

Empresa
País
Proyecto
Descripción

Enel Colombia S.A. E.S.P.
Colombia
Parque Solar El Paso
Informe - Auditoría Curva de
capacidad acuerdo CNO 1563



CÓDIGO DE PROYECTO EE-2021-055
CÓDIGO DE INFORME EE-EN-2023-1625
REVISIÓN D

19 dic. 23



Este documento **EE-EN-2023-1625-RC** fue preparado para Enel Colombia S.A. E.S.P. por el Grupo Estudios Eléctricos.

Para consultas técnicas respecto del contenido del presente comunicarse con:

Ing. Claudio Celman
Sub-Gerente Dpto. Ensayos e Ingeniería
claudio.celman@estudios-electricos.com

Ing. Andrés Capalbo
Sub-Gerente Dpto. Ensayos e Ingeniería
andres.capalbo@estudios-electricos.com

Ing. Pablo Rifrani
Gerente Dpto. Ensayos e Ingeniería
pablo.rifrani@estudios-electricos.com

Informe realizado en colaboración con todas las empresas del grupo: **Estudios Eléctricos S.A., Estudios Eléctricos Chile, Estudios Eléctricos Colombia y Electrical Studies Corp.**

Este documento contiene 51 páginas y ha sido guardado por última vez el 19/12/2023 por Augusto Depetris; sus versiones y firmantes digitales se indican a continuación:

Revisión	Fecha	Comentarios	Realizó	Revisó	Aprobó
A	12.12.2023	Comentario	SS	AdP	PR
B	13.12.2023	Comentarios Enel	AdP	CC	PR
C	13.12.2023	Comentarios Enel	AdP	CC	PR
D	19.12.2023	Modificación tablas de valores.	AdP	CC	PR

Todas las firmas digitales pueden ser validadas y autenticadas a través de la web de Estudios Eléctricos; <http://www.estudios-electricos.com/certificados>.



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	5
	1.1. Definiciones	5
2	INFORMACIÓN DE LA CENTRAL	6
	Curva de capacidad P-Q Propuesta	7
3	MEDICIONES.....	9
	3.1. Equipo de medición	9
4	CÁLCULO DE ERRORES.....	10
	3.2. Multimetro Janitza	10
	3.3. Multimetro Schneider Electric.....	11
5	DESARROLLO DEL ENSAYO.....	13
	5.1. Procedimiento de ensayos.....	13
	5.2. Resultados Obtenidos.....	13
	5.3. Curva de capacidad efectiva.....	17
	5.3.1. Puntos alcanzados durante la auditoría	17
	5.3.2. Puntos auditados con registros históricos	18
	5.4. Detalle de evaluación de cumplimiento	19
	5.4.1. Detalle de la región de absorción	19
	5.4.2. Detalle de la región de inyección.....	20
	5.5. Curva de capacidad definitiva	21
6.	REGISTRO DE ENSAYOS.....	23
	6.1. Tendencias – Punto 1 (6.79 MW, 6.79 MVar)	23
	6.1.1. Control de Tensión.....	23
	6.1.2. Control de Potencia Reactiva	24
	6.1.3. Control de Factor de Potencia.....	24
	6.2. Tendencias – Punto 2 (6.79 MW, -6.79 MVar).....	25
	6.2.1. Control de Tensión.....	25
	6.2.2. Control de Potencia Reactiva	25
	6.2.3. Control de Factor de Potencia.....	26
	6.3. Tendencias – Punto 3 (13.58 MW, -22.41 MVar).....	27
	6.3.1. Control de Tensión.....	27
	6.3.2. Control de Potencia Reactiva	27
	6.3.3. Control de Factor de Potencia.....	28
	6.4. Tendencias – Punto 4 (33.96 MW, -22.41 MVar).....	29
	6.4.1. Control de Tensión.....	29
	6.4.2. Control de Potencia Reactiva	29
	6.4.3. Control de Factor de Potencia.....	30
	6.5. Tendencias – Punto 5 (64.52 MW, -22.41 MVar).....	31
	6.5.1. Control de Tensión.....	31
	6.5.2. Control de Potencia Reactiva	31
	6.5.3. Control de Factor de Potencia.....	32
	6.6. Tendencias – Punto 8 (64.52 MW, 22.41 MVar)	33
	6.6.1. Control de Tensión.....	33
	6.6.2. Control de Potencia Reactiva	33
	6.6.3. Control de Factor de Potencia.....	34
	6.7. Tendencias – Punto 9 (33.96 MW, 22.41 MVar)	35
	6.7.1. Control de Tensión.....	35
	6.7.2. Control de Potencia Reactiva	35
	6.7.3. Control de Factor de Potencia.....	36
	6.8. Tendencias – Punto 10 (13.58 MW, 22.41 MVar)	37
	6.8.1. Control de Tensión.....	37
	6.8.2. Control de Potencia Reactiva	37
	6.8.3. Control de Factor de Potencia.....	38



7.	REGISTROS HISTÓRICOS	39
7.1.	Tendencias – Punto 6 (67.92 MW, -15.49 MVar)	39
7.2.	Tendencias – Punto 7 (67.92 MW, 15.49 MVar)	40
8.	CONCLUSIONES.....	41
8.	ANEXOS	42
8.1.	Procedimiento de ensayos.....	42
8.1.1.	Verificación de la Curva en la Región de absorción de potencia reactiva.....	42
8.1.2.	Verificación de la Curva en la Región de entrega de potencia reactiva	44
8.2.	Certificados de calibración	46
8.2.1.	Multimedidor Janitza	46
8.1.1.	Multimedidor Schneider Electric	47



1 INTRODUCCIÓN

El presente informe documenta los resultados obtenidos en la auditoría de verificación de la curva de capacidad realizada en el Parque Solar El Paso. Dichas pruebas fueron realizadas los días 27 y 28 de noviembre de 2023, por la empresa auditora ESTUDIOS ELÉCTRICOS, siguiendo los lineamientos establecidos en el acuerdo CNO 1563. Con el objetivo de verificar el cumplimiento de la regulación vigente en donde se establece que las plantas solares fotovoltaicas y eólicas deben tener la capacidad de controlar la tensión en forma continua en el rango operativo normal del punto de conexión, por medio de la entrega o absorción de potencia reactiva de acuerdo con su curva de carga PQ declarada y según las consignas de operación definidas por el CND. Es claro que su obligación es entregar o absorber reactivos de acuerdo con su curva declarada en el punto de conexión y el control de tensión dependerá de la interacción sistémica de todos los elementos de control y los recursos de generación, transporte y cargas que tengan incidencia en dicho punto, así como de las consignas de operación que defina el CND.

La auditoría se realizó en el punto de interconexión ubicado en la subestación El Paso 110 kV. El auditor responsable es el Ing. Claudio Celman.

1.1. Definiciones

Término	Descripción
PELEC	Potencia eléctrica (activa)
QELEC	Potencia reactiva
UBUS	Tensión de terminales
FREC	Frecuencia
POI	Punto de Interconexión
V	Tensión (Modo de control)
Q	Potencia Reactiva (Modo de control)
PF	Factor de Potencia (Modo de control)

Tabla 1.1 – Tabla de nomenclaturas



2 INFORMACIÓN DE LA CENTRAL

El Parque Solar El Paso, propiedad de Enel Colombia S.A. E.S.P., se encuentra ubicado en el municipio de El Paso, departamento de Cesar, Colombia y posee una potencia instalada en DC (de sus siglas en inglés 'Direct Current') de 79.24 MW con una capacidad efectiva neta de 67.92 MW.

El parque dispone de 56 inversores fotovoltaicos SIEL Soleil DSPX 1415M TLH de 1415 kVA de capacidad. La red colectora del parque está compuesta por cuatro alimentadores en 33 kV que colectan la potencia generada por los inversores del parque. Por cada dos inversores, se cuenta con un transformador de bloque de 3 MVA de capacidad nominal y con relación de transformación 0.64/33 kV que interconecta la salida en baja tensión de dos inversores con la red de media tensión.

Los datos de la central ensayada son los siguientes:

Parque Solar El Paso

Potencia Pico	79.24	MWp
Potencia en el POI	67.92	MW
Mínimo técnico	6.79	MW
Rango	61.13	MW
Inversores	56 inversores de 1415 kW cada uno	-

Tabla 2.1 – Datos de la central



Curva de capacidad P-Q Propuesta

En la Figura 2.1 y la Tabla 2.2 se presentan los puntos PQ a ser auditados en el punto de conexión, los cuales fueron acordados entre Enel Colombia S.A. E.S.P. y el CND, según el artículo 5 del Acuerdo CNO 1563.

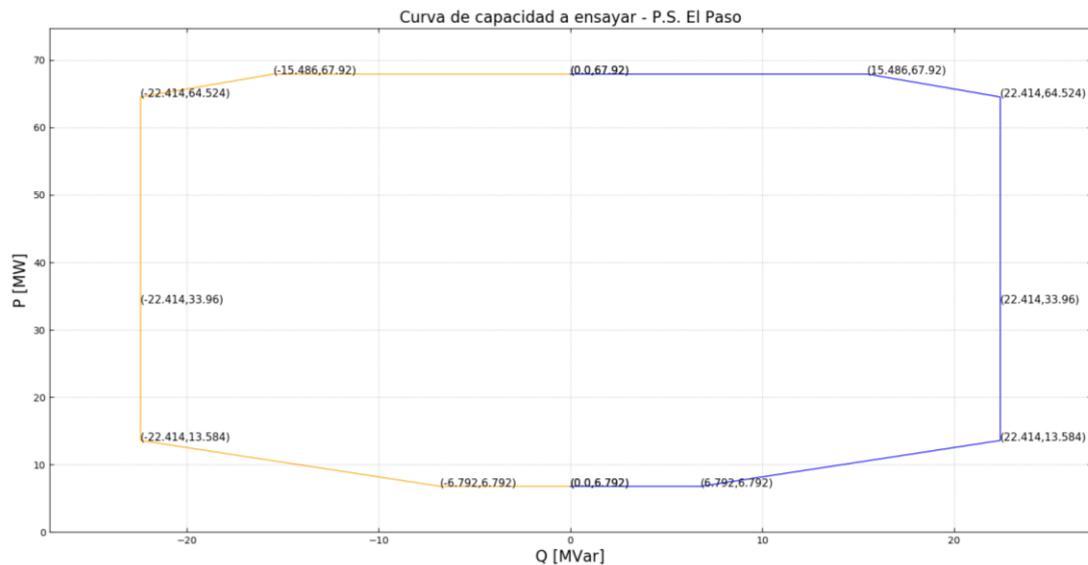


Figura 2.1 – Curva de Capacidad a auditar – P.S. El Paso

Puntos Objetivos	Región	Potencia Activa POI [MW]	Potencia Reactiva POI [MVar]
1	Entrega	6.79	6.79
2	Absorción	6.79	-6.79
3	Absorción	13.58	-22.41
4	Absorción	33.96	-22.41
5	Absorción	64.52	-22.41
6	Absorción	67.92	-15.49
7	Entrega	67.92	15.49
8	Entrega	64.52	22.41
9	Entrega	33.96	22.41
10	Entrega	13.58	22.41

Tabla 2.2. – Puntos PQ acordados con el CND a ser auditados



La planta define utilizar la curva PQ en el punto de conexión considerando el ajuste de potencia reactiva en función de la tensión según lo establecido en el Acuerdo CNO 1546, como se muestra en la Figura 2.2.

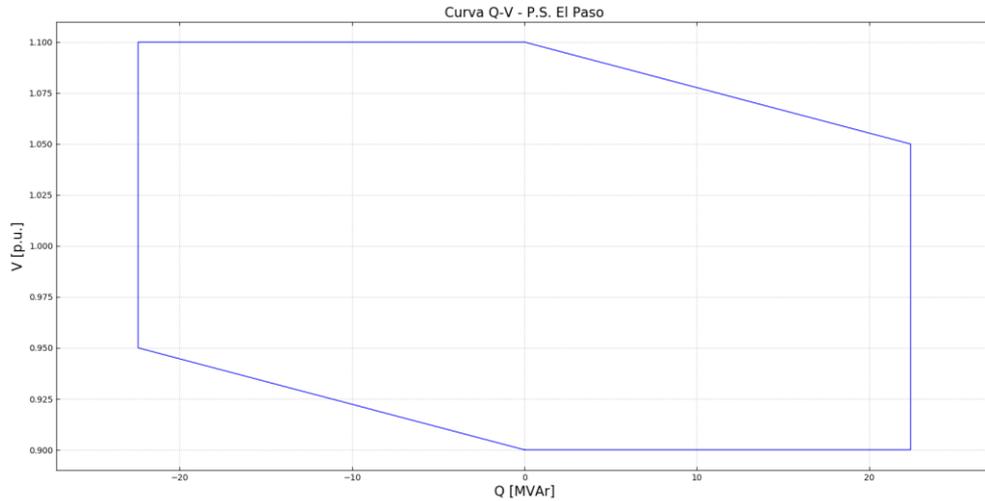


Figura 2.2 – Curva Q-V – Acuerdo 1546



3 MEDICIONES

3.1. Equipo de medición

Para las mediciones realizadas se emplearon los equipos listados en la Tabla 3.1.

Equipo	Marca	Modelo	Número de Serie	Clase
Multimedidor	Janitza	UMG 512 PRO	4201/5343	±0.3% Potencia Activa ±1% Potencia Reactiva
CT's	Elementos de Planta			0.2%
PT's	Elementos de planta			0.2%
Multimedidor	Schneider Electric	Power Logic ION 8650	MW-1601A092-02	±0.2% Potencia Activa ±2% Potencia Reactiva

Tabla 3.1 – Equipos de medición utilizados

Para las mediciones realizadas se utilizaron los puntos de conexión detallados en la Tabla 3.2

Mediciones	Escala	Equipo utilizado
Tensiones en el Punto de conexión SE El Paso 110 kV, celda E05	$110/\sqrt{3} : 0.110/\sqrt{3}$ kV	Multimedidor Janitza
Corrientes en el Punto de conexión SE El Paso 110 kV, celda E05	1000 : 1 A	Multimedidor Janitza
Tensiones en el Punto de conexión SE El Paso 110 kV, celda E05	$110/\sqrt{3} : 0.110/\sqrt{3}$ kV	Multimedidor Schneider Electric ¹
Corrientes en el Punto de conexión SE El Paso 110 kV, celda E05	1000 : 1 A	Multimedidor Schneider Electric ²

Tabla 3.2 – Puntos de Conexión

¹ Equipo de planta usado para los puntos a potencia nominal, tal como lo permite el capítulo 4 del Acuerdo CNO 1563.

² Equipo de planta usado para los puntos a potencia nominal, tal como lo permite el capítulo 4 del Acuerdo CNO 1563.



4 CÁLCULO DE ERRORES

Los siguientes son los datos de los equipos intervinientes en la cadena de medición:

- CT: clase 0.2, relación 1000 : 1 A
- PT: clase 0.2, relación $110/\sqrt{3} : 0.110/\sqrt{3}$ kV.
- Multimetro Janitza: Incertidumbre intrínseca de 0.3 para potencia activa y 1 para potencia reactiva.
- Multimetro Schneider Electric: Incertidumbre intrínseca de 0.2 para potencia activa y 2 para potencia reactiva.

Nota: Los valores de incertidumbre del medidor fueron obtenidos del manual del fabricante.

Siguiendo los lineamientos de la guía GUM, el error relativo de la medición puede calcularse como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los errores relativos:

$$E_r = \sqrt{\sum E_{ri}^2}$$

Donde E_{ri} es cada uno de los errores relativos que afectan la medición realizada.

La clase de los instrumentos es el error absoluto referido a fondo de escala. Si se considera al error relativo de cada instrumento como su clase se lleva a cabo una aproximación conservadora.

Para el caso de medidor digital, se utiliza el valor de la incertidumbre en porcentaje como error absoluto del medidor.

