

Resultados del ensayo de aptitud para la calibración de calibradores multifunciones de mediana exactitud.

Marco Antonio Rodríguez Guerrero.
Centro Nacional de Metrología.
Laboratorio Multifunciones.

El Marqués, Querétaro, a 8 de Octubre de 2012.

Contenido

- Introducción.
- Patrón Viajero
- Análisis de resultados y su impacto en el sistema nacional de mediciones.
- Propuesta de trabajo para 2013.

Introducción

La **Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (EMA)** para atender las necesidades de ensayos de aptitud del Subcomité de Evaluación de Eléctrica, Tiempo y Frecuencia, solicitó al **Centro Nacional de Metrología (CENAM)** la realización de un ensayo de aptitud para la calibración de calibradores multifunción de mediana exactitud, en magnitudes eléctricas.

En este ensayo de aptitud el CENAM actuó como laboratorio piloto, proporcionando un patrón viajero caracterizado determinando los valores de referencia.

Este ensayo de aptitud se diseñó de acuerdo a los lineamientos de la norma ISO/IEC 17043:2010 (E) Conformity assessment –General requirement for proficiency testing

Introducción.

Determinar la competencia técnica de los laboratorios, en los servicios que ofrecen, por medio de comparaciones.

La participación en programas de pruebas de aptitud provee a los laboratorios de un método objetivo para evaluar y demostrar la confiabilidad de los servicios que ofrecen.

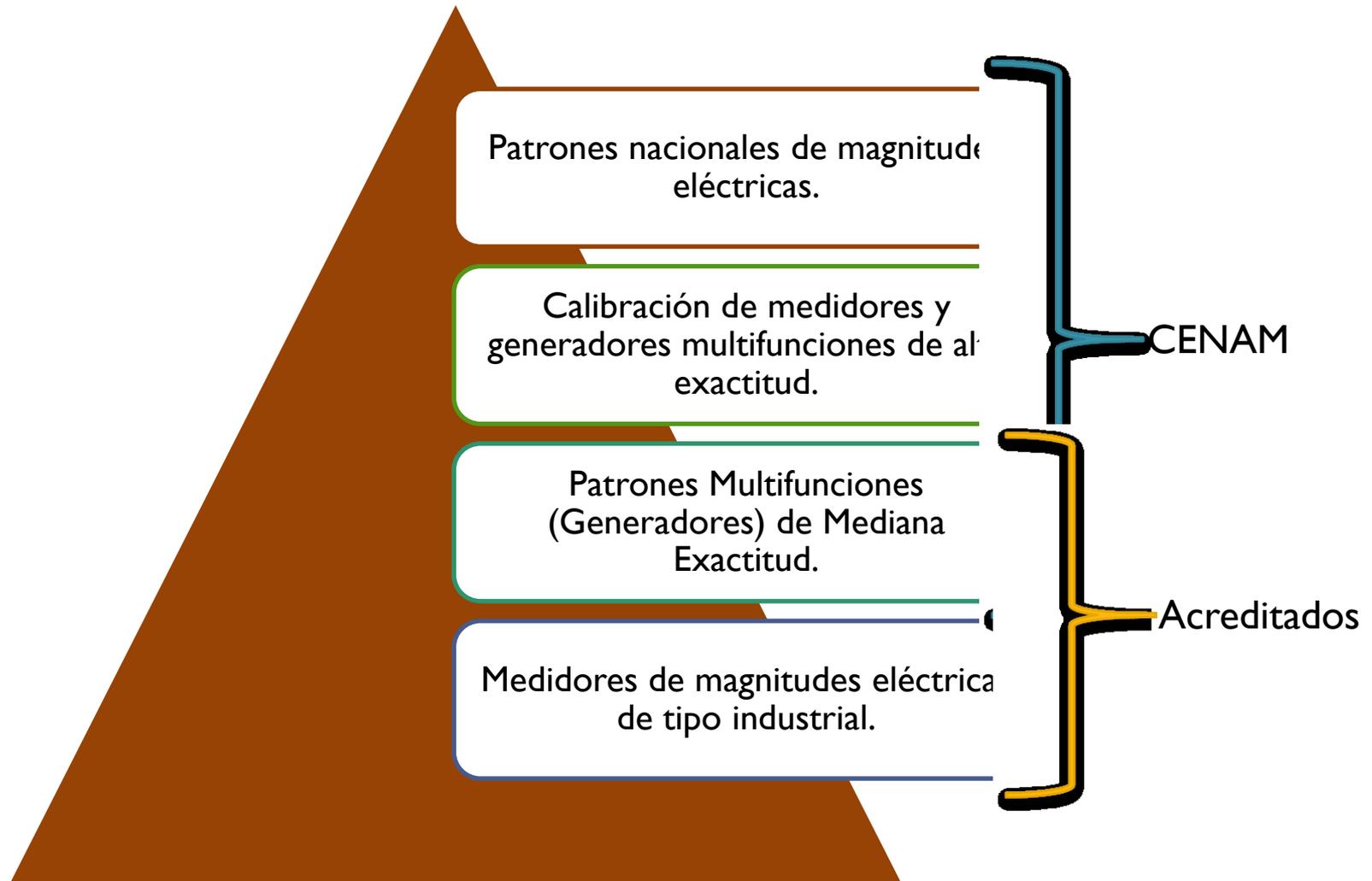
Determinar la competencia de la operación total de un laboratorio

≠

Determinar la competencia del laboratorio en puntos específicos y condiciones específicas

Los resultados de las pruebas de aptitud son un soporte técnico fundamental para la evaluación de la competencia del laboratorio.

Introducción.



Características del patrón viajero

El patrón viajero fue medido antes de iniciar el ensayo de aptitud, entre ciclos de participantes y al término del mismo.

Patrón viajero

Descripción:	Calibrador Multifunciones
Marca:	Fluke
Modelo:	5520A
Número de serie:	9311008

Puntos de calibración seleccionados.

Magnitud eléctrica	Puntos de calibración
Tensión eléctrica continua	100 mV, 1 V, 1000 V
Tensión eléctrica alterna	100 mV/ 50 Hz, 1 V / 100 kHz 120 V/ 60 Hz y 700 V / 1 kHz
Resistencia eléctrica	10 Ω , 10 k Ω y 100 M Ω
Corriente eléctrica continua	100 μ A y 10 A
Corriente eléctrica alterna	1 A / 50 Hz, 1 A / 1 kHz, 10 A / 50 Hz y 10 A/ 1 kHz
Potencia Eléctrica Alterna	120 V/5 A/60 Hz a F.P. 1.0 y -0.5
Capacitancia	100 nF a 1 kHz y 100 μ F a 100 Hz
Simulación de Termopares	Termopar tipo T a 10 $^{\circ}$ C, Termopar tipo S 150 $^{\circ}$ C.

Protocolo.

- Mensurando

$$\text{Error relativo} = \frac{\text{Valor Indicado} - \text{Valor referencia}}{\text{Valor referencia}}$$

- Condiciones de medición del patrón viajero.

Utilizar métodos de medición que cotidianamente se emplean para realizar servicios de calibración.

Criterio de evaluación

Error Normalizado.

$$E_n = \frac{E_i - E_{CENAM}}{\sqrt{U_i^2 + U_{CENAM}^2}}$$

Donde:

- E_i : Es el error relativo reportado por el participante, por punto de calibración.
- E_{CENAM} : Es el error relativo evaluado por el CENAM, por punto de calibración.
- U_i : Es la incertidumbre expandida reportada por el participante, en su informe de calibración, para un nivel de confianza del 95.45 %.
- U_{CENAM} : Es la incertidumbre expandida reportada por el CENAM para un nivel de confianza del 95.45 %

Valores de $|E_n| > 1$ indican resultados no satisfactorios.

Valores de $|E_n| \leq 1$ indican resultados satisfactorios.

Evaluación de resultados.

$$|En| \leq 1$$



trazabilidad,
métodos de
medición, informe
de calibración.

Análisis de la estimación de incertidumbre, basándose en el presupuesto de incertidumbre reportado y corroborando concordancia con CMCs.

¿Cómo se calcula el valor de referencia y su incertidumbre?

E_{CENAM} El error relativo evaluado por el CENAM, por punto de calibración.

U_{CENAM} La incertidumbre expandida reportada por el CENAM para un nivel de confianza del 95.45 %

D_i La diferencia entre los errores reportados por el participante y los errores evaluados por el CENAM

U_{D_i} La incertidumbre asociada al valor de D_i .

$$U_{CENAM} = k \sqrt{U_{CAL}^2 + U_{EST}^2}$$

$$U_{D_i} = k \sqrt{U_i^2 + U_{CENAM}^2}$$

Estabilidad del patrón

$$y = ax + b$$

- y: Es el valor estimado del patrón viajero, dependiendo del valor de x
- x: Es la fecha de medición del participante
- a: Es la pendiente de la recta de ajuste
- b: Es la ordenada al origen de la recta de ajuste

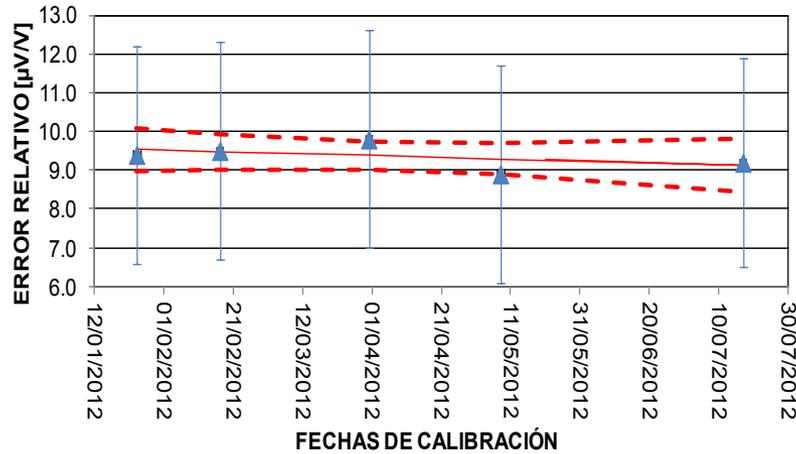
La incertidumbre asociada a los valores estimados de “y” se determinó como sigue:

$$Uy = t_{95.45} S_y \left[\frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{\sum (x - \bar{x})^2} \right]^{1/2}$$

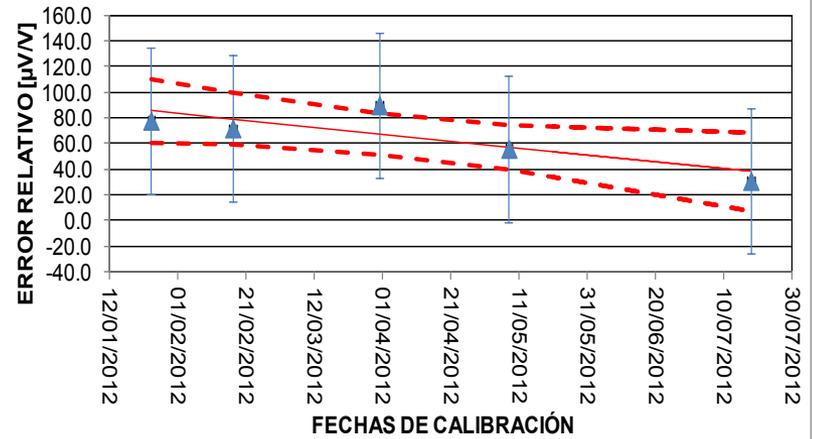
- Uy Es la incertidumbre asociada a un punto dentro de la recta de ajuste lineal, para un nivel de confianza del 95.45 %.
- $t_{95.45}$ Es el factor de cobertura “t” para el nivel de confianza de 95.45 % .
- S_y Es la desviación estándar de los residuos.
- n Es el número de calibraciones realizadas por el CENAM y empleadas para el ajuste lineal.
- x Es la fecha de calibración en la que se estima el valor de y.
- \bar{x} Es el promedio, en tiempo, de las fechas en las que el CENAM realizó calibraciones.

Estabilidad del patrón

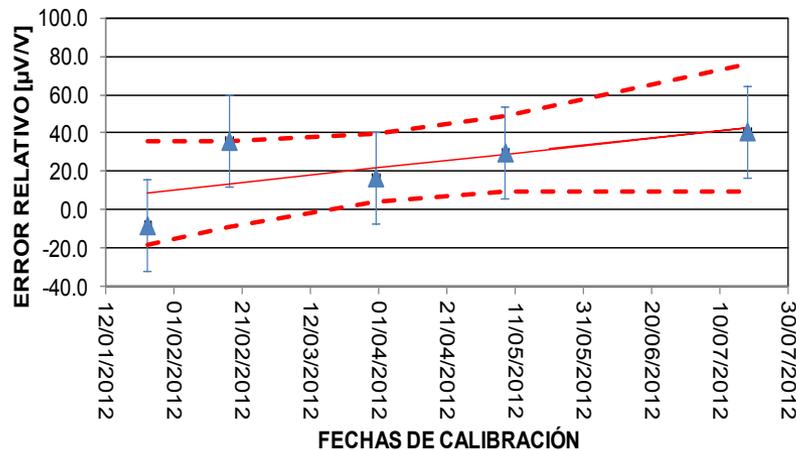
Análisis de estabilidad
5520A(9311008) 1 V - Estimación sobre un único punto
en la línea de tendencia.



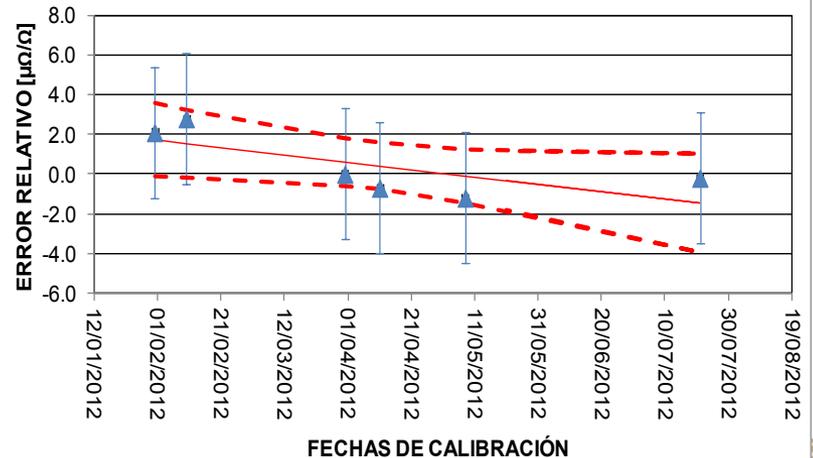
Análisis de estabilidad
5520A(9311008) 100 mV @ 50 Hz - Estimación sobre un
único punto en la línea de tendencia.



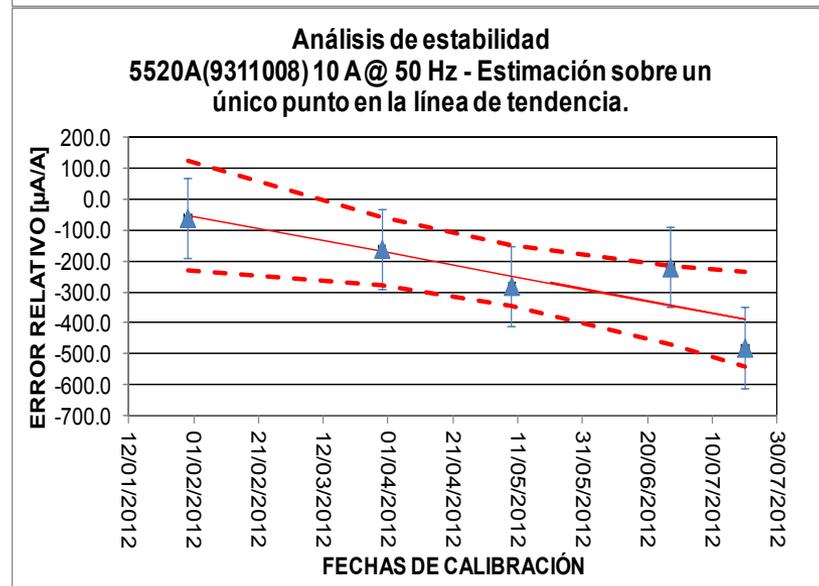
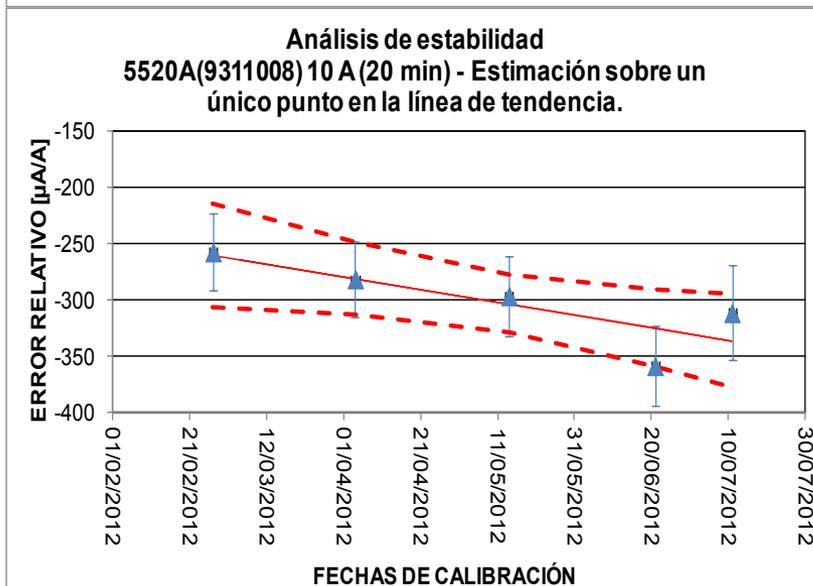
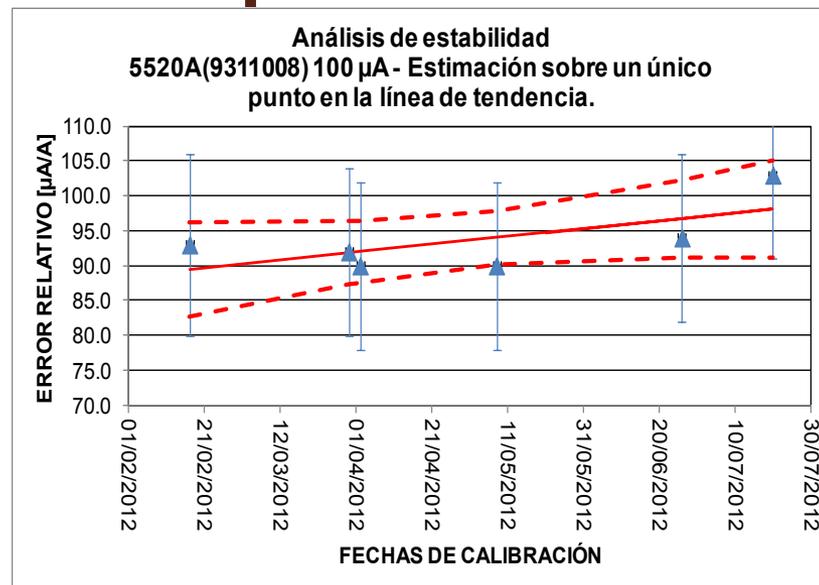
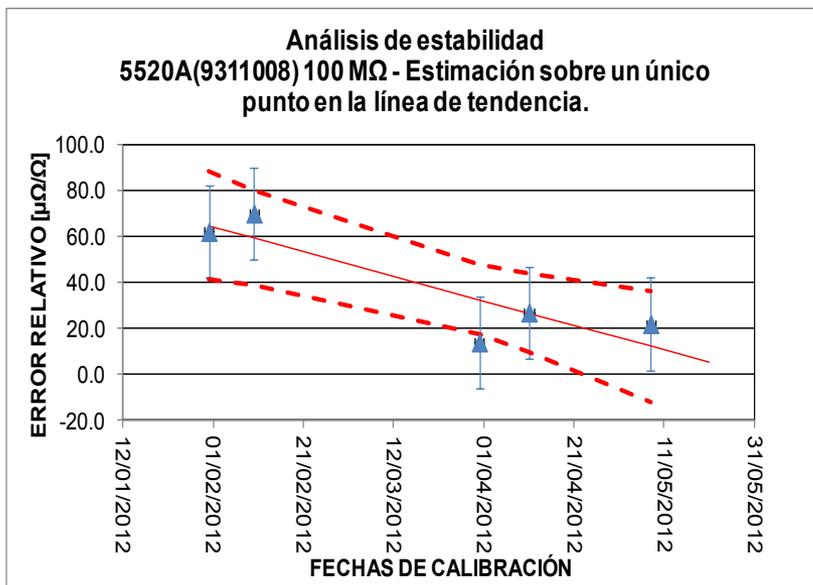
Análisis de estabilidad
5520A(9311008) 120 V @ 60 Hz - Estimación sobre un
único punto en la línea de tendencia.



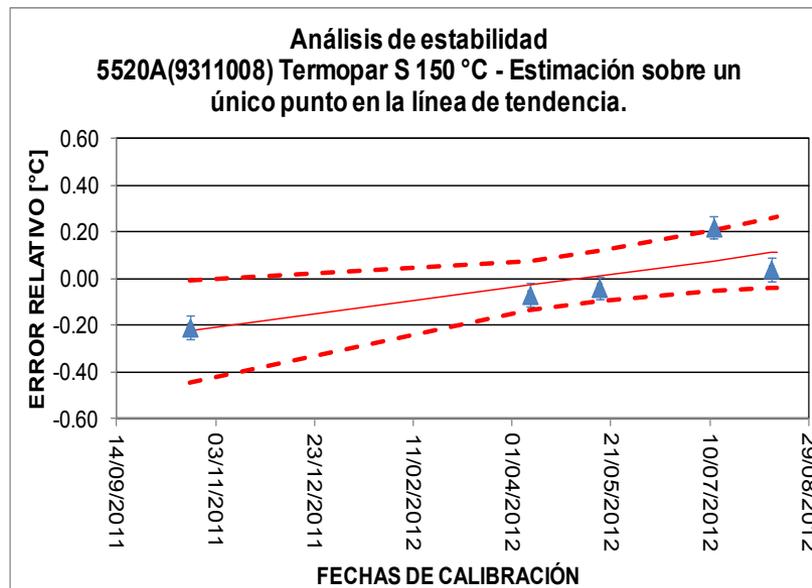
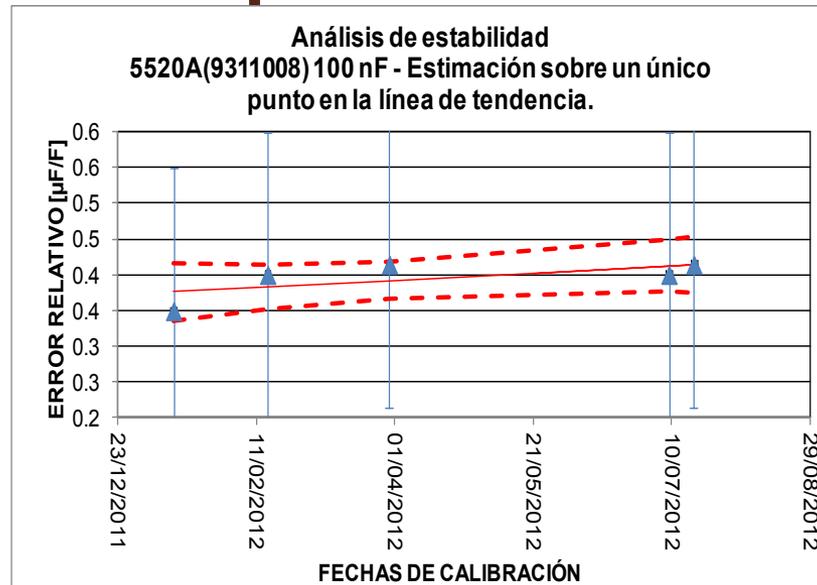
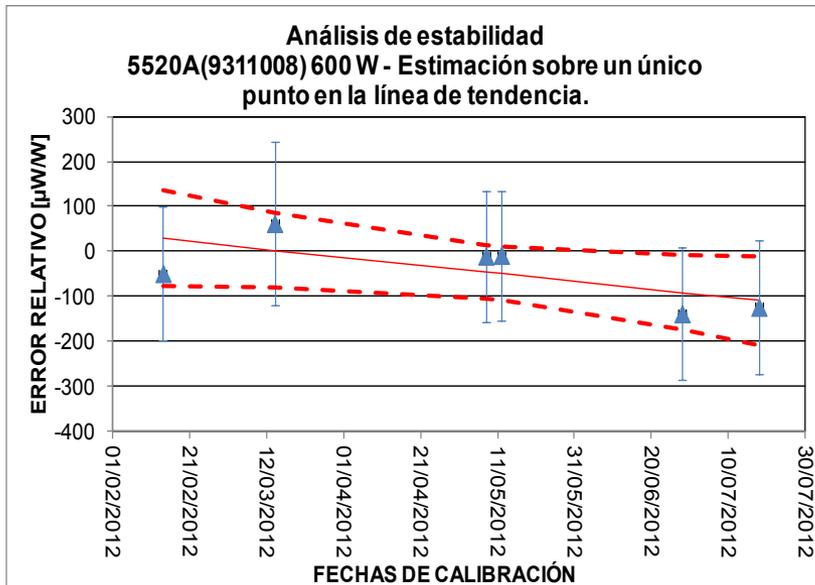
Análisis de estabilidad
5520A(9311008) 10 Ω - Estimación sobre un único punto
en la línea de tendencia.



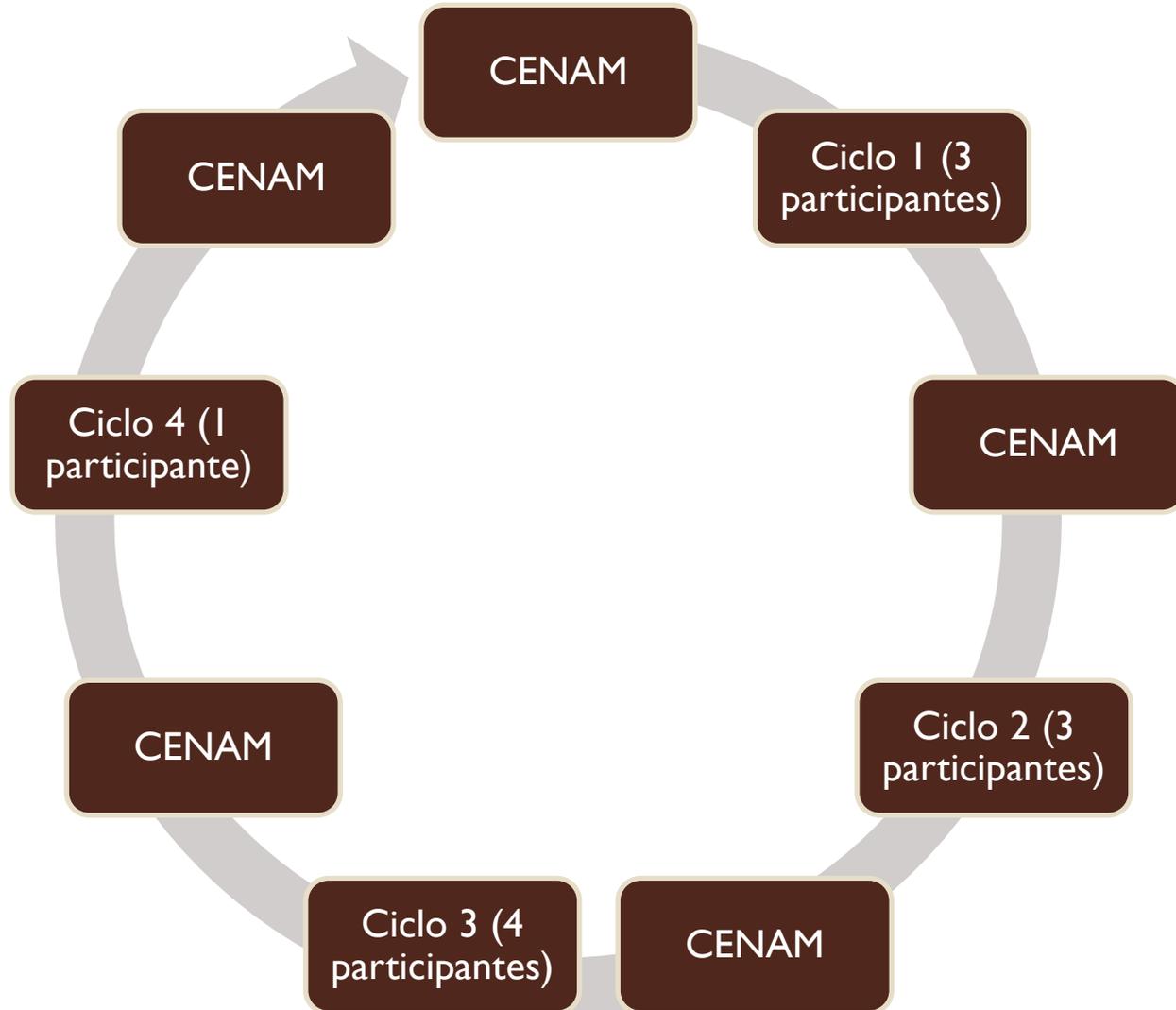
Estabilidad del patrón



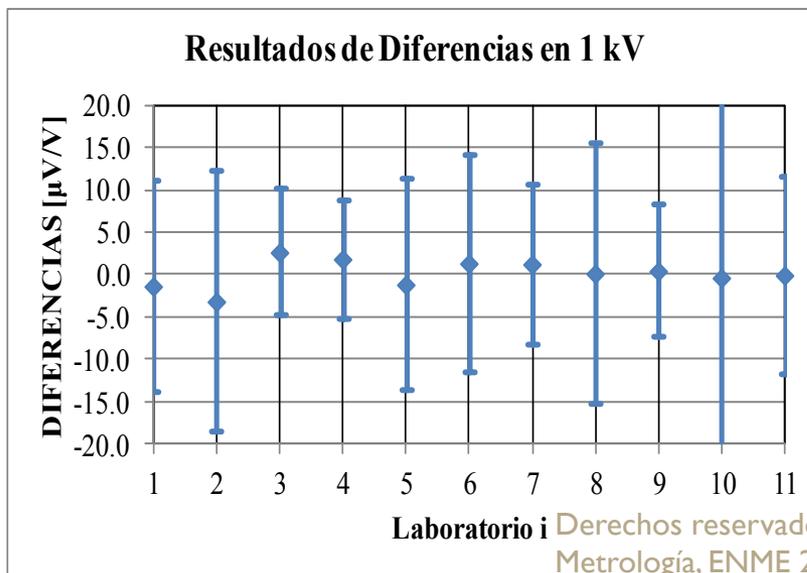
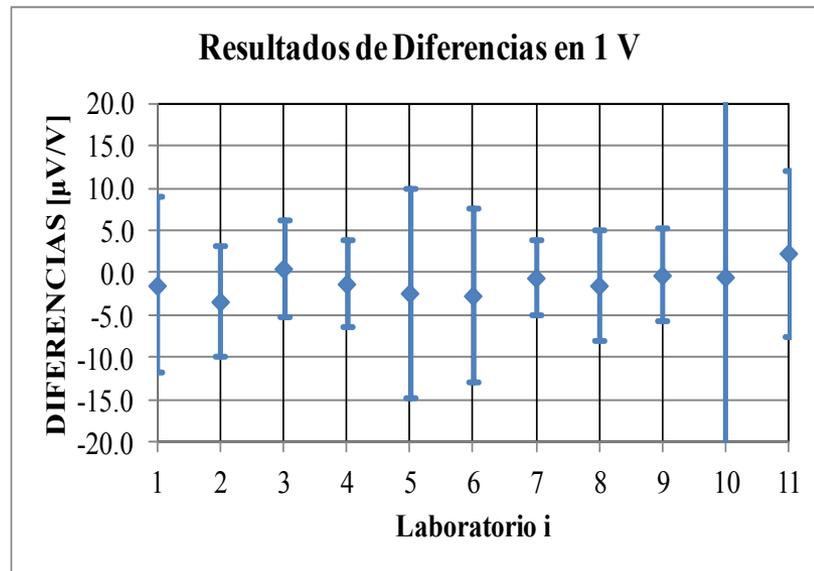
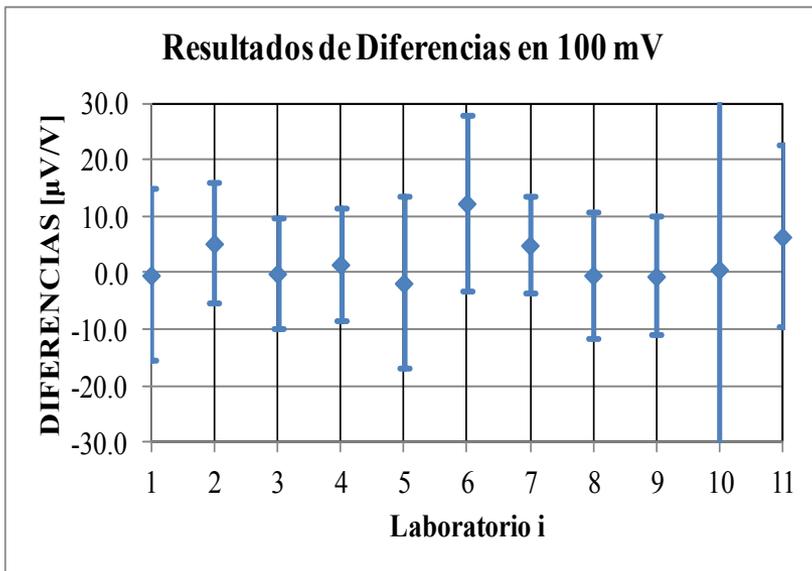
Estabilidad del patrón



Ciclos de participantes

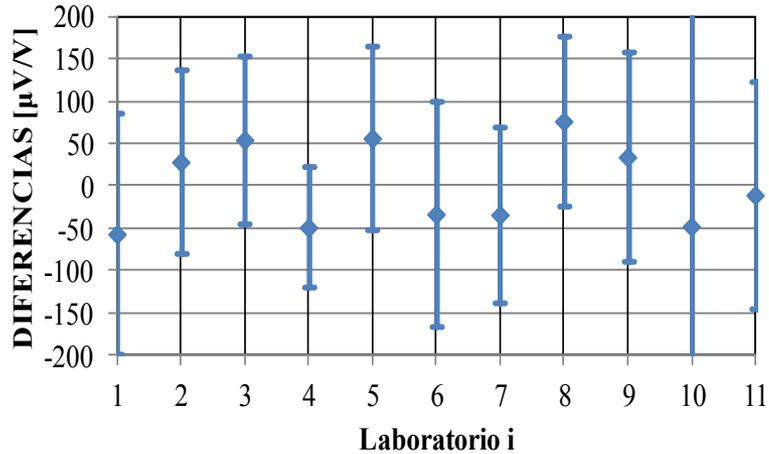


RESULTADOS

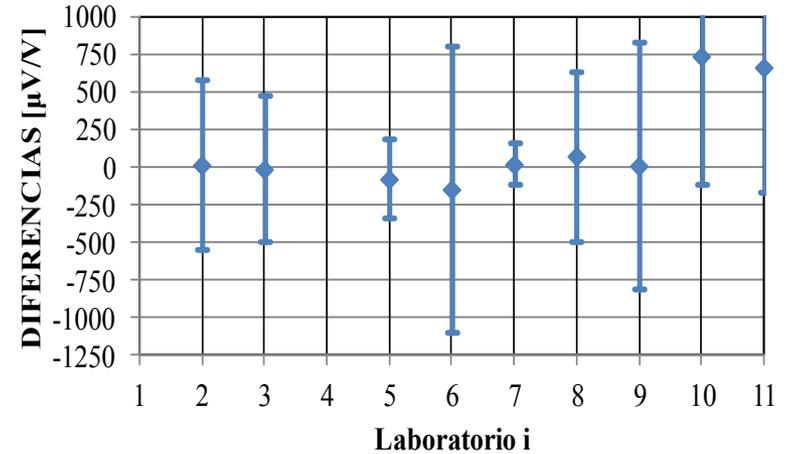


RESULTADOS

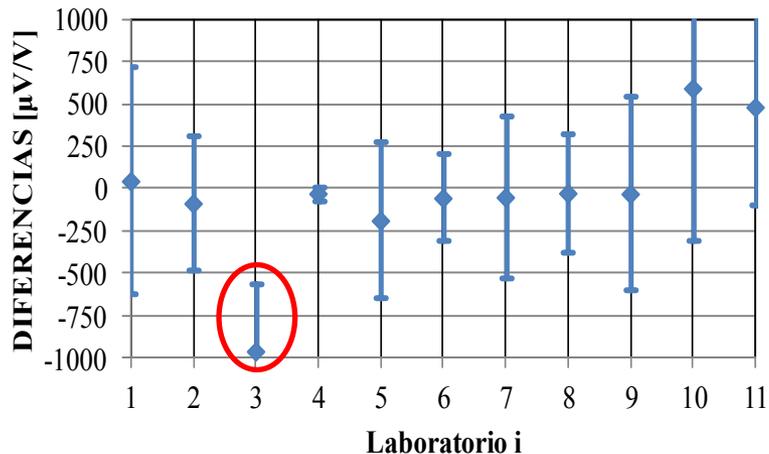
Resultados de Diferencias en 100 mV @ 50 Hz



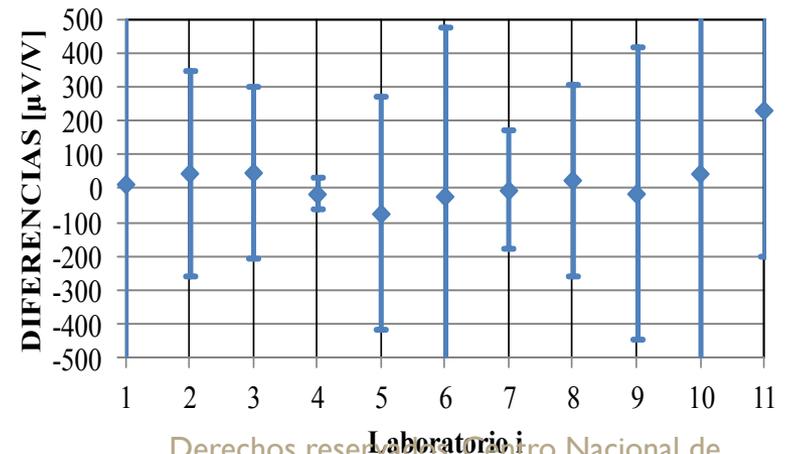
Resultados de Diferencias en 1 V @ 100 kHz



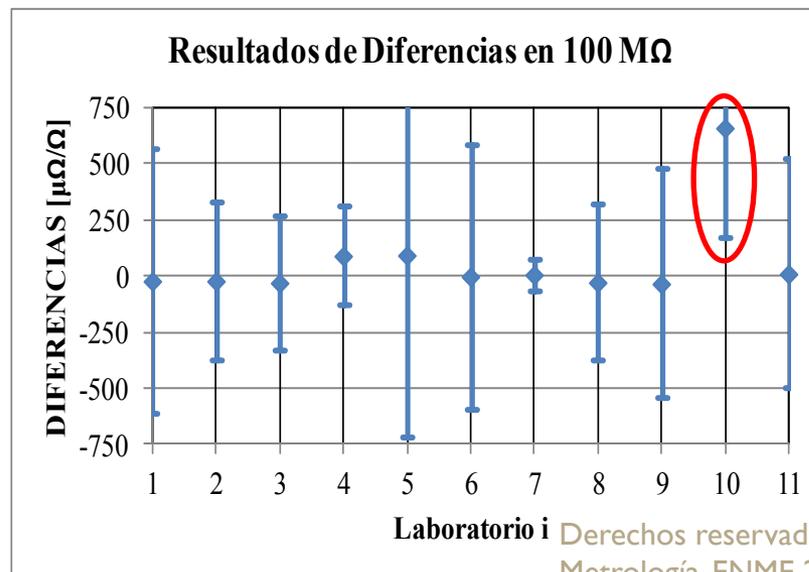
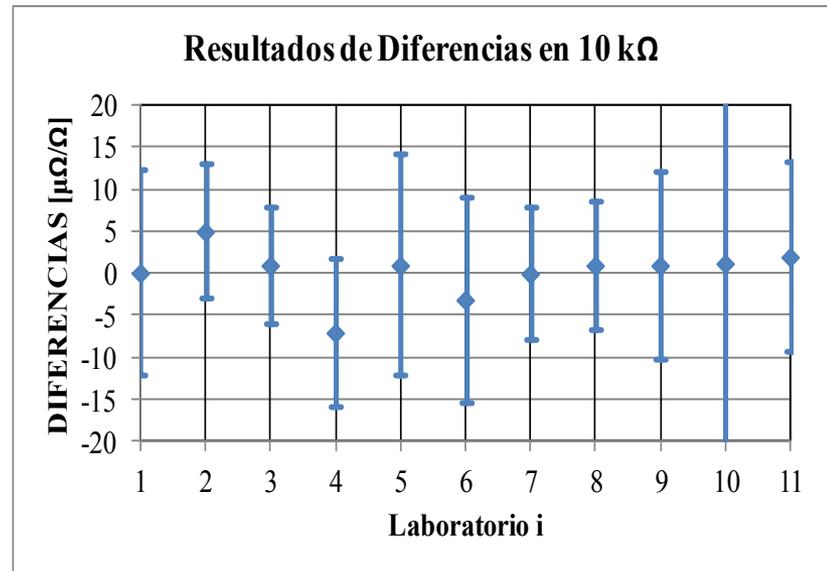
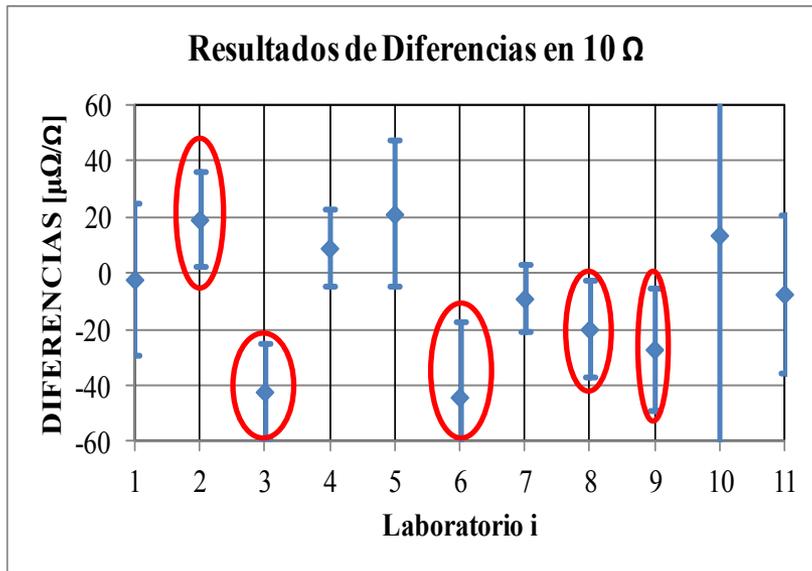
Resultados de Diferencias en 120 V @ 60 Hz



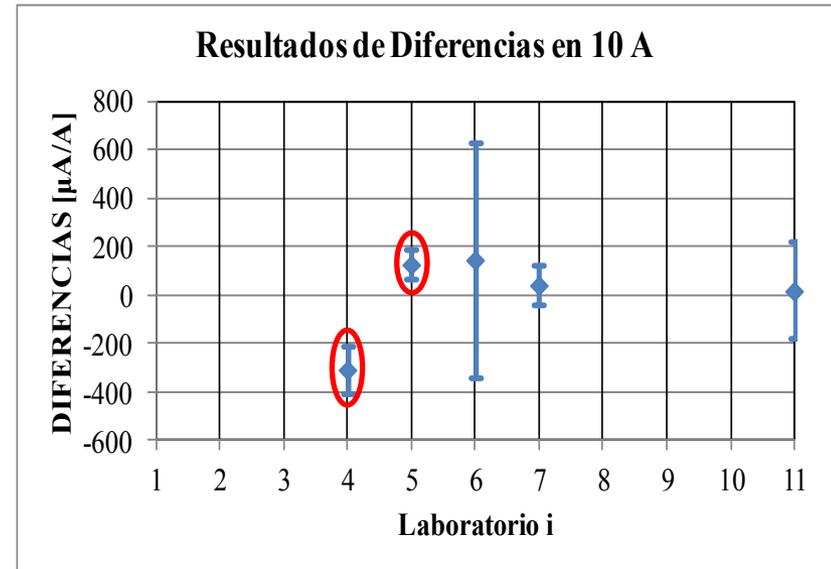
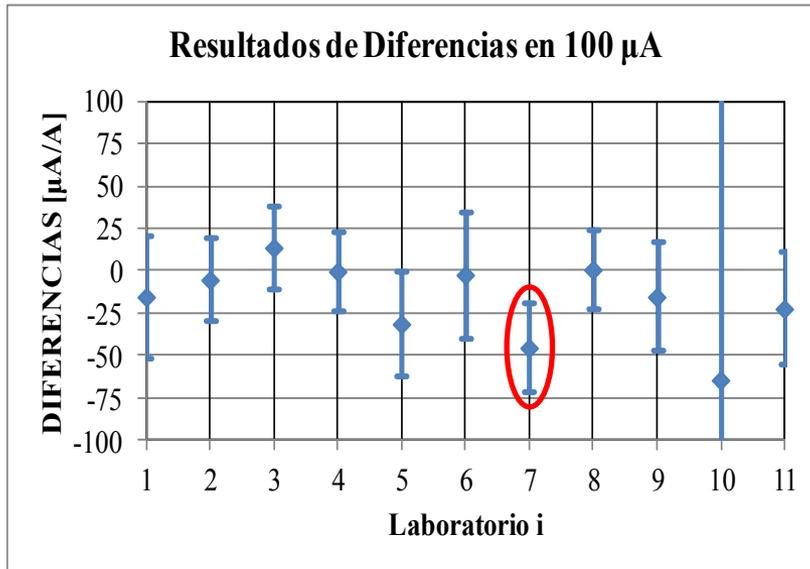
Resultados de Diferencias en 700 V @ 1 kHz



RESULTADOS

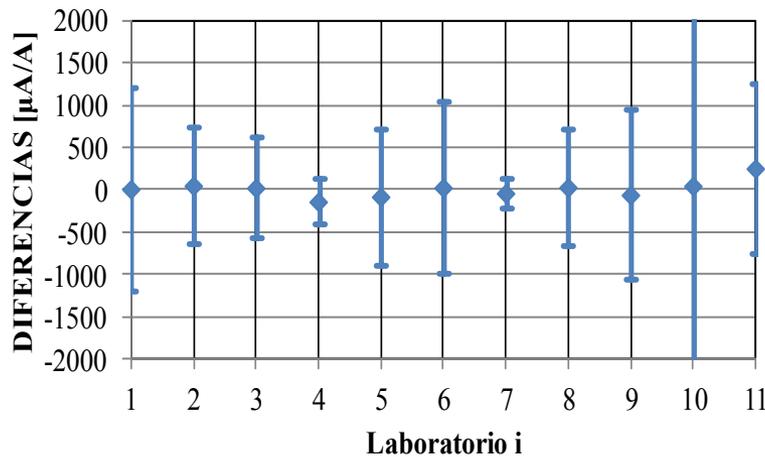


RESULTADOS

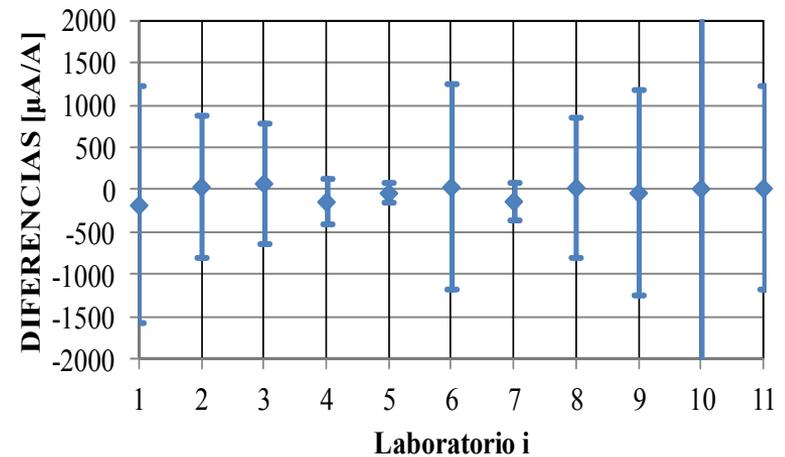


RESULTADOS

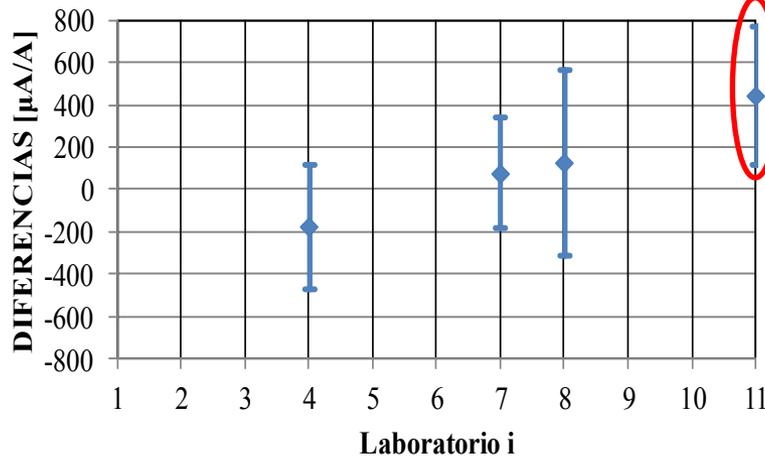
Resultados de Diferencias en 1 A @ 50 Hz



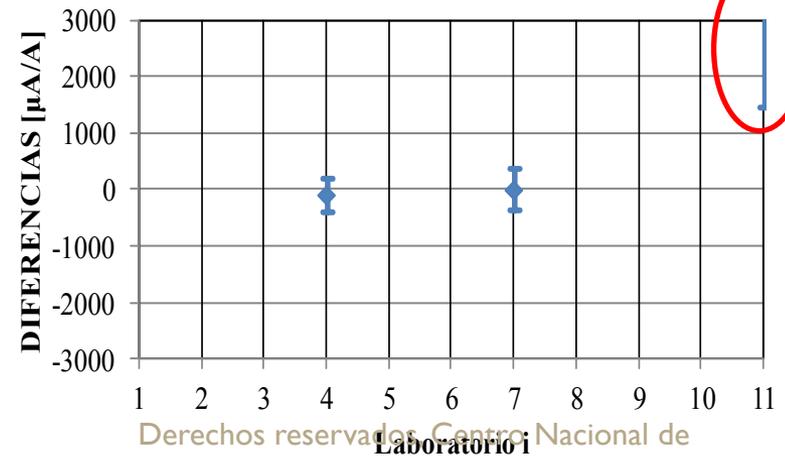
Resultados de Diferencias en 1 A @ 1 kHz



Resultados de Diferencias en 10 A @ 50 Hz

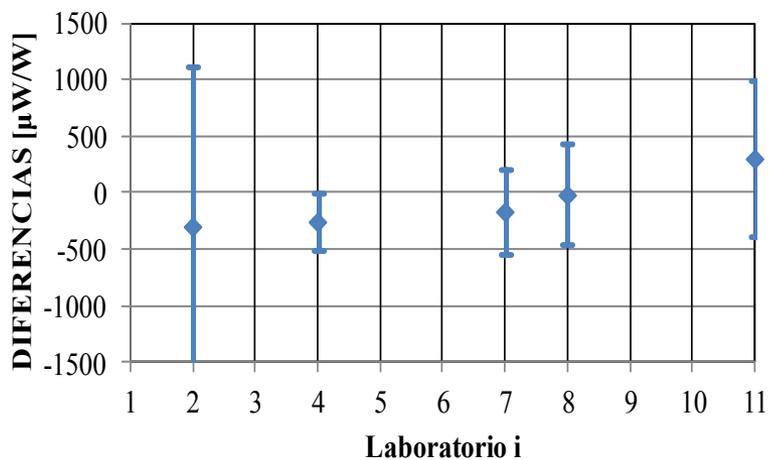


Resultados de Diferencias en 10 A @ 1 kHz

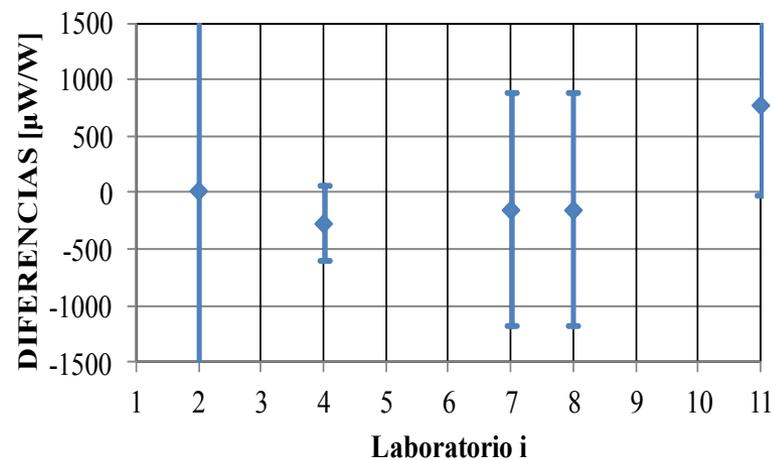


RESULTADOS

Resultados de Diferencias en 600 W @ 60 Hz

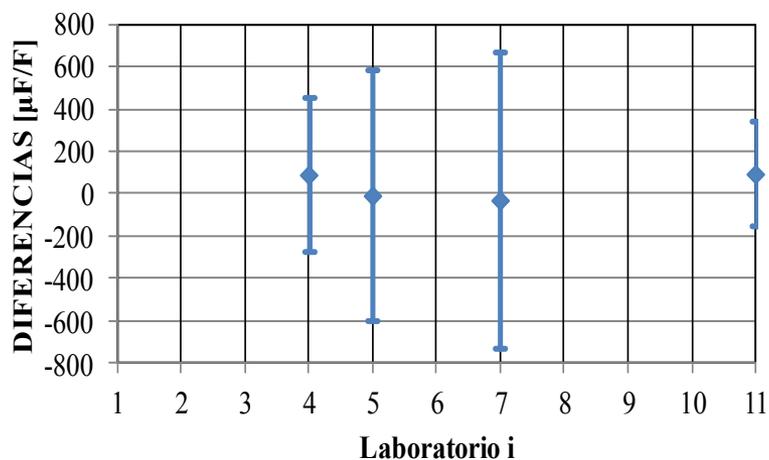


Resultados de Diferencias en 300 W @ 60 Hz

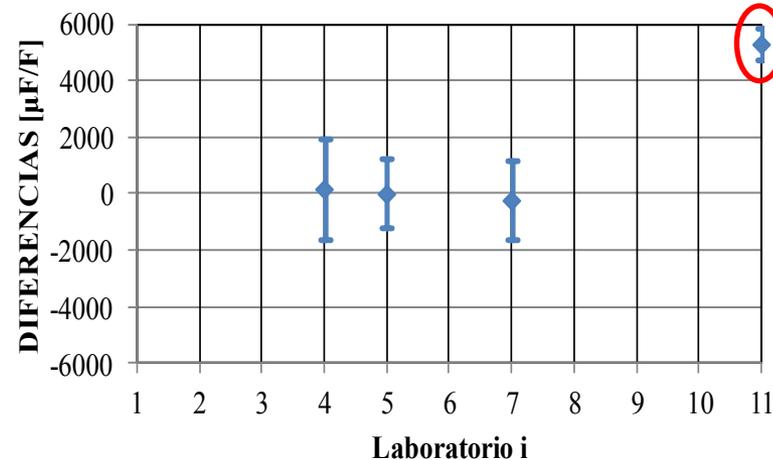


RESULTADOS

Resultados de Diferencias en 100 nF @ 1 kHz

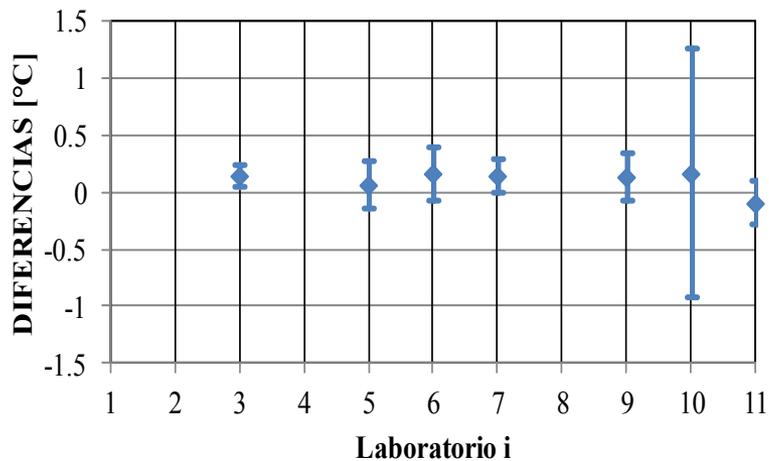


Resultados de Diferencias en 100 µF @ 100 Hz

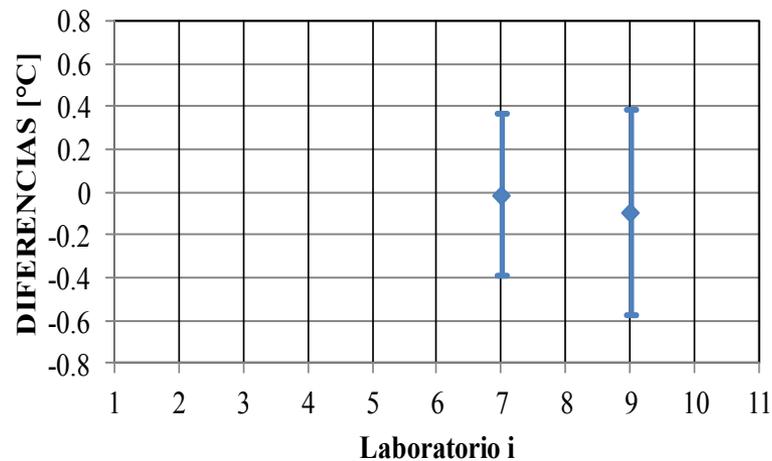


RESULTADOS

Resultados de Diferencias en Termopar T 10 °C



Resultados de Diferencias en Termopar S 150 °C



RESULTADOS

Clave del laboratorio	Valores $ E_n $	Puntos de medición
2	1	10 Ω
3	2	120V a 60 Hz y 10 Ω
4	1	10 A
5	1	10 A
6	1	10 Ω
7	1	100 μ A
8	1	10 Ω
9	1	10 Ω
10	1	100 M Ω
11	3	10 A a 50 Hz, 10 A a 1 kHz y 100 μ F a 100 Hz

Conclusiones Generales.

- Este ensayo de aptitud muestra en general una buena concordancia entre los valores de referencia y los valores de calibración reportados por los participantes en los puntos incluidos en la comparación, sin embargo, se han detectado algunas oportunidades de mejora que deben ser aprovechadas por los participantes.
- **Hubo laboratorios que decidieron participar en este ensayo de aptitud a pesar de que no cuentan con CMCs de catalogo para servicios de calibración de calibradores multifunciones de mediana exactitud.** El alcance de estas CMCs debe ser revisado durante el proceso de evaluación de los laboratorios.
- Las razones de la obtención de valores $|E_n|$ mayores a 1, para los distintos puntos sujetos de este ensayo de aptitud no pueden generalizarse, cada laboratorio deberá analizar las causas que lo llevaron a obtener resultados no acordes con las incertidumbres declaradas en sus Capacidades de Medición y Calibración, se sugiere realizar las acciones correctivas que apliquen.

Conclusiones Generales.

- Solo 3 de los 11 participantes muestran capacidad para calibrar y medir el calibrador multifunciones completo.
- 10 de 11 laboratorios tuvieron al menos un resultado no satisfactorio.
- La estimación de incertidumbre sea hace generalmente de manera adecuada.
- La concordancia entre CMCs e incertidumbre de participación de cada laboratorio durante este ensayo de aptitud, es buena.

¿Qué nos queda por hacer?

- Acciones correctivas
- ¿Qué ensayos de aptitud se requieren?
 - ~~¿mayor exactitud?~~
 - ¿menor exactitud?
- ¿Repetición del Ensayo durante 2013?
- ¿Capacitación o entrenamiento?
- ¿Cursos?
- ¿Requerimientos especiales de incertidumbre?
- Puntos especiales de calibración

Propuesta CENAM para 2013

- Realizar un taller de al menos 1 semana para los participantes del ensayo de aptitud, en las magnitudes que presentaron los principales problemas, posiblemente en Junio de 2013.
- Seguimiento a las acciones correctivas de los participantes.
- Repetir ensayo de aptitud (por solicitud)

Agradecimientos.

- Al grupo de trabajo para ensayos de aptitud en CENAM.
 - Sara Campos
 - David Avilés
 - Eduardo Gutiérrez
 - René Carranza
 - Marco Escobar
 - Felipe Hernández

¿Comentarios?

- Gracias por su atención.
mrodrigu@cenam.mx