



RED NACIONAL DE METROLOGIA

**UNIDAD DE COORDINACIÓN Y SUPERVISIÓN -
LABORATORIO CUSTODIO PATRON NACIONAL DE
MAGNITUDES ELÉCTRICAS**

INTERCOMPARACIÓN NACIONAL

ME-15

INFORME A

NOVIEMBRE 2015

I. Introducción

Durante el año 2015 se desarrolló la primera ronda de intercomparación para laboratorios de ensayo del área eléctrica y se enfocó en dar soporte a las calibraciones de medidores de energía y en esta oportunidad particularmente a los medidores trifásicos.

Para lo anterior se usó como patrón viajero un medidor trifásico facilitado por uno de los laboratorios participantes el que a pesar de no ser un patrón como tal, si sirve para realizar la actividad dado que tiene un nivel de estabilidad en el tiempo suficiente como para asegurar una invariabilidad en las medidas en el tiempo que dura la ronda.

Esta primera ronda a su vez permitió detectar falencias en el protocolo usado las que se usarán para retroalimentarlo y mejorar el perfil de la ronda en una siguiente oportunidad.

Cabe destacar la disposición de todos los laboratorios participantes frente a algunos inconvenientes presentados en la ronda en particular de TECNORED empresa que facilitó el patrón viajero para el desarrollo de esta ronda.

II. Objetivos

La Red Nacional de Metrología, a través del LCPN-ME en conjunto con la Unidad de Coordinación y Supervisión de la RNM INN, organizó el presente ejercicio de intercomparación con los siguientes objetivos :

- Facilitar a los laboratorios de ensayo participantes la ejecución de medidas de acuerdo a la sección 5.9 de NCh-ISO 17025.Of2005 [2] “Aseguramiento de la calidad de los resultados”
- Facilitar el cumplimiento de uno de los requisitos del Sistema Nacional de Acreditación del INN establecido en el Doc. DA-D01 (ver en página Web INN).
- Generar por medio de esta intercomparación un soporte real a las calibraciones que hoy están realizando los laboratorios de ensayo de medidores en la calibración de medidores trifásicos.

III. Organización

La ronda se llevó a cabo desde 22 de Junio de 2015 hasta el 27 de Agosto de 2015 con la participación de 5 laboratorios acreditados y reconocidos por la SEC; esto se realizó de acuerdo a un cronograma establecido previamente.

La ronda fue realizada en configuración de anillo calibrándose en el laboratorio piloto antes de su salida y calibrándose al retorno después de pasar por el último laboratorio de ensayo.

De acuerdo al cronograma se establecieron casi tres semanas para que cada laboratorio realizara la calibración del patrón viajero.

La invitación a esta actividad así como su inscripción se hizo por medio de la página web de la RNM (www.metrologia.cl).

Este año a diferencia de los años anteriores se demoró el envío del informe dado que el laboratorio piloto envió con más retraso de lo esperado el anexo para el cálculo de la incertidumbre, de esta forma la fecha final para el despacho del informe fue el 12 de Septiembre. Esto se dio dado que es la primera vez que estos laboratorios participaban en una ronda y se desconocía la forma de cálculo y se debía normalizar este parámetro para poder comparar resultados.

A pesar de lo anterior la ronda había sido diseñada para tener un retraso de hasta tres semanas, por lo que el desarrollo de la misma no se vio afectado más que en la reprogramación de las fechas de envío de los informes por parte de cada participante.