3.2. Multimetro Janitza

- Potencia activa

$$E_{r_{medidor}} = 0.3\%$$

$$E_{CT} = \frac{CL_{CT}}{\sqrt{3}} = 0.1155\%$$

$$E_{PT} = \frac{CL_{PT}}{\sqrt{3}} = 0.1155\%$$

De este modo queda:

$$E_r = \sqrt{0.3^2 + 0.1155^2 + 0.1155^2} = 0.34 \%$$



Para el cálculo del error absoluto no se considera el valor de la medición sino el de la potencia aparente nominal determinada por los CTs y PTs:

$$E_a = \sqrt{3} \times E_r \times CT_{primario} \times PT_{primario} = 1.732 \times 0.0034 \times 1000 \text{ A} \times 110000 \text{ V} = 0.26 \text{ MW}$$

De este modo se tiene el margen de error absoluto a considerar en la medición de potencia activa por los instrumentos.

- Potencia reactiva

$$E_{r_{medidor}} = 1\%$$

$$E_{CT} = \frac{CL_{CT}}{\sqrt{3}} = 0.1155\%$$

$$E_{PT} = \frac{CL_{PT}}{\sqrt{3}} = 0.1155\%$$

De este modo queda:

$$E_r = \sqrt{1^2 + 0.1155^2 + 0.1155^2} = 1.01\%$$

Para el cálculo del error absoluto no se considera el valor de la medición sino el de la potencia aparente nominal determinada por los CTs y PTs:

$$E_a = \sqrt{3} \times E_r \times CT_{primario} \times PT_{primario} = 1.732 \times 0.01 \times 1000 \text{ A} \times 110000 \text{ V} = 0.772 \text{ MVAr}$$

De este modo se tiene el margen de error absoluto a considerar en la medición de potencia reactiva por los instrumentos.

3.3. Multimedidor Schneider Electric

- Potencia activa

$$E_{r_{medidor}} = 0.2\%$$

$$E_{CT} = \frac{CL_{CT}}{\sqrt{3}} = 0.1155\%$$

$$E_{PT} = \frac{CL_{PT}}{\sqrt{3}} = 0.1155\%$$

De este modo queda:



$$E_r = \sqrt{0.2^2 + 0.1155^2 + 0.1155^2} = 0.26 \%$$

Para el cálculo del error absoluto no se considera el valor de la medición sino el de la potencia aparente nominal determinada por los CTs y PTs:

$$E_a = \sqrt{3} \times E_r \times CT_{\text{primario}} \times PT_{\text{primario}} = 1.732 \times 0.0026 \times 1000 \text{ A} \times 110000 \text{ V} = 0.197 \text{ MW}$$

De este modo se tiene el margen de error absoluto a considerar en la medición de potencia activa por los instrumentos.

- Potencia reactiva

$$E_{r_{\text{medidor}}} = 2\%$$

$$E_{CT} = \frac{CL_{CT}}{\sqrt{3}} = 0.1155\%$$

$$E_{PT} = \frac{CL_{PT}}{\sqrt{3}} = 0.1155\%$$

De este modo queda:

$$E_r = \sqrt{2^2 + 0.1155^2 + 0.1155^2} = 2.01 \%$$

Para el cálculo del error absoluto no se considera el valor de la medición sino el de la potencia aparente nominal determinada por los CTs y PTs:

$$E_a = \sqrt{3} \times E_r \times CT_{\text{primario}} \times PT_{\text{primario}} = 1.732 \times 0.01 \times 1000 \text{ A} \times 110000 \text{ V} = 1.529 \text{ MVar}$$

De este modo se tiene el margen de error absoluto a considerar en la medición de potencia reactiva por los instrumentos.



5 DESARROLLO DEL ENSAYO

5.1. Procedimiento de ensayos

- Se realiza una reunión inicial en la cual se revisan los puntos PQ comprometidos.
- Se efectúa el conexionado del equipo de adquisición en el punto donde es declarada la curva de capacidad de la central (Punto de Conexión en SE El Paso 110 kV).
- Para evaluar cada uno de los puntos comprometidos, se utiliza el procedimiento detallado en el Acuerdo CNO 1563.

5.2. Resultados Obtenidos

La Tabla 5.1, Tabla 5.2 y Tabla 5.3 resumen las condiciones y resultados de las pruebas según se ejecutaron los días 27 y 28 de noviembre de 2023. Adicionalmente en el documento **anexo_2_acuerdo_1563_El_Paso.xlsx** se detallan los resultados.



Punto	Fecha Hora	P objetivo [MW]	Q objetivo @1pu [MVAR]	Q obj. @Vensayo [MVAR]	P medido [MW]	Q medido [MVAR]	Tensión [kV]	Tensión [p.u]	Causa de limitación	Cumple
1	27 nov 3:14 p. m.	6.79	6.79	6.79	6.76	7.34	108.73	0.99	Límite planta	SI
2	27 nov 3:48 p. m.	6.79	-6.79	-6.79	6.80	-7.05	106.24	0.97	Límite planta	SI
3	27 nov 12:06 p. m.	13.58	-22.41	-22.41	13.51	-22.14	106.72	0.97	Límite planta	SI
4	27 nov 11:29 a. m	33.96	-22.41	-22.41	33.86	-22.03	108.97	0.99	Límite planta	SI
5	27 nov 11:06 a. m.	64.52	-22.41	-22.41	64.38	-23.01	113.49	1.03	Límite planta	SI
6 ³	-	67.92	-15.49	-15.49	-	-	-	-	-	-
7 ⁴	-	67.92	15.49	15.49	-	-	-	-	-	-
8	28 nov 9:19 a. m.	64.52	22.41	8.964	64.97	10.31	118.70	1.08	Límite planta	SI
9	27 nov 2:12 p. m.	33.96	22.41	17.928	33.87	18.14	116.47	1.06	Límite planta	SI
10	27 nov 2:47 p. m.	13.58	22.41	22.41	13.84	22.54	113.99	1.04	Límite planta	SI

Tabla 5.1 – Tabla de resultados modo control de Tensión.

³ Este punto ha sido auditado a partir de registros históricos como lo permite el acuerdo para los puntos de carga máxima, dado que no fue posible realizarlo durante las pruebas en campo por falta de recurso primario.

⁴ Este punto ha sido auditado a partir de registros históricos como lo permite el acuerdo para los puntos de carga máxima, dado que no fue posible realizarlo durante las pruebas en campo por falta de recurso primario.



Punto	Fecha Hora	P objetivo [MW]	Q objetivo [MVAR]	Q obj. @Vensayo [MVAR]	P medido [MW]	Q medido [MVAR]	Tensión [kV]	Tensión [p.u]	Causa de limitación	Cumple
1	27 nov 3:24 p. m.	6.79	6.79	6.79	6.76	7.08	108.42	0.99	Límite planta	SI
2	27 nov 3:57 p. m.	6.79	-6.79	-6.79	6.81	-6.75	106.10	0.96	Límite planta	SI
3	27 nov 12:17 p. m.	13.58	-22.41	-22.41	13.62	-22.37	106.44	0.97	Límite planta	SI
4	27 nov 11:45 a. m.	33.96	-22.41	-22.41	33.92	-22.54	108.38	0.99	Límite planta	SI
5	27 nov 10:58 a. m.	64.52	-22.41	-22.41	65.02	-22.76	109.80	1.00	Límite planta	SI
6 ⁵	-	67.92	-15.49	-15.49	-	-	-	-	-	-
7 ⁶	-	67.92	15.49	15.49	-	-	-	-	-	-
8	28 nov 9:28 a. m.	64.52	22.41	8.964	64.95	10.31	118.45	1.08	Límite planta	SI
9	27 nov 2:22 p. m.	33.96	22.41	17.928	33.87	17.58	116.01	1.06	Límite planta	SI
10	27 nov 2:58 p. m.	13.58	22.41	22.41	13.85	22.23	113.89	1.04	Límite planta	SI

Tabla 5.2 – Tabla de resultados modo control de Potencia Reactiva.

⁵ Este punto ha sido auditado a partir de registros históricos como lo permite el acuerdo para los puntos de carga máxima, dado que no fue posible realizarlo durante las pruebas en campo por falta de recurso primario.

⁶ Este punto ha sido auditado a partir de registros históricos como lo permite el acuerdo para los puntos de carga máxima, dado que no fue posible realizarlo durante las pruebas en campo por falta de recurso primario.



Punto	Fecha Hora	P objetivo [MW]	Q objetivo [MVAR]	Q obj. @Vensayo [MVAR]	P medido [MW]	Q medido [MVAR]	Tensión [kV]	Tensión [p.u]	Causa de limitación	Cumple
1	27 nov 3:28 p. m.	6.79	6.79	6.79	6.76	7.11	108.55	0.99	Límite planta	SI
2	27 nov 4:01 p. m.	6.79	-6.79	-6.79	6.80	-6.74	106.47	0.97	Límite planta	SI
3	27 nov 12:20 p. m.	13.58	-22.41	-22.41	13.63	-22.33	106.56	0.97	Límite planta	SI
4	27 nov 11:49 a. m.	33.96	-22.41	-22.41	33.86	-22.40	108.32	0.99	Límite planta	SI
5	27 nov 11:01 a. m.	64.52	-22.41	-22.41	64.63	-22.95	113.51	1.03	Límite planta	SI
6 ⁷	-	67.92	-15.49	-15.49	-	-	-	-	-	-
7 ⁸	-	67.92	15.49	15.49	-	-	-	-	-	-
8	28 nov 9:32 a. m.	64.52	22.41	8.964	64.94	10.31	118.23	1.08	Límite planta	SI
9	27 nov 2:25 p. m.	33.96	22.41	17.928	33.88	17.58	116.01	1.06	Límite planta	SI
10	27 nov 3:00 p. m.	13.58	22.41	22.41	13.85	22.21	113.79	1.03	Límite planta	SI

Tabla 5.3 – Tabla de resultados modo control de Factor de Potencia.

⁷ Este punto ha sido auditado a partir de registros históricos como lo permite el acuerdo para los puntos de carga máxima, dado que no fue posible realizarlo durante las pruebas en campo por falta de recurso primario.

⁸ Este punto ha sido auditado a partir de registros históricos como lo permite el acuerdo para los puntos de carga máxima, dado que no fue posible realizarlo durante las pruebas en campo por falta de recurso primario.



5.3. Curva de capacidad efectiva

5.3.1. Puntos alcanzados durante la auditoría

Teniendo en cuenta los puntos medidos para cada uno de los controles con su incertidumbre asociada y la envolvente de tolerancia de la curva objetivo, se traza la curva capacidad efectiva y se presenta en la Figura 5.1. Se presentan también las curvas de potencia reactiva en función de la tensión según lo establecido en el Acuerdo CNO 1546.

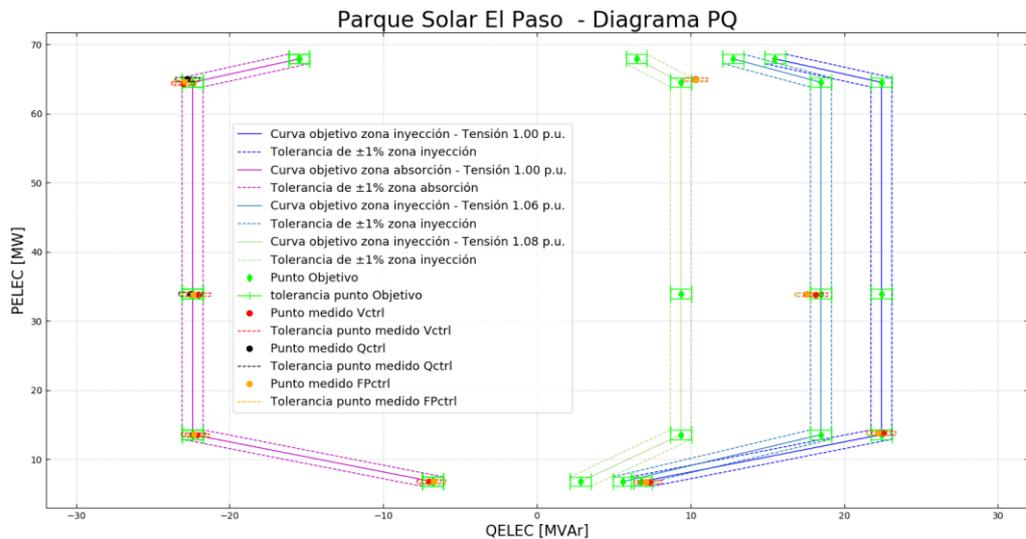


Figura 5.1 – Vista general de la curva de capacidad ensayada



5.3.2. Puntos auditados con registros históricos

Dado que en el momento de la auditoría no fue posible alcanzar los puntos 67.92 MW / 15.49 MVar y 67.92 MW / -15.49 MVar por falta de recurso primario, se tomaron registros históricos con el fin de auditar estos puntos. Lo anterior se muestra en la Figura 5.2.

Punto	Fecha Hora	P objetivo [MW]	Q objetivo [MVAR]	Q obj. @Vensayo [MVAR]	P medido [MW]	Q medido [MVAR]	Tensión [kV]	Tensión [p.u]	Causa de limitación	Cumple
6	16 nov 11:02 a. m	67.92	-15.49	-15.49	67.23	-16.02	112.18	1.02	Límite planta	SI
7	18 nov 1:21 a. m.	67.92	15.49	3.10	67.51	4.81	120.02	1.09	Límite planta	SI

Tabla 5.4 – Tabla de resultados con registros históricos.

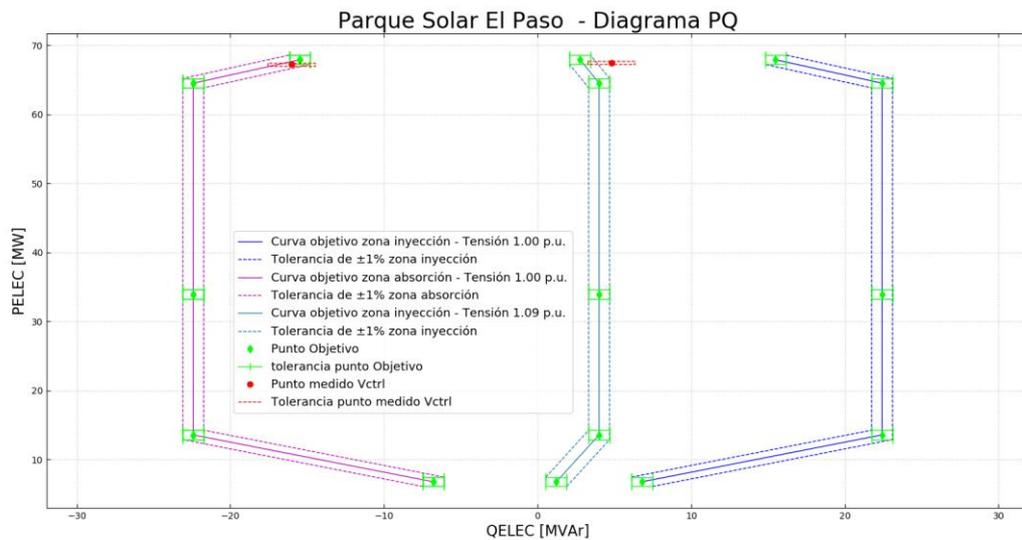


Figura 5.2 – Vista general de la curva de capacidad con registros históricos



5.4. Detalle de evaluación de cumplimiento

5.4.1. Detalle de la región de absorción

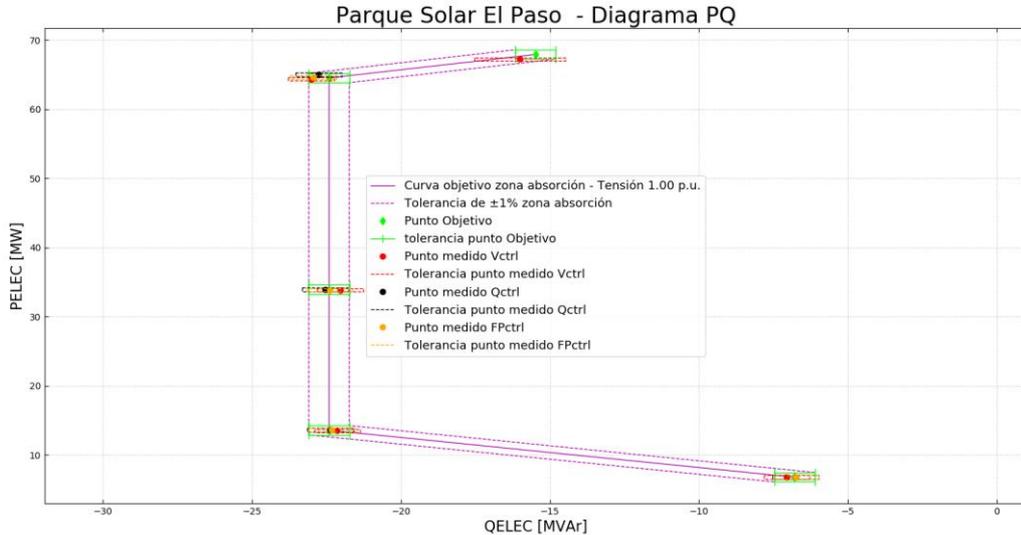


Figura 5.3 – Zona de absorción de la curva de capacidad ensayada

Para todos los puntos ensayados en los diferentes modos de control, los valores obtenidos en campo incluyen su entorno de error (línea de trazos rojo, naranja y negro) y los puntos objetivos correspondientes incluyen su tolerancia (color verde). Además, el punto obtenido mediante registro histórico también incluye su entorno de error. En virtud de lo establecido por el acuerdo CNO 1563, todos los puntos en la zona de absorción se declaran **conformes**.

