I-SEP
Ingeniería en Sistemas Eléctricos de Potencia

P23093

ESTUDIOS ELÉCTRICOS PARA PROCESOS DE CONEXIÓN A RED DE NUP 3325 - BESS EL MANZANO

11.09.2024

Informe de Potencia Máxima en unidades generadoras
23093-00-ES-IT-009 Rev. 1
Preparado para Enel Green Power Chile S.A.

I-SEP
Ingeniería en Sistemas Eléctricos de Potencia

P23093
ESTUDIOS ELÉCTRICOS PARA PROCESOS DE CONEXIÓN A RED DE NUP 3325 - BESS EL MANZANO

Informe de Potencia Máxima en 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	Ramón Muñoz A.	29.07.2024	Esteban Canales	30.07.2024	Emitido para revisión interna
Rev. B	Ramón Muñoz A.	31.07.2024	Cliente	02.08.2024	Emitido para revisión cliente
Rev. 0	Ramón Muñoz A.	06.08.2024	CEN	06.09.2024	Emitido para revisión CEN
Rev. 1	Ramón Muñoz A.	11.09.2024			Comentarios CEN
	.				

CONTENIDOS

1. IDENTIFICACIÓN 5
2. OBJETIVOS Y ALCANCE 5
3. INTRODUCCIÓN 5
4. REFERENCIAS 7
4.1. Normas, estándares y bibliografía 7
4.2. Documentos del proyecto 7
5. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PARQUE 7
5.1. Transformador 2D El Manzano 8
5.2. Transformador de Puesta a Tierra 8
5.3. Transformador de SSAA 8
5.4. Módulos de inversores 9
5.5. Sistema de Almacenamiento 9
6. REVISIÓN NORMATIVA 9
7. DETERMINACIÓN DE POTENCIA MÁXIMA 10
7.1. DEFINICIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN 10
8. ANTECEDENTES DE OPERACIÓN 12
8.1.1. ANTECEDENTES DE OPERACIÓN MODO SOLO BESS EN DESCARGA 12
8.1.2. ANTECEDENTES DE OPERACIÓN MODO SOLO BESS EN CARGA 15
8.1.3. ANTECEDENTES DE OPERACIÓN MODO PARQUE MÁS BESS EN DESCARGA 15
8.1.4. ANTECEDENTES DE OPERACIÓN MODO PARQUE MÁS BESS EN CARGA 19
8.1.5. ANTECEDENTES DE OPERACIÓN SOLO PFV EL MANZANO 24
8.2. CORRECCIÓN DE RESULTADOS 24
8.2.1. MODO PARQUE MÁS BESS EN CARGA 24
9. CONCLUSIONES 27
10. ANEXOS 28
10.1. ANEXO I – Mediciones obtenidas el día de 07-07-2024 28
10.2. ANEXO II – Curva PQ BESS El Manzano 28
10.3. ANEXO III – Mediciones obtenidas el día de 11-07-2024 28
10.4. ANEXO IV – Mediciones obtenidas el día de 19-07-2024 28
10.5. ANEXO V – Información del BESS 28
10.6. ANEXO VI – Tiempo de carga y descarga 28

10.7. ANEXO VII – Mediciones PFV para corrección 28

1. IDENTIFICACIÓN

Nombre del proyecto:	:	El Manzano
Numero Único de Proyecto (NUP):	:	3325
Empresa propietaria del proyecto:	:	Enel Green Power Chile S.A.

2. OBJETIVOS Y ALCANCE

El presente informe tiene por finalidad establecer el valor de Potencia Máxima para el funcionamiento del modo solo BESS (carga y descarga), y el funcionamiento del modo parque más BESS (carga y descarga), el cual es propiedad de Enel Green Power Chile S.A. Lo anterior según lo establecido por la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, y en el **Anexo Técnico: Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras**.

3. INTRODUCCIÓN

Actualmente Enel Green Power Chile se encuentra desarrollando el proyecto BESS Parque Fotovoltaico El Manzano (NUP 3325), que consiste en la incorporación de un sistema de almacenamiento de energía de 60 MW y dos horas de duración (120 MWh), que será conectado a las instalaciones del Parque Fotovoltaico El Manzano, cuyo punto de conexión será la barra de 33 kV de la S/E Huertos Familiares, que se interconecta al sistema a través de una línea de transmisión subterránea hacia S/E El Manzano 33 kV. La planta se ubica en la comuna de Titil en la región Metropolitana como se muestra en la Figura 3-1

En este contexto, I-SEP se ha adjudicado el desarrollo del informe técnico de potencia máxima, requerido por el Coordinador Eléctrico Nacional para la entrada en operación del proyecto BESS El Manzano, el cual tiene por objetivo determinar la potencia máxima que puede generar el parque con el funcionamiento en modo parque más BESS y en modalidad solo BESS.

En la Figura 3-1 se muestra un diagrama unilineal de la zona de influencia, destacando en un recuadro **rojo** el proyecto BESS El Manzano.

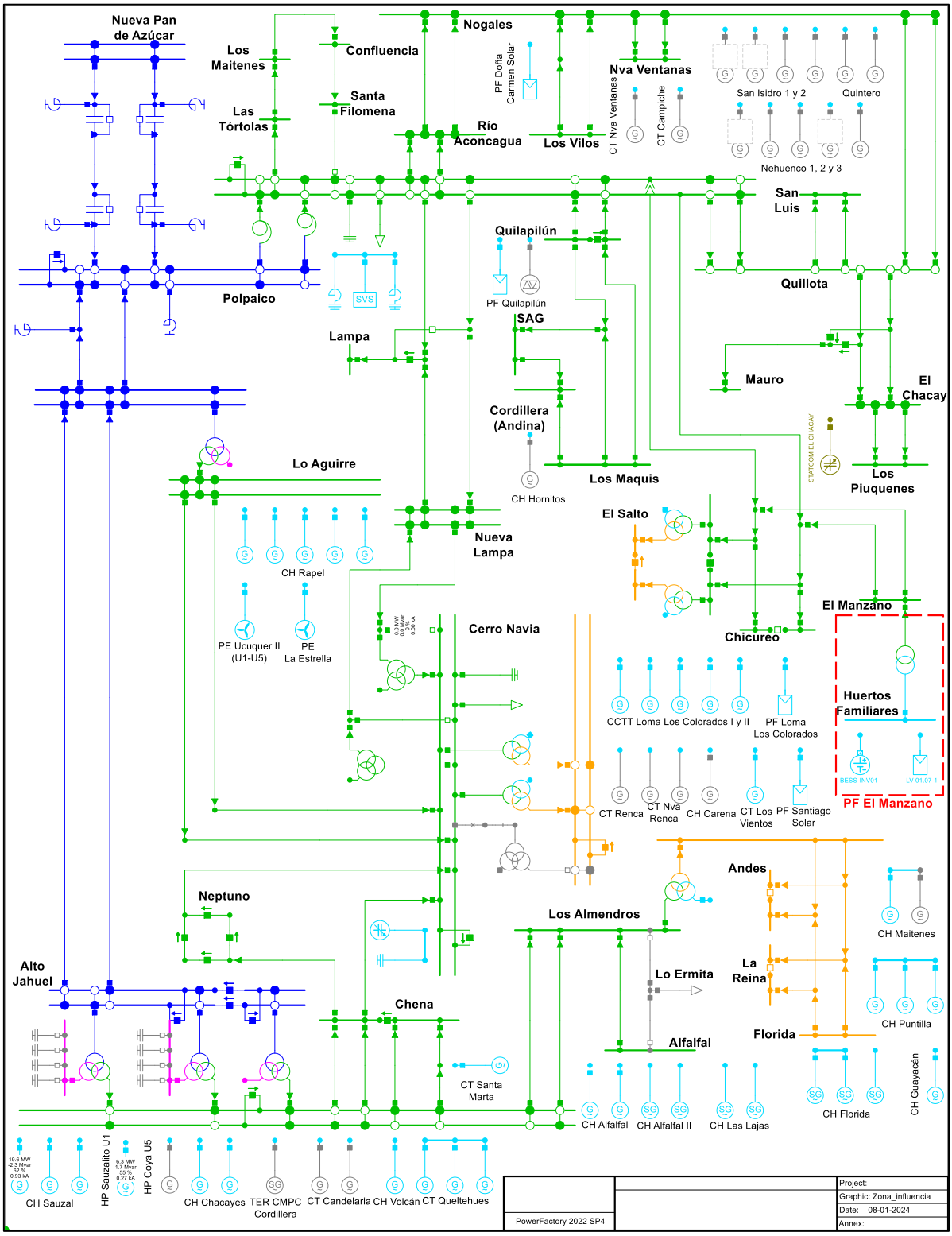

Figura 3-1: Diagrama unilineal de la zona de influencia.

4. REFERENCIAS

4.1. NORMAS, ESTÁNDARES Y BIBLIOGRAFÍA

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 2020.

[II] Anexo Técnico: Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras.

[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.

