

Anexo 3. Informe estándar de presentación de resultados de las pruebas de verificación de la curva de capacidad de las plantas solares fotovoltaicas y eólicas conectadas al STN y STR

Subcomité de Controles



Revisión	Fecha	Descripción
0	2022-05-03	Actualización del Anexo 1

En este anexo se presenta el índice con la información mínima que debe contener el reporte de resultados de las pruebas de verificación de la curva de carga de las plantas solares fotovoltaicas y eólicas conectadas al STN y STR.

Índice

1 INTRODUCCIÓN	3
1.1 Nomenclatura	3
2 DATOS GENERALES DE LA AUDITORÍA.....	3
3 INFORMACIÓN DE LA PLANTA	3
3.1 Datos característicos.....	3
3.2 Curva de capacidad propuesta y características de corrección por tensión ...	4
4 EQUIPOS DE MEDICIÓN	4
4.1 Equipos empleados.....	4
4.2 Puntos de medición	5
5 CÁLCULO DE ERRORES	5
6 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS.....	7
6.1 Tabla de resultados	7
6.2 Curva de capacidad a declarar	9
6.3 Detalle de evaluación de cumplimiento.....	10
6.3.1 Detalle Región de Entrega de Potencia Reactiva.....	10
6.3.2 Detalle Región de Absorción de potencia reactiva	11
6.4 Tendencias	12
7..... CONCLUSIONES	13
8 ANEXO I	14
8.1 Certificados de calibración	14

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe documenta los resultados obtenidos en la auditoría de las pruebas de verificación de la curva de capacidad de la planta XX. Dichas pruebas fueron realizadas siguiendo los lineamientos establecidos en la regulación vigente.

Las pruebas fueron llevadas a cabo el/los días XXXX.

Como resultado de la auditoría se obtiene que la planta XX **CUMPLE/NO** cumple con la curva de capacidad declarada dentro de las tolerancias establecidas.

1.1 Nomenclatura

En el presente documento se empleará la siguiente nomenclatura:

V _i	Tensión en el punto donde se verifica la curva
P	Potencia activa de la planta en el punto donde se verifica la curva
Q	Potencia reactiva de la planta en el punto donde se verifica la curva
VREF	Referencia de Tensión

2 DATOS GENERALES DE LA AUDITORÍA

- Planta: XXXX
- Auditor: Nombre del Auditor
- Fecha de las pruebas: Día – mes – Año

3 INFORMACIÓN DE LA PLANTA

3.1 Datos característicos

La planta ensayada es la XX. Los datos nominales de la misma son los siguientes:

- Corriente nominal de la planta (kA): XX
- Potencia activa nominal (MW): XX

- Tensión nominal en bornes de inversor (kV): XX
- Tensión nominal en el punto de conexión (kV): XX
- Tensión nominal en el lado de alta del transformador de generación (kV): XX

3.2 Curva de capacidad propuesta y características de corrección por tensión

En la Figura 3-1 se presentan los puntos operativos a verificar acordados entre el Agente y el CND.