Notar que a los puntos objetivo se les ha indicado el entorno de error de $\pm 1\%$ establecido por el Acuerdo CNO 1563.



5.4.2. Detalle de la región de inyección

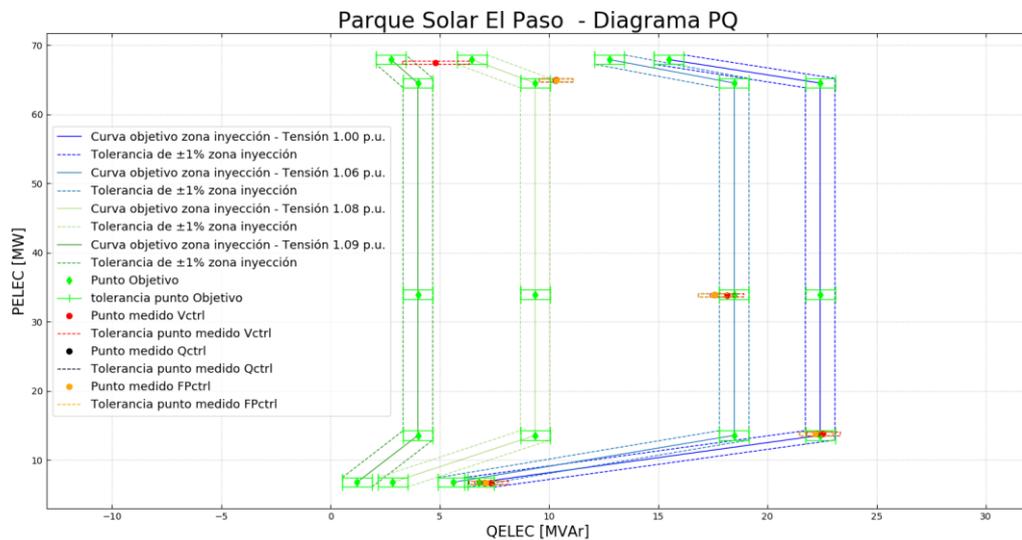


Figura 5.4. – Zona de inyección de la curva de capacidad ensayada

Para todos los puntos ensayados en los diferentes modos de control, los valores obtenidos en campo incluyen su entorno de error (línea de trazos rojo, naranja y negro) y los puntos objetivos correspondientes incluyen su tolerancia (color verde). Además, el punto obtenido mediante registro histórico también incluye su entorno de error. En virtud de lo establecido por el acuerdo CNO 1563 y el acuerdo CNO 1546, todos los puntos en la zona de inyección se declaran **conformes**.

Notar que a los puntos objetivo se les ha indicado el entorno de error de $\pm 1\%$ establecido por el Acuerdo CNO 1563.



5.5. Curva de capacidad definitiva

Finalmente, los puntos objetivo que definen la curva definitiva para tensiones entre 0.95 pu y 1.05 pu son:

Punto Objetivo	Potencia Activa POI [MW]	Potencia Reactiva POI [MVAR]
1	6.79	6.79
2	6.79	-6.79
3	13.58	-22.41
4	33.96	-22.41
5	64.52	-22.41
6	67.92	-15.49
7	67.92	15.49
8	64.52	22.41
9	33.96	22.41
10	13.58	22.41

Tabla 5.5 – Puntos PQ definitivos

Cabe mencionar que la curva de capacidad es la misma para el rango de tensiones comprendido entre 0.95 p.u. y 1.05 p.u. Para tensiones comprendidas entre 0.9 p.u. y 0.95 p.u., y entre 1.05 p.u. y 1.1 p.u. se ajusta la potencia reactiva en función de la tensión, según lo establecido en el Acuerdo CNO 1546.

A continuación, se presenta la ecuación que describe la familia de curvas de capacidad en función de la tensión, y se muestran algunas de las curvas de esta familia en la Figura 5.5.

$$Q(V) = \begin{cases} Q_{1.0 \text{ p.u.}} * (20 * V - 18), & \text{si } V < 0.95 \\ Q_{1.0 \text{ p.u.}}, & \text{si } 0.95 < V < 1.05 \\ Q_{1.0 \text{ p.u.}} * (-20 * V + 22), & \text{si } V > 1.05 \end{cases}$$

Donde $Q_{1.0 \text{ p.u.}}$ debe estar en MVAR y V debe estar en p.u.

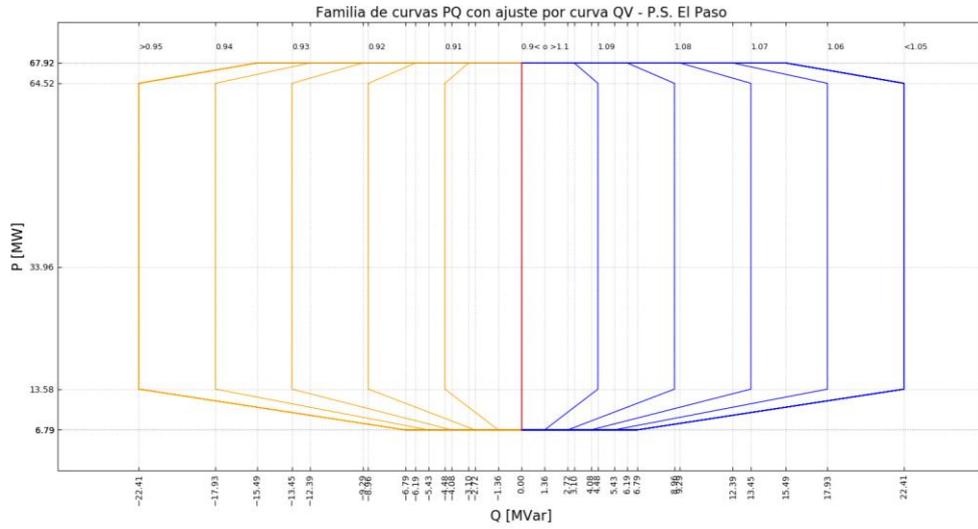


Figura 5.5 – Familia de curvas PQ con ajuste de curva QV – P.S. El Paso



6. REGISTRO DE ENSAYOS

En el presente capítulo se presentan las tendencias registradas en el transcurso de las pruebas realizadas. De las mismas se obtuvieron los valores detallados en la Tabla 5.1, Tabla 5.2 y Tabla 5.3