4.2. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

[a] Documento: 23093-00-ES-IT-005 Rev 1_Estudio de Cortocircuitos y Verificación de Capacidad de Ruptura de Interruptores

[b] Documento "PES-de-UUGG-Aplicación-de-Anexos-Técnicos", Puesta en Servicio de Unidades Generadoras, realizado por el Coordinador Eléctrico Nacional.

[c] Documento "DE03072-24-pmax" Aceptación Potencia Máxima de la central PFV El Manzano.

[d] Documento "23093-00-ES-IT-008" Validación del Modelo Dinámico.

[e] Documento "2206-DAA-IACPF-PR3325-V1" Informe de Aprobación de Proyecto Fehaciente Sistema de Almacenamiento del PF El Manzano.

5. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PARQUE

En el siguiente capítulo se presenta la información técnica relevante del proyecto BESS El Manzano (más detalles en Anexo V):

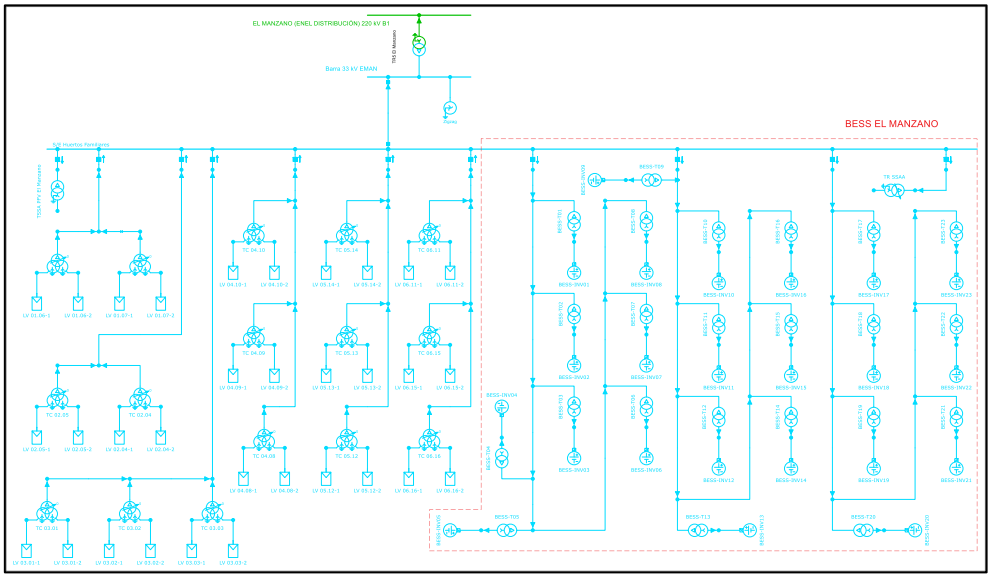

Figura 5-1: Diagrama unilineal sistema colector PFV El Manzano.

5.1. TRANSFORMADOR 2D EL MANZANO

El transformador de poder TR5 220/33 kV S/E El Manzano posee las siguientes características:

Tabla 5-1 TR2 BESS El Manzano.

PARÁMETRO	VALOR
TENSIÓN AT	220 [KV]
TENSIÓN MT	33 [kV]
POTENCIA ONAF	150 [MVA]
CONEXIÓN	YND11
Z1 [%]	12,29
Z0 [%]	11,21
PÉRDIDAS EN VACÍO	68,47 [KW]
PÉRDIDAS EN CARGA	443,49 [KW]

5.2. TRANSFORMADOR DE PUESTA A TIERRA

El transformador de puesta a tierra del PF El Manzano se conecta en la barra de 33 kV de la S/E El Manzano

Tabla 5-2 Transformador de puesta a tierra BESS El Manzano.

PARÁMETRO	VALOR
TENSIÓN NOMINAL	33 [KV]
CORRIENTE NOMINAL	0,25 [kA]
Z0	230,52 [ohm]

5.3. TRANSFORMADOR DE SSAA

El BESS El Manzano cuenta actualmente con un transformador de servicios auxiliares que se conecta en la barra de 33 kV de la S/E Huertos Familiares:

Tabla 5-3 Transformador de Servicios Auxiliares BESS El Manzano.

PARÁMETRO	VALOR
TENSIÓN AT	33 [KV]
TENSIÓN MT	0,4 [kV]
POTENCIA ONAF	1,5 [MVA]
CONEXIÓN	DYN11
Z1 [%]	6
Z0 [%]	5,1

5.4. MÓDULOS DE INVERSORES

El proyecto contempla la instalación de 23 inversores de potencia 3800 kVA. El aporte de cada uno a la corriente de falla es de 5144 A por inversor, lo que equivale al 134% de la corriente nominal del inversor.

Tabla 5-4 Inversores BESS El Manzano.

PARÁMETRO	VALOR
MARCA	SMA
MODELO	MVPS 4400-S2
POTENCIA]	3,8[MVA]
CANTIDAD	23 unidades

5.5. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

El proyecto considera el uso de las siguientes baterías:

Tabla 5-5 Información Técnica del sistema de almacenamiento BESS EL Manzano.

PARÁMETRO	VALOR
TIPO DE BATERIA	LFP Litio Ferro Fosfato (LiFePO4)
RANGO OPERATIVO SOC	[0%-100%]
EFICIENCIA	98%

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.

Para la realización de las pruebas, fue necesario cambiar la consigna de potencia activa a nominal y monitorear la potencia activa en el punto de conexión, en el PFV El Manzano y El BESS El Manzano por un periodo de 2 horas. Este ensayo fue realizado en modo carga y descarga.

Con respecto a las pruebas y ensayos realizados, las empresas que participaron en las mediciones son Enel Green Power S.A en conjunto con Wartsila en supervisión de la empresa I-SEP entre los días 07-07-2024 y 19-07-2024

7. DETERMINACIÓN DE POTENCIA MÁXIMA

7.1. DEFINICIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN

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

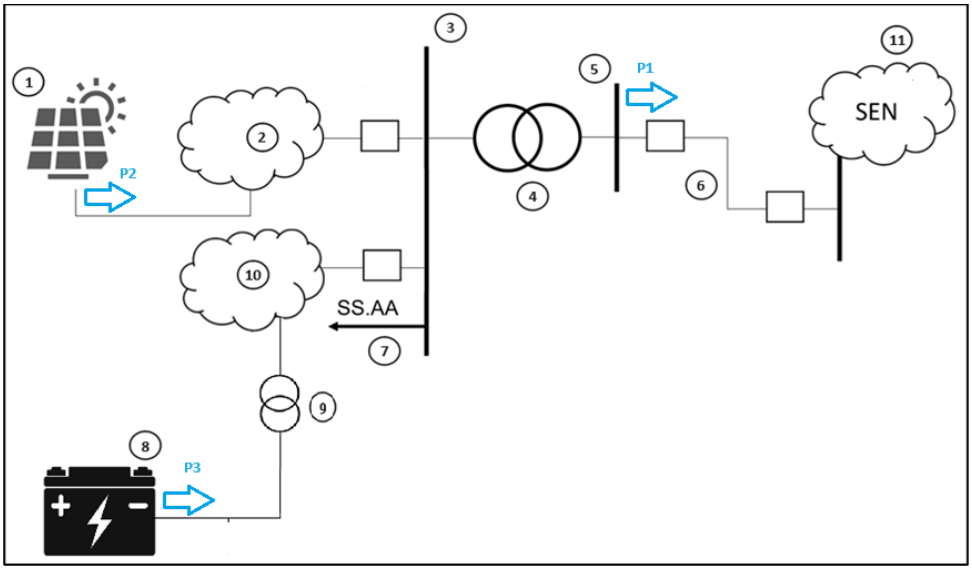

Figura 7-1. Diagrama de sistema equivalente modo BESS (Descarga) más parque.

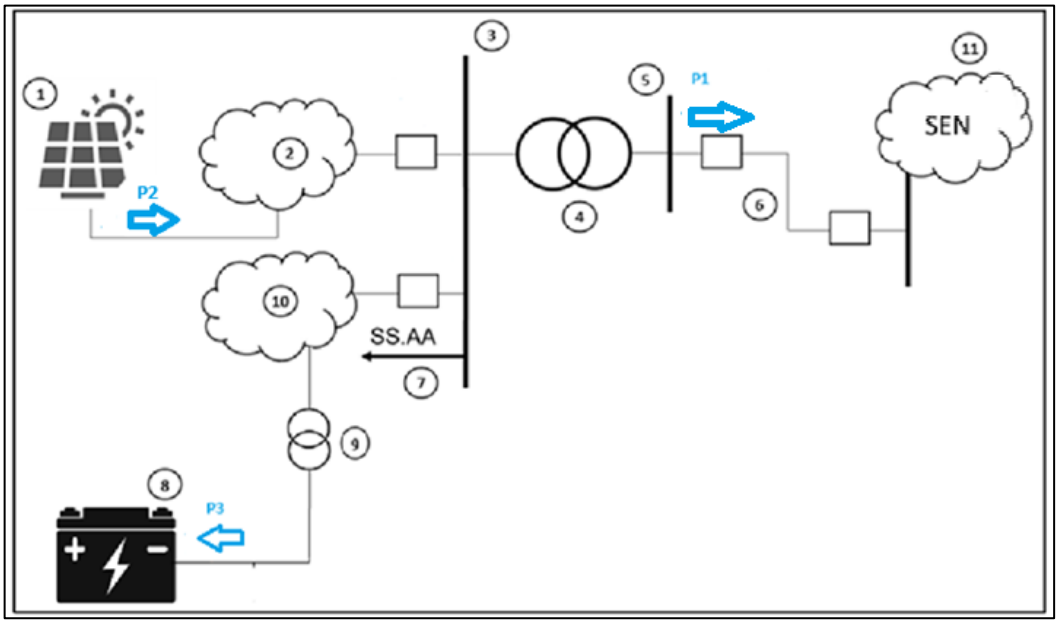

Figura 7-2 Diagrama de sistema equivalente modo BESS (Carga) más parque.