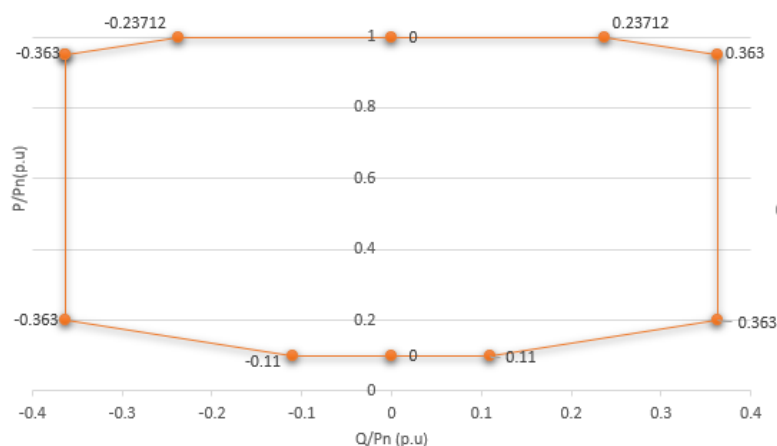


Figura 3-1: Ejemplo de Curva de capacidad propuesta

Se debe suministrar en esta sección la función matemática o una familia de curvas con un paso de tensión de 0.01 p.u. desde una tensión en el punto donde se verifica la curva de 0.9 p.u. a 1.1 p.u., que permita calcular la potencia reactiva de acuerdo con la tensión que se tenga en el punto donde se verifica la curva.

4 EQUIPOS DE MEDICIÓN

4.1 Equipos empleados

Para las mediciones realizadas se emplearon los equipos listados en la Tabla 4-1.

Equipo	Marca	Modelo	Número de serie	Clase
Registrador	XXX	XXX	XXX	0.4% lectura 0.1% rango
CT	XXX	A1	XXX	0.5
PT	XXX	B1	XXX	0.5
SCADA	XXX	Infi90	-	-

Tabla 4-1: Equipos de medición utilizados

4.2 Puntos de medición

Para las mediciones realizadas se utilizaron los puntos medición detallados en la Tabla 4-2.

Medición	Tablero	Borne	Escala	Equipo utilizado
Potencia Activa y Reactiva	-	-	-	Registrador

Tabla 4-2: Puntos de medición

5 CÁLCULO DE ERRORES

De acuerdo a los datos recolectados en planta se realiza el cálculo de los errores de medición según las expresiones detalladas a continuación.

E_{CT} : clase 0.5, relación 2500/5A

E_{PT} : clase 0.5, relación 14400/120V

E_R : error 0.4% lectura + 0.1%rango

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Según el tipo de registrador se debe calcular el error de medición reportando la fuente bibliográfica que define el cálculo del equipo de medición correspondiente (Emr). A continuación, se presenta el cálculo del error relativo de la medición definido para un equipo como la raíz de la suma de los cuadrados de los errores relativos de CT, PT y equipo de medición:

$$Emr = \sqrt{E_{CT}^2 + E_{PT}^2 + E_R^2}$$

La clase de los instrumentos es el error absoluto referido a escala completa. Si se considera al error relativo de cada instrumento como su clase se lleva a cabo una aproximación conservadora, tal como lo dicta dicha normativa.

Para el caso del medidor digital, se asume como clase la suma del error de rango (clase propiamente dicha) más el de lectura. De este modo se considera el máximo error posible, ya que el mismo será igual al error absoluto sobre fondo de escala.

Siguiendo el ejemplo anterior, el cálculo del error queda:

$$Emr = \sqrt{0.005^2 + 0.005^2 + 0.005^2} = 0.00866$$

Con base en el resultado anterior y los valores primarios de transformación del CT y el PT se calcula el error absoluto en la medida de potencia reactiva de la siguiente forma:

$$Ema = \sqrt{3} * Emr * CT_{Prim} * PT_{Prim}$$

$$Ema = \sqrt{3} * 0.00866 * 7000 * 14400 / 1 * 10^6 = 1.512 \text{ MVAR}$$

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

6 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

6.1 Tabla de resultados

La Tabla 6-1 detalla los puntos obtenidos de las pruebas realizadas.

- En la columna Región se debe indicar si se trata de entrega de potencia reactiva o absorción de potencia reactiva.
- En la columna modo de control se debe indicar si es tensión, potencia reactiva o factor de potencia.
- En la columna de Hora se debe indicar el momento en el que se alcanza el punto.
- La columna de puntos objetivo indica los puntos esperados de potencia reactiva.
- La columna de promedio corregido presenta el valor promedio de potencia reactiva de la serie de puntos obtenidos para cada condición operativa P-Q.
- La columna de V_t , indica la tensión en el punto donde se verifica la curva.
- La columna Causa de limitación debe indicar qué activó la limitación en la planta o si la limitación obedece al sistema.
- En observaciones se debe indicar qué ocurrió anormal en la prueba como por ejemplo si se activaron alarmas por condiciones de temperatura. Asimismo, se debe indicar si la prueba a potencia nominal se realizó individualmente o se validó a través de registros de la operación.

Punto	Región	Modo de control	Hora	Punto objetivo		Promedio corregido	V_t [p.u.]	Cumple	Causa de limitación	Observaciones
				P	Q	Q				

				[p.u]	[p.u]	[p.u]				
1										
2										
3										
4										
5										
6										

Tabla 6-1: Resultados de las pruebas

6.2 Curva de capacidad a declarar

En la Figura 6-1 se presenta un ejemplo de la curva de capacidad verificada a declarar. Se muestran los puntos operativos obtenidos (naranja) y la curva de carga mínima (azul) definida por la regulación.

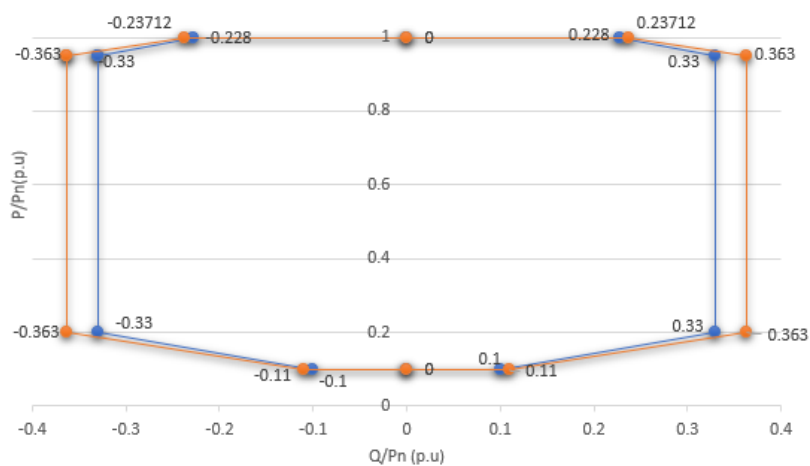


Figura 6-1 Curva de capacidad verificada

La curva a declarar como resultado de las pruebas de verificación será la obtenida durante las pruebas correspondientes y en ninguno de los casos podrá ser inferior a la curva de referencia definida en el numeral Cuarto del presente Acuerdo.

6.3 Detalle de evaluación de cumplimiento

6.3.1 Detalle Región de Entrega de Potencia Reactiva

En la Figura 6-2 se presenta el detalle de los puntos correspondientes a la región de entrega de potencia reactiva. Como se aprecia, todos los puntos se encuentran dentro de la tolerancia prevista por el Acuerdo CNO XXX.

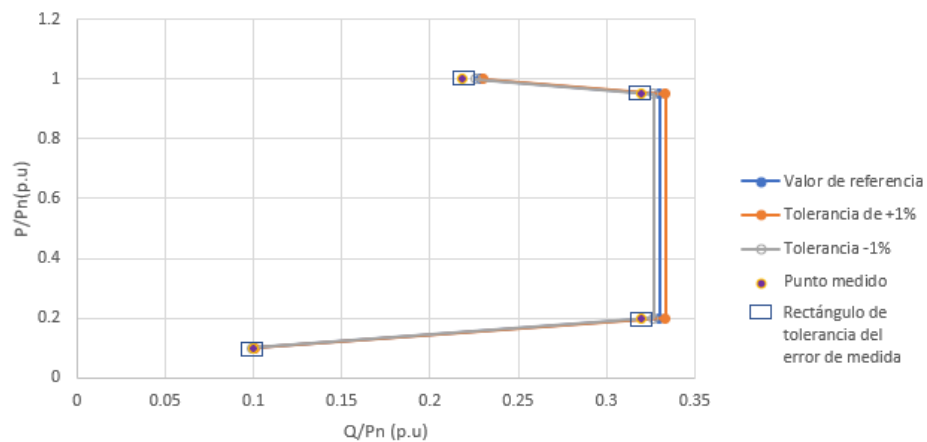


Figura 6-2 Detalle de región de entrega de potencia reactiva

6.3.2 Detalle Región de Absorción de potencia reactiva

En la Figura 6-3 se presenta el detalle de la región de absorción de potencia reactiva. Como se aprecia, todos los puntos se encuentran dentro de la tolerancia prevista por el Acuerdo CNO XXX.

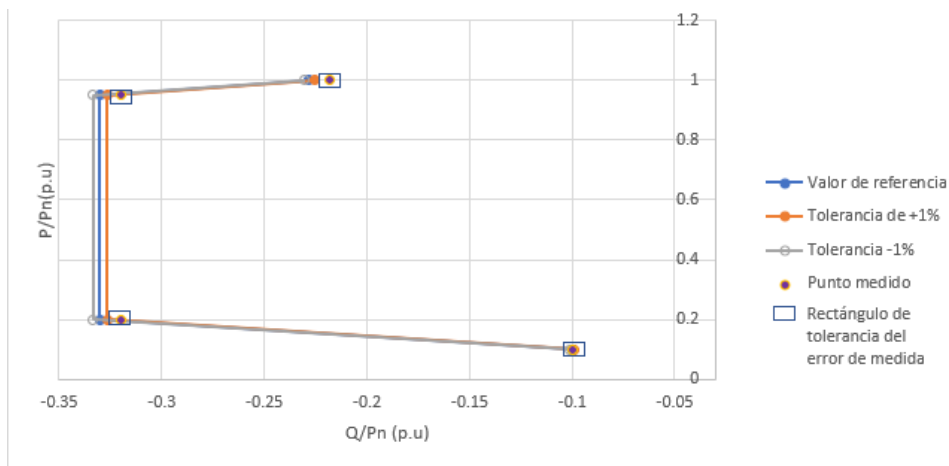


Figura 6-3 Detalle de región de absorción de potencia reactiva

6.4 Tendencias

En este capítulo se deben incluir los registros de potencia activa, reactiva, tensión y temperatura de algún elemento (si esta es la que limita) para cada uno de los niveles de carga tanto para la región de entrega de potencia reactiva como de absorción de potencia reactiva.

7 CONCLUSIONES

La planta XXX ha sido sometida a una Auditoría de Pruebas de verificación de la curva de capacidad. La misma ha sido llevada a cabo bajo los lineamientos establecidos en el Acuerdo CNO XXX.

En función de lo realizado puede concluirse que:

- Se alcanzaron los puntos definidos para dar cumplimiento con las pruebas de verificación de la curva de carga sin originarse oscilaciones indeseadas.
- Dado que por condiciones del sistema no fue posible alcanzar el punto de potencia reactiva a una de las potencias activas planeadas, este punto se considera satisfactorio y por lo tanto se declara el valor de potencia reactiva esperado.
- 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 la planta XXX:

CUMPLE/NO CUMPLE CON LA CURVA DE CAPACIDAD DECLARADA

Nombre de la empresa:

Nombre del auditor:

Firma del auditor:

Fecha:

8 ANEXO I

8.1 Certificados de calibración

A continuación se deben incluir los certificados de calibración de los equipos empleados en las pruebas,



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ingeniería

DEPARTAMENTO DE ELECTROTECNIA
PASEO COLÓN 850



LABORATORIO ELÉCTRICO DE METROLOGÍA

Descripción: MULTÍMETRO DIGITAL DE 6 ½ DÍGITOS

Marca y Modelo: FLUKE, 8845A

N° de Certificado: 5156

Serie y N°: 1822003

Fecha: 21-12-11

Requerido por: ESTUDIOS ELÉCTRICOS S.R.L.
San Luis 760, 5° A, Rosario, Santa Fe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

El Instrumento ha sido inspeccionado y ensayado en nuestro Laboratorio en las Condiciones de Referencia establecidas por el fabricante, utilizando el Procedimiento de Calibración código LEM PR-DT-011. Se ha verificado que en todas sus funciones y respectivos rangos, **cumple** con las Exactitudes especificadas en las páginas 1-10 a 1-18 del Manual de Instrucciones.[#] Esta declaración de cumplimiento tiene en cuenta la Incertidumbre expandida de la Calibración:
 $V_{CC} \pm 10 \text{ ppm}$; $A_{CC} \pm 100 \text{ ppm}$; $V_{CA}, A_{CA} \pm 0,06 \%$; $\Omega \pm 10 \text{ ppm}$; $> 10 \text{ M}\Omega \pm 0,25 \%$; $\text{Hz} \pm 10 \text{ ppm}$; evaluadas en base a la incertidumbre estándar (tipo B) de una distribución rectangular, multiplicada por un factor de cobertura de 1,65 correspondiente a una probabilidad de cobertura del 95 %.^{*}

Condiciones ambientales: Temperatura (23±1) °C - HR 55 al 75%.

Este Certificado no atribuye al instrumento de medición otras características que las mostradas por los datos aquí contenidos. Los resultados se refieren al momento y condiciones establecidas en la calibración, conforme a las pertinentes normas o especificaciones del Manual de Instrucciones.

La evidencia de la Trazabilidad a patrones nacionales está conformada por:

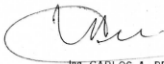
Los Grupos de Referencia de Tensión GPRW y de Resistencia GPRR, representativos del vol_{LISA} y ohm_{LISA} , Trazables a los del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), IEN, Italia, NIST, EE.UU. y PTD, Alemania, a partir de los Patrones de Referencia viajeros. En la página siguiente se detalla en forma resumida la información sobre los Patrones viajeros y de los Grupos de Referencia a partir de 1994.

Así mismo Trazables son: Los Transformadores de Corriente y de Tensión, el Capacitor patrón de 1µF a los del INTI, el Medidor de Energía eléctrica al del Centro Español de Metrología, Tres Cantos, Madrid, El Termoresistor de Platino al del National Physical Laboratory (NPL) G. Bretaña, el Cronómetro al del Observatorio Naval Argentino y el Frecuencímetro al GPS, FI-UBA, Anexo X Diagramas de bloques de la Trazabilidad, Manual de la Calidad e Internet. (5.6 Trazabilidad de las Mediciones notas 6 y 7, Normas ISO/IEC 17025, IRAM 301/2905).

[#] Conforme al apartado 5.10.4 Certificados de Calibración, subapartados: 5.10.4.1 incisos a), b) y c) y 5.10.4.2 Normas ISO/IEC 17025, IRAM 301/2905.

^{*} Según se detalla en nuestra publicación "La Técnica de la Calibración Eléctrica", Revista Electrotécnica (AEA) enero-marzo 2007. No se permite la reproducción parcial de este Certificado.


ING. S. MARDYK
LAB. ELECTR. DE METROLOGÍA
JEFE DE LABORATORIO


ING. CARLOS A. PEREZ
DIRECTOR
LABORATORIO ELÉCTRICO DE METROLOGÍA

página 1 de 2



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ingeniería

DEPARTAMENTO DE ELECTROTECNIA
PASEO COLÓN 850



LABORATORIO ELÉCTRICO DE METROLOGÍA

Descripción: Calibraciones realizadas en:

Patrón viajero Resistor L&N tipo Thomas N° 1883406 denominación LEM 6 (06)
depositados a $25^{\circ}\text{C} \pm 0,01^{\circ}\text{C}$

Instituto Nac. Metrología	Año	N° Certificado	Valor certif. Ω	Incertidumbre ppm	Diferencia en $\mu\Omega$ en años (variación anual)			País
					1997-1994	2003-1997	2009-2003	
IEN	1994	29206.02	1.000.000.44	0.1				Italia
	1997	31038.01	1.000.000.79	0.1	0.35 (-0.11)			
INTI	2003	6569	1.000.000.58	0.5		-0.21 (-0.03)		Argentina
	2009	13075	1.000.000.48	0.2			-0.10 (-0.07)	

Patrón viajero de estado sólido de Tensión

Denominación LEM "F1" FLUKE 732B N° 6050011

Instituto Nac. Metrología	Año	N° Certificado	Valor certif. V	Incertidumbre ppm	Diferencia en μV en años (variación anual)			País
					1997-1994	2004-1997	2009-2004	
IEN	1994	29206.01	1.018.150.9	1				Italia
	1997	31038.02	1.018.147.6	1	-3.3 (-1.1)			
INTI	2004	7520	1.018.145.7	0.5		-1.9 (-0.27)		Argentina
	2009	13072	1.018.143.8	0.2			-1.9 (-0.38)	

Descripción: Grupos Patrones de Referencia:

De Resistencia (GPRR) ohm_{LEM} tipo Thomas depositados a $25^{\circ}\text{C} \pm 0,01^{\circ}\text{C}$

Ciclo de Comparación	40 bis 2009	42 2011	$\Delta(42-40 \text{ bis})$
RESISTOR	CALIBRACIÓN [Ω]	ASIGNACIÓN [Ω]	[μΩ]
1 (91)	0,999 984 88 (0,05)*	0,999 984 54 (0,06)*	-0,34
2 (38)	0,999 998 88 (0,05)	0,999 998 96 (0,02)	0,08
3 (81)	0,999 992 78 (0,06)	0,999 992 33 (0,03)	-0,45
4 (92)	0,999 999 34 (0,04)	0,999 999 45 (0,02)	0,11
5 (14)	0,999 996 79 (0,02)	0,999 997 00 (0,03)	0,21
6 (06)	1,000 000 48	1,000 000 71 (0,03)	0,23
7 (29)	0,999 997 80 (0,04)	0,999 997 97 (0,03)	0,17
MEDIA Ω_{LEM}	0,999 995 85	0,999 995 85	

* (ppm)

De Tensión Weston (GPRW) depositadas a $28^{\circ}\text{C} \pm 0,002^{\circ}\text{C}$

Ciclo de Comparación	41 2009	43 2011	$\Delta(43-41)$
PILA	CALIBRACIÓN [V]	ASIGNACIÓN [V]	[μV]
11* Muirhead	1,018 231 77 (0,69)*	1,018 233 60 (0,05)*	1,83
41* Muirhead	1,018 249 16 (0,25)	1,018 254 52 (0,07)	5,36
51* PTB	1,018 223 58 (0,17)	1,018 222 32 (0,04)	-1,26
71* PTB	1,018 238 18 (0,29)	1,018 236 75 (0,07)	-1,43
81* PTB	1,018 232 12 (0,27)	1,018 230 15 (0,04)	-1,97
91* PTB	1,018 236 16 (0,24)	1,018 234 77 (0,05)	-1,39
101* Eppley	1,018 216 83 (0,19)	1,018 215 71 (0,06)	-1,12
MEDIA V_{LEM}	1,018 232 54	1,018 232 54	

* (ppm)

Ver Revista Electrotécnica marzo-abril 2004 "Actualización de las Unidades ohm y volt del LEM"

Ch

página 2 de 2

Internet: <http://www.laboratoriodeelectrotecnia.fi.uba.ar> ó <http://www.fi.uba.ar/laboratorio/lem>
E-mail: lem@fi.uba.ar

Cerlem 5156.doc