6.1. Tendencias – Punto 1 (6.79 MW, 6.79 MVar)

6.1.1. Control de Tensión

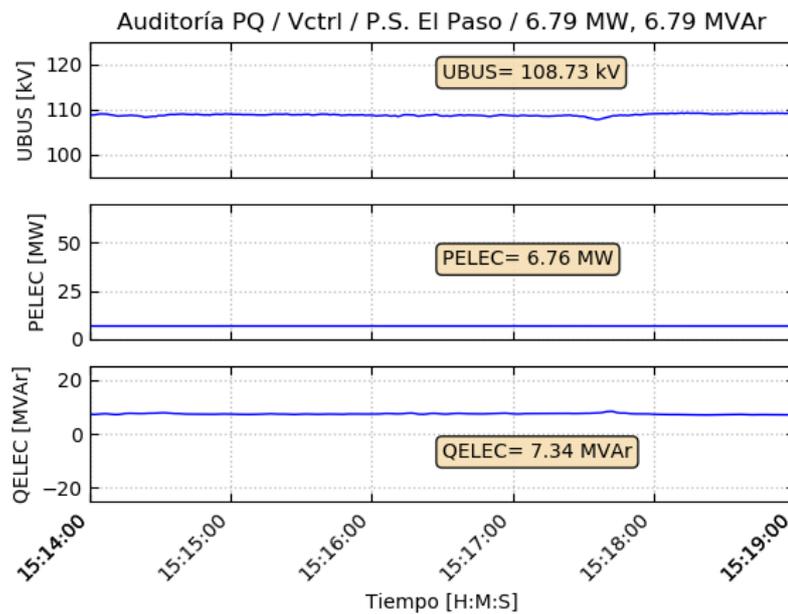


Figura 6.1 – Registros del Punto 1. Control de Tensión



6.1.2. Control de Potencia Reactiva

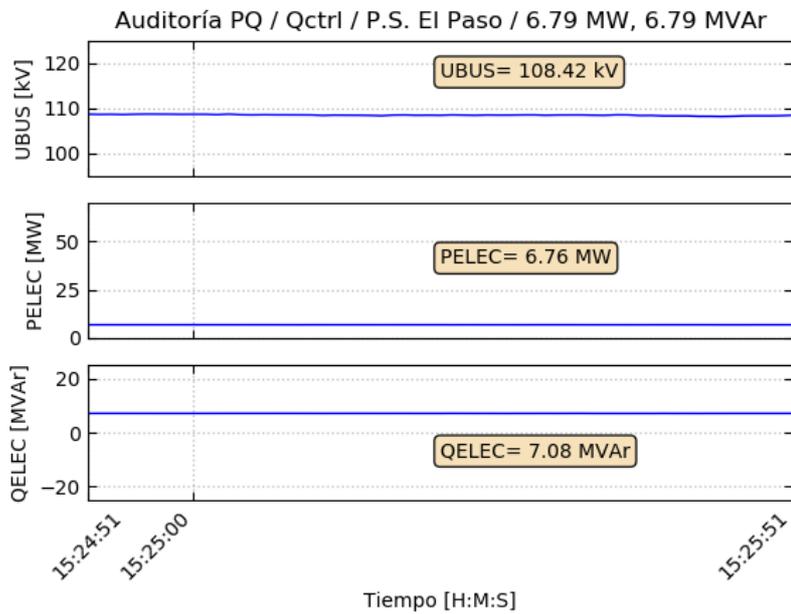


Figura 6.2 – Registros del Punto 1. Control de Potencia Reactiva

6.1.3. Control de Factor de Potencia

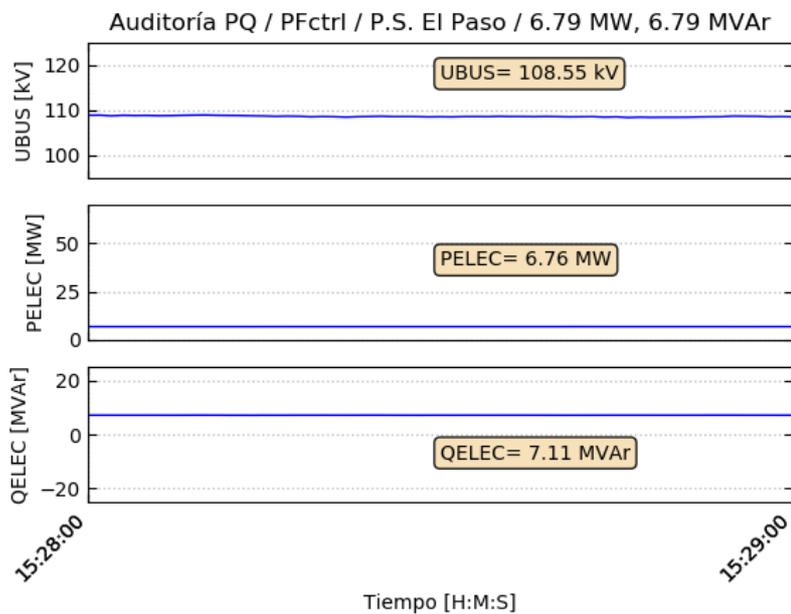


Figura 6.3 – Registros del Punto 1. Control de Factor de Potencia



6.2. Tendencias – Punto 2 (6.79 MW, -6.79 MVar)

6.2.1. Control de Tensión

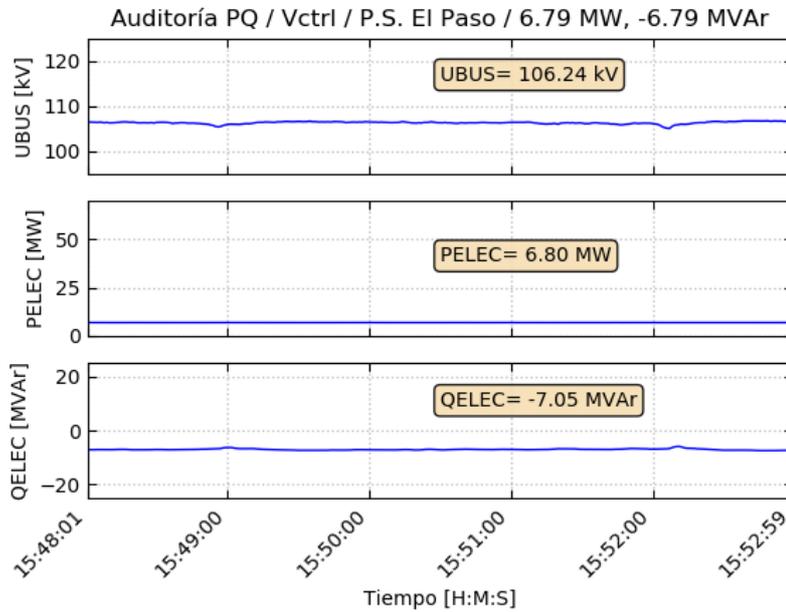


Figura 6.4 – Registros del Punto 2. Control de Tensión

6.2.2. Control de Potencia Reactiva

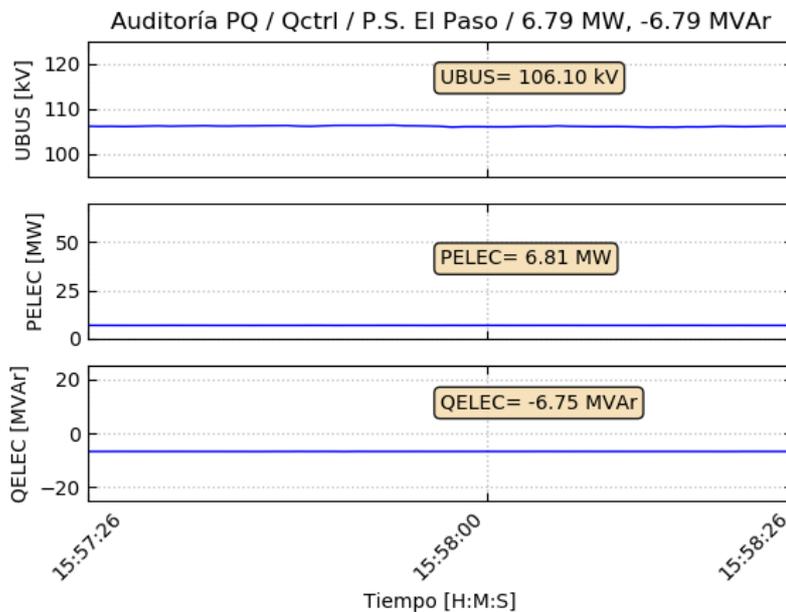


Figura 6.5 – Registros del Punto 2. Control de Potencia Reactiva



6.2.3. Control de Factor de Potencia

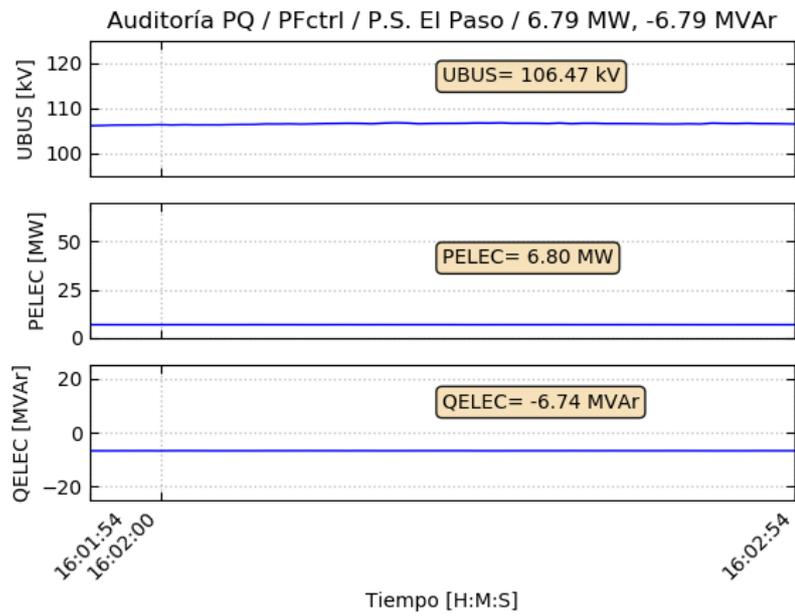


Figura 6.6 – Registros del Punto 2. Control de Factor de Potencia



6.3. Tendencias – Punto 3 (13.58 MW, -22.41 MVar) 6.3.1. Control de Tensión

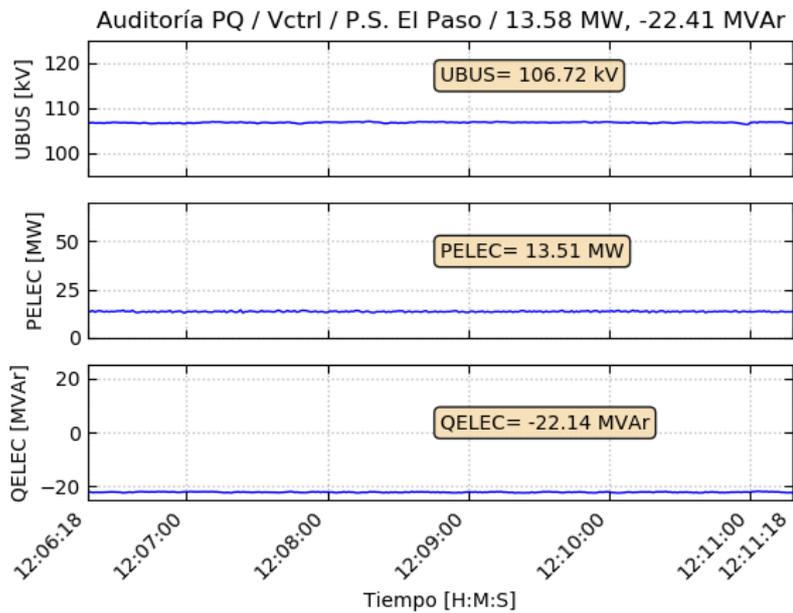


Figura 6.7 – Registros del Punto 3. Control de Tensión

6.3.2. Control de Potencia Reactiva

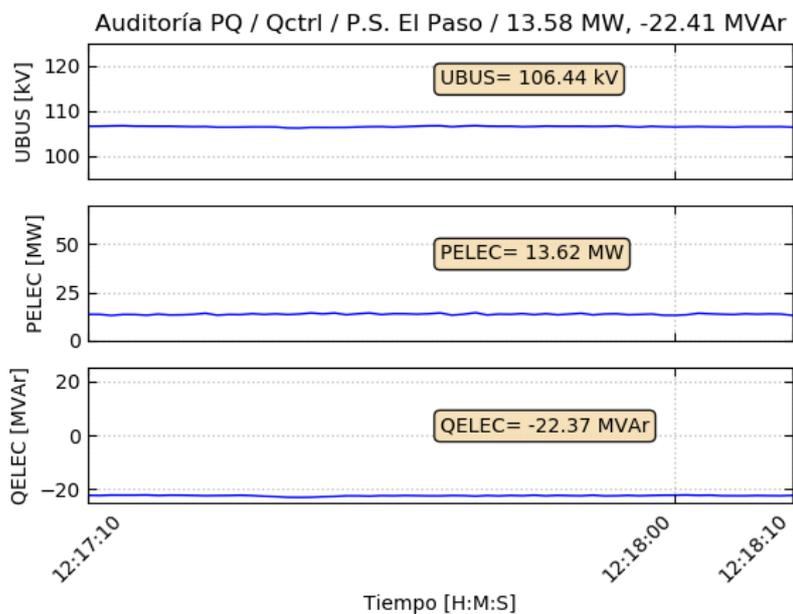


Figura 6.8 – Registros del Punto 3. Control de Potencia Reactiva



6.3.3. Control de Factor de Potencia

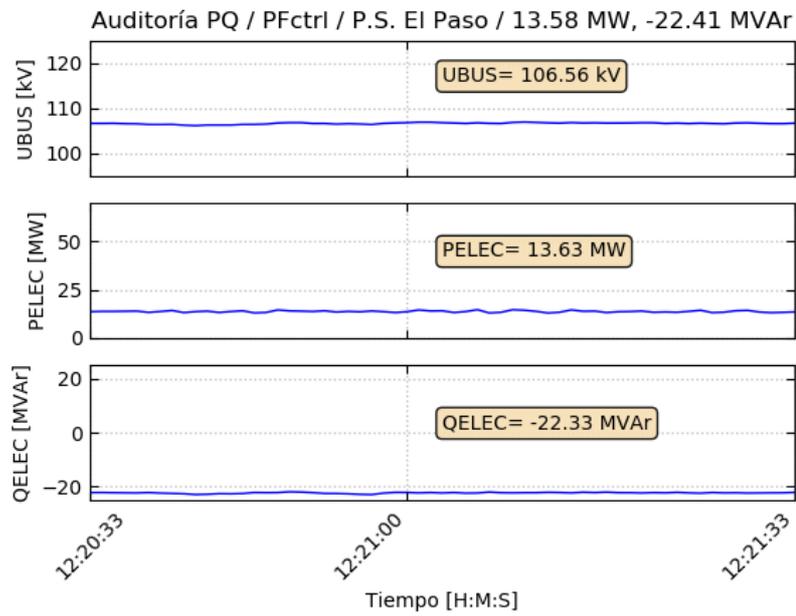


Figura 6.9 – Registros del Punto 3. Control de Factor de Potencia



6.4. Tendencias – Punto 4 (33.96 MW, -22.41 MVar)

6.4.1. Control de Tensión

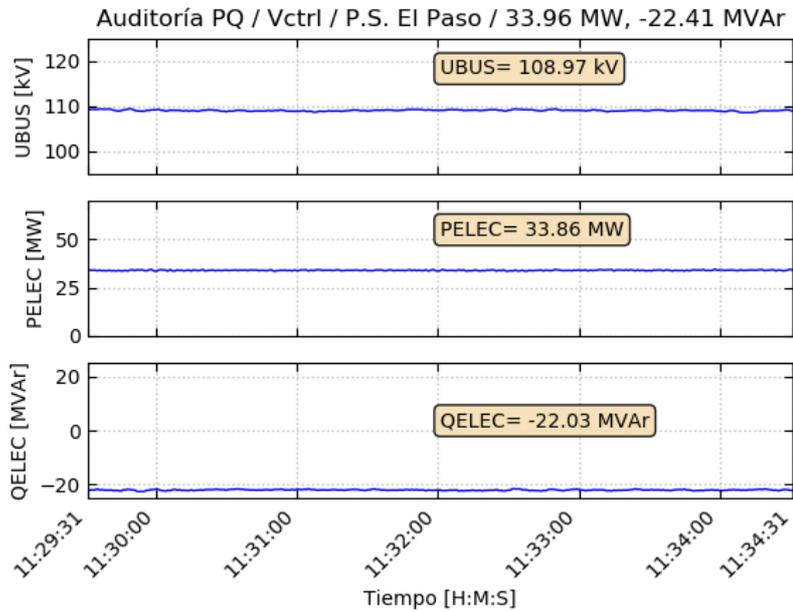


Figura 6.10 – Registros del Punto 4. Control de Tensión

6.4.2. Control de Potencia Reactiva

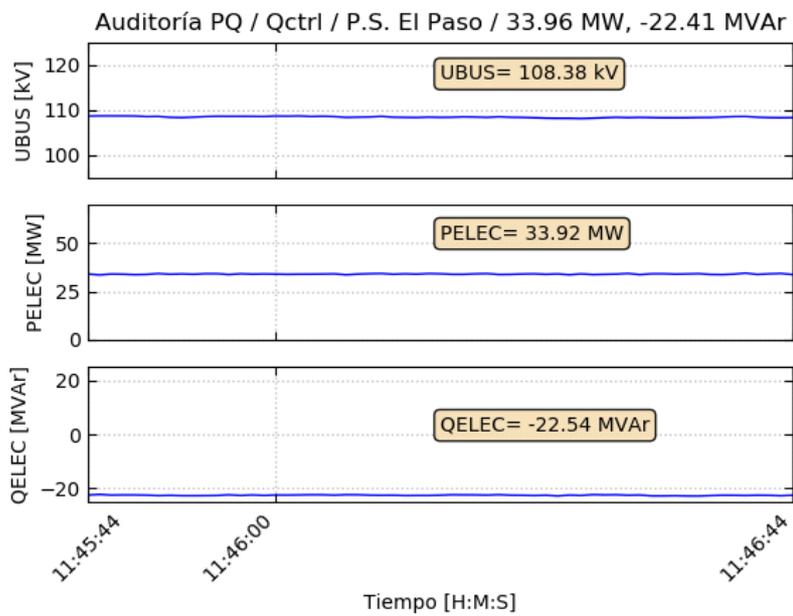


Figura 6.11 – Registros del Punto 4. Control de Potencia Reactiva



6.4.3. Control de Factor de Potencia

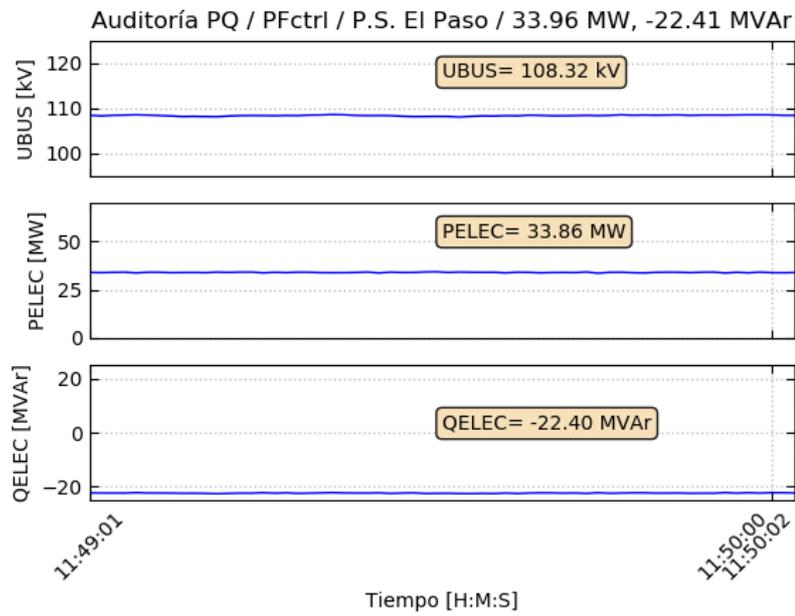


Figura 6.12 – Registros del Punto 3. Control de Factor de Potencia



6.5. Tendencias – Punto 5 (64.52 MW, -22.41 MVar)

6.5.1. Control de Tensión

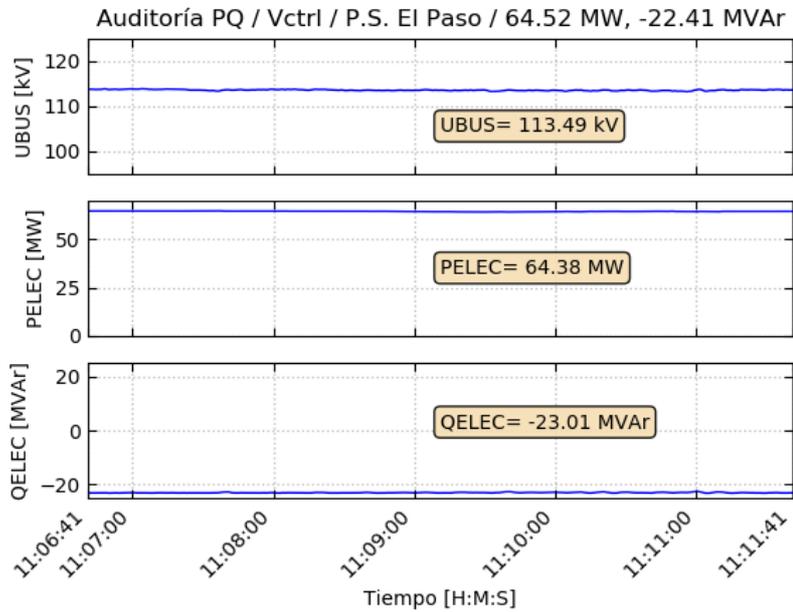