A continuación la lista de participantes en la ronda ME-15

Tabla N°1 : Participantes Ronda ME-15

Item	Laboratorio
1	Tecnet
2	CAM
3	Underfire
4	Faraday
5	Tecnored

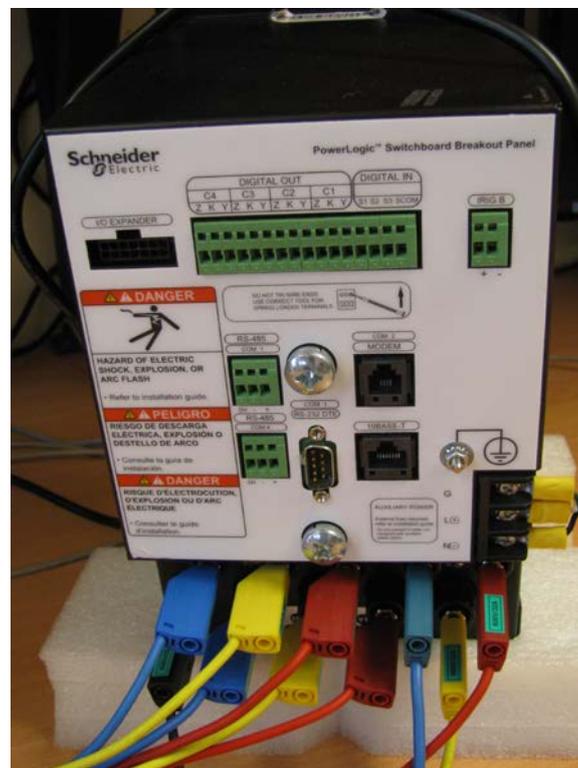
IV. Patrón viajero

El patrón a calibrar por los participantes fue un medidor de energía trifásico marca Schneider Electric modelo ION P8600B4C0H5E0B0B, Número de serie 1BY0080756400000, Clase 0.2. Este instrumento se dejó con una configuración base y que fue la misma para todos los laboratorios participantes. Este equipo se caracterizó durante 3 meses antes de comenzar la ronda midiéndose periódicamente en los puntos usados para la ronda usando un comparador trifásico ZERA COM3003, lo anterior con la finalidad de conocer su estabilidad en el tiempo y asegurar que los posibles cambios en los valores fueran conocidos o estuvieran dentro de un rango

Foto N°1 : Foto Patrón Viajero



Foto N°2 : Foto Patrón Viajero



La alimentación de este instrumento es de 110 V razón por la cual y para evitar que la alimentación fuera una fuente de error que no permitiría comparar valores es que se adjuntó al patrón viajero un transformador de forma tal que todos usaran la misma base para medir.

Todos los laboratorios cumplieron con lo especificado en el protocolo acerca de avisar sobre su recepción y respetar las condiciones de medición establecidas.

V. Reunión Inicial

Para tratar los temas referentes a esta intercomparación se realizó una reunión de inicio en diciembre de 2014 durante el taller de cierre para la presentación de los resultados del ensayo de aptitud de 2014. En la reunión se vieron a grandes rasgos los siguientes puntos :

- Definición procedimiento de medida para medición de energía eléctrica.
- Posibles puntos a medir.

VI. Análisis de Resultados

6.1. Puntos de Evaluación

Los siguientes puntos fueron los definidos para evaluar esta actividad.

Tabla Nº2 : Puntos de Medición Ronda ME-15

Voltaje V	Corriente A	Angulo	Frecuencia Hz
63.5	5	0	50
63.5	5	60	50
63.5	0.5	0	50
63.5	0.5	60	50

6.2. Índice de Evaluación E_n .

Para efectos de la intercomparación y el análisis del desempeño de los participantes se usarán los valores obtenidos por medio de las especificaciones técnicas.

Así para conocer el nivel de acuerdo de las mediciones entre el laboratorio piloto y los participantes. La incertidumbre se evaluará usando el criterio del error normalizado, el cual está dado por la siguiente ecuación :

$$E_n = \frac{|X_A - X_B|}{\sqrt{(U_A)^2 + (U_B)^2}}$$

Donde :

- Si $0 \leq |E_n| \leq 1$, se concluye que existe acuerdo.
- Si $1 < |E_n| \leq 2$, el acuerdo de las mediciones es puesta en duda, y se recomienda al laboratorio participante ejecutar una investigación.
- Si $2 < |E_n|$, se concluye que no existe acuerdo entre las mediciones, y se recomienda al laboratorio participante ejecutar una investigación.