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. **Barra de media tensión (MT):** Corresponde a la barra de 33 kV de la SE El Manzano, en la cual se conecta el lado de baja tensión de los transformadores de poder del parque.
4. **Transformador de poder:** Equipo elevador presente en la subestación de salida del PF El Manzano, corresponde a los transformadores de poder 5.
5. **Barra de alta tensión: (AT):** Corresponde a la barra principal de 220 kV de la SE El Manzano, en la cual se conecta el lado de alta tensión de los transformadores de poder del parque.
6. **Línea dedicada de la central:** Línea de transmisión que vincula el parque con el sistema eléctrico.
7. **Servicios Auxiliares (SS.AA.):** Corresponde a la potencia requerida por los servicios auxiliares.
8. **BESS:** Sistema de almacenamiento de energía (Battery Energy Storage System)
9. **Transformador de bloque asociado al BESS:** Equipo elevador presente equivalente asociado al BESS.
10. **Pérdidas en sistema colector del BESS:** Corresponde a las pérdidas del sistema colector del BESS, principalmente en cables media tensión.
11. **Sistema Eléctrico Nacional (SEN)**.
12. **P1:** Potencia medida en el POI del PFV El Manzano 220 kV.
13. **P2:** Potencia medida en los bornes AC de los inversores del PFV El Manzano.
14. **P3:** Potencia medida en los bornes AC de los inversores del BESS

8. ANTECEDENTES DE OPERACIÓN

8.1.1. ANTECEDENTES DE OPERACIÓN MODO SOLO BESS EN DESCARGA

Para la determinación de la potencia máxima del modo solo BESS en descarga se han tomado los valores del equipo de medida del PPC propio del BESS El Manzano. El promedio de las lecturas presentadas en el Anexo I, corresponde a la potencia bruta inyectada por el BESS), entre las 17:41: y las 19:50: del día 07-07-2024, a la barra de 33kV de la SE Huertos Familiares. Luego se consideran los datos de potencia bruta medido por 15 minutos continuos desde las 18:00 a 18:15 donde se haya registrado la mayor potencia máxima promedio y su valor es igual a **60,2259 MW** (**P3, descarga**). Esto se obtiene sumando la potencia de cada inversor asociado al BESS El Manzano (Ver Anexo I). En la siguiente Figura se presentan las mediciones realizadas durante el periodo anteriormente mencionado.

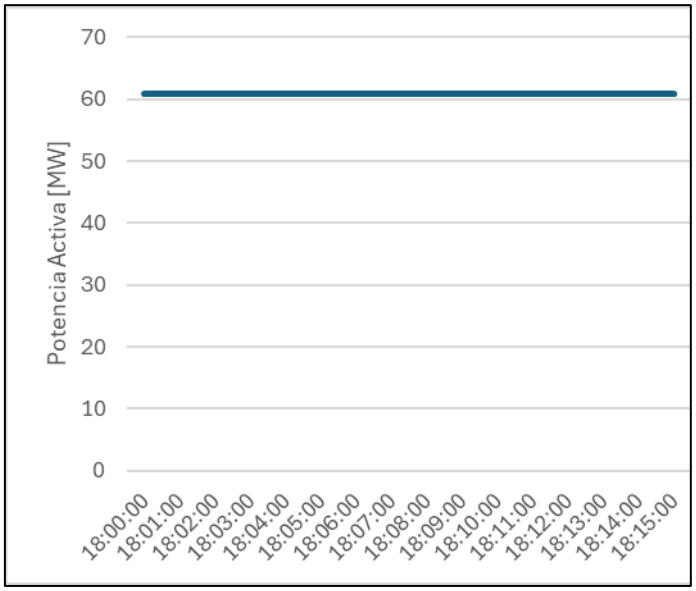

Figura 8-1: Curva de potencia activa, medición P3 dentro de la prueba de potencia máxima en modo solo BESS descarga.

Por otra parte, el consumo de SSAA propio asociado al BESS se determinan en función de mediciones realizadas en el parque dentro del mismo horario. De esta manera, el consumo de SSAA propio del inversor, es igual a 0,2695 MW (ver Anexo I).

$$Pssaa = 0{,}2695[MW]$$

Luego se realizan mediciones en el punto de conexión, específicamente en la barra de 220kV con la finalidad de medir la potencia neta inyectada al tener el BESS en modo descarga. entre las 17:41: y las 19:50: del día 07-07-2024, a la barra de 220kV de la SE El Manzano. Luego se consideran los datos de potencia bruta medido por 15 minutos continuos desde las 18:00 a 18:15 donde se haya registrado la mayor potencia máxima promedio su valor es igual a **59,6987 [MW] (P1, descarga).** En la siguiente Figura se presentan las mediciones realizadas durante el periodo anteriormente mencionado.

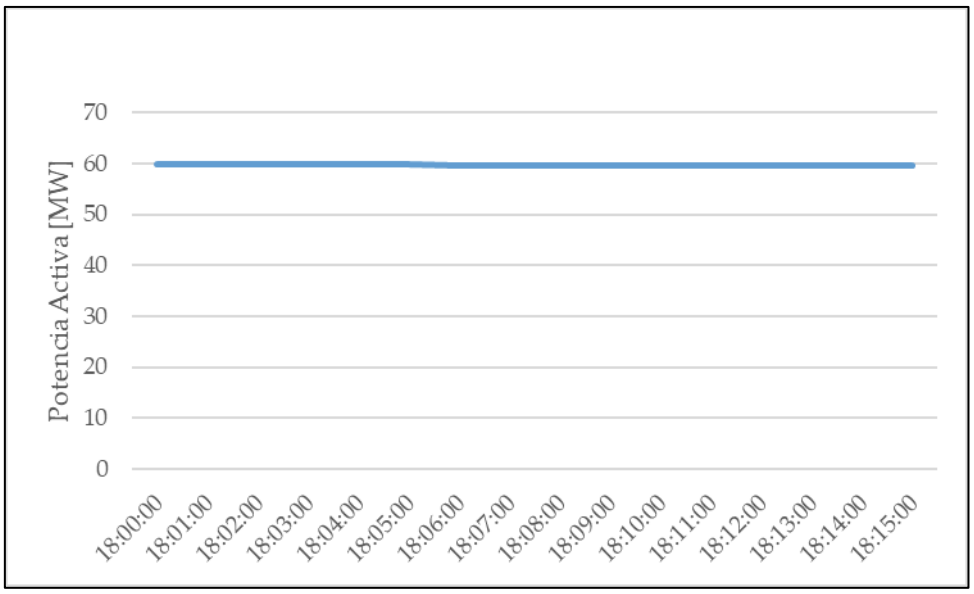

Figura 8-2 Curva de potencia activa, medición P1 dentro de la prueba de potencia máxima en modo solo BESS descarga.

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

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

En donde:

$\boldsymbol{P_{Max\ Bruta}}$: Corresponden a la potencia medida en los inversores del BESS El manzano 60,2259 MW.

$\boldsymbol{P1}$: Es la potencia definida en la sección 7.1 y corresponde a la potencia máxima neta del modo solo BESS en descarga en el POI de 220 kV, que para el presente estudio equivale a 59,6987MW.

$\boldsymbol{P_{SSAA}}$: Corresponden a las pérdidas de los servicios auxiliares 0,2695 MW.

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

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

$\boldsymbol{P_{Central}}$: 0,2577 MW.

Así, se tiene que la potencia máxima del modo solo BESS en descarga es igual a:

Tabla 8-1 Resumen de potencias máxima bruta, neta y consumos del modo solo BESS en descarga.

CENTRAL	CONFIGURACIÓN	TIEMPO DE CARGA/DESCARGA [HR]	POTENCIA MÁXIMA BRUTA [MW]	SS.AA. [MW]	PÉRDIDAS EN LA CENTRAL [MW]	POTENCIA MÁXIMA NETA [MW]
BESS EL Manzano	Sistema de almacenamiento (modo Descarga)	2,3314 [HR]/ 2,1227 [HR][1]	60,2259	0,2695	0,2577	59,6987
Potencia máxima bruta = Potencia máxima neta + Pérdidas de la central+ SS. AA						

[1] Se obtiene de la referencia [d]. Mas detalles en Anexo VI

8.1.1.1. Desglose Pérdidas de la Central

Del capítulo anterior se obtiene que las pérdidas de la central asociados a la configuración solo BESS en descarga alcanzan un valor de 0,2577 MW.

