



RED NACIONAL DE METROLOGIA

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

INTERCOMPARACIÓN NACIONAL

ME-16

INFORME FINAL

CALIBRACIÓN MULTIMETRO DIGITAL

2016

I. Introducción

Durante este año 2016 se organizó una ronda de intercomparación usando un multímetro de 6 ½ dígitos con el que cuenta el LD-ME para estos fines. La ronda se enfocó en cinco magnitudes voltaje continuo, voltaje alterno, corriente continua, corriente alterna y resistencia incluyendo dos puntos por magnitud.

En esta oportunidad participaron trece laboratorios entre acreditados y no acreditados, transformándose en la intercomparación con más participación de las realizadas hasta ahora en el área eléctrica.

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 participantes la ejecución de medidas de “Aseguramiento de la calidad de los resultados” de acuerdo a la sección 5.9 de NCh-ISO 17025.Of2005 [2].
- 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)

III. Organización

La ronda se llevó a cabo desde Mayo a Diciembre considerando todas las etapas mediciones, análisis de datos y emisión del informe.

La ronda fue realizada en configuración de dos anillos calibrándose en el laboratorio piloto antes de su salida, calibrándose en el intermedio para chequear su comportamiento y al retorno después de pasar por el segundo grupo de laboratorios de calibración.

Tabla N°1 : Participantes Ronda ME-16

Item	Laboratorio
1	LC-ME /UdeC
2	ASMAR-Talcahuano
3	DTS Ltda
4	IDIC
5	INTRONICA
6	CAM Chile
7	CESMEC
8	ASMAR-Valparaiso
9	Komatsu Reman Center
10	CIDE-USACH
11	VETO
12	Armada de Chile (Base de Submarinos)
13	Underfire

IV. Patrón viajero

El patrón a calibrar por los participantes fue un multímetro digital Fluke 8846A de 6 ½ dígitos. Este equipo se caracterizó durante 3 meses antes de comenzar la ronda midiéndose semanalmente en varios puntos además del usado para la ronda, lo anterior con la finalidad de conocer su estabilidad en el tiempo y asegurar que los posibles cambios en los valores fueran conocidos.

Este equipo ya se ha usado en otras intercomparaciones por lo que su manejo no es extraño para la mayoría de los laboratorios.

Tabla N°2 : Detalle Patron Viajero

Item	Descripción
1	Multímetro digital Fluke 8846A Serial Number 9288007

Fotos N°1 : Fotos Patrón Viajero Fluke 8846A



V. Mediciones

Los puntos a ser calibrados correspondían a los indicados en la siguiente tabla.

Tabla N°3 : Punto calibración Ronda ME-16

Magnitud	Punto Medición
VDC	100 mV
	1000 V ...(*)
IDC	10 mA
	1 A (*)
VAC	100 mV @ 40 Hz
	10 V @ 40 Hz (*)
IAC	100 mA @ 50 Hz
	1 A @ 50 Hz (*)
R	1 Ohm (*)
	1 kOhm

VI. Informe de Resultados Intercomparación

En esta oportunidad se envió junto al protocolo una planilla en Excel para que todos los laboratorios la completaran de forma de homogeneizar la entrega de los resultados y hacer más fácil y rápido el análisis de estos. Sin embargo, al recepcionarse los resultados ocho de los trece laboratorios participantes presentaron resultados extraños lo que significó que dichos resultados se dejaran fuera de la intercomparación y no se incorporaron al informe final. Los valores que presentaron resultados extraños fueron todos aquellos que tenían algún prefijo ya fuera de mili (m) o de kilo (k), dado lo anterior sólo se consideraron en este informe aquellos resultados que no contenían prefijos (*).

VII. Análisis de Resultados

7.1. 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 que calcularon de forma correcta. 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 considerarán los valores de incertidumbre correctamente calculados por lo participantes.

7.2. Resultados Laboratorios

El análisis de los resultados de cada laboratorio arrojó diferencias en los errores dentro de lo previsto encontrándose algunos valores fuera de los esperado, aún así existen laboratorios que siguen sin aplicar lo que se ha venido enseñando y mostrando en los diferentes talleres de cierre de las intercomparaciones anteriores.

Aún se siguen detectando que los laboratorios presentan la información sin ajustarse a ningún criterio cuando se informa la incertidumbre expandida. Así mismo se ve que otros laboratorios han hecho uso de los resultados anteriores como forma de retroalimentación y han tomado la decisión de realizar cambios en los métodos de medición y en los cálculos tanto de error como de incertidumbre, por lo que se ve una evolución frente a resultados anteriores.

En las siguientes tablas se muestran los valores informados por cada laboratorio referente a la calibración del multímetro en los diferentes puntos.

7.2.1. Resultados DCV

Tabla N°4 : Resultados Laboratorios Punto 1000 V DCV

	Laboratorio	Valor Nominal	Error	Incertidumbre	En	
1	LCPNME	1000 V	0.000	0.002		
2	ME-16-01	1000 V	0.000	0.0152	0.00	
3	ME-16-08	1000 V	-0.002	0.0225	0.09	
4	ME-16-10	1000 V	-0.0029	0.066	0.04	Nota 1
5	ME-16-40	1000 V	-0.002	0.016	0.12	
6	ME-16-42	1000 V	-0.051	0.055	0.92	Nota 2
7	ME-16-47	1000 V	0.005	0.0097	0.50	
8	ME-16-56	1000 V	-0.005700000	0.015241162	0.37	Nota 3
9	ME-16-59	1000 V	-0.005	0.017	0.29	
10	ME-16-60	1000 V	0.0007000	0.000653241	----	Nota 4
11	ME-16-68	1000 V	0.0003	0.0152	0.02	Nota 5
12	ME-16-79	1000 V	-0.003	0.144917294	0.02	Nota 6
13	ME-16-82	1000 V	-0.008	0.026	0.31	
14	ME-16-92	1001 V	0.037	0.046	0.80	Nota 7

Nota 1 : Este laboratorio está informando un error con más resolución de la que posee el instrumento bajo prueba.

Nota 2 : Este laboratorio presenta un error bastante alto frente a lo informado por los demás laboratorios se aconseja chequear la técnica de medición en alta tensión, recordar el calentamiento de la fuente y calentamiento del instrumento bajo prueba.

Nota 3 : Este laboratorio está informando un error con más resolución de la que posee el instrumento bajo prueba y en el caso de la incertidumbre con más dígitos que los criterios aceptados.

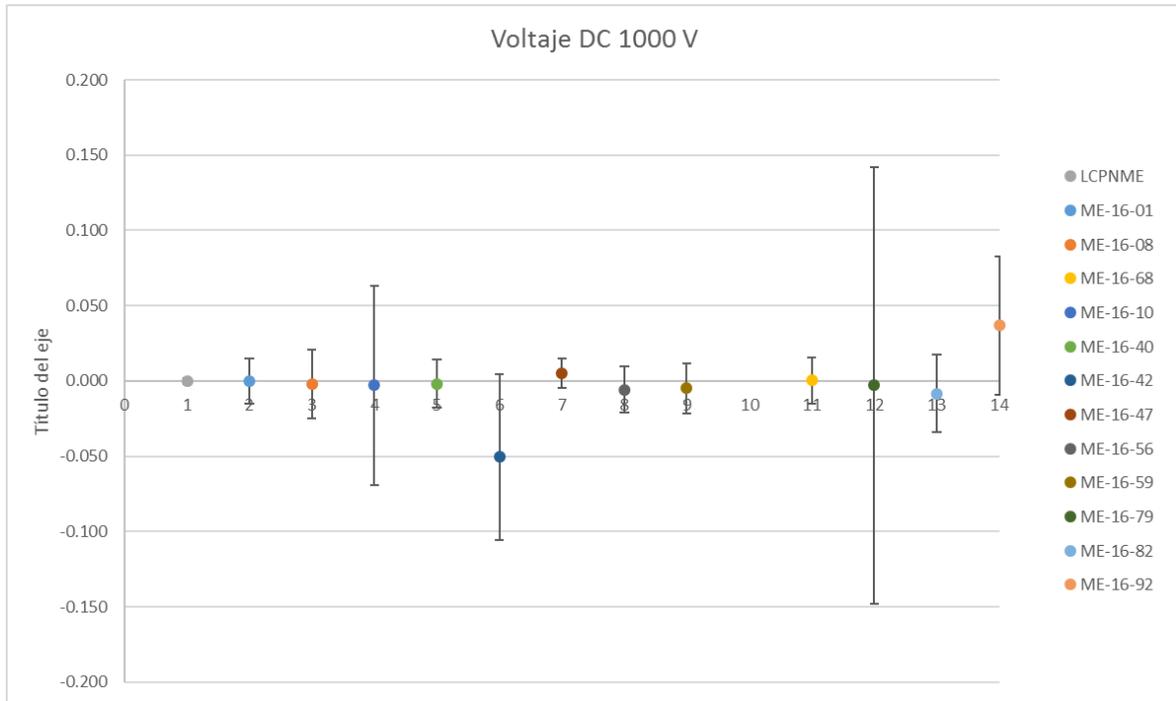
Nota 4 : Este laboratorio presenta serios problemas en su cálculo de incertidumbre dado que obtiene un valor incluso menor que el valor informado por el laboratorio piloto. Además, este laboratorio está informando un error con más resolución de la que posee el instrumento bajo prueba y en el caso de la incertidumbre con más dígitos que los criterios aceptados.

Nota 5 : Este laboratorio está informando un error con más resolución de la que posee el instrumento bajo prueba.

Nota 6 : Este laboratorio está informando una incertidumbre con más dígitos que los criterios aceptados.

Nota 7 : Este laboratorio presenta un error bastante alto frente a lo informado por los demás laboratorios se aconseja chequear la técnica de medición en alta tensión, recordar el calentamiento de la fuente y calentamiento del instrumento bajo prueba.

Gráfico N°1 : Resultados Laboratorios Punto 1000 V DCV



7.2.2. Resultados DCI

Tabla N°4 : Resultados Laboratorios Punto 1 A DCI

	Laboratorio	Valor Nominal	Error	Incertidumbre	En	
1	LCPNME	1 A	-0.000103	0.000021		
2	ME-16-01	1 A	-0.00005	0.000187	0.28	
3	ME-16-08	1 A	0.000211	0.005780156	0.05	Nota 1
4	ME-16-10	1 A	0.0000369	0.0004	0.35	Nota 2
5	ME-16-40	1 A	0.000042	0.000196	0.74	
6	ME-16-42	1 A	0.000138	0.000309	0.78	
7	ME-16-47	1 A	-0.000164	0.00011	0.54	
8	ME-16-56	1 A	0.0000126667	0.00019527	0.59	Nota 3
9	ME-16-59	1 A	-0.000040	0.000203	0.31	
10	ME-16-60	1 A	-0.0001439	0.000021152	----	Nota 4
11	ME-16-68	1 A	-0.000139	0.000186	0.19	
12	ME-16-79	1 A	0.0000484	0.001986088	0.08	Nota 5
13	ME-16-82	1 A	-0.00004	0.00021	0.28	
14	ME-16-92	1 A	-0.000022	0.000286	0.28	

Nota 1 : Este laboratorio está informando una incertidumbre con más dígitos que los criterios aceptados.

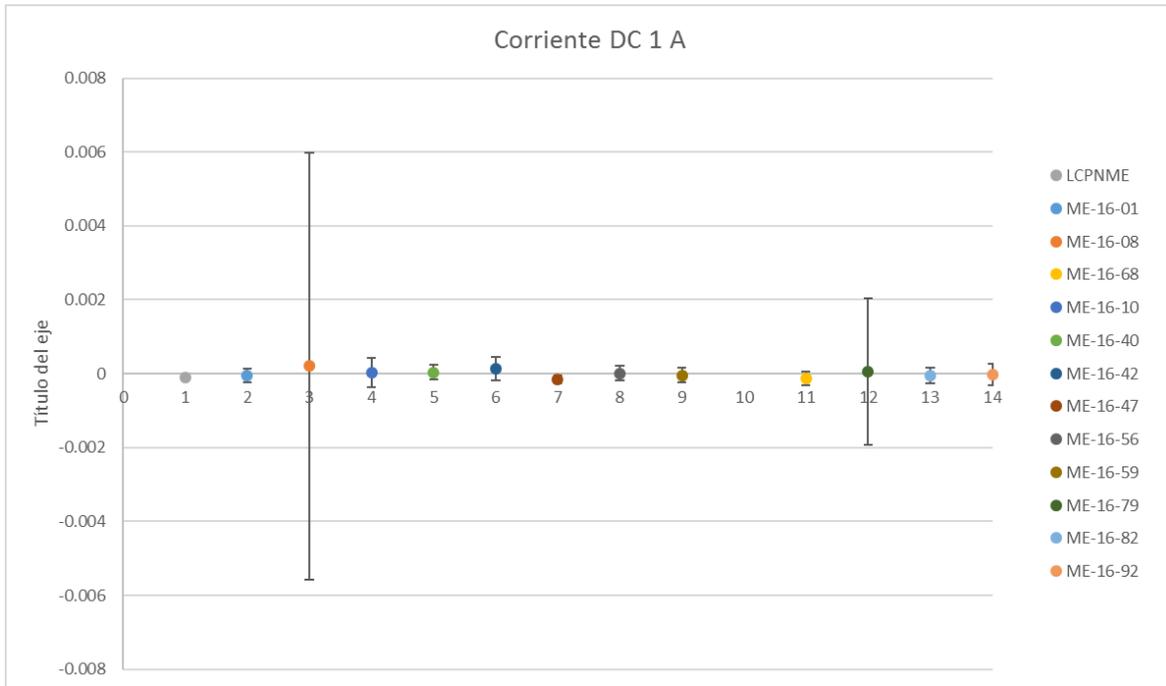
Nota 2 : Este laboratorio está informando un error con más resolución de la que posee el instrumento bajo prueba y una incertidumbre con menos dígitos de lo esperado.

Nota 3 : Este laboratorio está informando un error con más resolución de la que posee el instrumento bajo prueba y en el caso de la incertidumbre con más dígitos que los criterios aceptados.

Nota 4 : Este laboratorio presenta serios problemas en su cálculo de incertidumbre dado que obtiene un valor muy cercano al valor informado por el laboratorio piloto. Así mismo en el caso del error está informando este con más dígitos que los permitidos por la resolución del instrumento bajo prueba.

Nota 5 : Este laboratorio está informando un error con más resolución de la que posee el instrumento bajo prueba y en el caso de la incertidumbre con más dígitos que los criterios aceptados.

Gráfico N°2 : Resultados Laboratorios Punto 1 A DCV



7.2.3. Resultados ACV

Tabla N°5 : Resultados Laboratorios Punto 10 V @ 40 Hz ACV

	Laboratorio	Valor Nominal	Error	Incertidumbre	En	
1	LCPNME	10 V @ 40 Hz	0.00000	0.00140		
2	ME-16-01	10 V @ 40 Hz	-0.00150	0.00283	0.48	
3	ME-16-08	10 V @ 40 Hz	-0.00226	0.004215636	0.51	Nota 1
4	ME-16-10	10 V @ 40 Hz	-0.002244	0.021	0.11	Nota 2
5	ME-16-40	10 V @ 40 Hz	-0.00175	0.00293	0.54	
6	ME-16-42	10 V @ 40 Hz	-0.00535	0.01383	0.39	
7	ME-16-47	10 V @ 40 Hz	-0.00176	0.0019	0.75	
8	ME-16-56	10 V @ 40 Hz	-0.003289333	0.002367409	----	Nota 3
9	ME-16-59	10 V @ 40 Hz	-0.00242	0.00303	0.72	
10	ME-16-60	10 V @ 40 Hz	-0.0065800	0.000212333	----	Nota 4
11	ME-16-68	10 V @ 40 Hz	-0.00129	0.00283	0.41	
12	ME-16-79	10 V @ 40 Hz	---	---	---	
13	ME-16-82	10 V @ 40 Hz	-0.0048	0.0079	0.60	
14	ME-16-92	10 V @ 40 Hz	-0.00083	0.0149	0.06	

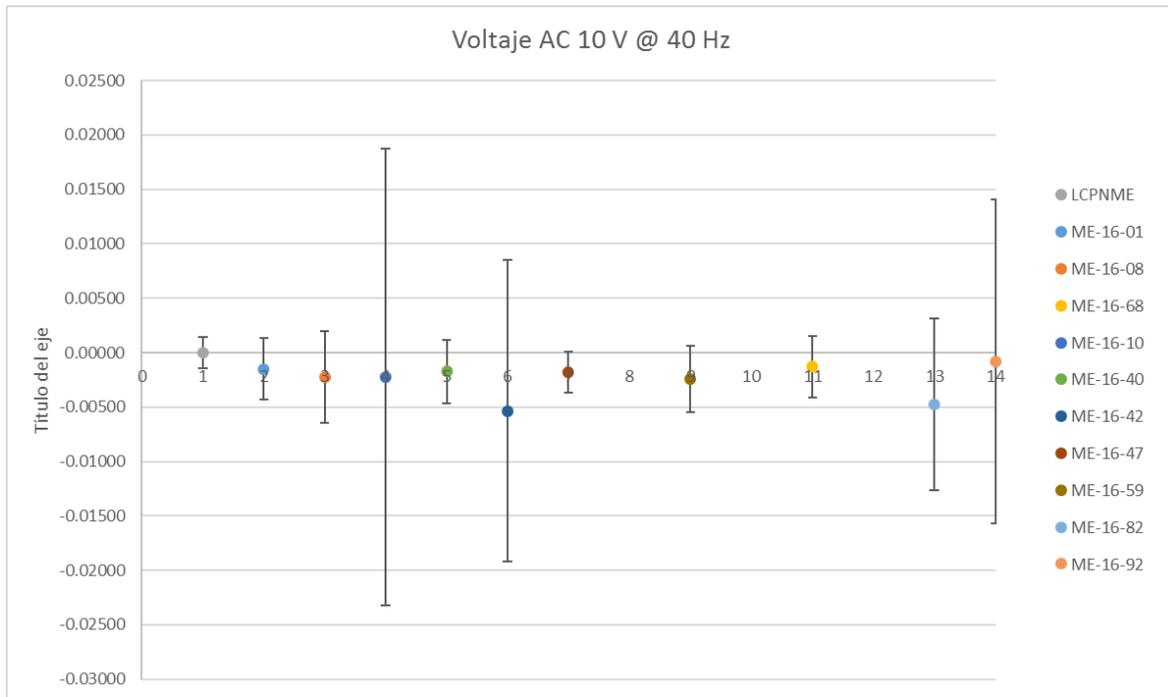
Nota 1 : Este laboratorio está informando una incertidumbre con más dígitos que los criterios aceptados.

Nota 2 : Este laboratorio está informando un error con más resolución de la que posee el instrumento bajo prueba y una incertidumbre con menos dígitos de lo esperado.

Nota 3 : Este laboratorio está informando un error con más resolución de la que posee el instrumento bajo prueba y en el caso de la incertidumbre con más dígitos que los criterios aceptados.

Nota 4 : Este laboratorio presenta serios problemas en su cálculo de incertidumbre dado que obtiene un valor incluso menor que el valor informado por el laboratorio piloto. Así mismo en el caso del error está informando este con más dígitos que los permitidos por la resolución del instrumento bajo prueba.

Gráfico N°3 : Resultados Laboratorios Punto 10 V @ 40 Hz ACV



7.2.4. Resultados ACV

Tabla N°6 : Resultados Laboratorios Punto 1 A @ 50 Hz ACI

	Laboratorio	Valor Nominal	Error	Incertidumbre	En	
1	LCPNME	1 A @ 50 Hz	0.000114	0.000061		
2	ME-16-01	1 A @ 50 Hz	0.00025	0.001475	0.09	
3	ME-16-08	1 A @ 50 Hz	0.00043	0.002194135	0.14	Nota 1
4	ME-16-10	1 A @ 50 Hz	0.0001501	0.0027	0.01	Nota 2
5	ME-16-40	1 A @ 50 Hz	0.00019	0.001545	0.05	
6	ME-16-42	1 A @ 50 Hz	0.00033	0.002059	0.11	
7	ME-16-47	1 A @ 50 Hz	0.000176	0.00072	0.09	
8	ME-16-56	1 A @ 50 Hz	-0.000467667	0.001477068	0.39	Nota 3
9	ME-16-59	1 A @ 50 Hz	-0.000898	0.001601	0.63	
10	ME-16-60	1 A @ 50 Hz	-0.0000619	0.000060378	----	Nota 4
11	ME-16-68	1 A @ 50 Hz	0.000077	0.001473	0.03	
12	ME-16-79	1 A @ 50 Hz	---	----	--	
13	ME-16-82	1 A @ 50 Hz	0.00004	0.00104	0.07	
14	ME-16-92	1 A @ 50 Hz	0.000565	0.001933	0.23	

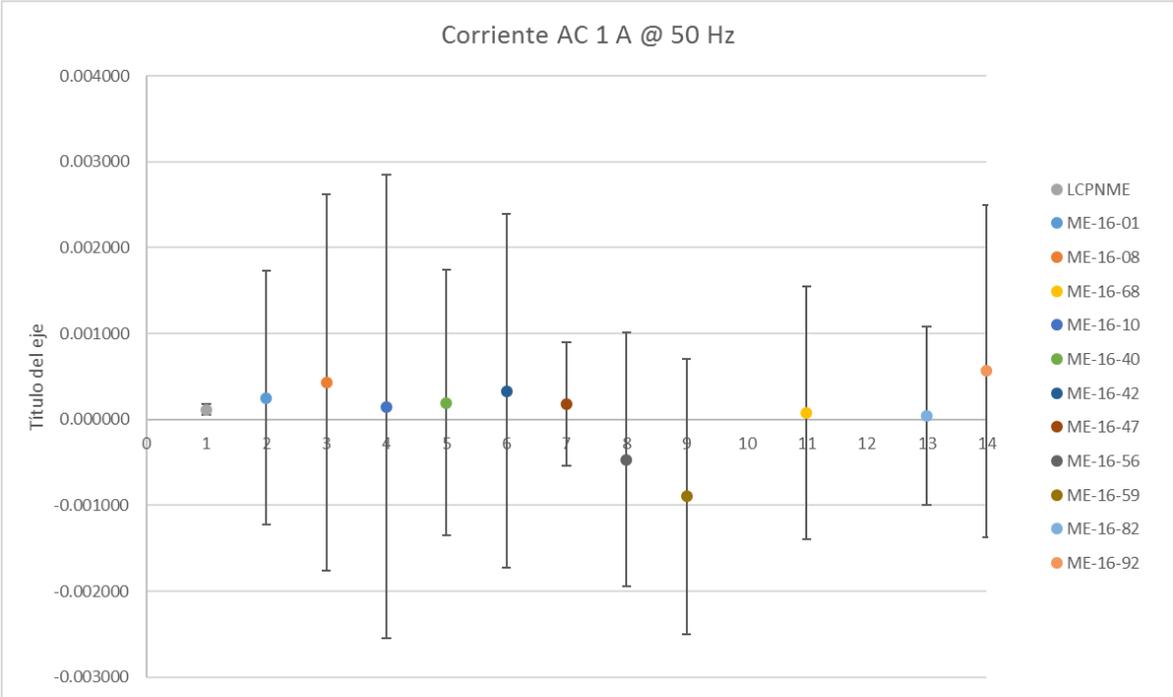
Nota 1 : Este laboratorio está informando una incertidumbre con más dígitos que los criterios aceptados.

Nota 2 : Este laboratorio está informando un error con más resolución de la que posee el instrumento bajo prueba o el calibrador usado y una incertidumbre con menos dígitos de lo esperado.

Nota 3 : Este laboratorio está informando un error con más resolución de la que posee el instrumento bajo prueba.

Nota 4 : Este laboratorio presenta serios problemas en su cálculo de incertidumbre dado que obtiene un valor incluso menor que el valor informado por el laboratorio piloto. Así mismo en el caso del error está informando este con más dígitos que los permitidos por la resolución del instrumento bajo prueba.

Gráfico N°4 : Resultados Laboratorios Punto 1 A @ 50 Hz ACI



7.2.5. Resultados Resistencia

Tabla N°7 : Resultados Laboratorios Punto 1 Ohm

	Laboratorio	Valor Nominal	Error	Incertidumbre	En	
1	LCPNME	1 Ω	-0.00049	0.00004		
2	ME-16-01	1 Ω	-0.0006	0.00081	0.14	
3	ME-16-08	1 Ω	-0.00007	0.001203927	0.35	Nota 1
4	ME-16-10	1 Ω	-0.000744	0.0094	0.03	Nota 2
5	ME-16-40	1 Ω	-0.00040	0.00081	0.11	
6	ME-16-42	1 Ω	0.00029	0.00730	0.11	
7	ME-16-47	1 Ω	-0.00056	0.00011	0.58	
8	ME-16-56	1 Ω	-0.000118667	0.000393023	0.94	Nota 3
9	ME-16-59	1 Ω	-0.00027	0.00780	0.03	
10	ME-16-60	1 Ω	0.0031620	0.000577972	----	Nota 4
11	ME-16-68	1 Ω	-0.000616	0.00081	0.16	
12	ME-16-79	1 Ω	-0.000085	0.002424895	0.17	Nota 5
13	ME-16-82	1 Ω	-0.001	0.004	0.13	
14	ME-16-92	1 Ω	-0.0006	0.00632	0.02	

Nota 1 : Este laboratorio está informando una incertidumbre con más dígitos que los criterios aceptados.

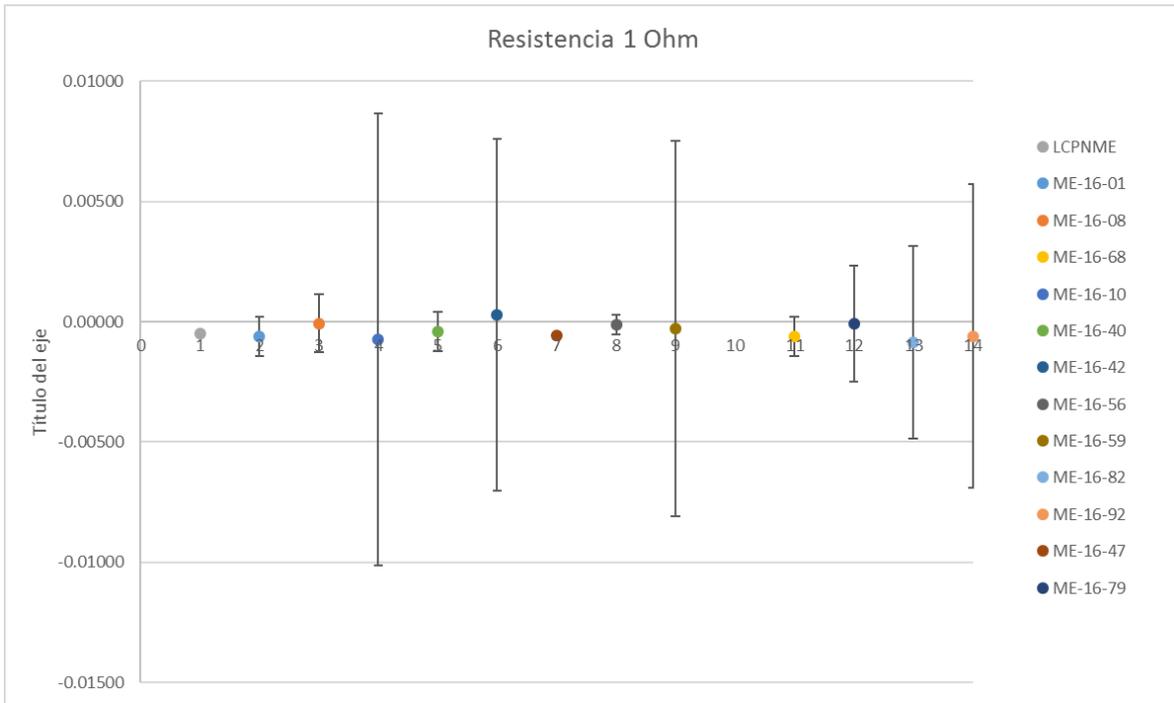
Nota 2 : Este laboratorio está informando un error con más resolución de la que posee el instrumento bajo prueba o el calibrador usado y una incertidumbre con menos dígitos de lo esperado.

Nota 3 : Este laboratorio está informando un error con más resolución de la que posee el instrumento bajo prueba o el calibrador usado y una incertidumbre con menos dígitos de lo esperado.

Nota 4 : Este laboratorio presenta un problema se estima en el cálculo del error, dado que es el único que obtiene un valor positivo, sin embargo el valor de incertidumbre puede ser un valor válido. No informa la incertidumbre y el error bajo ninguno de los criterios establecidos.

Nota 5 : Este laboratorio está informando una incertidumbre con más dígitos que los criterios aceptados.

Gráfico N°5 : Resultados Laboratorios Punto 1 Ohm



VIII. Conclusiones y Comentarios

La intercomparación ME-16 ha incluido a una serie de laboratorios los cuales han participado con distintos tipos de calibradores y por primera vez se ha notado esta disimilitud dado que hay valores de incertidumbre demasiado altas frente a resultados de otros años, así mismo hay una diferencia entre las medidas por las resoluciones de los calibradores usados, por lo tanto, se encuentran varios resultados que pueden ser correctamente emitidos. Esta diferencia lleva a replantearse la forma en que se debe llevar a cabo la intercomparación en un futuro ya que como su nombre lo dice, no va a ser posible seguir comparandose de esta forma.

Así mismo la incorporación de varios puntos de medición involucra que aparezcan errores que se consideraban ya resueltos. Lo anterior queda en evidencia en la revisión de los resultados donde se aprecia que aún se cometen errores básicos en algunos laboratorios que a esta altura ya no deberían cometerse. En esta oportunidad se consideraron todos los valores correctamente emitidos, de no haberse considerado así sólo se podría haber informado los resultados de unos pocos laboratorios.

Esta vez como innovación a la ronda de forma de acelerar ciertos procesos se entregó la base del informe listo, lo anterior por medio de un archivo en Excel, sin embargo en esta innovación se dio por sentado que todos los laboratorios trabajaban de la misma forma lo cual fue una suposición errónea dado que ocho de los trece laboratorios presentaron los resultados de otra forma generando valores que sólo llevaban a valores del índice de error normalizado fuera de la escala. Lo anterior sirve también como retroalimentación para el laboratorio piloto, en cuanto a definir de mejor forma lo que se requiere acotando al máximo las posibles suposiciones.

IX. 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.