Para el cálculo del índice E_n sólo se consideraran los valores de incertidumbre correctamente calculados por lo participantes.

6.3. Resultados Laboratorios

Para el análisis de los resultados se consideraron los resultados obtenidos por medio del procedimiento establecido en el protocolo de la intercomparación.

En cuanto a las mediciones es destacable indicar que los valores del error en general se obtuvieron de forma correcta para todos los casos de medición.

En las siguientes tablas y gráficos se muestran los valores informados por cada laboratorio referente a la calibración del patrón viajero y el valor del E_n obtenido.

Tabla N°3 : Resultados Medición 63.5 V, 5 A, FP 1, 50 Hz

Laboratorio	Constante Impulsos/kWh	Error de Energía %	Incertidumbre %	E_n
LCPNME	20000 I/kWh	-0.050	0.017	
ME-15-21	20000 I/kWh	-0.049	0.058	0.014
ME-15-22	20000 I/kWh	-0.057	0.058	0.119
ME-15-30	20000 I/kWh	-0.062	0.058	0.202
ME-15-43	20000 I/kWh	-0.047	0.060	0.045
ME-15-44	20000 I/kWh	-0.084	0.059	0.558

Nota 1

Nota 1 : Este valor se aleja bastante del valor promedio visto en los otros participantes.

De los resultados entregados en la tabla anterior se tiene que :

Tabla N°4 : Porcentaje Aceptación

	Número Laboratorios	Porcentaje
Total Participantes	5	
Aceptables	4	80 %
No aceptables	1	20 %

Gráfico N° 1 : Resultados Medición 63.5 V, 5 A, FP 1, 50 Hz

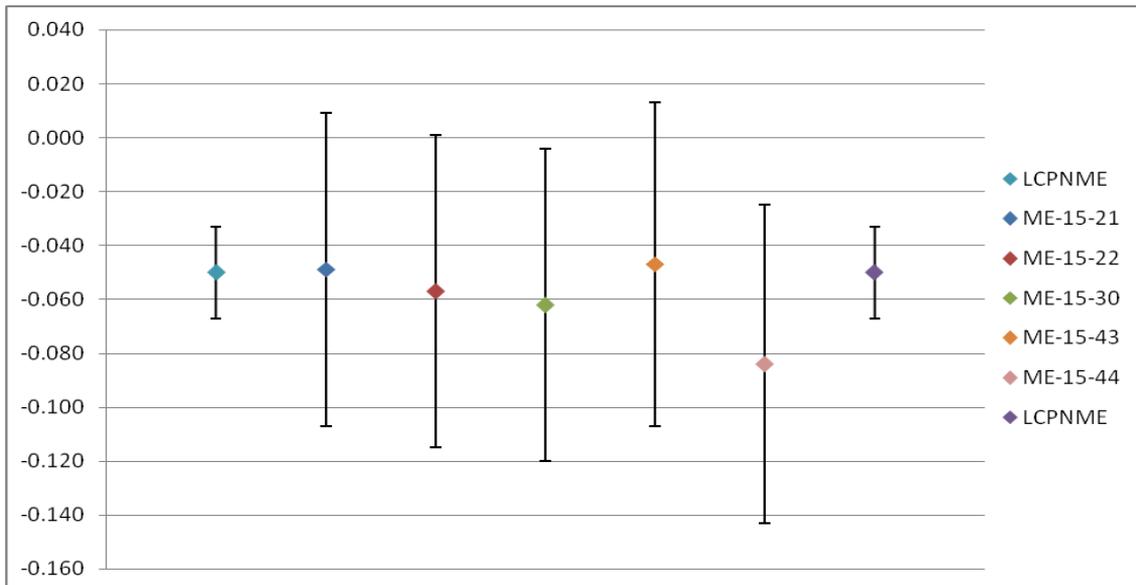


Tabla N°5 : Resultados Medición 63.5 V, 5 A, FP 0.5 inductivo, 50 Hz

Laboratorio	Constante Impulsos/kWh	Error de Energía %	Incertidumbre %	En	
LCPNME	20000 I/kWh	-0.063	0.017		
ME-15-21	20000 I/kWh	-0.009	0.058	1.189	Nota 1 y 2
ME-15-22	20000 I/kWh	-0.077	0.058	0.232	
ME-15-30	20000 I/kWh	-0.070	0.058	0.116	
ME-15-43	20000 I/kWh	-0.050	0.060	0.208	
ME-15-44	20000 I/kWh	-0.102	0.059	0.635	Nota 2

Nota 1 : Este laboratorio da un valor de error del medidor de energía al límite de las especificaciones del patrón de trabajo usado.

Nota 2 : Este valor se aleja bastante del valor promedio visto en los otros participantes.

De los resultados entregados en la tabla anterior se tiene que :

Tabla N°6 : Porcentaje Aceptación

	Número Laboratorios	Porcentaje
Total Participantes	5	
Aceptables	3	60 %
No aceptables	2	40 %

Gráfico N° 2 : Resultados Medición 63.5 V, 5 A, FP 0.5 Ind. , 50 Hz

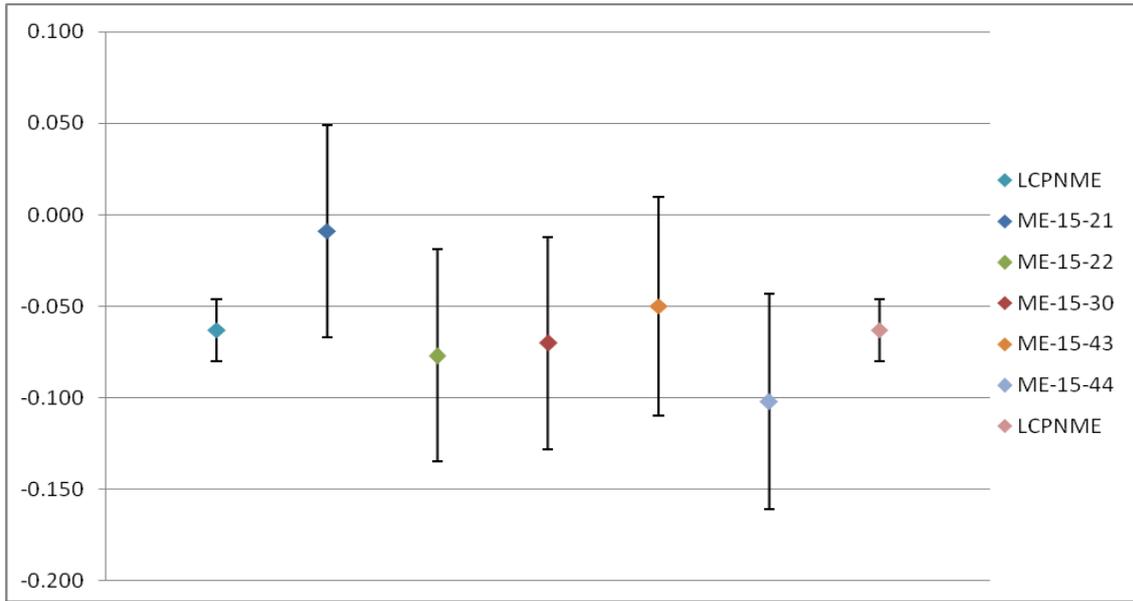


Tabla N°7 : Resultados Medición 63.5 V, 0.5 A, FP 1, 50 Hz

Laboratorio	Constante Impulsos/kWh	Error de Energía %	Incertidumbre %	En
LCPNME	20000 I/kWh	-0.051	0.014	
ME-15-21	20000 I/kWh	-0.066	0.058	0.244
ME-15-22	20000 I/kWh	-0.074	0.058	0.378
ME-15-30	20000 I/kWh	-0.079	0.058	0.462
ME-15-43	20000 I/kWh	-0.025	0.076	0.342
ME-15-44	20000 I/kWh	-0.099	0.059	0.784

Nota 1 y 2

Nota 2

Nota 1 : Este laboratorio informa un error no representativo de acuerdo a las mediciones tomadas
 Nota 2 : Este valor se aleja bastante del valor promedio visto en los otros participantes.

De los resultados entregados en la tabla anterior se tiene que :

Tabla N°8 : Porcentaje Aceptación

	Número Laboratorios	Porcentaje
Total Participantes	5	
Aceptables	3	60 %
No aceptables	2	40 %

Gráfico N° 3 : Resultados Medición 63.5 V, 5 A, FP 0.5 Ind. , 50 Hz

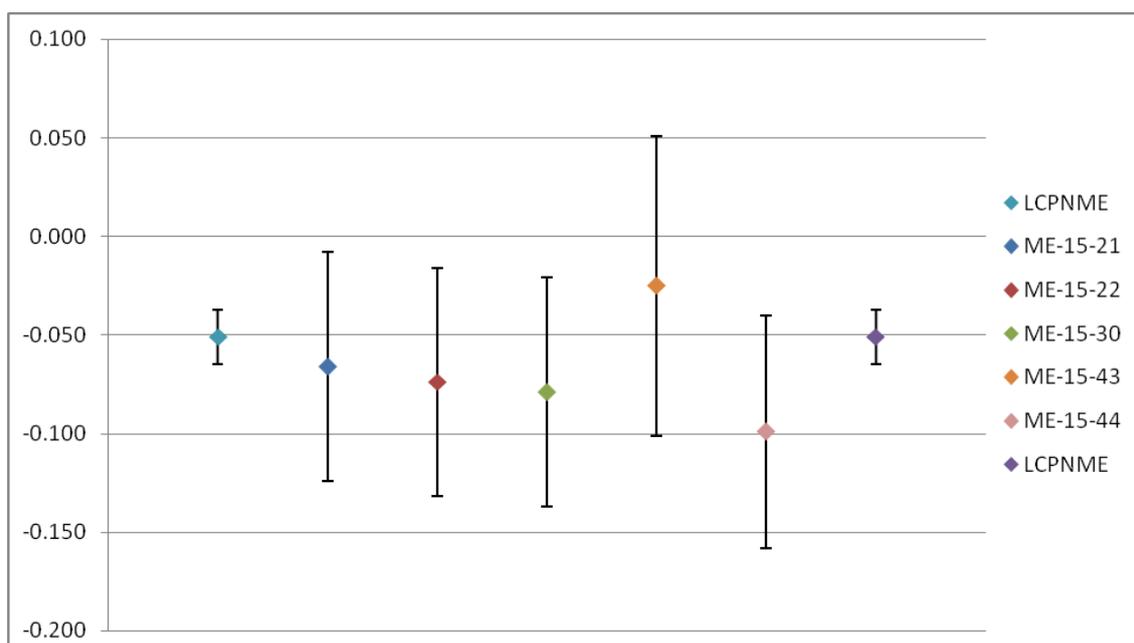


Tabla N°9 : Resultados Medición 63.5 V, 0.5 A, FP 0.5 inductivo, 50 Hz

Laboratorio	Constante Impulsos/kWh	Error de Energía %	Incertidumbre %	En	
LCPNME	20000 I/kWh	-0.101	0.013		
ME-15-21	20000 I/kWh	-0.057	0.058	0.747	Nota 1
ME-15-22	20000 I/kWh	-0.116	0.058	0.247	
ME-15-30	20000 I/kWh	-0.104	0.059	0.049	
ME-15-43	20000 I/kWh	-0.050	0.115	0.444	Nota 1
ME-15-44	20000 I/kWh	-0.142	0.059	0.674	Nota 1

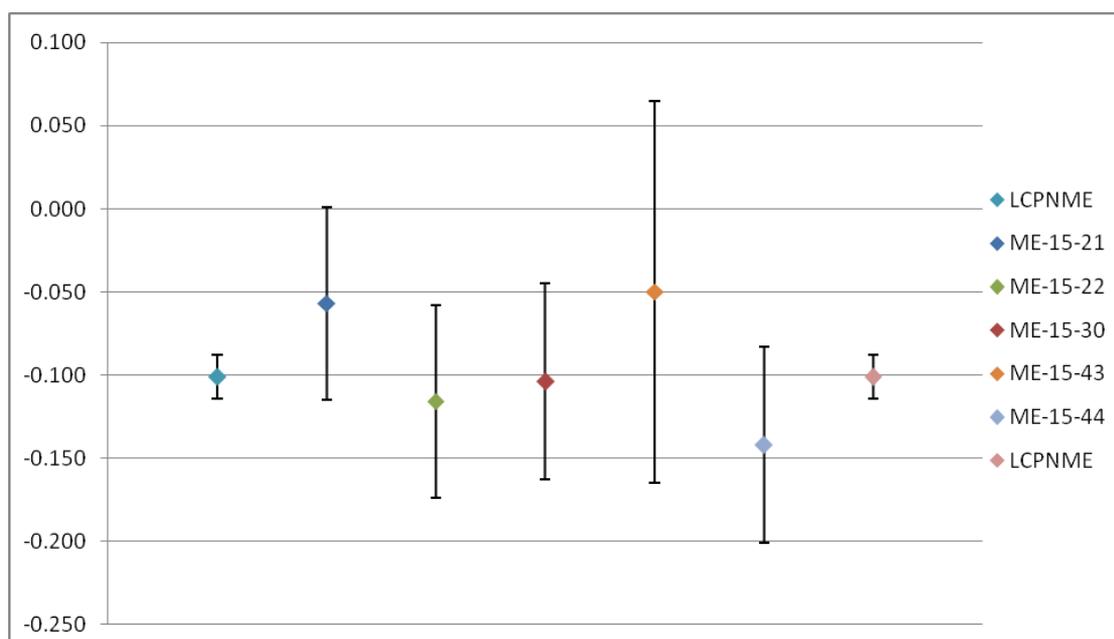
Nota 1: Este valor se aleja bastante del valor promedio visto en los otros participantes.

De los resultados entregados en la tabla anterior se tiene que :

Tabla N°10 : Porcentaje Aceptación

	Número Laboratorios	Porcentaje
Total Participantes	5	
Aceptables	4	80 %
No aceptables	1	20 %

Gráfico N° 4 : Resultados Medición 63.5 V, 5 A, FP 0.5 Ind. , 50 Hz



6.4. Análisis Resultados por Participante

Se presenta el análisis de resultados para cada uno de los participantes de acuerdo a la información recibida y procesada.

- **ME-15-21**

Este laboratorio presenta problemas en las dos mediciones que incluían un factor de potencia distinto de 1, Medición 63.5 V, 5 A, FP 0.5 inductivo, 50 Hz resultado -0.009 y Medición 63.5 V, 0.5 A, FP 0.5 inductivo, 50 Hz resultado -0.057. En el primer caso el resultado obtenido está totalmente fuera de cualquier pronóstico por lo que el coeficiente En da como resultado mayor que 1. En el segundo caso el valor si bien permite un En menor a 1 tampoco es un valor aceptable dado que es bastante distinto al valor obtenido por el laboratorio piloto.

Se recomienda a este laboratorio revisar su procedimiento de medida, así como repetir más de una vez la medición, de forma de evitar los errores involuntarios o bien conocer los errores sistemáticos del sistema de medición.

Al igual se recomienda chequear los valores obtenidos con los valores de la intercomparación que se realizaron entre los laboratorios de ensayo.

- **ME-15-22**

Resultados obtenidos dentro de los límites que permitía el patrón viajero, muy bien.

- **ME-15-30**

Resultados obtenidos dentro de los límites que permitía el patrón viajero, muy bien.

- **ME-15-43**

Este laboratorio presenta problema en las dos mediciones realizadas con corrientes igual a 0.5 A Medición 63.5 V, 0.5 A, FP 1, 50 Hz resultado -0.025 y

Medición 63.5 V, 0.5 A, FP 0.5 inductivo, 50 Hz resultado -0.050. En el primer caso el resultado obtenido está totalmente fuera de cualquier pronóstico tanto en error como en incertidumbre, escapándose en ambos casos de lo que se esperaba a pesar que el En da menor que 1 y esto es debido al valor de la incertidumbre este laboratorio debe poner atención a lo que esta haciendo. En el segundo se da absolutamente la misma situación.

Se recomienda a este laboratorio revisar su procedimiento de medida, así como repetir más de una vez la medición, de forma de evitar los errores involuntarios o bien conocer los errores sistemáticos del sistema de medición. también se recomienda revisar su fuente de corriente ya que ambos resultados son para corrientes bajas.

Al igual se recomienda chequear los valores obtenidos con los valores de la intercomparación que se realizaron entre los laboratorios de ensayo.

- **ME-15-44**

Este laboratorio presenta problemas en todos los resultados obtenidos si bien las incertidumbres están correctas y dentro de lo esperado todos los errores calculados quedan fuera de lo esperado y fuera de los rangos medidos por el laboratorio piloto.

Se presume que el patrón usado tiene un corrimiento el cual debe ser ajustado o corregido, se recomienda estudiar los certificados de calibración, calibrar más seguido para corregir y generar historia o bien enviar a fábrica para un ajuste del comparador.

VII. Conclusiones y Comentarios

La intercomparación ME-15 en medición de energía eléctrica es la primera en esta área de las magnitudes eléctricas que realiza el LCPNME, esta se originó en conversaciones con algunos laboratorios de ensayo de medidores hace unos dos años atrás, esto tuvo un avance importante el año pasado donde uno de los laboratorios puso a disposición un medidor que podía ocuparse como patrón. Para evaluar si era de utilidad o no, se vio la posibilidad de estudiar la estabilidad de este patrón en el LCPN-ME, después de varios meses de mediciones en base a los resultados obtenidos, se consideró que la estabilidad del patrón era suficiente como para ocupar este medidor como patrón en una intercomparación, de esta manera a fines del año pasado se planteó en forma oficial la posibilidad de realizar una intercomparación en energía para medidores trifásicas durante el 2015.

Los patrones de trabajo utilizados por los laboratorios de ensayo resultan ser de la misma clase 0.05 %, pero de diferentes fabricantes, todos con su calibración vigente, por lo que era esperable que los resultados fueran concordantes entre laboratorios. Por ser primera vez y un primer protocolo no tan bien pulido se consideraron todos los resultados válidos por lo que ha todos se les cálculo el índice En; sin embargo se agregó una tabla indicando los resultados aceptables y los no aceptables y notas para los diferentes participantes.

En esta oportunidad participaron 5 laboratorios y se recibieron los resultados de todos. Esto indica que los laboratorios verdaderamente tomaron en serio esta actividad. Esto deja un buen precedente para evaluar repetir esta actividad en el futuro. Se agradece la participación de todos y en especial al laboratorio que puso a disposición el patrón viajero sin lo cual no se hubiera podido realizar esta actividad.

Esta intercomparación permite validar el procedimiento de calibración ocupado por los laboratorios de ensayo de medidores de energía trifásicos. Lo cual permite a su vez validar los alcances ante el área de acreditación del INN.

VIII. Referencias

- [1] *Mutual Recognition of National Measurement Standards and of Calibration and Measurement Certificates Issued by National Metrology Institutes*. MRA-CIPM. Disponible en: http://www.bipm.org/en/cipm-mra/mra_online.html
- [2] NCh-ISO 17025.Of2005 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Instituto Nacional de Normalización.
- [3] ISO/IEC 17043:2010 Conformity assessment - General requirements for proficiency testing.