Figura 6.13 – Registros del Punto 5. Control de Tensión

6.5.2. Control de Potencia Reactiva

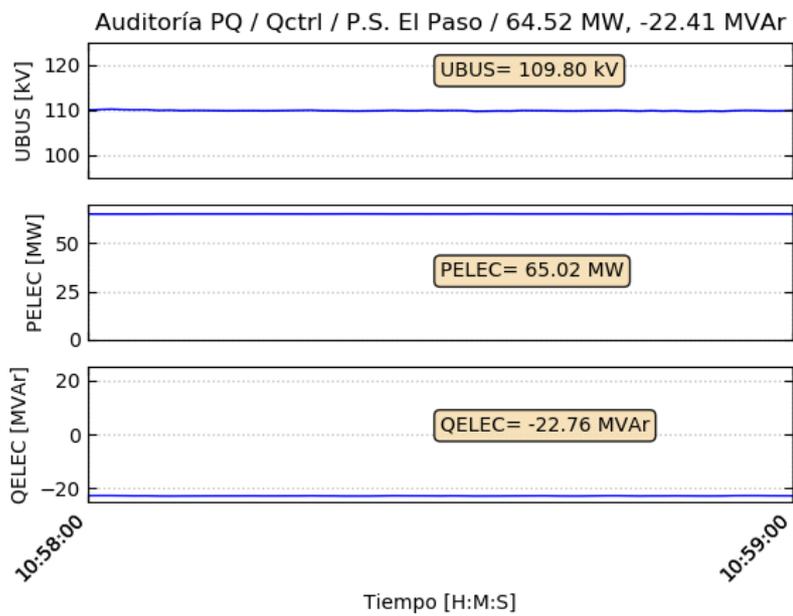


Figura 6.14 – Registros del Punto 5. Control de Potencia Reactiva



6.5.3. Control de Factor de Potencia

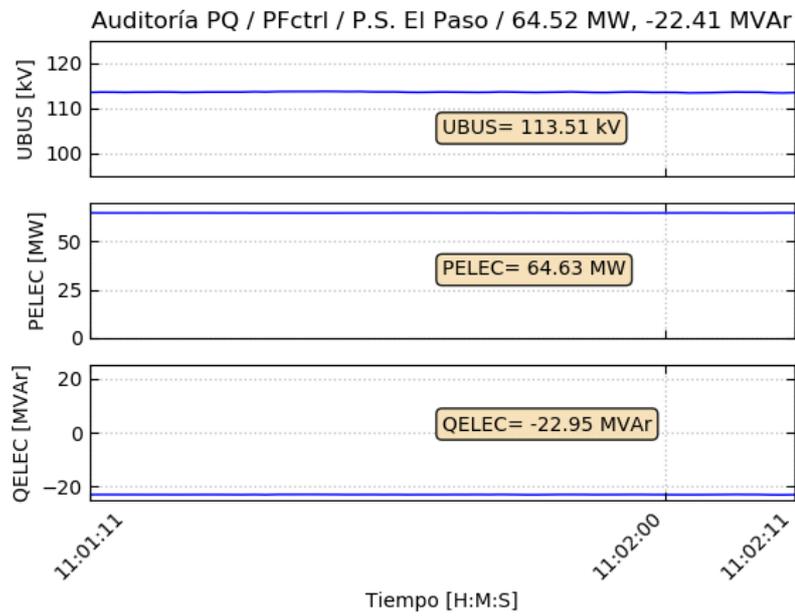


Figura 6.15 – Registros del Punto 5. Control de Factor de Potencia



6.6. Tendencias – Punto 8 (64.52 MW, 22.41 MVar)

6.6.1. Control de Tensión

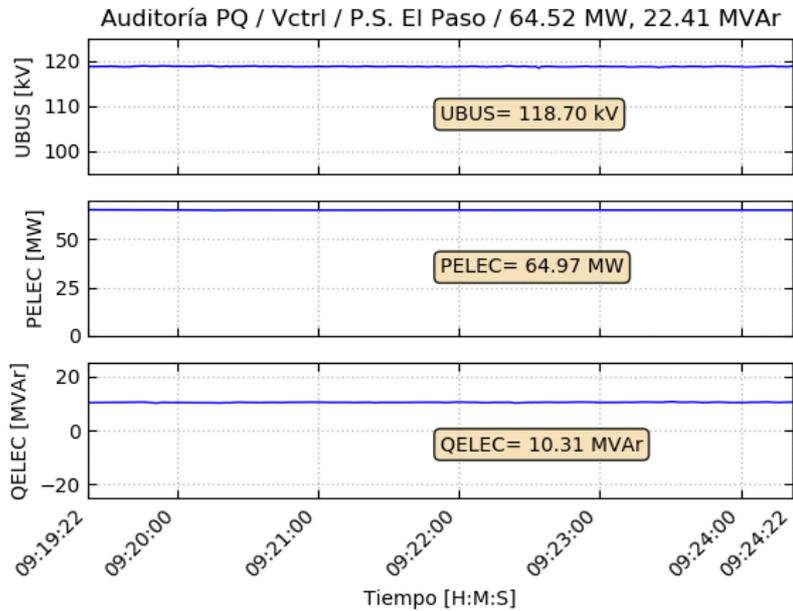


Figura 6.16 – Registros del Punto 8. Control de Tensión

6.6.2. Control de Potencia Reactiva

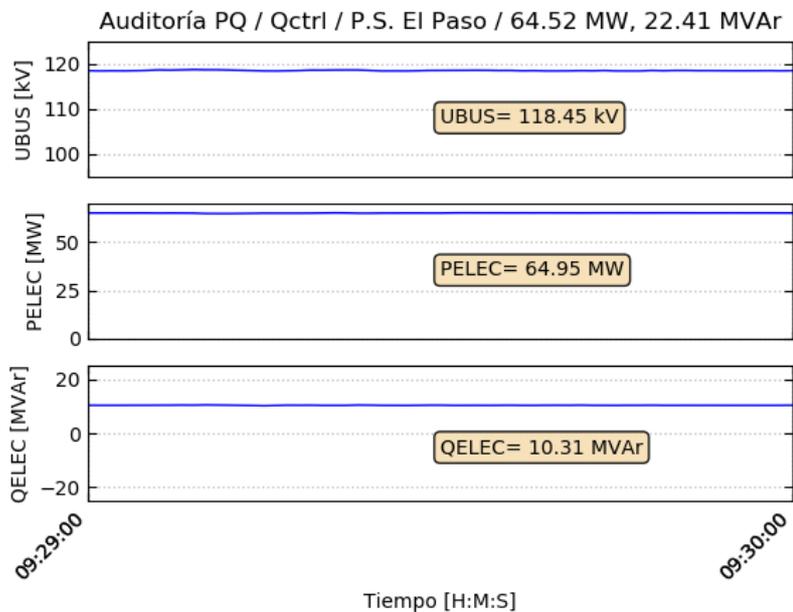


Figura 6.17 – Registros del Punto 8. Control de Potencia Reactiva



6.6.3. Control de Factor de Potencia

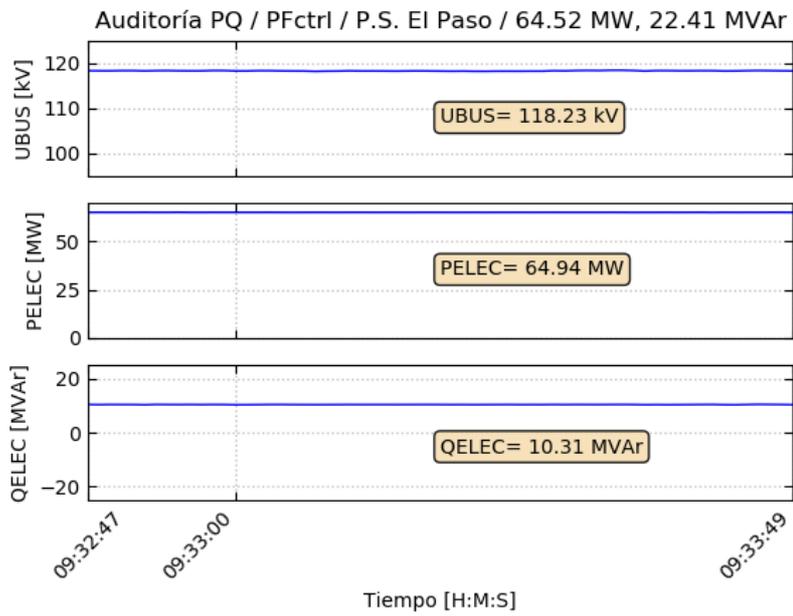


Figura 6.18. – Registros del Punto 8. Control de Factor de Potencia



6.7. Tendencias – Punto 9 (33.96 MW, 22.41 MVar)

6.7.1. Control de Tensión

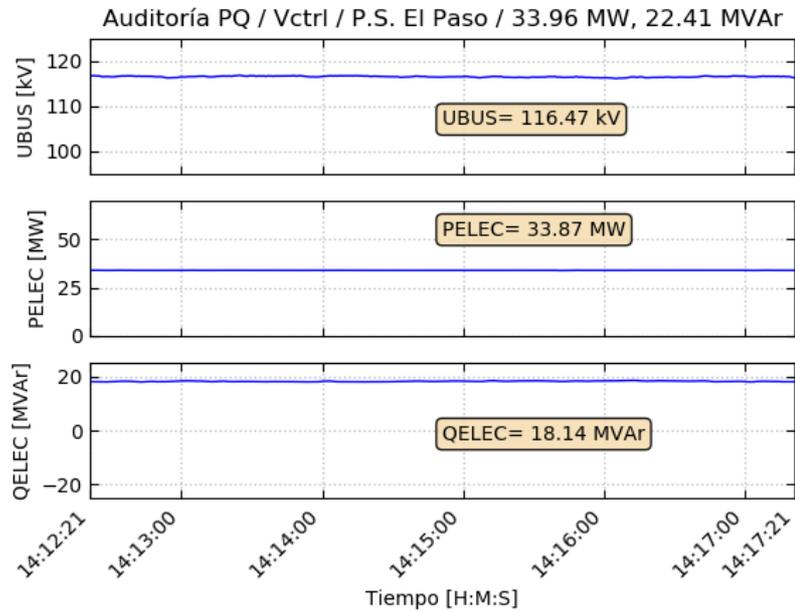


Figura 6.19 – Registros del Punto 9. Control de Tensión

6.7.2. Control de Potencia Reactiva

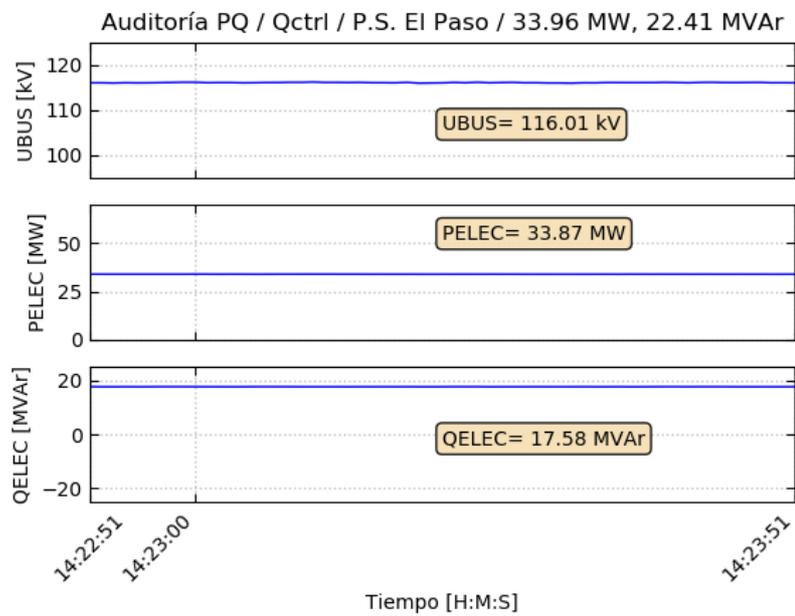


Figura 6.20. – Registros del Punto 9. Control de Potencia Reactiva



6.7.3. Control de Factor de Potencia

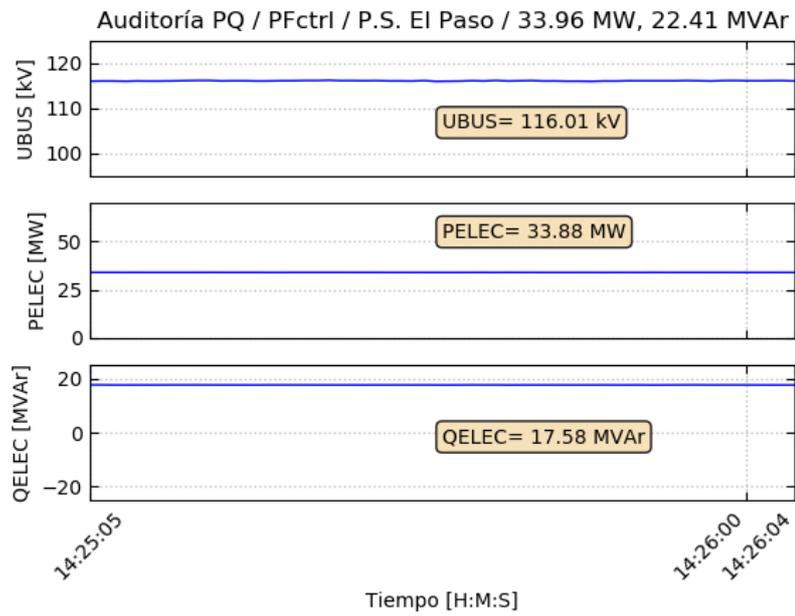


Figura 6.21. – Registros del Punto 9. Control de Factor de Potencia



6.8. Tendencias – Punto 10 (13.58 MW, 22.41 MVar)

6.8.1. Control de Tensión

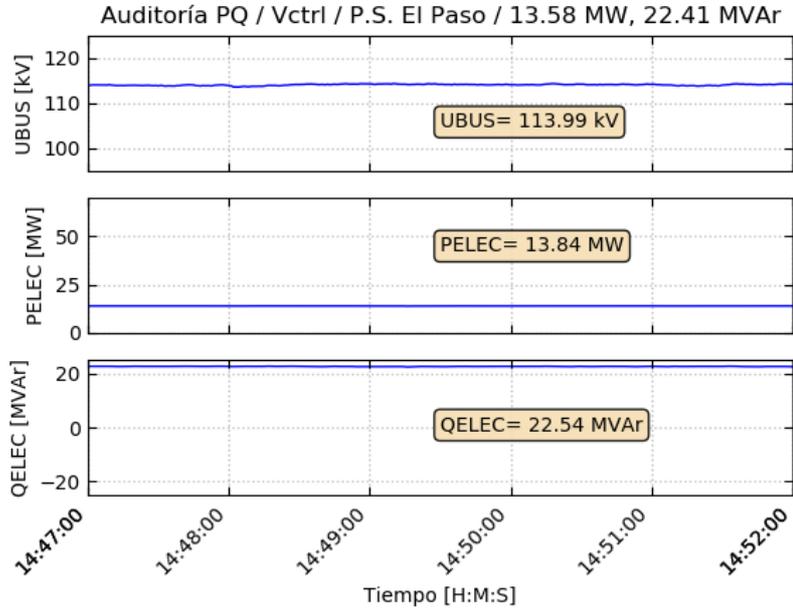


Figura 6.22 – Registros del Punto 10. Control de Tensión

6.8.2. Control de Potencia Reactiva

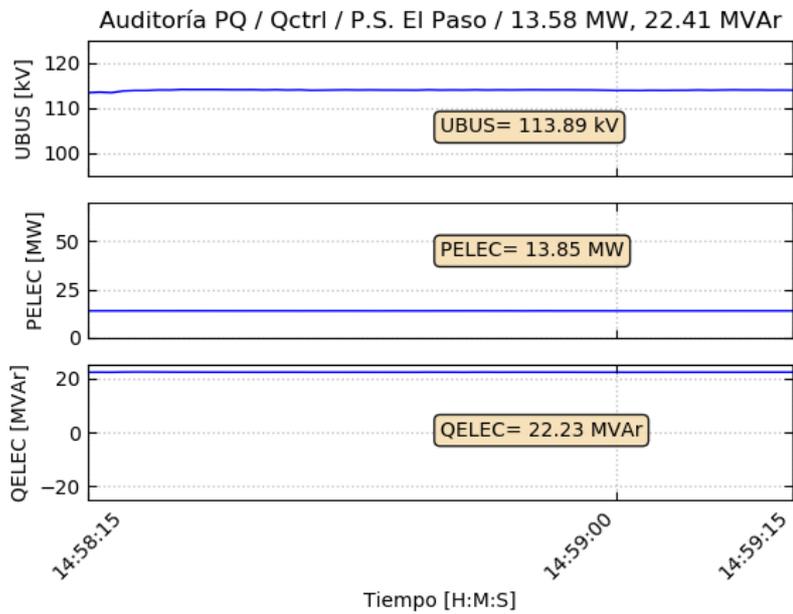


Figura 6.23 – Registros del Punto 10. Control de Potencia Reactiva



6.8.3. Control de Factor de Potencia

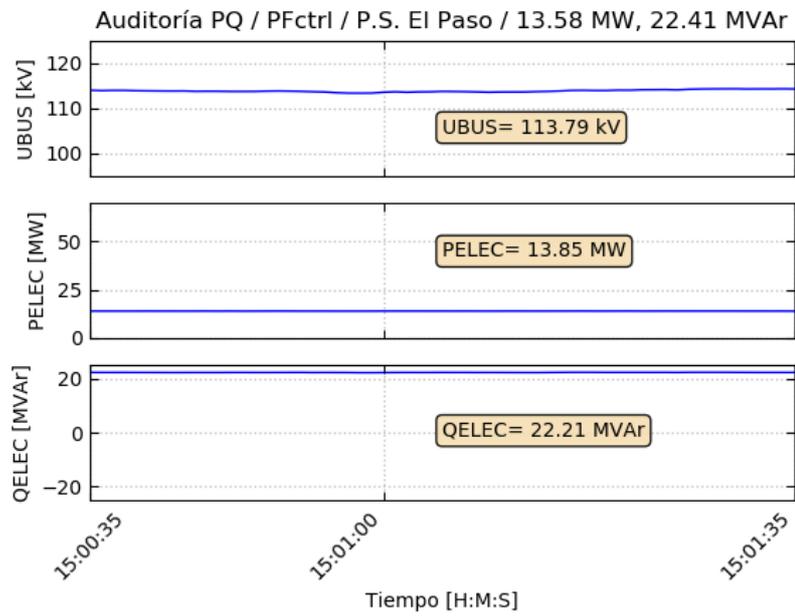


Figura 6.24. – Registros del Punto 10. Control de Factor de Potencia



7. REGISTROS HISTÓRICOS

Estas tendencias fueron tomadas de registros históricos obtenidos desde el medidor de planta, dado que durante las pruebas los puntos a potencia nominal no fueron alcanzados por falta de recurso primario.