Estas pérdidas consideran las pérdidas asociadas al sistema colector y al transformador de poder del proyecto.

8.1.1.1.1. Determinación de pérdidas asociadas al transformador de Poder

Las pérdidas del transformador de poder se componen de las pérdidas en vacío y en carga. Es decir:

$$P_{tr\ poder} = P_{tr\ poder_carga} + P_{tr\ poder_vacio}$$

Las pérdidas del transformador de poder, en vacío, fueron presentadas en la Tabla 5-1 las cuales poseen un valor de 68,47 [KW]:

$$P_{tr\ poder_vacio} = 68{,}47\ [kW]$$

Luego, las pérdidas en carga del transformador de poder serán estimadas utilizando la siguiente ecuación:

$$P_{tr\ poder_{carga}}\ [kW] = {P_{tr\ poder_carga}}^{nominal} \cdot \left(\frac{P_{medida}}{{S_{tr\ poder}}^{nominal}}\right)^2$$

Donde:

- ${P_{tr\ poder_carga}}^{nominal} = Pérdidas\ en\ carga\ del\ transformador\ de\ poder\ a\ potencia\ nominal\ [kW]$
- ${S_{tr\ poder}}^{nominal} = Potencia\ nominal\ del\ transformador\ de\ poder\ [MVA]$
- $P_{medida} = Potencia\ de\ operación\ del\ transformador\ de\ poder\ durante\ el\ ensayo\ [MVA]$

Con respecto a las pérdidas en carga a potencia nominal como la potencia nominal del transformador de poder, fueron presentadas en la Tabla 5-1. Los valores de estas son 443,49 [kW] y 150 [MVA] respectivamente.

Por otro lado, con respecto al valor de potencia de operación a utilizar será el valor medido de la potencia neta registrado durante el ensayo. Reemplazando estos valores en la ecuación anterior se obtiene lo siguiente:

$$P_{tr\ poder_{carga}}\ [kW] = 443{,}49 \cdot \left(\frac{59{,}6987}{150}\right)^2 = 70{,}2475\ [kW]$$

Entonces las pérdidas totales del transformador de poder resultan de:

$$P_{tr\ poder} = P_{tr\ poder_carga} + P_{tr\ poder_vacio} = 70{,}2475\ [kW] + 68{,}47\ [kW] = 138{,}7175[kW]$$

Finalmente se determinan las pérdidas asociadas al transformador de poder las cuales corresponden a 0,1387 [MW]

8.1.1.1.2. Determinación de pérdidas asociadas al sistema colector

Dado el cálculo presentado en el capítulo anterior, se procede a continuación a determinar las pérdidas asociadas al sistema colector:

$$Pérdidas\ _{Central}\ [MW] = Pérdidas_{Transformador\ de\ Poder} + Pérdidas\ _{Sistema\ colector}$$

De la ecuación anterior se tiene la siguiente información:

- $Pérdidas_{Transformador\ de\ poder} = 0{,}1387\ [MW]$
- $Pérdidas_{Central} = 0{,}2577\ [MW]$

Finalmente, se reemplazan los valores en la ecuación:

$$0{,}2577 = 0{,}1387 + Pérdidas\ _{Sistema\ colector}$$

Por lo tanto, las pérdidas asociadas al sistema colector corresponden a 0,1190 [MW].

A continuación, se presenta un resumen de las pérdidas asociados a la configuración Solo BESS en Descarga:

Tabla 8-2 Desglose pérdidas configuración Solo BESS en Descarga.

CENTRAL	CONFIGURACIÓN	PÉRDIDAS EN LA CENTRAL [MW]	PÉRDIDAS EN TRANSFORMADOR DE PODER [MW]	PÉRDIDAS EN SISTEMA COLECTOR [MW]
BESS EL Manzano	Sistema de almacenamiento (modo Descarga)	0,2577	0,1387	0,1190
Pérdidas en la central = Pérdidas transformador de poder + pérdidas en sistema colector				

8.1.2. ANTECEDENTES DE OPERACIÓN MODO SOLO BESS EN CARGA

Según el antecedente [V], se debe realizar una prueba considerando la configuración solo BESS Carga, dado que, el BESS El Manzano no tiene autorizado por el Coordinador el retiro de energía desde la red, según se describe en la plataforma de acceso abierto, esta prueba no es considerada dentro del presente informe dado que, en operación normal del parque, el BESS solo será cargado por el PFV El Manzano.

8.1.3. ANTECEDENTES DE OPERACIÓN MODO PARQUE MÁS BESS EN DESCARGA

Para la determinación de la potencia máxima del modo parque más BESS descarga, se han tomado los valores del equipo de medida PPC propio del parque. El promedio de las lecturas presentadas en el Anexo III, corresponden a las potencias inyectadas por el BESS **(P3)** en la barra de 33kV de la SE Huertos Familiares, y la potencia total inyectada en la barra de 220kV de la SE El Manzano **P1** (ver sección7.1) entre las 14:00 y las 16:00 del día 11-07-2024. Luego se consideran los datos de potencia bruta medido por 15 minutos continuos desde las 15:09 a 15:24. La potencia promedio **P1** es igual a **98,7703 MW**, y la potencia promedio **P3** tiene un valor de **45,5548 MW**. Esto se obtiene sumando la potencia de cada inversor asociado al BESS El Manzano (Ver Anexo III). En la siguiente Figura se presentan las mediciones realizadas durante el periodo anteriormente mencionado.

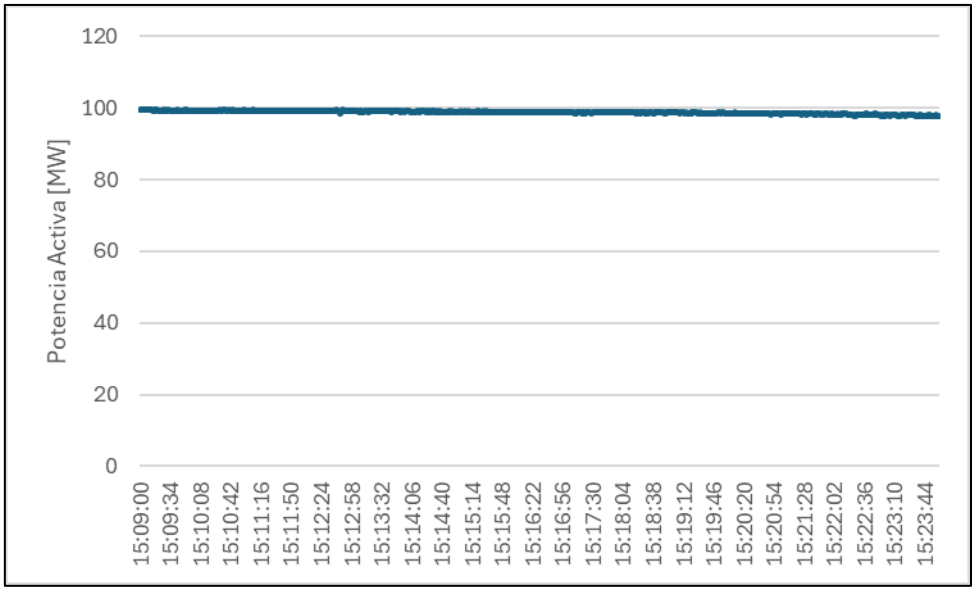

Figura 8-3: Curva de potencia activa, medición P1 dentro de la prueba de potencia máxima en modo parque más BESS en descarga.

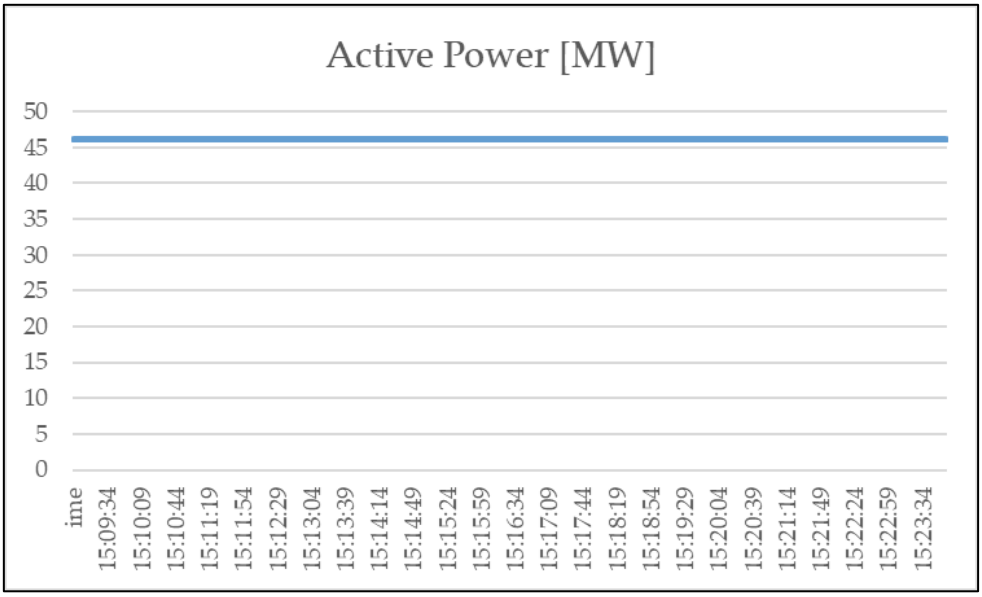

Figura 8-4: Curva de potencia activa, medición P3 dentro de la prueba de potencia máxima en modo parque más BESS en descarga.

