DE LOS INVERSORES

El consumo de servicios auxiliares del parque se determina directamente con los registros de las mediciones del ensayo realizado en terreno, desde el momento en que los inversores dejan de generar potencia y comienzan a consumir hasta que se detienen, debido a que mientras estén generando, sus requerimientos son suministrados por la misma generación del parque.

En el proceso de partida del inversor desde el momento en que se envía la señal hasta que se comienza a generar potencia es posible distinguir dos periodos, tal y como se presenta en la Figura 8-1. En **AZUL**, el periodo desde la partida hasta la sincronización (12:46:00 – 12:50:00), y en **ROJO**, el período desde la sincronización hasta que se comienza a generar (12:50:00 – 12:51:35). Destacando que este comportamiento corresponde al que presenta un único inversor, no el que ocurre a nivel del parque.

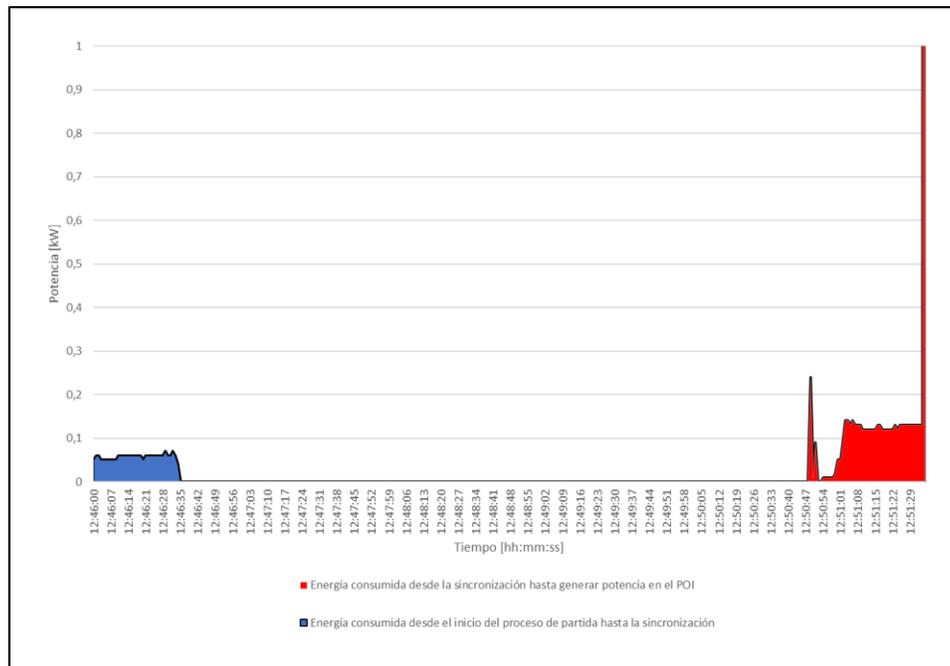


Figura 8-1 Potencia desde la detención del inversor hasta su mínimo técnico.

Considerando que, si la potencia del inversor es superior a cero significa que este se encuentra generando energía y, por el contrario, valores por debajo de cero indica que el parque se

encuentra consumiendo energía. Como se puede observar, la energía generada durante los periodos de partida hasta sincronización y sincronización hasta alcanzar el mínimo técnico corresponde a un valor positivo, lo que da cuenta de que el parque no se encuentra consumiendo energía. Dado lo anterior, la energía consumida desde el proceso de partida de los inversores hasta la sincronización y desde la sincronización hasta llegar al mínimo técnico es igual a cero:

$$E_{azul} = 0,0 [kWh]$$

$$E_{rojo} = 0,0 [kWh]$$

El detalle del cálculo se muestra en el Anexo I.

8.2. CONSUMO DE LOS INVERSORES A NIVEL DE PARQUE

El consumo de servicios auxiliares de los inversores se determina directamente con los registros de las mediciones del ensayo realizado en terreno, desde el momento en que las unidades dejan de generar energía y comienzan a consumir hasta que se detienen, debido a que mientras estén generando, sus requerimientos son suministrados por la misma generación del parque.

En la Figura 8-1 se muestra el proceso de partida de los inversores del parque desde el momento en que se envía la señal hasta que se vuelve a generar energía. Los consumos de SS.AA. de los inversores corresponden a la energía consumida desde que los inversores reciben la señal de partida (tiempo 13:46:00) hasta que se obtiene el mínimo técnico (tiempo 13:50:04). En este período se distinguen 2 etapas. La primera corresponde al inicio del proceso de partida de los inversores hasta la sincronización (13:46:00 – 13:49:00), donde se muestra en color **AZUL** la energía consumida en dicho período. La segunda etapa corresponde al período desde la sincronización hasta que se comienza a generar potencia (13:49:00 – 13:50:04), donde se muestra en color **ROJO** la energía consumida en dicho período. Cabe destacar que una vez que el parque comienza a generar potencia, no se consume energía de los SS.AA., ya que sus requerimientos son suministrados por la misma generación del parque.

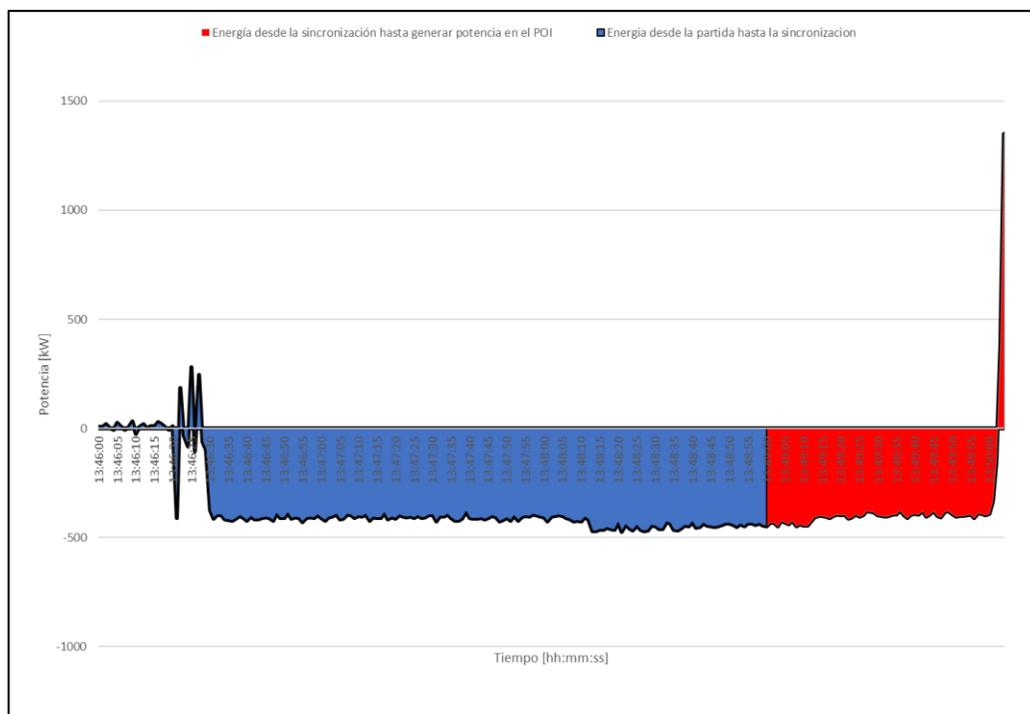


Figura 8-2 Potencia desde la detención de los inversores hasta su mínimo técnico.

El detalle del cálculo de la energía consumida se encuentra en el Anexo I del presente informe y los valores correspondientes a dichos procesos son:

$$E_{azul} = 17,6272 [kWh]$$

$$E_{rojo} = 6,4544 [kWh]$$

8.3. DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN A MÍNIMO TÉCNICO

Según lo determinado por el ensayo de partida y detención del PFV Guanchoi, desde que se da la señal de partida a los inversores y se alcanza la operación a potencia mínima neta, transcurren 244 segundos a nivel de parque (180 segundos desde el inicio del proceso de partida hasta la sincronización y 64 segundos más hasta llegar a generar potencia).

Por otro lado, para el caso del análisis a nivel de inversor, desde que se da la señal de partida a los inversores y se comienza a generar potencia, transcurren 335 segundos (240 segundos desde el inicio del proceso de partida hasta la sincronización y 95 segundos más hasta llegar a generar potencia).

8.4. ENERGÍA CONSUMIDA EN PROCESO DE ARRANQUE Y DETENCIÓN

A continuación, se determina la energía consumida en cada proceso involucrado del ensayo de partida y detención del PFV Guanchoi.

Energía consumida desde el inicio del proceso de partida hasta la sincronización.

$$E_{nivel\ planta} = 17,6272 \text{ [kWh]} \quad E_{nivel\ inversor} = 0,0 \text{ [kWh]}$$

Energía consumida desde la sincronización hasta alcanzar el mínimo técnico.

$$E_{nivel\ planta} = 6,4544 \text{ [kWh]} \quad E_{nivel\ inversor} = 0,0 \text{ [kWh]}$$

Energía consumida desde la operación a mínimo técnico hasta la operación a potencia máxima.

$$E_{nivel\ planta} = 0,0 \text{ [kWh]} \quad E_{nivel\ inversor} = 0,0 \text{ [kWh]}$$

Energía consumida desde la operación a potencia máxima hasta la operación a mínimo técnico.

$$E_{nivel\ planta} = 0,0 \text{ [kWh]} \quad E_{nivel\ inversor} = 0,0 \text{ [kWh]}$$

Energía consumida desde la operación a mínimo técnico hasta la desconexión.

$$E_{nivel\ planta} = 0,0 \text{ [kWh]} \quad E_{nivel\ inversor} = 0,0 \text{ [kWh]}$$

Energía consumida desde la desconexión hasta la detención.

$$E_{nivel\ planta} = 0,0 \text{ [kWh]} \quad E_{nivel\ inversor} = 0,0 \text{ [kWh]}$$

9. RESUMEN DE PARÁMETROS DE PARTIDA Y DETENCIÓN

A continuación, se muestra el resumen de los parámetros de partida y detención a nivel de inversor y a nivel de parque completo.

Tabla 9-1 Resumen de parámetros de partida y detención a nivel de Inversores.

PARÁMETRO TÉCNICO A NIVEL DE INVERSORES	PROCESO DE PARTIDA		OPERACIÓN NORMAL		PROCESO DE DETENCIÓN	
	I) DESDE EL INICIO DEL PROCESO DE PARTIDA HASTA LA SINCRONIZACIÓN.	II) DESDE LA SINCRONIZACIÓN HASTA ALCANZAR LA OPERACIÓN A MÍNIMO TÉCNICO.	III) DESDE LA OPERACIÓN A MÍNIMO TÉCNICO HASTA LA OPERACIÓN A POTENCIA NOMINAL.	IV) DESDE LA OPERACIÓN A POTENCIA NOMINAL HASTA LA OPERACIÓN A MÍNIMO TÉCNICO.	V) DESDE LA OPERACIÓN A MÍNIMO TÉCNICO HASTA LA DESCONEXIÓN (ESTADO DE APAGADO).	VI) DESDE LA DESCONEXIÓN DE LA UNIDAD HASTA EL TÉRMINO DEL PROCESO DE DETENCIÓN.
ENERGÍA ELÉCTRICA CONSUMIDA DURANTE EL PROCESO DE PARTIDA	0,0 [kWh]	0,0 [kWh]	0 [kWh]	-	-	-
TIEMPO REQUERIDO PARA EL PROCESO DE PARTIDA	4 [min] (240 seg)	1,583 [min] (95 seg)	5,0513 [min] (303 seg)	-	-	-
ENERGÍA ELÉCTRICA CONSUMIDA DURANTE EL PROCESO DE DETENCIÓN	-	-	-	0 [kWh]	≈0 [kWh]	0 [kWh]
TIEMPO REQUERIDO PARA EL PROCESO DE DETENCIÓN	-	-	-	4,7448 [min] (285 seg)	0,033 [min] (2 seg)	0 [min]
TIEMPO MÍNIMO DE OPERACIÓN ANTES DE PODER DETENERSE, UNA VEZ CONCLUIDO UN PROCESO DE PARTIDA	0 [min]	-	-	-	-	-
TIEMPO MÍNIMO EN DETENCIÓN ANTES DE INICIAR NUEVO PROCESO DE PARTIDA	0 [min]	-	-	-	-	-

Tabla 9-2 Resumen de parámetros de partida y detención a nivel de Parque.

PARÁMETRO TÉCNICO A NIVEL DE PARQUE	PROCESO DE PARTIDA		OPERACIÓN NORMAL		PROCESO DE DETENCIÓN	
	I) DESDE EL INICIO DEL PROCESO DE PARTIDA HASTA LA SINCRONIZACIÓN.	II) DESDE LA SINCRONIZACIÓN HASTA ALCANZAR LA OPERACIÓN A MÍNIMO TÉCNICO.	III) DESDE LA OPERACIÓN A MÍNIMO TÉCNICO HASTA LA OPERACIÓN A POTENCIA NOMINAL.	IV) DESDE LA OPERACIÓN A POTENCIA NOMINAL HASTA LA OPERACIÓN A MÍNIMO TÉCNICO.	V) DESDE LA OPERACIÓN A MÍNIMO TÉCNICO HASTA LA DESCONEXIÓN (ESTADO DE APAGADO).	VI) DESDE LA DESCONEXIÓN DE LA UNIDAD HASTA EL TÉRMINO DEL PROCESO DE DETENCIÓN.
ENERGÍA ELÉCTRICA CONSUMIDA DURANTE EL PROCESO DE PARTIDA	17,6272 [kWh]	6,4544 [kWh]	0 [kWh]	-	-	-
TIEMPO REQUERIDO PARA EL PROCESO DE PARTIDA	3 [min] (180 seg)	1,066 [min] (64 seg)	5,0513 [min] (303 seg)	-	-	-
ENERGÍA ELÉCTRICA CONSUMIDA DURANTE EL PROCESO DE DETENCIÓN	-	-	-	0 [kWh]	≈0 [kWh]	0 [kWh]
TIEMPO REQUERIDO PARA EL PROCESO DE DETENCIÓN	-	-	-	4,7448 [min] (285 seg)	0,033 [min] (2 seg)	0 [min]
TIEMPO MÍNIMO DE OPERACIÓN ANTES DE PODER DETENERSE, UNA VEZ CONCLUIDO UN PROCESO DE PARTIDA	0 [min]	-	-	-	-	-
TIEMPO MÍNIMO EN DETENCIÓN ANTES DE INICIAR NUEVO PROCESO DE PARTIDA	0 [min]	-	-	-	-	-

10. CONCLUSIONES

En el presente informe se obtienen los parámetros de partida y detención para el Parque Fotovoltaico Guanchoi. Se concluyen que los tiempos requeridos a nivel de parque son los siguientes:

- ◆ Tiempo desde el inicio del proceso de partida hasta la sincronización: **3 [min]**
- ◆ Tiempo desde la sincronización hasta alcanzar la operación a mínimo técnico: **1,066 [min]**
- ◆ Tiempo desde operación a mínimo técnico hasta la operación a potencia nominal: **5,0513 [min]**
- ◆ Tiempo desde operación a potencia nominal hasta la operación a mínimo técnico: **4,7448 [min]**
- ◆ Tiempo desde la operación a mínimo técnico hasta la desconexión: **0,033 [min]**
- ◆ Tiempo desde la desconexión de la unidad hasta el término del proceso de detención: **0 [min]**

Se comprueba que la tasa de toma de carga es de un **19,20%** de la potencia nominal por minuto, menor al 20% impuesto en el artículo 3-17 de la NTSyCS.

Finalmente, el parque no cuenta con un tiempo mínimo de operación antes de poder detenerse ni con un tiempo mínimo de detención antes de iniciar un nuevo proceso de partida, por lo tanto, es posible iniciar inmediatamente un nuevo proceso de partida una vez concluida la detención.



ANEXOS

P22003

ESTUDIOS DE CONEXIÓN PROYECTO

GUANCHOI

15.05.2023

Informe de Determinación de Parámetros de Procesos de Partida
y Detención de Unidades Generadoras
22003-00-ES-IT-015 Rev. B
Preparado para Enel Green Power Chile S.A

ANEXO I
P22003
CÁLCULO DE ENERGÍA CONSUMIDA

DETERMINACIÓN DE ENERGÍA CONSUMIDA

La energía consumida en los procesos de partida del parque se determina a través de una suma de Riemann trapezoidal, como se muestra en la siguiente figura.

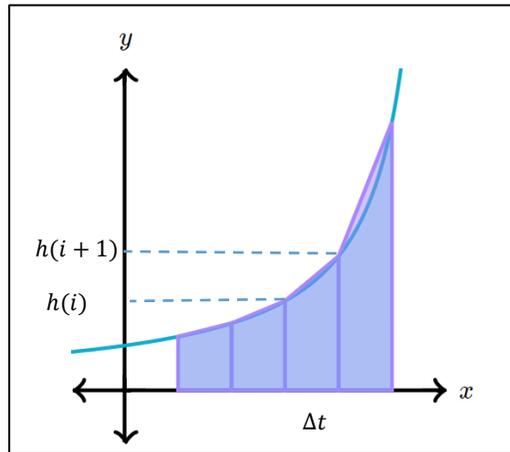


Figura 10-1 Ejemplo de suma de Riemann trapezoidal.

Cada elemento de la suma está determinado mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Área}_i = \frac{h(i) + h(i + 1)}{2} \cdot \Delta t$$

Donde:

$h(i)$ corresponde al valor de la potencia en el inicio del trapecio.

$h(i + 1)$ corresponde al valor de la potencia en el final del trapecio.

Δt corresponde al intervalo de tiempo entre dos mediciones.

A continuación, se muestra un extracto del antecedente a) y e) donde se calcula la energía consumida en los procesos involucrados desde la partida de las unidades hasta que se alcanza el mínimo técnico del PFV Guanchoi.

hora medición parque	Potencia consumida por el parque [kW]	Energía a nivel de parque [kWh]
13:46:00	8	0
13:46:01	6	0,001944444
13:46:02	19	0,003472222
13:46:03	4	0,003194444
13:46:04	-6	-0,000277778
13:46:05	27	0,002916667
13:46:06	10	0,005138889
13:46:07	-7	0,000416667
13:46:08	3	-0,000555556
13:46:09	32	0,004861111
13:46:10	-26	0,000833333
13:46:11	5	-0,002916667
13:46:12	20	0,003472222
13:46:13	-1	0,002638889
13:46:14	10	0,00125
13:46:15	11	0,002916667
13:46:16	29	0,005555556
13:46:17	19	0,006666667
13:46:18	2	0,002916667
13:46:19	-6	-0,000555556
13:46:20	11	0,000694444
13:46:21	-410	-0,055416667
13:46:22	185	-0,03125
13:46:23	-32	0,02125
13:46:24	-83	-0,015972222
13:46:25	279	0,027222222
13:46:26	-105	0,024166667
13:46:27	244	0,019305556
13:46:28	-61	0,025416667
13:46:29	-97	-0,021944444
13:46:30	-374	-0,065416667
13:46:31	-415	-0,109583333
13:46:32	-398	-0,112916667
13:46:33	-398	-0,110555556
13:46:34	-418	-0,113333333
13:46:35	-420	-0,116388889
13:46:36	-424	-0,117222222
13:46:37	-413	-0,11625
13:46:38	-400	-0,112916667
13:46:39	-411	-0,112638889

13:46:40	-424	-0,115972222
13:46:41	-403	-0,114861111
13:46:42	-418	-0,114027778
13:46:43	-416	-0,115833333
13:46:44	-409	-0,114583333
13:46:45	-408	-0,113472222
13:46:46	-409	-0,113472222
13:46:47	-424	-0,115694444
13:46:48	-391	-0,113194444
13:46:49	-412	-0,111527778
13:46:50	-412	-0,114444444
13:46:51	-388	-0,111111111
13:46:52	-413	-0,11125
13:46:53	-408	-0,114027778
13:46:54	-409	-0,113472222
13:46:55	-429	-0,116388889
13:46:56	-412	-0,116805556
13:46:57	-408	-0,113888889
13:46:58	-412	-0,113888889
13:46:59	-399	-0,112638889
13:47:00	-412	-0,112638889
13:47:01	-424	-0,116111111
13:47:02	-406	-0,115277778
13:47:03	-403	-0,112361111
13:47:04	-396	-0,110972222
13:47:05	-416	-0,112777778
13:47:06	-413	-0,115138889
13:47:07	-396	-0,112361111
13:47:08	-399	-0,110416667
13:47:09	-411	-0,1125
13:47:10	-402	-0,112916667
13:47:11	-405	-0,112083333
13:47:12	-395	-0,111111111
13:47:13	-423	-0,113611111
13:47:14	-407	-0,115277778
13:47:15	-410	-0,113472222
13:47:16	-411	-0,114027778
13:47:17	-387	-0,110833333
13:47:18	-418	-0,111805556
13:47:19	-407	-0,114583333
13:47:20	-413	-0,113888889
13:47:21	-399	-0,112777778
13:47:22	-405	-0,111666667

13:47:23	-406	-0,112638889
13:47:24	-405	-0,112638889
13:47:25	-410	-0,113194444
13:47:26	-400	-0,1125
13:47:27	-412	-0,112777778
13:47:28	-407	-0,11375
13:47:29	-398	-0,111805556
13:47:30	-398	-0,110555556
13:47:31	-425	-0,114305556
13:47:32	-405	-0,115277778
13:47:33	-403	-0,112222222
13:47:34	-394	-0,110694444
13:47:35	-410	-0,111666667
13:47:36	-422	-0,115555556
13:47:37	-423	-0,117361111
13:47:38	-413	-0,116111111
13:47:39	-382	-0,110416667
13:47:40	-409	-0,109861111
13:47:41	-414	-0,114305556
13:47:42	-413	-0,114861111
13:47:43	-409	-0,114166667
13:47:44	-417	-0,114722222
13:47:45	-409	-0,114722222
13:47:46	-402	-0,112638889
13:47:47	-408	-0,1125
13:47:48	-426	-0,115833333
13:47:49	-419	-0,117361111
13:47:50	-412	-0,115416667
13:47:51	-422	-0,115833333
13:47:52	-400	-0,114166667
13:47:53	-423	-0,114305556
13:47:54	-408	-0,115416667
13:47:55	-402	-0,1125
13:47:56	-404	-0,111944444
13:47:57	-393	-0,110694444
13:47:58	-397	-0,109722222
13:47:59	-403	-0,111111111
13:48:00	-408	-0,112638889
13:48:01	-425	-0,115694444
13:48:02	-405	-0,115277778
13:48:03	-400	-0,111805556
13:48:04	-398	-0,110833333
13:48:05	-400	-0,110833333

13:48:06	-412	-0,112777778
13:48:07	-417	-0,115138889
13:48:08	-428	-0,117361111
13:48:09	-422	-0,118055556
13:48:10	-427	-0,117916667
13:48:11	-408	-0,115972222
13:48:12	-416	-0,114444444
13:48:13	-471	-0,123194444
13:48:14	-471	-0,130833333
13:48:15	-465	-0,13
13:48:16	-465	-0,129166667
13:48:17	-454	-0,127638889
13:48:18	-462	-0,127222222
13:48:19	-466	-0,128888889
13:48:20	-433	-0,124861111
13:48:21	-474	-0,125972222
13:48:22	-443	-0,127361111
13:48:23	-459	-0,125277778
13:48:24	-469	-0,128888889
13:48:25	-446	-0,127083333
13:48:26	-464	-0,126388889
13:48:27	-470	-0,129722222
13:48:28	-467	-0,130138889
13:48:29	-446	-0,126805556
13:48:30	-450	-0,124444444
13:48:31	-462	-0,126666667
13:48:32	-463	-0,128472222
13:48:33	-431	-0,124166667
13:48:34	-437	-0,120555556
13:48:35	-464	-0,125138889
13:48:36	-469	-0,129583333
13:48:37	-459	-0,128888889
13:48:38	-444	-0,125416667
13:48:39	-449	-0,124027778
13:48:40	-431	-0,122222222
13:48:41	-455	-0,123055556
13:48:42	-452	-0,125972222
13:48:43	-436	-0,123333333
13:48:44	-446	-0,1225
13:48:45	-450	-0,124444444
13:48:46	-451	-0,125138889
13:48:47	-450	-0,125138889
13:48:48	-443	-0,124027778

13:48:49	-435	-0,121944444
13:48:50	-435	-0,120833333
13:48:51	-442	-0,121805556
13:48:52	-453	-0,124305556
13:48:53	-440	-0,124027778
13:48:54	-450	-0,123611111
13:48:55	-437	-0,123194444
13:48:56	-436	-0,12125
13:48:57	-443	-0,122083333
13:48:58	-435	-0,121944444
13:48:59	-444	-0,122083333
13:49:00	-450	-0,124166667
13:49:01	-434	-0,122777778
13:49:02	-432	-0,120277778
13:49:03	-449	-0,122361111
13:49:04	-424	-0,12125
13:49:05	-432	-0,118888889
13:49:06	-438	-0,120833333
13:49:07	-423	-0,119583333
13:49:08	-448	-0,120972222
13:49:09	-439	-0,123194444
13:49:10	-444	-0,122638889
13:49:11	-445	-0,123472222
13:49:12	-426	-0,120972222
13:49:13	-408	-0,115833333
13:49:14	-400	-0,112222222
13:49:15	-400	-0,111111111
13:49:16	-404	-0,111666667
13:49:17	-411	-0,113194444
13:49:18	-400	-0,112638889
13:49:19	-394	-0,110277778
13:49:20	-398	-0,11
13:49:21	-393	-0,109861111
13:49:22	-413	-0,111944444
13:49:23	-407	-0,113888889
13:49:24	-395	-0,111388889
13:49:25	-405	-0,111111111
13:49:26	-398	-0,111527778
13:49:27	-380	-0,108055556
13:49:28	-383	-0,105972222
13:49:29	-385	-0,106666667
13:49:30	-398	-0,10875
13:49:31	-401	-0,110972222

13:49:32	-405	-0,111944444
13:49:33	-401	-0,111944444
13:49:34	-393	-0,110277778
13:49:35	-394	-0,109305556
13:49:36	-377	-0,107083333
13:49:37	-399	-0,107777778
13:49:38	-411	-0,1125
13:49:39	-393	-0,111666667
13:49:40	-392	-0,109027778
13:49:41	-395	-0,109305556
13:49:42	-380	-0,107638889
13:49:43	-405	-0,109027778
13:49:44	-394	-0,110972222
13:49:45	-378	-0,107222222
13:49:46	-401	-0,108194444
13:49:47	-408	-0,112361111
13:49:48	-383	-0,109861111
13:49:49	-378	-0,105694444
13:49:50	-390	-0,106666667
13:49:51	-403	-0,110138889
13:49:52	-402	-0,111805556
13:49:53	-401	-0,111527778
13:49:54	-397	-0,110833333
13:49:55	-394	-0,109861111
13:49:56	-409	-0,111527778
13:49:57	-387	-0,110555556
13:49:58	-390	-0,107916667
13:49:59	-397	-0,109305556
13:50:00	-391	-0,109444444
13:50:01	-335	-0,100833333
13:50:02	-155	-0,068055556
13:50:03	384	0,031805556
13:50:04	1350	0,240833333

hora medición inversor	Potencia consumida por el inversor [kW]	Energía a nivel de inversor [kWh]
12:46:00	0,05	0
12:46:01	0,06	1,52778E-05
12:46:02	0,06	1,66667E-05
12:46:03	0,05	1,52778E-05
12:46:04	0,05	1,38889E-05
12:46:05	0,05	1,38889E-05
12:46:06	0,05	1,38889E-05
12:46:07	0,05	1,38889E-05
12:46:08	0,05	1,38889E-05
12:46:09	0,05	1,38889E-05
12:46:10	0,06	1,52778E-05
12:46:11	0,06	1,66667E-05
12:46:12	0,06	1,66667E-05
12:46:13	0,06	1,66667E-05
12:46:14	0,06	1,66667E-05
12:46:15	0,06	1,66667E-05
12:46:16	0,06	1,66667E-05
12:46:17	0,06	1,66667E-05
12:46:18	0,06	1,66667E-05
12:46:19	0,06	1,66667E-05
12:46:20	0,05	1,52778E-05
12:46:21	0,06	1,52778E-05
12:46:22	0,06	1,66667E-05
12:46:23	0,06	1,66667E-05
12:46:24	0,06	1,66667E-05
12:46:25	0,06	1,66667E-05
12:46:26	0,06	1,66667E-05
12:46:27	0,06	1,66667E-05
12:46:28	0,06	1,66667E-05
12:46:29	0,07	1,80556E-05
12:46:30	0,06	1,80556E-05
12:46:31	0,06	1,66667E-05
12:46:32	0,07	1,80556E-05
12:46:33	0,06	1,80556E-05
12:46:34	0,04	1,38889E-05
12:46:35	0	5,55556E-06
12:46:36	0	0
12:46:37	0	0
12:46:38	0	0
12:46:39	0	0

12:46:40	0	0
12:46:41	0	0
12:46:42	0	0
12:46:43	0	0
12:46:44	0	0
12:46:45	0	0
12:46:46	0	0
12:46:47	0	0
12:46:48	0	0
12:46:49	0	0
12:46:50	0	0
12:46:51	0	0
12:46:52	0	0
12:46:53	0	0
12:46:54	0	0
12:46:55	0	0
12:46:56	0	0
12:46:57	0	0
12:46:58	0	0
12:46:59	0	0
12:47:00	0	0
12:47:01	0	0
12:47:02	0	0
12:47:03	0	0
12:47:04	0	0
12:47:05	0	0
12:47:06	0	0
12:47:07	0	0
12:47:08	0	0
12:47:09	0	0
12:47:10	0	0
12:47:11	0	0
12:47:12	0	0
12:47:13	0	0
12:47:14	0	0
12:47:15	0	0
12:47:16	0	0
12:47:17	0	0
12:47:18	0	0
12:47:19	0	0
12:47:20	0	0
12:47:21	0	0
12:47:22	0	0

12:47:23	0	0
12:47:24	0	0
12:47:25	0	0
12:47:26	0	0
12:47:27	0	0
12:47:28	0	0
12:47:29	0	0
12:47:30	0	0
12:47:31	0	0
12:47:32	0	0
12:47:33	0	0
12:47:34	0	0
12:47:35	0	0
12:47:36	0	0
12:47:37	0	0
12:47:38	0	0
12:47:39	0	0
12:47:40	0	0
12:47:41	0	0
12:47:42	0	0
12:47:43	0	0
12:47:44	0	0
12:47:45	0	0
12:47:46	0	0
12:47:47	0	0
12:47:48	0	0
12:47:49	0	0
12:47:50	0	0
12:47:51	0	0
12:47:52	0	0
12:47:53	0	0
12:47:54	0	0
12:47:55	0	0
12:47:56	0	0
12:47:57	0	0
12:47:58	0	0
12:47:59	0	0
12:48:00	0	0
12:48:01	0	0
12:48:02	0	0
12:48:03	0	0
12:48:04	0	0
12:48:05	0	0

12:48:06	0	0
12:48:07	0	0
12:48:08	0	0
12:48:09	0	0
12:48:10	0	0
12:48:11	0	0
12:48:12	0	0
12:48:13	0	0
12:48:14	0	0
12:48:15	0	0
12:48:16	0	0
12:48:17	0	0
12:48:18	0	0
12:48:19	0	0
12:48:20	0	0
12:48:21	0	0
12:48:22	0	0
12:48:23	0	0
12:48:24	0	0
12:48:25	0	0
12:48:26	0	0
12:48:27	0	0
12:48:28	0	0
12:48:29	0	0
12:48:30	0	0
12:48:31	0	0
12:48:32	0	0
12:48:33	0	0
12:48:34	0	0
12:48:35	0	0
12:48:36	0	0
12:48:37	0	0
12:48:38	0	0
12:48:39	0	0
12:48:40	0	0
12:48:41	0	0
12:48:42	0	0
12:48:43	0	0
12:48:44	0	0
12:48:45	0	0
12:48:46	0	0
12:48:47	0	0
12:48:48	0	0

12:48:49	0	0
12:48:50	0	0
12:48:51	0	0
12:48:52	0	0
12:48:53	0	0
12:48:54	0	0
12:48:55	0	0
12:48:56	0	0
12:48:57	0	0
12:48:58	0	0
12:48:59	0	0
12:49:00	0	0
12:49:01	0	0
12:49:02	0	0
12:49:03	0	0
12:49:04	0	0
12:49:05	0	0
12:49:06	0	0
12:49:07	0	0
12:49:08	0	0
12:49:09	0	0
12:49:10	0	0
12:49:11	0	0
12:49:12	0	0
12:49:13	0	0
12:49:14	0	0
12:49:15	0	0
12:49:16	0	0
12:49:17	0	0
12:49:18	0	0
12:49:19	0	0
12:49:20	0	0
12:49:21	0	0
12:49:22	0	0
12:49:23	0	0
12:49:24	0	0
12:49:25	0	0
12:49:26	0	0
12:49:27	0	0
12:49:28	0	0
12:49:29	0	0
12:49:30	0	0
12:49:31	0	0

12:49:32	0	0
12:49:33	0	0
12:49:34	0	0
12:49:35	0	0
12:49:36	0	0
12:49:37	0	0
12:49:38	0	0
12:49:39	0	0
12:49:40	0	0
12:49:41	0	0
12:49:42	0	0
12:49:43	0	0
12:49:44	0	0
12:49:45	0	0
12:49:46	0	0
12:49:47	0	0
12:49:48	0	0
12:49:49	0	0
12:49:50	0	0
12:49:51	0	0
12:49:52	0	0
12:49:53	0	0
12:49:54	0	0
12:49:55	0	0
12:49:56	0	0
12:49:57	0	0
12:49:58	0	0
12:49:59	0	0
12:50:00	0	0
12:50:01	0	0
12:50:02	0	0
12:50:03	0	0
12:50:04	0	0
12:50:05	0	0
12:50:06	0	0
12:50:07	0	0
12:50:08	0	0
12:50:09	0	0
12:50:10	0	0
12:50:11	0	0
12:50:12	0	0
12:50:13	0	0
12:50:14	0	0

12:50:15	0	0
12:50:16	0	0
12:50:17	0	0
12:50:18	0	0
12:50:19	0	0
12:50:20	0	0
12:50:21	0	0
12:50:22	0	0
12:50:23	0	0
12:50:24	0	0
12:50:25	0	0
12:50:26	0	0
12:50:27	0	0
12:50:28	0	0
12:50:29	0	0
12:50:30	0	0
12:50:31	0	0
12:50:32	0	0
12:50:33	0	0
12:50:34	0	0
12:50:35	0	0
12:50:36	0	0
12:50:37	0	0
12:50:38	0	0
12:50:39	0	0
12:50:40	0	0
12:50:41	0	0
12:50:42	0	0
12:50:43	0	0
12:50:44	0	0
12:50:45	0	0
12:50:46	0	0
12:50:47	0	0
12:50:48	0	0
12:50:49	0,24	3,33333E-05
12:50:50	0,01	3,47222E-05
12:50:51	0,09	1,38889E-05
12:50:52	0	0,0000125
12:50:53	0	0
12:50:54	0,01	1,38889E-06
12:50:55	0,01	2,77778E-06
12:50:56	0,01	2,77778E-06
12:50:57	0,01	2,77778E-06

12:50:58	0,01	2,77778E-06
12:50:59	0,02	4,16667E-06
12:51:00	0,05	9,72222E-06
12:51:01	0,05	1,38889E-05
12:51:02	0,1	2,08333E-05
12:51:03	0,14	3,33333E-05
12:51:04	0,14	3,88889E-05
12:51:05	0,13	0,0000375
12:51:06	0,14	0,0000375
12:51:07	0,13	0,0000375
12:51:08	0,13	3,61111E-05
12:51:09	0,13	3,61111E-05
12:51:10	0,12	3,47222E-05
12:51:11	0,12	3,33333E-05
12:51:12	0,12	3,33333E-05
12:51:13	0,12	3,33333E-05
12:51:14	0,12	3,33333E-05
12:51:15	0,12	3,33333E-05
12:51:16	0,13	3,47222E-05
12:51:17	0,13	3,61111E-05
12:51:18	0,12	3,47222E-05
12:51:19	0,12	3,33333E-05
12:51:20	0,12	3,33333E-05
12:51:21	0,12	3,33333E-05
12:51:22	0,12	3,33333E-05
12:51:23	0,13	3,47222E-05
12:51:24	0,12	3,47222E-05
12:51:25	0,13	3,47222E-05
12:51:26	0,13	3,61111E-05
12:51:27	0,13	3,61111E-05
12:51:28	0,13	3,61111E-05
12:51:29	0,13	3,61111E-05
12:51:30	0,13	3,61111E-05
12:51:31	0,13	3,61111E-05
12:51:32	0,13	3,61111E-05
12:51:33	0,13	3,61111E-05
12:51:34	0,13	3,61111E-05
12:51:35	12,19	0,001711111