7.1. Tendencias – Punto 6 (67.92 MW, -15.49 MVAR)

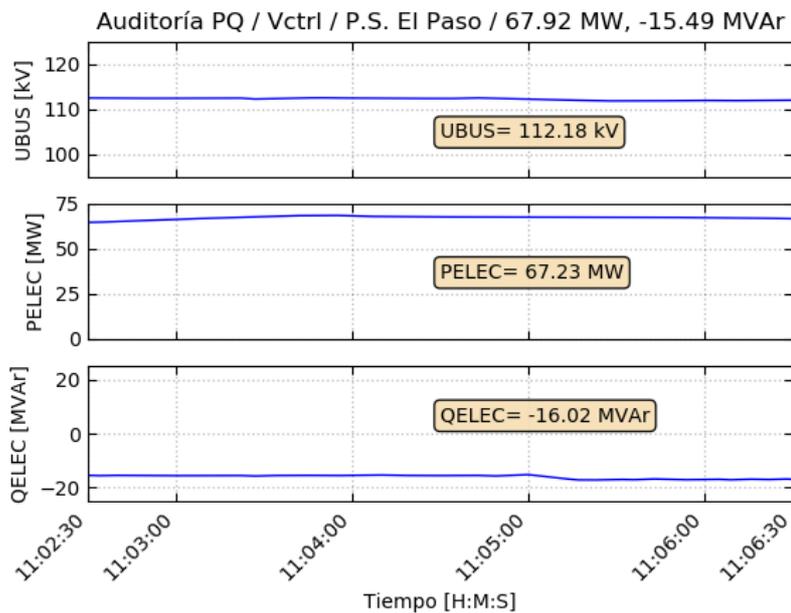


Figura 7.1 – Registros del Punto 6. Control de Tensión



7.2. Tendencias – Punto 7 (67.92 MW, 15.49 MVar)

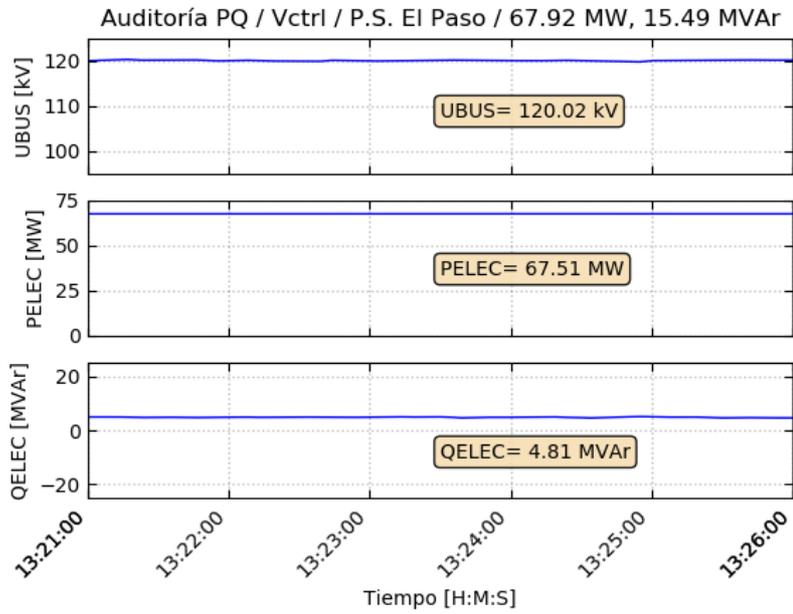


Figura 7.2 – Registros del Punto 7. Control de Tensión



8. CONCLUSIONES

El Parque Solar El Paso ha sido sometido a una Auditoría de Pruebas de Potencia Reactiva. La misma ha sido llevada a cabo bajo los lineamientos establecidos en el Acuerdo CNO 1563. Como resultado se obtiene que la central CUMPLE con las consideraciones planteadas en el presente informe.

En función de lo realizado puede concluirse que:

- Ocho (8) de los diez (10) puntos de la curva PQ auditados fueron probados y se declaran CONFORMES.
- Para los dos (2) puntos restantes de la curva, correspondientes a 67.92 MW / -15.49 MVAR y 67.92 MW / 15.49 MVAR, no fue posible realizar la auditoria por falta de recurso primario. Sin embargo, según se establece en el capítulo 4 del Acuerdo CNO 1563, cuando la potencia máxima disponible al momento de la prueba sea inferior a la potencia nominal, este punto se podrá auditar considerando pruebas adicionales, en las cuales el agente generador tomará los registros y los compartirá con el auditor, sin necesidad de estar en sitio.
- Se realizaron maniobras operativas para alcanzar los puntos definidos con el CND.
- Durante las pruebas no se presentaron alarmas relacionadas con la planta, sus límites o temperaturas máximas.

En el presente documento han sido expuestos los resultados de las pruebas realizadas. Con base en estos resultados y en la auditoría realizada, se determina que el Parque Solar El Paso:

CUMPLE CON LA CURVA DE CAPACIDAD DECLARADA

Nombre de la Empresa: ESTUDIOS ELÉCTRICOS SA

Nombre del Auditor: Ing. Claudio Celman

Fecha: 7/12/2023

Firma del Auditor:



8. ANEXOS

8.1. Procedimiento de ensayos

8.1.1. Verificación de la Curva en la Región de absorción de potencia reactiva

Después de haber realizado las verificaciones iniciales, y de ser necesarios reajustes, se debe seguir el siguiente procedimiento, el cual aplica tanto para las pruebas auditadas en campo, como para las pruebas validadas por el auditor a través de registros.

1. Coordinar con el centro de control del CND el inicio de la prueba, el cual, a su vez, coordinará las consignas operativas requeridas antes y durante la prueba. Estas consignas pueden incluir consideraciones de topología y despacho particulares para los recursos de generación con el fin de evaluar la curva de cada planta de generación de energía renovable eólica y solar fotovoltaica. La planta se debe llevar a una de las potencias activas definidas para la prueba.
2. Asegúrese que la planta esté en modo de control automático de tensión.

En caso de que el CND o el agente identifiquen la necesidad de realizar las pruebas iniciando en un modo de control diferente al de tensión, previa revisión conjunta y evaluación de la posibilidad de las condiciones del sistema por parte del CND, se podrá realizar la prueba considerando una alternativa diferente.

3. Durante la realización de esta prueba el agente generador registrará las potencias activa, reactiva y la tensión en el punto donde se esté verificando el cumplimiento de la curva de carga según lo definido en el Artículo 4 del Acuerdo CNO 1563, con una resolución mínima de un dato por segundo utilizando un registrador con certificado de calibración vigente.
4. La realización de esta prueba requiere que la planta controle la variable que corresponda, según el modo de control que aplique, a un valor definido por el CND según las condiciones del sistema. Para lograr este valor, se pueden utilizar otras unidades de la zona de influencia, igualmente puede hacerse uso de equipos de compensación de reactivos o cambiadores de tomas de transformadores, en cuyo caso el CND coordinará las acciones necesarias para lograr el objetivo, sin violar los límites establecidos en tensiones o cargabilidad de elementos del sistema.



5. Si agotadas las consignas, la planta no puede llegar al límite esperado de absorción de reactiva por condiciones del sistema, este punto será declarado como Conforme y se consignará esta situación en el informe de resultados de la prueba.
6. Después de obtenido el valor de potencia reactiva máxima a la potencia activa seleccionada, la planta debe ser mantenida en este punto de operación mínimo durante 5 minutos para el registro de las variables de la prueba.
7. Una vez recolectados los datos para el primer punto de potencia activa en el modo de control de tensión, se deberá realizar la misma verificación de la curva de carga en la potencia activa definida, cambiando el modo de control a potencia reactiva y factor de potencia, tomando los registros definidos en el paso 3 por un tiempo mínimo de 1 minuto adicional para cada uno de los modos restantes. Previo al cambio del modo de control, se debe procurar que la consigna de la nueva variable a controlar sea igual o muy cercana a su medida en tiempo real, de forma que, al realizar el cambio del modo de control, se minimicen los cambios en el punto de operación. Según el caso la variable a controlar puede ser factor de potencia, potencia reactiva o tensión.
8. Una vez recolectados los datos para el primer punto de potencia activa en todos los modos de control, se debe realizar el mismo procedimiento anterior para los otros puntos acordados entre el CND y el agente, teniendo en cuenta lo establecido en el punto 5 del presente numeral.

Nota: Cuando la potencia activa disponible no alcance el valor nominal durante la primera prueba realizada y no se cuente con registros de operación, en los que se haya alcanzado en operación, considerando valores normales de tensión, la potencia reactiva máxima de absorción a la potencia activa nominal, se podrá realizar la prueba a esta potencia, considerando los intentos definidos en el Acuerdo CNO 1563. En este último caso, los resultados deberán ser reportados por el agente al auditor, quien deberá verificar los registros correspondientes sin que se requiera en este caso su presencia en sitio.



8.1.2. Verificación de la Curva en la Región de entrega de potencia reactiva

Después de haber realizado las verificaciones iniciales, y de ser necesarios reajustes, se debe seguir el siguiente procedimiento, el cual aplica tanto para las pruebas auditadas en campo, como para las pruebas validadas por el auditor a través de registros.

1. Coordinar con el centro de control del CND el inicio de la prueba, el cual, a su vez, coordinará las consignas operativas requeridas antes y durante la prueba. Estas consignas pueden incluir consideraciones de topología y despacho particulares para los recursos de generación con el fin de evaluar la curva de cada planta de generación de energía renovable eólica y solar fotovoltaica. La planta se debe llevar a una de las potencias activas definidas para la prueba.
2. Asegúrese que la planta esté en modo de control automático de tensión.

En caso de que el CND o el agente identifiquen la necesidad de realizar las pruebas iniciando en un modo de control diferente al de tensión, previa revisión conjunta y evaluación de la posibilidad de las condiciones del sistema por parte del CND, se podrá realizar la prueba considerando una alternativa diferente.

3. Durante la realización de esta prueba el agente generador registrará las potencias activa, reactiva y la tensión en el punto donde se esté verificando el cumplimiento de la curva de carga según lo definido en el Artículo 4 del Acuerdo CNO 1563, con una resolución mínima de un dato por segundo utilizando un registrador con certificado de calibración vigente.
4. La realización de esta prueba requiere que la planta controle la variable que corresponda, según el modo de control que aplique, a un valor definido por el CND según las condiciones del sistema. Para lograr este valor, se pueden utilizar otras unidades de la zona de influencia, igualmente puede hacerse uso de equipos de compensación de reactivos o cambiadores de tomas de transformadores, en cuyo caso el CND coordinará las acciones necesarias para lograr el objetivo, sin violar los límites establecidos en tensiones o cargabilidad de elementos del sistema.
5. Si agotadas las consignas, la planta no puede llegar al límite esperado de entrega de reactiva por condiciones del sistema, este punto será declarado como Conforme y se consignará esta situación en el informe de resultados de la prueba.



6. Después de obtenido el valor de potencia reactiva máxima a la potencia activa seleccionada, la planta debe ser mantenida en este punto de operación mínimo durante 5 minutos para el registro de las variables de la prueba.
7. Una vez recolectados los datos para el primer punto de potencia activa en el modo de control de tensión, se deberá realizar la misma verificación de la curva de carga en la potencia activa definida, cambiando el modo de control a potencia reactiva y factor de potencia, tomando los registros definidos en el paso 3 por un tiempo mínimo de 1 minuto adicional para cada uno de los modos restantes. Previo al cambio del modo de control, se debe procurar que la consigna de la nueva variable a controlar sea igual o muy cercana a su medida en tiempo real, de forma que, al realizar el cambio del modo de control, se minimicen los cambios en el punto de operación. Según el caso la variable a controlar puede ser factor de potencia, potencia reactiva o tensión.
8. Una vez recolectados los datos para el primer punto de potencia activa en todos los modos de control, se debe realizar el mismo procedimiento anterior para los otros puntos acordados entre el CND y el agente, teniendo en cuenta lo establecido en el punto 5 del presente numeral.

Nota: Cuando la potencia activa disponible no alcance el valor nominal durante la primera prueba realizada y no se cuente con registros de operación, en los que se haya alcanzado en operación, considerando valores normales de tensión, la potencia reactiva máxima de entrega a la potencia activa nominal, se podrá realizar la prueba a esta potencia, considerando los intentos definidos en el Acuerdo CNO 1563. En este último caso, los resultados deberán ser reportados por el agente al auditor, quien deberá verificar los registros correspondientes sin que se requiera en este caso su presencia en sitio.



8.2. Certificados de calibración

8.2.1. Multimedidor Janitza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN			
 ESTUDIOS ELECTRICOS			
Estudios Electricos declara que el instrumento:			
Instrumento	Número de serie	Última calibración	
JANITZA 512 Pro	4201-5343	27/7/2023	
Fue calibrado siguiendo los lineamientos establecidos en el procedimiento EE-MP-2009-156_05 Control de Equipos habiéndose encontrado conforme y quedando habilitado para su uso.			
Para la calibración se emplearon los siguientes instrumentos patrón:			
Instrumento Patrón	Número de Serie:	Ultima calibración	Proxima calibración
Valija de Inyección OMICRON CMC 256 Plus	RC744S	28/3/2023	28/3/2024

Fecha de evaluación: 27/7/2023
Certificado número: EE-CI-2023-0975

Nombre Inspector: Leiss, Jorge
Firma:

**Power System Studies & Power Plant Field Testing and
Electrical Commissioning**

Figura 8.1. – Certificado de calibración UMG 512 PRO



8.1.1. Multimetro Schneider Electric

CAM COLOMBIA MULTISERVICIOS S.A.S. LABORATORIO DE ENSAYO Y/O CALIBRACIÓN DE MEDIDORES										LAB-PR-02-RS-03 VERSIÓN: 7 2020-10-01	
CERTIFICADO DE ENSAYO Y/O CALIBRACIÓN No. CAM-IM-2303-007670										PROTOCOLO No. SIP-002068/23	
INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE											
CLIENTE			DIRECCIÓN			CIUDAD			SOLICITUD DE SERVICIO		
ENGESA S.A. ESP			Cra. 15A No. 80-66, Piso 2			Bogotá D.C.			41016		
FECHA RECEPCIÓN	FECHA DE ENSAYO Y/O CALIBRACIÓN		FECHA DE EMISIÓN			FECHA DE VENCIMIENTO					
2303-03-21	2303-03-21		2303-03-21			2303-03-21					
INFORMACIÓN GENERAL											
CODIFICACIÓN NTC 4856											
CEEX: Conforme en el ensayo de Exactitud				CEVC: Conforme en el ensayo de Verificación de la Constante				CEFC: Conforme en el ensayo de Funcionamiento sin Carga			
CEAR: Conforme en el ensayo de Arranque				CEPD: Conforme en el ensayo de Propiedades Dieléctricas				NCEEX: No Conforme en el ensayo de Exactitud			
NCEVC: No Conforme en el ensayo de Verificación de la Constante				NCEFC: No Conforme en el ensayo de Funcionamiento sin Carga				NCEAR: No Conforme en el ensayo de Arranque			
NCEPD: No Conforme en el ensayo de Propiedades Dieléctricas											
OTRAS CODIFICACIONES											
U: Incertidumbre expandida de medicación				Ep: Error porcentual de distribución de energía				Esr: Error punto de prueba			
NVA: Porcentaje de error referido a la potencia aparente (S)				N.A.: No se realizó un ensayo				N1: No se realizó estampilla o sello			
In: Corriente básica				In: Corriente nominal / Un: Tensión nominal				Insk: Corriente máxima			
Imp: Impulsos / Rev: Revolución				kWh: Intervalo hora / kWhArt: solo voltio-amperio reactivo hora				Evc: Error Ensayo Verificación de la constante			
Sello (s) instalado (s)			Estampilla instalada			Protocolo Energía			Página		
01941380			N.A.			ACTIVA			IMPORTADA		
200000			200000			1 de 4			1 de 4		
DATOS DE CALIBRACIÓN Y ENSAYO											
Método de Ensayo y/o Calibración		Incertidumbre				Condiciones ambientales				Certificado de ensayo y/o calibración para	
El método empleado es la comparación diferencial de la magnitud y los patrones emitidos por el medidor objeto de prueba y los emitidos por el patrón los cuales son proporcionales a la energía y/o magnitud suministrada		La incertidumbre expandida (U) reportada ha sido estimada para cada punto obteniendo de la tabla de distribución t de Student, con un nivel de confianza del 95,45%				Los ensayos de calibración fueron realizados en instalaciones del cliente donde se presentaron las siguientes condiciones ambientales durante los ensayos				Un (1) medidor	
						TEMPERATURA 22,7 °C				HUMEDAD RELATIVA (HR) 38 %	
REFERENCIA PRUEBAS A CREDITADAS NTC 4856: 2018						TRAZABILIDAD METROLÓGICA					
Ensayo de Exactitud NTC 4856:2018, numeral 4.4.2.2 (Método de comparación de impulsos)						El equipo utilizado en la calibración y/o ensayos fue el CALPORT 300.3 con número de serie 30245, Marca MTE (con certificado de calibración No. 250532 del laboratorio de DIGITRON LTDA. Este equipo tiene trazabilidad con el patrón de referencia COM5002 con número de serie 090023142 Marca ZERA con certificado de calibración No. 7567 del laboratorio de ZERA GmbH, laboratorio que es el momento de la calibración cuenta con acreditación del DAAS, argentino que es firmante del acuerdo de reconocimiento mutuo multilateral con IAC.					
Ensayo de Verificación de la Constante NTC 4856:2018, numeral 4.4.3.2 (Método de distribución de energía)											
Ensayo de Arranque NTC 4856:2018, numeral 4.4.4.1 (Método de revoluciones o impulsos)											
Ensayo de Funcionamiento sin carga NTC 4856:2018, numeral 4.4.5.2.1 (Método de control de impulsos)											
Ensayo de Propiedades Dieléctricas NTC 4856:2018, numeral 4.4.1 (Ensayo de propiedades dieléctricas)											
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO											
No. Serie	Marca	Modelo	Tensión (V)	In (max) (A)	Tipo	Clase	In (max) (A)	Tensión (V)	Constante (imp/kWh)		
MW.1601A092-00	Schneider Electric	PowerLogicION8650	100-480	2,5(2)	3F4H	0,2S	5(10)	3x120/208	50000		
ENSAYOS											
ENSAYO DE FUNCIONAMIENTO SIN CARGA (EFC)		Condición de ensayo:		138 V	Tempo (Minutos)	25.0	Resultado:	± 1 Impulsos	Evaluación EFC:	CEFC	
ENSAYO DE ARRANQUE (EAR)		Condición de ensayo:		Un - 100% - In 0, 1% Cos φ = 1 R, S, T	Tempo (Minutos)	30.0	Resultado:	± 2 Impulsos	Evaluación EAR:	CEAR	
ENSAYO DE PROPIEDADES DIELECTRICAS (EPD)		Condición de ensayo:		N.A.	Tempo (Segundos)	N.A.	Presión atmosférica (kPa):	N.A.	Evaluación EPD:	N.A.	
ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE LA CONSTANTE (EVC)											
In (SA)	Lectura Inicial (kWh)	Lectura Final (kWh)	Energía Suministrada (kWh)	Esr (%VA)	Límite de error (%VA)(E)	Ep (%VA)	Evc (%VA)	Factor K	U (%VA)	Evaluación EVC	
1000.0	560738.2000	560739.2000	0.10	0.023	0.25	0.01	-0.01	2.00	0.100	CEVC	
ENSAYO DE EXACTITUD (CALIBRACIÓN) (EEX)											
No.	Descripción de la Prueba	Límite de Error (%VA) (E)		Error (%VA)		Factor K	U (%VA)	Evaluación			
1	Un 5% In Cos φ = 1 R, S, T	0.25		0.070		2.00	0.061	CEEX			
2	Un 100% In Cos φ = 1 R, S, T	0.25		0.050		2.00	0.050	CEEX			
3	Un 100% In Cos φ = 1 R	0.35		0.023		2.01	0.056	CEEX			
4	Un 100% In Cos φ = 1 S	0.35		0.023		2.01	0.061	CEEX			
5	Un 100% In Cos φ = 1 T	0.35		0.025		2.00	0.050	CEEX			
6	Un 100% In Cos φ = 0.5 R, S, T	0.40		0.033		2.00	0.070	CEEX			
7	Un 100% In Cos φ = 0.3 R, S, T	0.40		0.047		2.00	0.067	CEEX			
8	Un Insk Cos φ = 1 R, S, T	0.25		0.023		2.00	0.050	CEEX			
Observaciones											
El laboratorio no se hace responsable cuando la información es suministrada por el cliente en caso contrario, el descargo de responsabilidad lo asumirá el cliente											
Calibración y/o Ensayo realizados por:						Juan Carlos Peña C.			Tecnólogo Calibrador		
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN						FIRMA AUTORIZADA					
El medidor cumple con los ensayos especificados anteriormente mencionados en este certificado. Para verificar el cumplimiento de los requisitos de los ensayos, se realizó con los regímenes de decisión, indicados en la NTC 4856:2018 "Verificación Inicial y Posterior de Medidores de Energía Eléctrica"						APROBADO POR					
						Miguel Ángel Parra Coordinador Laboratorio de Calibración					
DECLARACIÓN											
CAM Colombia Multiservicios S.A.S con acreditación CRAC vigente a la fecha, con código de acreditación 11-LAB-050 y 11-LAC-025, bajo la norma ISO-IEC 17025:2017, cumple con los requisitos necesarios para el mantenimiento de la trazabilidad metrológica de los patrones de referencia del laboratorio con los correspondientes Patrones Nacionales. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido, este sólo cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite. Los resultados obtenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Los ensayos realizados se encuentran dentro del alcance de la acreditación anteriormente nombrada. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos ensayados y/o calibrados. El laboratorio realiza los ensayos y calibraciones a las muestras como se reciben por parte del cliente.											

Figura 8.2. – Certificado de calibración PowerLogicION8650 (1 de 4)



CAM COLOMBIA MULTISERVICIOS S.A.S. LABORATORIO DE ENSAYO Y/O CALIBRACIÓN DE MEDIDORES										LAB-PR-02-RC-03 VERSIÓN: 7 2020-10-01		
CERTIFICADO DE ENSAYO Y/O CALIBRACIÓN No. CAM-IM-2303-007670										PROTOCOLO No. SIP-002066/23		
INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE												
CLIENTE			DIRECCIÓN			CIUDAD			SOLICITUD DE SERVICIO			
EMGESA S.A. ESP			Cra. 15A No. 93-66, Piso 2			Bogotá D.C.			41016			
FECHA RECEPCIÓN		FECHA DE ENSAYO Y/O CALIBRACIÓN		FECHA DE EMISIÓN						2303-03-21		
INFORMACIÓN GENERAL CODIFICACIÓN NTC 4856												
CEEX: Conforme en el ensayo de Exactitud				CEVC: Conforme en el ensayo de Verificación de la Constante				CEFC: Conforme en el ensayo de Funcionamiento sin Carga				
CEAR: Conforme en el ensayo de Arranque				CEPD: Conforme en el ensayo de Propiedades Dieléctricas				NCEEX: No Conforme en el ensayo de Exactitud				
NCEVC: No Conforme en el ensayo de Verificación de la Constante				NCEFC: No Conforme en el ensayo de Funcionamiento sin Carga				NCEAR: No Conforme en el ensayo de Arranque				
NCEPD: No Conforme en el ensayo de Propiedades Dieléctricas												
OTRAS CODIFICACIONES												
U: Incertidumbre expandida de medición				Ep: Error porcentual clasificación de energía				Eex: Error punto de prueba				
NVA: Porcentaje de error referido a la potencia aparente (S)				N.A.: No se realiza un ensayo				N1: No se instala estampa o sello				
In: Contenido básico				In: Contenido nominal / Us: Tensión nominal				Inex: Contenido Máximo				
Imp: Impulsos / Rev: Revolución				MVR: Intervalo hora / kVAh: Intervalo amperio reactivo hora				Eex: Error Ensayo Verificación de la constante				
Sello (s) instalado (s)		Estampilla instalada		Protocolo Energía		Página				2 de 4		
01941039		N.A.		2966005		REACTIVA		IMPORTADA				
DATOS DE CALIBRACIÓN Y ENSAYO												
Método de Ensayo y/o Calibración			Incertidumbre			Condiciones ambientales			Certificado de ensayo y/o calibración para			
El método empleado es la comparación diferencial de la magnitud y/o los puentes emitidos por el medidor objeto de prueba y los emitidos por el patrón los cuales son proporcionales a la energía y/o magnitud suministrada.			La incertidumbre expandida (U) reportada ha sido estimada para cada punto multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura k obtenido de la tabla de distribución t de Student, con un nivel de confianza de 95,45%.			Los ensayos de calibración fueron realizados en instalaciones del cliente, donde se presentaron las siguientes condiciones ambientales durante los ensayos:			Un (1) medidor			
						TEMPERATURA 22,7 °C			HUMEDAD RELATIVA (HR) 38 %			
REFERENCIA PRUEBAS ACREDITADAS NTC 4856:2018						TRAZABILIDAD METROLOGICA						
Ensayo de Exactitud: NTC 4856:2018, numeral 4.4.2.2 (Método de comparación lin de impulsos)						El equipo utilizado en la calibración y/o ensayos fue el CALPORT 300.3 con número de serie 30345, Marca MTE con certificado de calibración No. 256532 del laboratorio de DIGITRON LTDA. Este equipo tiene trazabilidad con el patrón de referencia COM3803 con número de serie 059823142 Marca ZERA con certificado de calibración No. 7567 del laboratorio de ZERA GmbH, laboratorio que en el momento de la calibración cuenta con acreditación del OAKA, organismo que es firmante del acuerdo de reconocimiento mutuo multilateral (con ILAC).						
Ensayo de Verificación de la Constante: NTC 4856:2018, numeral 4.4.3.2 (Método de clasificación de energía)												
Ensayo de Arranque: NTC 4856:2018, numeral 4.4.4.1 (Método de revoluciones o impulsos)												
Ensayo de Funcionamiento sin carga: NTC 4856:2018, numeral 4.4.5.2.1 (Método de conteo de impulsos)												
Ensayo de Propiedades Dieléctricas: NTC 4856:2018, numeral 4.4.1 (Ensayo de propiedades dieléctricas)												
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO						CARACTERÍSTICAS DE PRUEBA						
No. Serie	Marca	Modelo	Tensión (V)	In (Imax) (A)	Tipo	Clase	In (Imax) (A)	Tensión (V)	Constante (Imp/kVAh)			
MTR-1601A292-02	SchneiderElectr.	PowerLogicION8650	100-400	2,0(20)	3F4W	2	1(10)	3x120/208	10000			
ENSAYOS												
ENSAYO DE FUNCIONAMIENTO SIN CARGA (EFC)		Condición de ensayo:		120 V	Tempo (Minutos)	13,5	Resultado:	±1 impulsos	Evaluación EFC:	CEFC		
ENSAYO DE ARRANQUE (EAR)		Condición de ensayo:		Un - 100% - In 0,3% Sen φ = 1 R, S, T	Tempo (Minutos)	16,7	Resultado:	±2 impulsos	Evaluación EAR:	CEAR		
ENSAYO DE PROPIEDADES DIELECTRICAS (EPD)		Condición de ensayo:		N.A.	Tempo (Segundos)	N.A.	Presión atmosférica (kPa):	N.A.	Evaluación EPD:	N.A.		
ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE LA CONSTANTE (EVC)												
In (%A)	Lectura Inicial (kVAh)	Lectura Final (kVAh)	Energía Suministrada (kVAh)	Eex (%WA)	Límite de error (%WA)(±)	Ep (%WA)	Evc (%WA)	Factor K	U (%WA)	Evaluación EVC		
1000.0	1285124,2860	1285124,3000	610	0,018	2,50	0,01	-0,01	2,00	0,11	CEVC		
ENSAYO DE EXACTITUD (CALIBRACIÓN) (EEX)												
No.	Descripción de la Prueba			Límite de Error (%WA) (±)		Error (%WA)		Factor K		U (%WA)		Evaluación
1	Un 5% In Sen φ = 1 R, S, T			3,00		0,012		2,00		0,091		CEEX
2	Un 100% In Sen φ = 1 R, S, T			2,00		0,030		2,02		0,095		CEEX
3	Un 100% In Sen φ = 1 R			3,00		0,011		2,00		0,091		CEEX
4	Un 100% In Sen φ = 1 S			3,00		0,050		2,01		0,096		CEEX
5	Un 100% In Sen φ = 1 T			3,00		0,019		2,00		0,091		CEEX
6	Un 100% In Sen φ = 0,5i R, S, T			3,00		0,044		2,00		0,099		CEEX
7	Un Imax Sen φ = 1 R, S, T			2,00		0,018		2,00		0,092		CEEX
Observaciones												
El laboratorio no se hace responsable cuando la información es suministrada por el cliente en caso contrario, el descargo de responsabilidad lo asumirá el cliente.												
Calibración y/o Ensayo realizados por:						Juan Carlos Peña C.			Tecnólogo Calibrador			
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN						FIRMA AUTORIZADA						
El medidor cumple con los ensayos especificados anteriormente mencionados en este certificado. Para verificar el cumplimiento de los requisitos de los ensayos, se evalúa con los reglas de decisión indicadas en la NTC 4856:2018 "Verificación Inicial y Posterior de Medidores de Energía Eléctrica".						APROBADO POR:						
						Miguel Ángel Parra Coordinador Laboratorio de Calibración						
DECLARACIÓN												
CAM Colombia Multiservicios S.A.S con acreditación ONAC vigente a la fecha, con código de acreditación 11-LAB-055 y 11-LAC-055, bajo la norma ISO-IEC 17025:2017, cumple con los requisitos necesarios para el mantenimiento de la trazabilidad metrológica de los patrones de referencia del laboratorio con los correspondientes Patrones Nacionales. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite. Los resultados obtenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Los ensayos realizados se encuentran dentro del alcance de la acreditación anteriormente mencionada. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos ensayados y/o calibrados. El laboratorio realiza los ensayos y calibraciones a las muestras como se reciben por parte del cliente.												