Con respecto al punto **P2** corresponden a las potencias inyectadas por el PFV El Manzano en la barra de 33kV de la SE Huertos Familiares, (ver sección 7.1) entre las 14:00 y las 16:00 del día 11-07-2024. Luego se consideran los datos de potencia bruta medido por 15 minutos continuos desde las 15:09 a 15:24. La potencia promedio **P2** es igual a **54,4813 MW**, en la siguiente Figura se presentan las mediciones realizadas durante el periodo anteriormente mencionado.

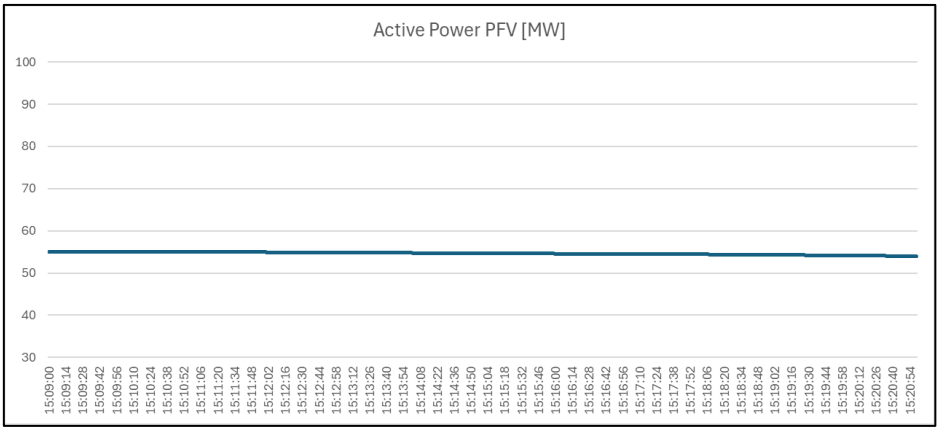

Figura 8-5 Curva de potencia activa, medición P2 dentro de la prueba de potencia máxima en modo parque más BESS en descarga.

Por otra parte, el consumo de SSAA propio asociado al BESS se determinan en función de mediciones realizadas en el parque dentro del mismo horario. De esta manera, el consumo de SSAA propio del inversor, es igual a 0,2788 MW (ver Anexo III).

$$Pssaa = \ 0{,}2788\ [MW]$$

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

$$P_{Max\ Bruta} = P_1 + P_{SSAA} + P_{en\ la\ central} = P_2 + P_3$$

En donde:

$\boldsymbol{P_{Max\ Bruta}}$: corresponden a la potencia máxima bruta (PFV+BESS en descarga) 100,0361MW. (P2+P3)

$\boldsymbol{P1}$: Es la potencia definida en la sección7.1 y corresponde a la potencia máxima neta del modo PFV+BESS en descarga, que para el presente estudio equivale a 98,7703MW.

$\boldsymbol{P}3$: Es la potencia definida en la sección 7.1 y corresponde a la potencia máxima neta del modo PFV+ BESS en descarga, que para el presente estudio equivale a 45,5548MW.

$\boldsymbol{P}2$: Es la potencia definida en la sección 7.1 y corresponde a la potencia máxima neta del modo PFV+ BESS en descarga, que para el presente estudio equivale a 54,4813MW.

$\boldsymbol{P_{SSAA}}$: Corresponden a las pérdidas de los servicios auxiliares 0,2788 MW.

$\boldsymbol{P_{Central}}$: corresponden a las pérdidas de la central en MW.

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

$\boldsymbol{P_{Central}}$: 0,9870 MW.

Así, se tiene que la potencia máxima del modo PFV+ BESS en descarga es igual a:

Tabla 8-3 Resumen de potencias máxima bruta, neta y consumos del modo solo PFV + BESS en descarga.

CENTRAL	CONFIGURACIÓN	TIEMPO DE CARGA/DESCARGA [HR]	POTENCIA MÁXIMA BRUTA [MW]	SS.AA. [MW]	PÉRDIDAS EN LA CENTRAL [MW]	POTENCIA MÁXIMA NETA [MW]
BESS EL Manzano	Sistema de almacenamiento (modo descarga) +PFV	2,3314 [HR]/ 2,1227 [HR][2]	100,0361	0,2788	0,9870	98,7703
Potencia máxima bruta = Potencia máxima neta + Pérdidas de la central+ SS. AA						

[2] Se obtiene de la referencia [d]. Mas detalles en Anexo VI.

8.1.3.1. Desglose Pérdidas de la Central

Del capítulo anterior se obtiene que las pérdidas de la central asociados a la configuración solo BESS en descarga alcanzan un valor de 0,9870 MW.

Estas pérdidas consideran las pérdidas asociadas al sistema colector y al transformador de poder del proyecto.

8.1.3.1.1. Determinación de pérdidas asociadas al transformador de Poder

Las pérdidas del transformador de poder se componen de las pérdidas en vacío y en carga. Es decir:

$$P_{tr\ poder} = P_{tr\ poder_carga} + P_{tr\ poder_vacio}$$

Las pérdidas del transformador de poder, en vacío, fueron presentadas en la Tabla 5-1 las cuales poseen un valor de 68,47 [KW]:

$$P_{tr\ poder_vacio} = 68{,}47\ [kW]$$

Luego, las pérdidas en carga del transformador de poder serán estimadas utilizando la siguiente ecuación:

$$P_{tr\ poder_{carga}}\ [kW] = {P_{tr\ poder_carga}}^{nominal} \cdot \left(\frac{P_{medida}}{{S_{tr\ poder}}^{nominal}}\right)^2$$

Donde:

- ${P_{tr\ poder_carga}}^{nominal} = Pérdidas\ en\ carga\ del\ transformador\ de\ poder\ a\ potencia\ nominal\ [kW]$
- ${S_{tr\ poder}}^{nominal} = Potencia\ nominal\ del\ transformador\ de\ poder\ [MVA]$
- $P_{medida} = Potencia\ de\ operación\ del\ transformador\ de\ poder\ durante\ el\ ensayo\ [MVA]$

Con respecto a las pérdidas en carga a potencia nominal como la potencia nominal del transformador de poder, fueron presentadas en la Tabla 5-1. Los valores de estas son 443,49 [kW] y 150 [MVA] respectivamente.

Por otro lado, con respecto al valor de potencia de operación a utilizar será el valor medido de la potencia neta registrado durante el ensayo. Reemplazando estos valores en la ecuación anterior se obtiene lo siguiente:

$$P_{tr\ poder_{carga}}\ [kW] = 443{,}49 \cdot \left(\frac{98{,}7703}{150}\right)^2 = 192{,}2888\ [kW]$$

Entonces las pérdidas totales del transformador de poder resultan de:

$$P_{tr\ poder} = P_{tr\ poder_carga} + P_{tr\ poder_vacio} = 192{,}2888\ [kW] + 68{,}47\ [kW] = 260{,}7588[kW]$$

Finalmente se determinan las pérdidas asociadas al transformador de poder las cuales corresponden a 0,2608 [MW]

8.1.3.1.2. Determinación de pérdidas asociadas al sistema colector

Dado el cálculo presentado en el capítulo anterior, se procede a continuación a determinar las pérdidas asociadas al sistema colector:

$$Pérdidas_{\ Central}\ [MW] = Pérdidas_{Transformador\ de\ Poder} + Pérdidas_{\ Sistema\ colector}$$

De la ecuación anterior se tiene la siguiente información:

- $Pérdidas_{Transformador\ de\ poder} = 0{,}2608\ [MW]$
- $Pérdidas_{Central} = 0{,}9870[MW]$

Finalmente, se reemplazan los valores en la ecuación:

$$0{,}9870 = 0{,}2608 + Pérdidas_{\ Sistema\ colector}$$

Por lo tanto, las pérdidas asociadas al sistema colector corresponden a 0,7262[MW].

A continuación, se presenta un resumen de las pérdidas asociados a la configuración PFV + BESS en Descarga:

Tabla 8-4 Desglose pérdidas configuración PFV + BESS en Descarga.

CENTRAL	CONFIGURACIÓN	PÉRDIDAS EN LA CENTRAL [MW]	PÉRDIDAS EN TRANSFORMADOR DE PODER [MW]	PÉRDIDAS EN SISTEMA COLECTOR [MW]
BESS EL Manzano	Sistema de almacenamiento (modo descarga) +PFV	0,9870	0,2608	0,7262
Pérdidas en la central = Pérdidas transformador de poder + pérdidas en sistema colector				

8.1.4. ANTECEDENTES DE OPERACIÓN MODO PARQUE MÁS BESS EN CARGA

Se destaca que para esta prueba fue necesario cargar desde la red el BESS debido a indisponibilidad de recurso solar en el horario de la prueba y dado que se han desarrollado los ensayos en invierno con una baja capacidad de inyección por parte del parque fotovoltaico. En operación normal, el PFV El Manzano es capaz de cargar al BESS e inyectar el excedente al sistema.

Para la determinación de la potencia máxima del modo parque más BESS en carga, se han tomado los valores del equipo de medida PPC propio del parque. El promedio de las lecturas presentadas en el Anexo IV, corresponden a la potencia consumida por el BESS **(P3)** en la barra de 33kV de la SE Huertos Familiares, y la potencia total inyectada en la barra de 220kV de la SE El Manzano **P1** (ver sección 7.1) entre las 16:41 y las 18:41 del día 19-07-2024. Luego se consideran los datos de potencia bruta medido por 15 minutos continuos desde las 16:50 a 17:05 La potencia promedio **P1** es igual a **-47,0437 MW**, y la potencia promedio **P3** tiene un valor de **–58,4442 MW (BESS** en modo Carga), en la siguiente Figura se presentan las mediciones realizadas durante el periodo anteriormente mencionado.

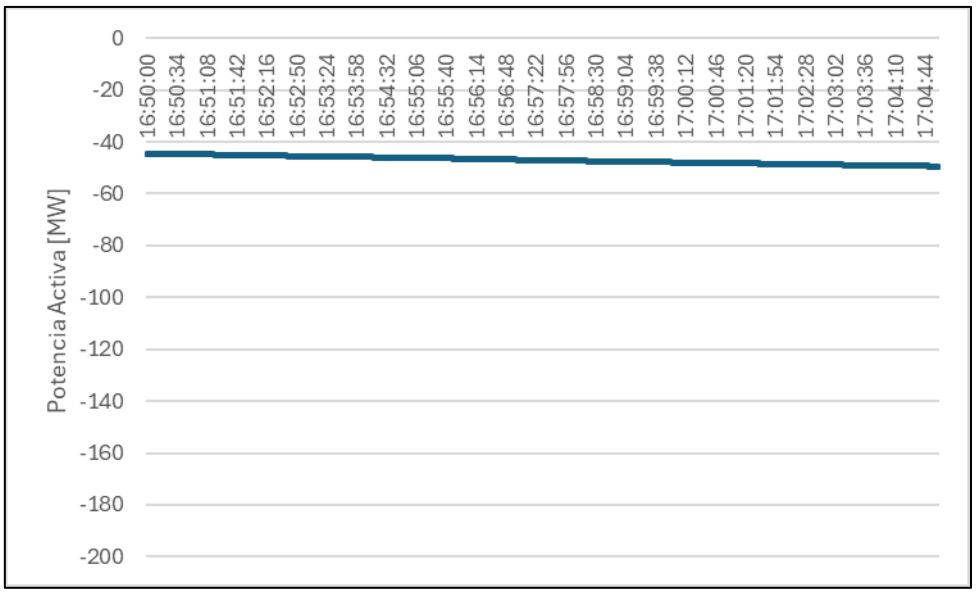

Figura 8-6 Curva de potencia activa, medición P1 dentro de la prueba de potencia máxima en modo parque más BESS en carga.

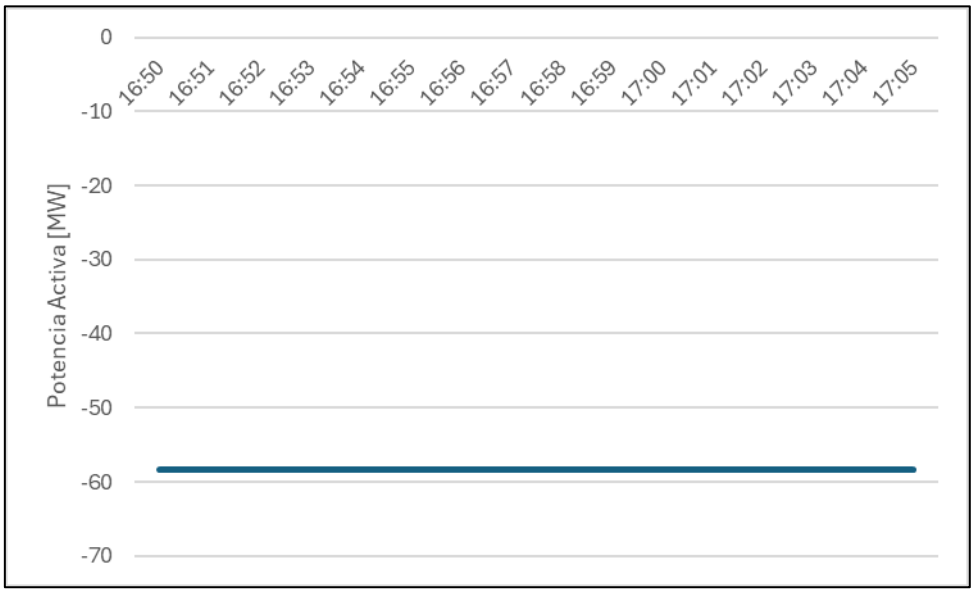

Figura 8-7: Curva de potencia activa, medición P3 dentro de la prueba de potencia máxima en modo parque más BESS en carga.

Con respecto al punto **P2** corresponden a las potencias inyectadas por el PFV El Manzano en la barra de 33kV de la SE Huertos Familiares, (ver sección 7.1) entre las 16:41 y las 18:41 del día 19-07-2024. Luego se consideran los datos de potencia bruta medido por 15 minutos continuos desde las 16:50 a 17:05. La potencia promedio **P2** es igual a **13,2671 MW**, en la siguiente Figura se presentan las mediciones realizadas durante el periodo anteriormente mencionado.

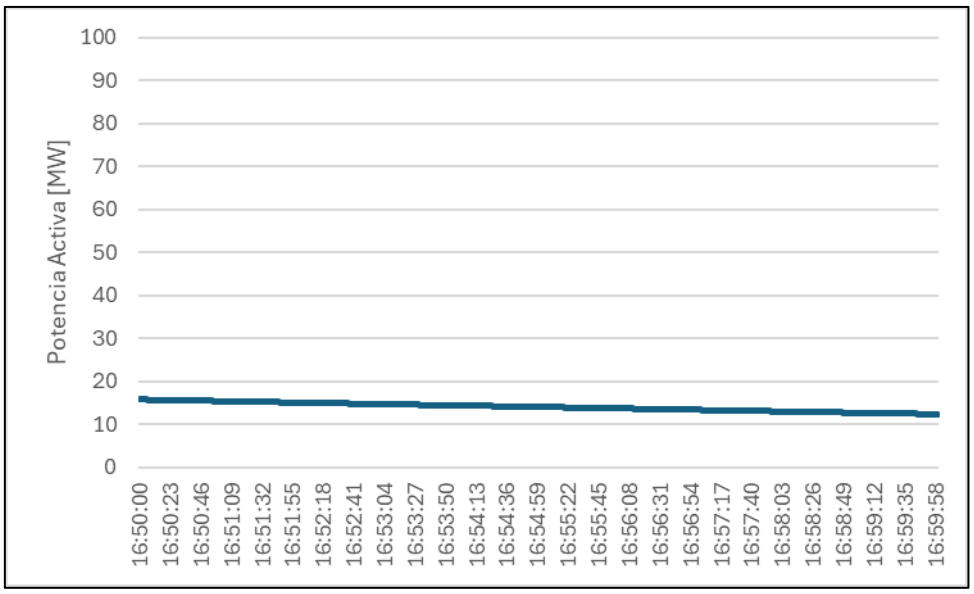

Figura 8-8 Curva de potencia activa, medición P2 dentro de la prueba de potencia máxima en modo parque más BESS en carga.

Por otra parte, el consumo de SSAA propio asociado al BESS se determinan en función de mediciones realizadas en el parque dentro del mismo horario. De esta manera, el consumo de SSAA propio del inversor, es igual a $0{,}2307$ MW (ver Anexo IV).

$$Pssaa = \ 0{,}2307\ [MW]$$

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

$$P_{Max\ neta} = P_{\max bruta} + P_{SSAA} + P_{en\ la\ central} \ = P_2 + P_3$$

En donde:

$\boldsymbol{P_{Max\ Bruta}}$: corresponden a la potencia máxima bruta (PFV+BESS en carga) medida en el POI de 220kVla cual equivale a -47,0437MW

$\boldsymbol{P_{Max\ Neta}}$: corresponden a la potencia máxima neta (P2+P3) la cual equivale a-45,1771 MW.

$\boldsymbol{P}3$: Es la potencia definida en la sección 7.1 que para el presente estudio equivale a -58,4442MW.

$\boldsymbol{P}2$: Es la potencia definida en la sección 7.1 que para el presente estudio equivale a 13,2671 MW.

$\boldsymbol{P_{SSAA}}$: Corresponden a las pérdidas de los servicios auxiliares 0,2307 MW.

$\boldsymbol{P_{Central}}$: corresponden a las pérdidas de la central en MW.

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

$\boldsymbol{P_{Central}}$: 1,6359MW.

Así, se tiene que la potencia máxima del modo PFV+ BESS en carga es igual a:

Tabla 8-5 Resumen de potencias máxima bruta, neta y consumos del modo solo PFV + BESS en carga.

CENTRAL	CONFIGURACIÓN	TIEMPO DE CARGA/DESCARGA [HR]	POTENCIA MÁXIMA BRUTA [MW]	SS.AA. [MW]	PÉRDIDAS EN LA CENTRAL [MW]	POTENCIA MÁXIMA NETA [MW]
BESS EL Manzano	Sistema de almacenamiento (modo Carga) +PFV	2,3314 [HR]/ 2,1227 [HR]	-47,0437	0,2307	1,6359	-45,1771[3]
Potencia máxima neta = Potencia máxima bruta + Pérdidas de la central+ SS. AA						

8.1.4.1. Desglose Pérdidas de la Central

Del capítulo anterior se obtiene que las pérdidas de la central asociados a la configuración solo BESS en descarga alcanzan un valor de 1,6359 MW.

Estas pérdidas consideran las pérdidas asociadas al sistema colector y al transformador de poder del proyecto.

8.1.4.1.1. Determinación de pérdidas asociadas al transformador de Poder

Las pérdidas del transformador de poder se componen de las pérdidas en vacío y en carga. Es decir:

$$P_{tr\ poder} = P_{tr\ poder_carga} + P_{tr\ poder_vacio}$$

Las pérdidas del transformador de poder, en vacío, fueron presentadas en la Tabla 5-1 las cuales poseen un valor de 68,47 [KW]:

$$P_{tr\ poder_vacio} = 68{,}47\ [kW]$$

Luego, las pérdidas en carga del transformador de poder serán estimadas utilizando la siguiente ecuación:

$$P_{tr\ poder_{carga}}\ [KW] = {P_{tr\ poder_carga}}^{nominal} \cdot \left(\frac{P_{medida}}{{S_{tr\ poder}}^{nominal}}\right)^2$$

Donde:

- ${P_{tr\ poder_carga}}^{nominal} = Pérdidas\ en\ carga\ del\ transformador\ de\ poder\ a\ potencia\ nominal\ [kW]$
- ${S_{tr\ poder}}^{nominal} = Potencia\ nominal\ del\ transformador\ de\ poder\ [MVA]$
- $P_{medida} = Potencia\ de\ operación\ del\ transformador\ de\ poder\ durante\ el\ ensayo\ [MVA]$

Con respecto a las pérdidas en carga a potencia nominal como la potencia nominal del transformador de poder, fueron presentadas en la Tabla 5-1. Los valores de estas son 443,49 [KW] y 150 [MVA] respectivamente.

Por otro lado, con respecto al valor de potencia de operación a utilizar será el valor medido de la potencia neta registrado durante el ensayo. Reemplazando estos valores en la ecuación anterior se obtiene lo siguiente:

$$P_{tr\ poder_{carga}}\ [kW] = 443{,}49 \cdot \left(\frac{-45{,}1771}{150}\right)^2 = 0{,}0402\ [kW]$$

[3] Hay que destacar que esta prueba no se realizó con condiciones ambientales ideales. En operación normal la central es capaz de cargar al BESS e inyectar el excedente al sistema.

Entonces las pérdidas totales del transformador de poder resultan de:

$$P_{tr\ poder} = P_{tr\ poder_carga} + P_{tr\ poder_vacio} = 0{,}0402\ [kW] + 68{,}47\ [kW] = 108{,}6989[kW]$$

Finalmente se determinan las pérdidas asociadas al transformador de poder las cuales corresponden a 0,1087 [MW]

8.1.4.1.2. Determinación de pérdidas asociadas al sistema colector

Dado el cálculo presentado en el capítulo anterior, se procede a continuación a determinar las pérdidas asociadas al sistema colector:

$$Pérdidas_{\ Central}\ [MW] = Pérdidas_{Transformador\ de\ Poder} + Pérdidas_{\ Sistema\ colector}$$

De la ecuación anterior se tiene la siguiente información:

- $Pérdidas_{Transformador\ de\ poder} = 0{,}1087\ [MW]$
- $Pérdidas_{Central} = 1{,}6359[MW]$

Finalmente, se reemplazan los valores en la ecuación:

$$1{,}6359 = 0{,}1087 + Pérdidas_{\ Sistema\ colector}$$

Por lo tanto, las pérdidas asociadas al sistema colector corresponden a 1,5272[MW].

A continuación, se presenta un resumen de las pérdidas asociados a la configuración Solo BESS en Carga:

Tabla 8-6 Desglose pérdidas configuración PFV + BESS en Carga.

CENTRAL	CONFIGURACIÓN	PÉRDIDAS EN LA CENTRAL [MW]	PÉRDIDAS EN TRANSFORMADOR DE PODER [MW]	PÉRDIDAS EN SISTEMA COLECTOR [MW]
BESS EL Manzano	Sistema de almacenamiento (modo Carga) +PFV	1,6359	0,1087	1,5272
Pérdidas en la central = Pérdidas transformador de poder + pérdidas en sistema colector				

8.1.5. ANTECEDENTES DE OPERACIÓN SOLO PFV EL MANZANO

Para este modo de operación se toma como referencia lo declarado en el NUP3435 PFV El Manzano según lo indicando en el antecedente [c].

Tabla 8-7 Resumen de potencias máxima bruta, neta y consumos del PFV El Manzano

CENTRAL	CONFIGURACIÓN	POTENCIA MÁXIMA BRUTA [MW]	SS.AA. [MW]	PÉRDIDAS EN LA CENTRAL [MW] (1)	POTENCIA MÁXIMA NETA [MW]
PFV El Manzano	PFV	94,9300	0,9500	2,2400	91,7400
(1) Este valor incluye las pérdidas del sistema colector de media tensión (2,0300 [MW]) y del transformador de poder (0,2100 [MW]) conforme a lo indicado en el antecedente [c].					
Potencia máxima bruta = Potencia máxima neta + Pérdidas de la central+ SS. AA					

8.2. CORRECCIÓN DE RESULTADOS

8.2.1. MODO PARQUE MÁS BESS EN CARGA

Dado que, en la prueba presentada en el capítulo 8.1.4 no se obtienen los valores esperados para la potencia máxima del PFV El Manzano, esto debido a que las condiciones de radiación solar no eran las óptimas para que el PFV pudiera suplir la demanda del BESS, se procede a realizar una estimación del excedente de generación para periodos con máxima radiación, según registros históricos (antecedente [c]).

Los registros utilizados corresponden específicamente a mediciones obtenidas el día 30 de noviembre de 2023. (Ver Anexo VII)

- $P_{\max bruta} = 94{,}3000\ [MW]$
- $P_{SSAA} = 0{,}9500\ [MW]$
- $P_{Central} = 2{,}24000\ [MW]$
- $P_{Loss\ SColector\ PFV}$=2,0300 [MW]

De la Figura 7-2 se obtiene lo siguiente:

$$P_{bruta} = P_3 + P_2 = -58{,}4442 + 94{,}3000 = 35{,}8558\ [MW]$$

Por otro lado, en la barra de 33kV se obtiene lo siguiente

$$P_{neto\ 33kV} = P_3 - P_{Loss\ Sistema\ colector\ BESS} + P_2 - P_{Loss\ Sistema\ Colector\ PFV} - P_{SSAA\ Totales}$$

Donde:

- $P_{neto\ 33kV}$= Corresponde a la potencia neta en la barra de 33 kV
- P_3= Corresponde a la potencia bruta del BESS.
- $P_{Loss\ Sistema\ colector\ BESS}$: Corresponde a las pérdidas del sistema colector del BESS.
- P_2: Corresponde a la potencia bruta del PFV
- $P_{Loss\ Sistema\ Colector\ PFV}$: Corresponde a las pérdidas del sistema colector del PFV.
- $P_{SSAA\ Totales}$: Corresponde a los consumos SSAA totales (PFV +BESS).

Para obtener las pérdidas asociadas al sistema colector del BESS, se extrajo los registros del PPC del BESS que contemplan las sumas de las potencias asociadas a las celdas F9, F10 y F11 (Ver Anexo VIII).

Dado lo anterior se tiene la siguiente relación:

$$P_{\ medida\ BESS\ en\ 33kV} = P_{bruta\ del\ BESS} - P_{Loss\ Sistema\ colector\ BESS}$$

$$-59{,}9991 = -58{,}4442 - P_{Loss\ Sistema\ colector\ BESS}$$

Finalmente se obtiene que las pérdidas asociadas al sistema colector del BESS equivalen a:

$P_{Loss\ Sistema\ colector\ BESS}$ =1,5549 [MW].

Luego, se procede a obtener la potencia neta en 33kV utilizando la siguiente expresión:

$$P_{neto\ 33kV} = P_3 - P_{Loss\ Scolector\ BESS} + P_2 - P_{Loss\ SColector\ PFV} - P_{SSAA\ Totales}$$
$$P_{neto\ 33kV} = -58{,}4442 - 1{,}5549 + 94{,}3000 - 2{,}0300 - (0{,}9500 + 0{,}2307)$$

Por lo tanto, la potencia neta en la barra de 33kV corresponde a 31,0902 [MW]

Por otra parte, para determinar la potencia en el POI del proyecto, se debe calcular primeramente las pérdidas asociadas al transformador de poder.

Las pérdidas del transformador de poder se componen de las pérdidas en vacío y en carga. Es decir:

$$P_{tr\ poder} = P_{tr\ poder_carga} + P_{tr\ poder_vacio}$$

Las pérdidas del transformador de poder, en vacío, fueron presentadas en la Tabla 5-1 las cuales poseen un valor de 68,47 [KW]:

$$P_{tr\ poder_vacio} = 68{,}47\ [kW]$$

Luego, las pérdidas en carga del transformador de poder serán estimadas utilizando la siguiente ecuación:

$$P_{tr\ poder_{carga}}\ [kW] = {P_{tr\ poder_carga}}^{nominal} \cdot \left(\frac{P_{medida}}{{S_{tr\ poder}}^{nominal}}\right)^2$$

Donde:

- ${P_{tr\ poder_carga}}^{nominal} = Pérdidas\ en\ carga\ del\ transformador\ de\ poder\ a\ potencia\ nominal\ [kW]$
- ${S_{tr\ poder}}^{nominal} = Potencia\ nominal\ del\ transformador\ de\ poder\ [MVA]$
- $P_{neto\ 33kV} =$ Corresponde a la potencia neta en la barra de 33 kV $[MVA]$

Con respecto a las pérdidas en carga a potencia nominal como la potencia nominal del transformador de poder, fueron presentadas en la Tabla 5-1. Los valores de estas son 443,49 [KW] y 150 [MVA] respectivamente.

Por otro lado, con respecto al valor de potencia de operación a utilizar será el valor medido de la potencia neta registrado durante el ensayo. Reemplazando estos valores en la ecuación anterior se obtiene lo siguiente:

$$P_{tr\ poder_{carga}}\ [kW] = 443{,}49 \cdot \left(\frac{31{,}0902}{150}\right)^2 = 19{,}0523\ [kW]$$

Entonces las pérdidas totales del transformador de poder resultan de:

$$P_{tr\ poder} = P_{tr\ poder_carga} + P_{tr\ poder_vacio} = 19{,}0523\ [kW] + 68{,}47\ [kW] = 87{,}5223[kW]$$

Se determinan las pérdidas asociadas al transformador de poder las cuales corresponden a 0,0875[MW]

Finalmente, la potencia neta en el POI se determina en base a la siguiente ecuación:

$$P_{neta}[MW] = P_{neta\ 33\ kV} - P_{tr\ poder} = 31{,}0902 - 0{,}0875 = 31{,}0027\ [MW]$$

Así, se tiene que la potencia máxima del modo PFV+ BESS en carga es igual a:

Tabla 8-8 Resumen de potencias máxima bruta, neta y consumos del modo solo PFV + BESS en carga corregida.

CENTRAL	CONFIGURACIÓN	TIEMPO DE CARGA/DESCARGA [HR]	POTENCIA MÁXIMA BRUTA [MW]	SS.AA. [MW]	PÉRDIDAS EN LA CENTRAL [MW]	POTENCIA MÁXIMA NETA [MW]
BESS EL Manzano	Sistema de almacenamiento (modo Carga) +PFV	2,3314 [HR]/ 2,1227 [HR][4]	35,8558	1,1807	3,6724	31,0027
Potencia máxima bruta = Potencia máxima neta + Pérdidas de la central+ SS. AA						

8.2.1.1. Desglose Pérdidas de la Central

Del capítulo anterior se obtiene que las pérdidas de la central asociados a la configuración PFV+ BESS en carga:

Tabla 8-9 Desglose pérdidas configuración PFV + BESS en Carga.

CENTRAL	CONFIGURACIÓN	PÉRDIDAS EN LA CENTRAL [MW]	PÉRDIDAS EN TRANSFORMADOR DE PODER [MW]	PÉRDIDAS EN SISTEMA COLECTOR BESS [MW]	PÉRDIDAS EN SISTEMA COLECTOR PFV [MW]
BESS EL Manzano	Sistema de almacenamiento (modo Carga) +PFV	3,6724	0,0875	1,5549	2,0300
Pérdidas en la central = Pérdidas transformador de poder + pérdidas en sistema colector					

[4] Se obtiene de la referencia [d]. Mas detalles en Anexo VI.

9. CONCLUSIONES

En el presente informe se obtienen los parámetros de potencia máxima neta y bruta para el BESS El Manzano de acuerdo con las indicaciones del fabricante, así como la potencia registrada en el punto de conexión del parque, 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 9-1 Parámetros de Potencia Máxima de la Central BESS EL Manzano.

CENTRAL	CONFIGURACIÓN	TIEMPO DE CARGA/DESCARGA [HR]	POTENCIA MÁXIMA BRUTA [MW]	SS.AA. [MW]	PÉRDIDAS EN LA CENTRAL [MW][5]	POTENCIA MÁXIMA NETA [MW]
BESS EL Manzano	PFV	N/A	94,9300	0,9500	2,2400	91,7400
	Sistema de almacenamiento (modo Descarga)	2,3314 [HR]/ 2,1227 [HR]	60,2259	0,2695	0,2577	59,6987
	Sistema de almacenamiento (modo Descarga) +PFV	2,3314 [HR]/ 2,1227 [HR]	100,0361	0,2788	0,9870	98,7703
	Sistema de almacenamiento (modo Carga) +PFV	2,3314 [HR]/ 2,1227 [HR]	35,8558	1,1807	3,6724	31,0027
BESS Modo Descarga: Potencia máxima bruta = Potencia máxima neta + Pérdidas de la central+ SS. AA						

De la tabla anterior se destaca que, la prueba en modo Solo BESS Carga no se incluye dentro del documento dado que esta condición de operación no se encuentra autorizada por el Coordinador. En operación normal la central (PFV El Manzano) será utilizada para cargar al BESS e inyectar el excedente al sistema.

Por otro lado, en relación con la configuración PFV+BESS en Descarga, la potencia máxima neta en operación normal no superara lo autorizado según el antecedente [e] lo cual corresponde a una potencia de 89,44 [MW].

Finalmente, se presenta a continuación el desglose de las pérdidas de la central para cada configuración:

Tabla 9-2 Desglose Pérdidas de la Central.

CENTRAL	CONFIGURACIÓN	PÉRDIDAS EN LA CENTRAL [MW]	PÉRDIDAS EN TRANSFORMADOR DE PODER [MW]	PÉRDIDAS EN SISTEMA COLECTOR [MW]
BESS EL Manzano	PFV	2,24	0,2100	2,0300
	Sistema de almacenamiento (modo Descarga)	0,2577	0,1387	0,1190
	Sistema de almacenamiento (modo descarga) +PFV	0,9870	0,2608	0,7262
	Sistema de almacenamiento (modo Carga) +PFV	3,6724	0,0875	3,5849
Pérdidas en la central = Pérdidas transformador de poder + pérdidas en sistema colector				

[5] El desglose de las Pérdidas de la Central se encuentra en el capítulo 8.

10. ANEXOS

10.1. ANEXO I – Mediciones obtenidas el día de 07-07-2024

El Anexo I – Mediciones obtenidas el día 07-07-2024 se encuentra adjunto

10.2. ANEXO II – CURVA PQ BESS EL MANZANO

El Anexo II – Curva PQ BESS El Manzano

10.3. ANEXO III – Mediciones obtenidas el día de 11-07-2024

El Anexo III – Mediciones obtenidas el día 11-07-2024 se encuentra adjunto

10.4. ANEXO IV – Mediciones obtenidas el día de 19-07-2024

El Anexo IV – Mediciones obtenidas el día 19-07-2024 se encuentra adjunto

10.5. ANEXO V – INFORMACIÓN DEL BESS

El Anexo V – la información asociada al BESS se encuentra adjunto

10.6. ANEXO VI – TIEMPO DE CARGA Y DESCARGA

El Anexo VI – la información del tiempo de carga y descarga se encuentra adjunta.

10.7. ANEXO VII – MEDICIONES PFV PARA CORRECCIÓN