Figura 8.3. – Certificado de calibración PowerLogicION8650 (2 de 4)



CAM COLOMBIA MULTISERVICIOS S.A.S. LABORATORIO DE ENSAYO Y/O CALIBRACIÓN DE MEDIDORES										LAB-PR-02-R3-03 VERSIÓN: 7 2023-10-01	
CERTIFICADO DE ENSAYO Y/O CALIBRACIÓN No. CAM-IM-2305-007670										PROTOCOLO No. SIP-002070/23	
INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE											
CLIENTE			DIRECCIÓN			CIUDAD			SOLICITUD DE SERVICIO		
EMGESA S.A. ESP			Cra. 13A No. 30-50, Piso 2			Bogotá D.C.			41016		
FECHA RECEPCIÓN		FECHA DE ENSAYO Y/O CALIBRACIÓN		FORMA DE MEDICIÓN						2023-03-21	
2023-03-21		2023-03-21		#FCHA DE MEDICIÓN						2023-03-21	
INFORMACIÓN GENERAL											
CODIFICACIÓN NTC 4856											
CEEX: Conforme en el ensayo de Exactitud				CEVC: Conforme en el ensayo de Verificación de la Constante				CEFC: Conforme en el ensayo de Funcionamiento sin Carga			
CEAR: Conforme en el ensayo de Arranque				CEPD: Conforme en el ensayo de Propiedades Dieléctricas				INCEEX: No Conforme en el ensayo de Exactitud			
INCEVC: No Conforme en el ensayo de Verificación de la Constante				INCEFC: No Conforme en el ensayo de Funcionamiento sin Carga				INCEAR: No Conforme en el ensayo de Arranque			
INCEPD: No Conforme en el ensayo de Propiedades Dieléctricas											
OTRA CODIFICACIONES											
U: Incertidumbre expandida de medida				Ep: Error porcentual de indicación de energía				Est: Error punto de prueba			
%VA: Porcentaje de error referido a la potencia aparente (S)				N.A.: No se realiza un ensayo				N.I.: No se instala calibración o solo			
B: Corriente básica				In: Corriente nominal / Un: Tensión nominal				Imax: Corriente Máxima			
Imp: Impulsos / Rev: Revolución				kWh: kWh estándar hora / kWhAr: kWh estándar amperios reactivo hora				Evec: Error Ensayo Verificación de la constante			
Saldo (s) instalado (s)			Estampilla instalada			Protocolo Energía			Página		
01041380 N.A.			2060000			ACTIVA EXPORTADA			3 de 4		
DATOS DE CALIBRACIÓN Y ENSAYO											
Método de Ensayo y/o Calibración		Incertidumbre			Condiciones ambientales				Certificado de ensayo y/o calibración para		
El método empleado es la comparación diferencial de la magnitud y/o los patrones entidos por el medidor (Método de prueba) y los entidos por el patrón los cuales son proporcionales a la energía y/o magnitud suministrada.		La incertidumbre expandida (U) reportada ha sido estimada para cada punto multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura k, obteniendo de la tabla de distribución t de Student, con un nivel de confianza del 95,45%.			Los ensayos de calibración fueron realizados en instalaciones del cliente donde se presentaron las siguientes condiciones ambientales durante los ensayos:				Un (1) medidor		
					TEMPERATURA 22,7 °C		HUMEDAD RELATIVA (HR) 38 %				
REFERENCIA PRUEBAS ACREDITADAS NTC 4856:2018						TRAZABILIDAD METROLOGICA					
Ensayo de Exactitud NTC 4856:2018, numeral 4.4.2.2 (Método de comparación de impulsos)						El equipo utilizado en la calibración y/o ensayos fue el CALPORT 300.3 con número de serie 30245, Marca MTE con certificado de calibración No. 256332 del laboratorio de DIGITRON LTDA. Este equipo tiene trazabilidad con el patrón de referencia CGM0003 con número de serie 050022142 Marca ZERA con certificado de calibración No. 1957 del laboratorio de ZERA Group, laboratorio que en el momento de la calibración cuenta con acreditación del DAAS, organismo que es firmante del acuerdo de reconocimiento mutuo multilateral con IAC.					
Ensayo de Verificación de la Constante NTC 4856:2018, numeral 4.4.3.2 (Método de dosificación de energía)											
Ensayo de Arranque NTC 4856:2018, numeral 4.4.4.1 (Método de revoluciones o impulsos)											
Ensayo de Funcionamiento sin carga NTC 4856:2018, numeral 4.4.5.1 (Método de conteo de impulsos)											
Ensayo de Propiedades Dieléctricas NTC 4856:2018, numeral 4.4.1 (Ensayo de propiedades dieléctricas)											
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO											
No. Serie	Marca	Modelo	Tensión (V)	In (max) (A)	Tipo	Clase	In (max) (A)	Tensión (V)	Constante (Imp/kWh)		
MW-160-1A00D-00	SchneiderElectric	PowerLogicION8650	100-480	2.5(20)	3FAH	0.2S	5(10)	3x120/008	10000		
ENSAYOS											
ENSAYO DE FUNCIONAMIENTO SIN CARGA (EFC)		Condición de ensayo:		138 V	Tiempo (Minutos)	25.0	Resultado:	≤ 1 Impulsos	Evaluación EFC:	CEFC	
ENSAYO DE ARRANQUE (EAR)		Condición de ensayo:		Un - 100% - In 0.1% Cos φ = -1 R, S, T	Tiempo (Minutos)	50.0	Resultado:	≥ 2 Impulsos	Evaluación EAR:	CEAR	
ENSAYO DE PROPIEDADES DIELECTRICAS (EPD)		Condición de ensayo:		N.A.	Tiempo (Segundos)	N.A.	Presión atmosférica (kPa):	N.A.	Evaluación EPD:	N.A.	
ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE LA CONSTANTE (EVC)											
In (%A)	Lectura Inicial (kWh)	Lectura Final (kWh)	Energía Suministrada (kWh)	Err (%VA)	Límite de error (%VA)(S)	Ep(%VA)	Evec (%VA)	Factor K	U (%VA)	Evaluación EVC	
1000.0	4810095.2000	4810095.2000	0.10	0.017	0.25	0.01	-0.01	2.00	0.11	CEVC	
ENSAYO DE EXACTITUD (CALIBRACIÓN) (EEX)											
No.	Descripción de la Prueba			Límite de Error (%VA) (S)		Error (%VA)	Factor K	U (%VA)	Evaluación		
1	Un - 5% In Cos φ = -1 R, S, T			0.25		0.017	2.00	0.060	CEEX		
2	Un - 100% In Cos φ = -1 R, S, T			0.25		0.044	2.00	0.060	CEEX		
3	Un - 100% In Cos φ = -1 R			0.35		0.030	2.01	0.060	CEEX		
4	Un - 100% In Cos φ = -1 S			0.35		0.036	2.00	0.060	CEEX		
5	Un - 100% In Cos φ = -1 T			0.35		0.033	2.00	0.060	CEEX		
6	Un - 100% In Cos φ = -0.5 R, S, T			0.40		0.032	2.05	0.077	CEEX		
7	Un - 100% In Cos φ = -0.5 R, S, T			0.40		0.022	2.01	0.069	CEEX		
8	Un - max Cos φ = -1 R, S, T			0.25		0.017	2.00	0.060	CEEX		
Observaciones											
El laboratorio no se hace responsable cuando la información es suministrada por el cliente en caso contrario, el descargo de responsabilidad lo asumirá el cliente.											
Calibración y/o Ensayo realizados por:						Juan Carlos Peña C.			Tecnólogo Calibrador		
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN						FIRMA AUTORIZADA					
El medidor cumple con los ensayos especificados anteriormente mencionados en este certificado. Para verificar el cumplimiento de los requisitos de los ensayos, se evalúa con los reglas de decisión indicadas en la NTC 4856:2018 "Verificación Inicial y Posterior de Medidores de Energía Dieléctrica".						APROBADO POR					
						Miguel Ángel Parra Coordinador Laboratorio de Calibración					
DECLARACIÓN											
CAM Colombia Multiservicios S.A.S con acreditación ONAC vigente a la fecha, con código de acreditación 11-LAB-005 y 11-LAC-005, bajo la norma ISO-IEC 17025:2017, cumple con los requisitos necesarios para el mantenimiento de la trazabilidad metrológica de los patrones de referencia del laboratorio con los correspondientes Patrones Nacionales. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite. Los resultados obtenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Los ensayos realizados se encuentran dentro del alcance de la acreditación anteriormente nombrada. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos ensayados y/o calibrados. El laboratorio realiza los ensayos y calibraciones a las muestras como se reciben por parte del cliente.											

Figura 8.4. – Certificado de calibración PowerLogicION8650 (3 de 4)



CAM COLOMBIA MULTISERVICIOS S.A.S. LABORATORIO DE ENSAYO Y/O CALIBRACIÓN DE MEDIDORES										LAB-PR-02-RG-03 VERSIÓN: 7 2020-10-01	
CERTIFICADO DE ENSAYO Y/O CALIBRACIÓN No. CAM-IM-2303-907670										PROTOCOLO No. SIP-002071/23	
INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE											
CLIENTE			DIRECCIÓN			CIUDAD			SOLICITUD DE SERVICIO		
EMGESA S.A. ESP			Cra. 13A No. 93-66, Piso 2			Bogotá D.C.			41016		
FECHA RECEPCIÓN		FECHA DE ENSAYO Y/O CALIBRACIÓN		FECHA DE EMISIÓN							
2303-03-21		2303-03-21								2303-03-21	
INFORMACIÓN GENERAL CODIFICACIÓN NTC 4856											
CEEX: Conforme en el ensayo de Exactitud				CEVC: Conforme en el ensayo de Verificación de la Constante				CEFC: Conforme en el ensayo de Funcionamiento sin Carga			
CEAR: Conforme en el ensayo de Arranque				CEPD: Conforme en el ensayo de Propiedades Dieléctricas				NCEEX: No Conforme en el ensayo de Exactitud			
NCEVC: No Conforme en el ensayo de Verificación de la Constante				NCEFC: No Conforme en el ensayo de Funcionamiento sin Carga				NCEAR: No Conforme en el ensayo de Arranque			
NCEPD: No Conforme en el ensayo de Propiedades Dieléctricas											
OTRAS CODIFICACIONES											
U: Incertidumbre expandida de medición				Ep: Error porcentual dosificación de energía				Eex: Error punto de prueba			
NVA: Porcentaje de error referido a la potencia aparente (S)				N.A.: No se realiza un ensayo				N.I.: No se instala estampa o sello			
Ib: Corriente básica				In: Corriente nominal / Ur: Tensión nominal				Imax: Corriente Máxima			
Imp: Impulsos / Rev: Revolución				MVA: kilovatio hora / kVAh: kilo voltio-amperio reactivo hora				Eex: Error Ensayo Verificación de la constante			
Sello (s) instalado (s)		Estampa (s) instalada		Protocolo Energía				Página			
01041399		N.A.		2303035		REACTIVA		EXPORTADA		4 de 4	
DATOS DE CALIBRACIÓN Y ENSAYO											
Método de Ensayo y/o Calibración			Incertidumbre			Condiciones ambientales			Certificado de ensayo y/o calibración para		
El método empleado es la comparación diferencial de la magnitud y/o los pulsos emitidos por el medidor sujeto de prueba y los emitidos por el patrón los cuales son proporcionales a la energía y/o magnitud suministrada.			La incertidumbre expandida (U) reportada ha sido estimada para cada punto multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura k, obteniendo de la tabla de distribución t de Student, con un nivel de confianza del 90.45%.			Los ensayos de calibración fueron realizados en instalaciones del cliente, donde se presentaron las siguientes condiciones ambientales durante los ensayos:			Un (1) medidor		
						TEMPERATURA 22,7 °C			HUMEDAD RELATIVA (HR) 38 %		
REFERENCIA PRUEBAS ACREDITADAS NTC 4856 2018						TRAZABILIDAD METROLOGICA					
Ensayo de Exactitud NTC 4856 2018, numeral 4.4.2.2 (Calibración por el método de comparación de impulsos)						El equipo utilizado en la calibración y/o ensayos fue el CALPORT 300.3 con número de serie 18245, Marca NITE con certificado de calibración No. 256832 del laboratorio de DIGITRON LTDA. Este equipo tiene trazabilidad con el patrón de referencia COM3805 con número de serie 059823142 Marca ZERA con certificado de calibración No. 7597 del laboratorio de ZERA GmbH, laboratorio que en el momento de la calibración cuenta con acreditación del DAMis, organismo que es firmante del acuerdo de reconocimiento mutuo multilateral con IAC.					
Ensayo de Verificación de la Constante NTC 4856 2018, numeral 4.4.3.2 (Método de dosificación de energía)											
Ensayo de Arranque NTC 4856 2018, numeral 4.4.4.1 (Método de revoluciones o impulsos)											
Ensayo de Funcionamiento sin carga NTC 4856 2018, numeral 4.4.5.2.1 (Método de conteo de impulsos)											
Ensayo de Propiedades Dieléctricas NTC 4856 2018, numeral 4.4.1 (Ensayo de propiedades dieléctricas)											
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO						CARACTERÍSTICAS DE PRUEBA					
No. Serie	Marca	Modelo	Tensión (V)	In (Imax) (A)	Tipo	Clase	In (Imax) (A)	Tensión (V)	Constante (ImpkVAh)		
MW-1601A252-02	SchneiderElectric	PowerLogic CH650	100-480	2,5(20)	3F4L	2	1(10)	3K120/205	10000		
ENSAYOS											
ENSAYO DE FUNCIONAMIENTO SIN CARGA (EFC)		Condición de ensayo:		130 V	Tempo (Minutos)	13,3	Resultado:	± 1 impulsos	Evaluación EFC:	CEFC	
ENSAYO DE ARRANQUE (EAR)		Condición de ensayo:		Un - 100% - 10.0% Sen g = - 1 R, S, T	Tempo (Minutos)	16,7	Resultado:	± 2 impulsos	Evaluación EAR:	CEAR	
ENSAYO DE PROPIEDADES DIELECTRICAS (EPD)		Condición de ensayo:		N.A.	Tempo (Segundos)	N.A.	Presión atmosférica (kPa):	N.A.	Evaluación EPD:	N.A.	
ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE LA CONSTANTE (EVC)											
In (mA)	Lectura Inicial (kVAh)	Lectura Final (kVAh)	Energía Suministrada (kVAh)	Eex (%VA)	Límite de error (%VA)(±)	Ep (%VA)	Evc (%VA)	Factor K	U (%VA)	Evaluación EVC	
1000.0	1.4867.6030	1.4868.0030	0.10	0.020	2.50	0.01	-0.01	2.00	0.12	CEVC	
ENSAYO DE EXACTITUD (CALIBRACIÓN) (EEX)											
No.	Descripción de la Prueba			Límite de Error (%VA) (±)	Error (%VA)	Factor K	U (%VA)	Evaluación			
1	Un - 5% In Sen g = - 1 R, S, T			3.00	0.012	2.00	0.001	CEEX			
2	Un - 100% In Sen g = - 1 R, S, T			2.50	0.07	2.00	0.12	CEEX			
3	Un - 100% In Sen g = - 1 R			3.50	0.041	2.00	0.090	CEEX			
4	Un - 100% In Sen g = - 1 S			3.50	0.022	2.00	0.092	CEEX			
5	Un - 100% In Sen g = - 1 T			3.50	0.018	2.00	0.092	CEEX			
6	U0 - 100% In Sen g = - 0.5I R, S, T			3.00	0.035	2.00	0.099	CEEX			
7	Un - Imax Sen g = - 1 R, S, T			2.50	0.030	2.00	0.092	CEEX			
Observaciones											
El laboratorio no se hace responsable cuando la información es suministrada por el cliente en caso contrario, el descargo de responsabilidad lo asumirá el cliente.											
Calibración y/o Ensayo realizados por:						Juan Carlos Peña C.			Tecnólogo Calibrador		
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN						FIRMA AUTORIZADA					
El medidor cumple con los ensayos especificados anteriormente mencionados en este certificado. Para verificar el cumplimiento de los requisitos de los ensayos, se evalúa con las reglas de decisión indicadas en la NTC 4856 2018 "Verificación Inicial y Posterior de Medidores de Energía Eléctrica".						APROBADO POR					
						Miguel Ángel Parra Coordinador Laboratorio de Calibración					
DECLARACIÓN											
CAM Colombia Multiservicios S.A.S con acreditación ONAC vigente a la fecha, con código de acreditación 11-LAB-053 y 11-LAC-055, bajo la norma ISO/IEC 17025 2017, cumple con los requisitos necesarios para el mantenimiento de la trazabilidad metrológica de los patrones de referencia del laboratorio con los correspondientes Patrones Nacionales. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite. Los resultados obtenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Los ensayos realizados se encuentran dentro del alcance de la acreditación anteriormente mencionada. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos ensayados y/o calibrados. El laboratorio realiza los ensayos y calibraciones a las muestras como se reciben por parte del cliente.											

Figura 8.5. – Certificado de calibración PowerLogicION8650 (4 de 4)



Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente.