

# Prueba de aptitud: Calibración de multímetros de 4 ½ a 6 ½ dígitos en magnitudes eléctricas

**Sara Campos**  
**División de Mediciones Electromagnéticas**



**Encuentro Nacional de  
Metrología Eléctrica 2009**  
**18-20 de noviembre**

- ✦ Electromagnetismo
- ✦ Temperatura y Propiedades Termofísicas
- ✦ Tiempo y Frecuencia



# CONTENIDO

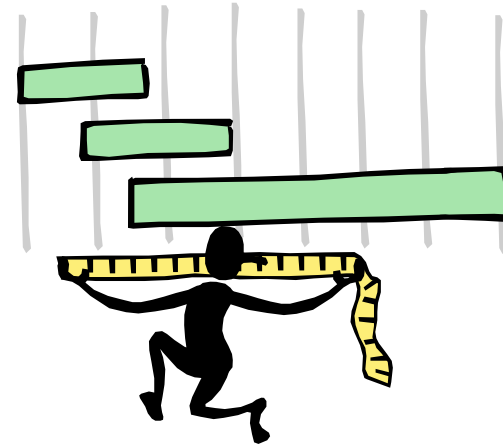
- Introducción
- Lineamientos ISO/IEC 43-1 para el desarrollo de pruebas de aptitud
- Análisis de resultados y su impacto
- Trabajo por realizar

# Introducción



## Propósito de las pruebas de aptitud

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.

Los laboratorios con un sistema de calidad basado en la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006:

- ✓ Poseen un sistema de gestión
- ✓ Son técnicamente competentes
- ✓ Son capaces de generar resultados técnicamente válidos

# Proceso de Acreditación vs Pruebas de Aptitud

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.

# Prueba de aptitud: “Calibración de multímetros de 4 ½ a 6 ½ dígitos, en magnitudes eléctricas”

## Motivación:

Apoyar al desarrollo de la competencia técnica de los laboratorios de calibración acreditados y no acreditados.

Incidir en el desempeño de los participantes cuando realizan calibraciones que están dentro del alcance de su acreditación.

Los resultados de las pruebas de aptitud pueden ser usados en las decisiones de acreditación. Por ello es importante que haya confianza en el diseño y operación de la prueba de aptitud

## **ISO/IEC Guide 43-1: 1997**

## **NMX-EC-43-1-IMNC-2005**

*Pruebas de aptitud por comparaciones interlaboratorio.  
Parte 1. Desarrollo y operación de programas de pruebas de aptitud.*



# Lineamientos ISO/IEC 43-1 para el desarrollo de pruebas de aptitud



# Organización y diseño:

## La naturaleza y propósito de la prueba de aptitud

- Evaluar los resultados del participante sobre el patrón viajero, considerándolo como un servicio de calibración rutinario.
- Evaluar si las diferencias encontradas son menores que la incertidumbre declarada en las Capacidades de Medición y Calibración (CMCs ) del laboratorio.
- Evaluar algunos puntos esenciales de NMX-EC-17025-IMNC-2006 Parte 5: (i.e. Trazabilidad, métodos de medición, estimación de incertidumbre, etc)

## Organización y diseño:

Procedimiento para la selección de participantes o de los criterios que se deben cumplir antes de permitir su participación

- ✍ Ofrecer servicios de calibración a multímetros de 4 ½ a 6 ½ dígitos.
- ✍ Contar con patrones de medición adecuados para calibrar multímetros de 4 ½ a 6 ½ dígitos.
- ✍ Contar con personal capacitado en técnicas de medición de magnitudes eléctricas y de análisis de incertidumbre.
- ✍ Tener implantado un sistema de calidad basado en la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006.

## Organización y diseño:

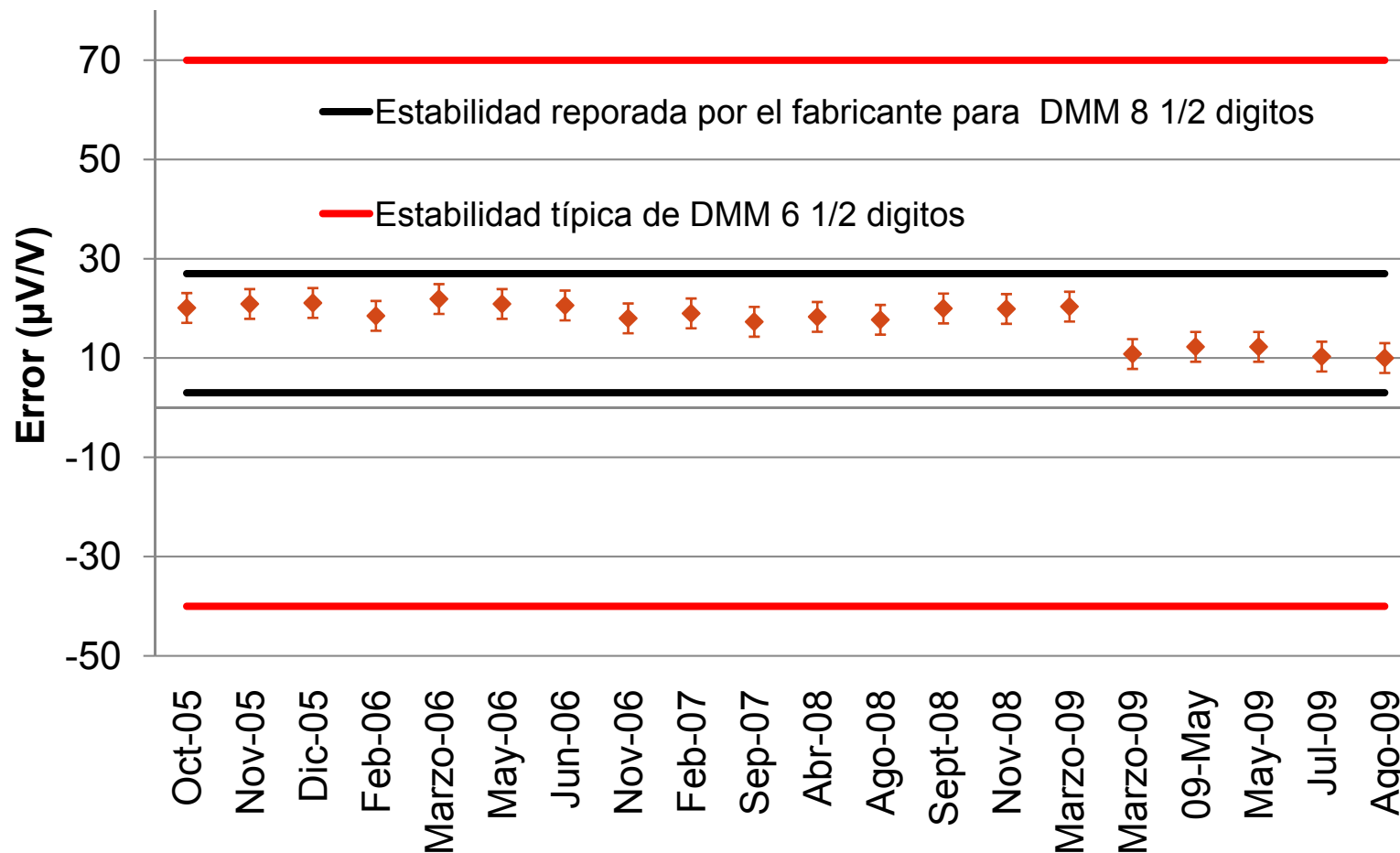
Las características del patrón viajero seleccionado, así como las consideraciones para su selección

Se utiliza como patrón viajero un multímetro de 8 ½ dígitos, configurado como multímetro de 6 ½ dígitos.



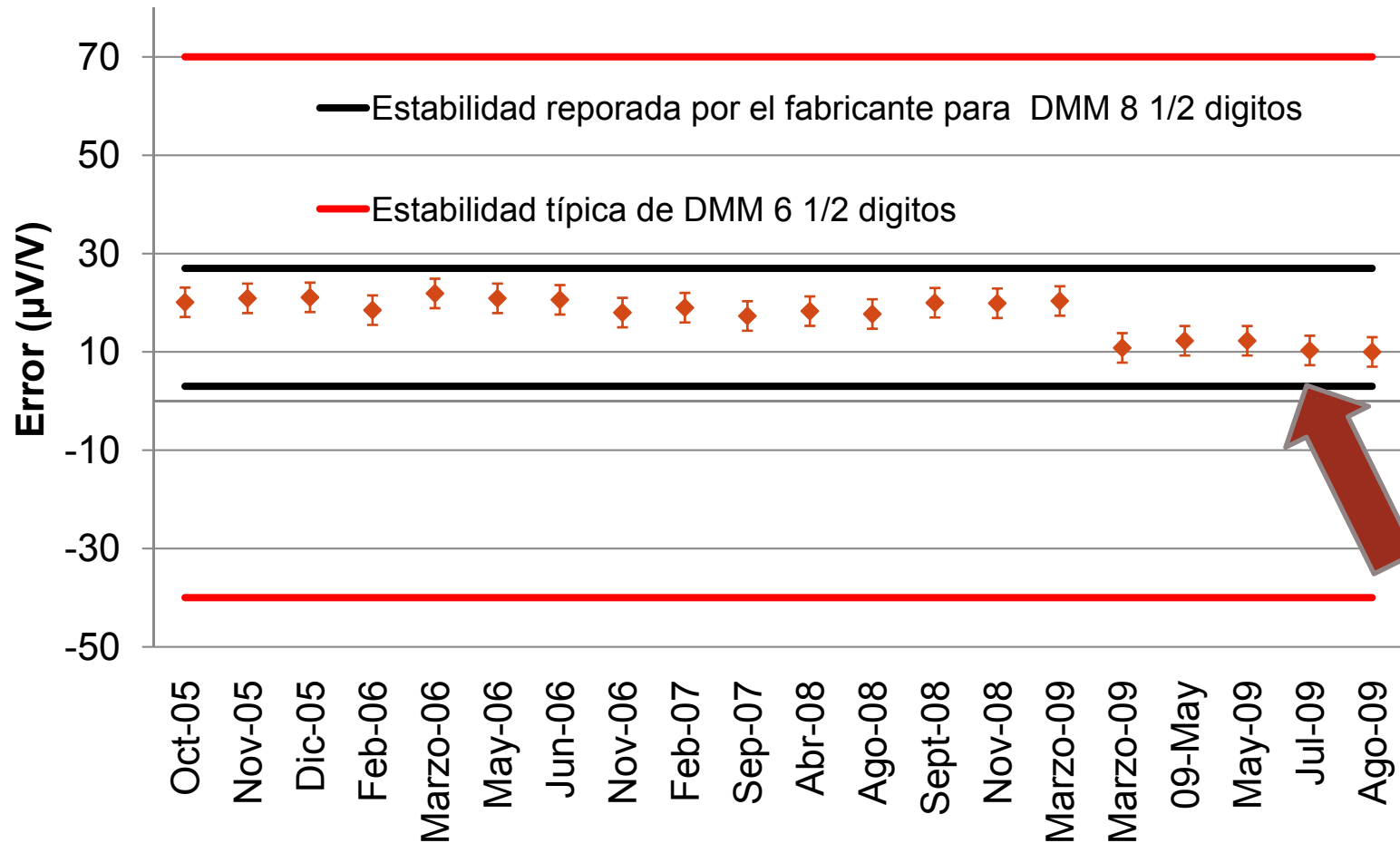
## Asegurar la estabilidad del patrón circulante

### Multímetro de 8 1/2 digitos : 1 kV



- Ajuste por software de las constantes del patrón viajero

### Multímetro de 8 1/2 dígitos : 1 kV



- Se modifican los valores pero no la estabilidad del equipo

Puntos de medición seleccionados, así como una breve descripción de las razones por las que se seleccionaron.

Magnitud eléctrica	Puntos de calibración
Tensión eléctrica continua	10 V y 1000 V
Tensión eléctrica alterna <b>IMPORTANTE:</b> La máxima tensión que puede aplicarse al patrón viajero es 700 V (valor raíz cuadrático medio)	100 mV / 50 Hz, 100 mV / 10 kHz, 10 V / 50 Hz, 10 V / 20 kHz; 120 V / 50 Hz; 700 V / 50 Hz, 700 V / 1 kHz
Resistencia eléctrica	10 Ω , 10 kΩ y 100 MΩ
Corriente eléctrica continua	100 μA y 1 A
Corriente eléctrica alterna	10 mA /1 kHz y 1 A /50 Hz

## Forma de transporte y control del patrón viajero

- Selección de empaque adecuado (norte del país restricciones aduanales)
- Transporte, y manejo
- Procedimiento a seguir en caso de daño o pérdida

## Descripción de la información que se proporcionará al participante

# Elaboración de un Protocolo de medición





# El protocolo

- Mensurando:

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

- Condiciones de medición del patrón viajero

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

## Cómo se desea que sean registrados y reportados los datos

- El laboratorio debe entregar un reporte detallado
  - Personas involucradas en la prueba de aptitud
  - Descripción de patrones utilizados durante la prueba
  - Procedimientos utilizados
  - Detalles de trazabilidad
  - Detalle de la evaluación de incertidumbre
  - Etc.
  
- El laboratorio debe entregar los resultados en el formato de su informe de calibración**

## Cómo se llevará a cabo la evaluación de la competencia

**Se evalúa la diferencia entre los valores reportados**

Grado de equivalencia:

$$D = E_{\text{lab.participante}} - E_{\text{CENAM}} \quad D \leq U_{\text{CMC}}$$

Concordancia con CMCs:

$$U_{\text{lab}} \approx U_{\text{CMC}}$$

La componente de incertidumbre del patrón viajero es despreciable

**CMC: Capacidad de medición y calibración**

Concordancia con el valor normalizado

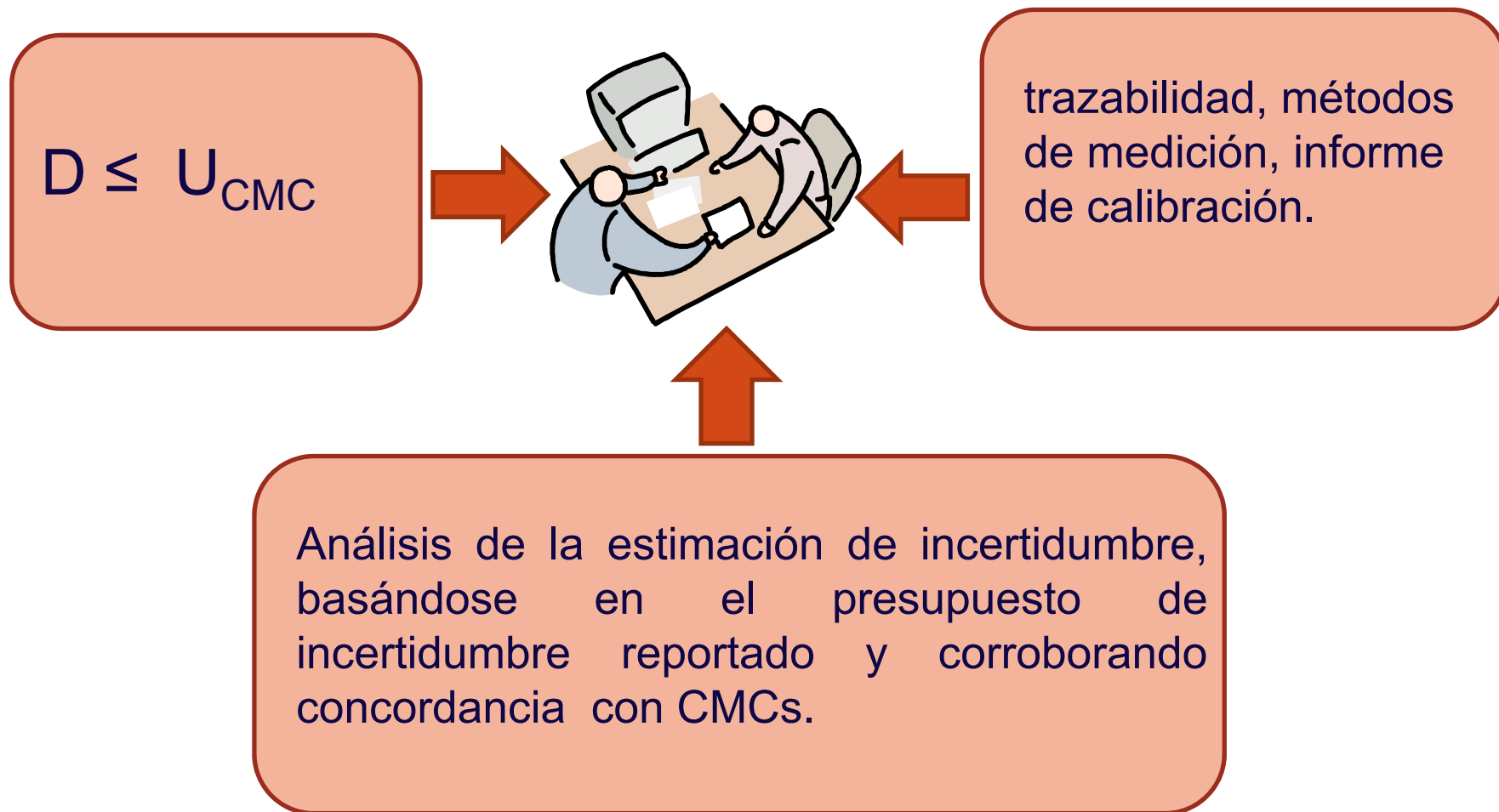
$$E_n = \frac{|D|}{\sqrt{U_{\text{lab}}^2 + U_{\text{ref}}^2}} \qquad E_n = \frac{|D|}{U_{\text{lab}}}$$

$$D \leq U_{\text{CMC}} \quad \Rightarrow \quad E_n \leq 1$$

**La opinión sobre la competencia del laboratorio no se limita a concluir sobre :**

$$E_n \leq 1$$

## Cómo se llevará a cabo la evaluación de la competencia

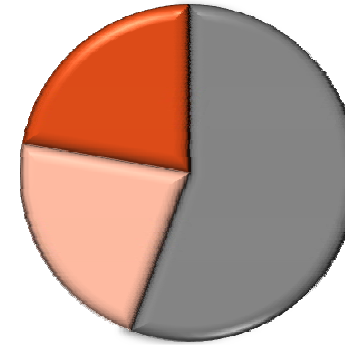


# Análisis de resultados y su impacto



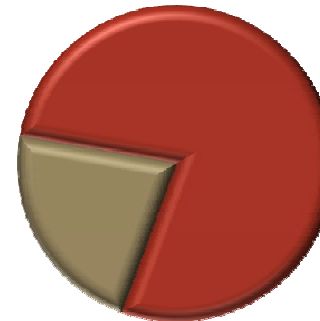
## Patrón utilizado por el participante:

- Calibrador de mediana exactitud (5 labs.)
- Calibrador de alta exactitud (2 labs.)
- Medidor de alta exactitud (2 labs.)

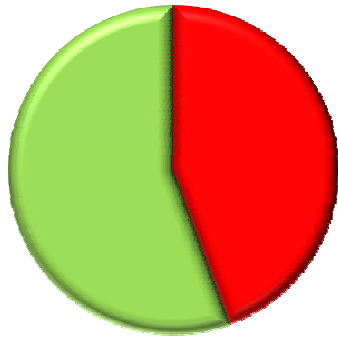


## El patrón del participante fue calibrado por:

- Labs. Secundarios (7 labs.)
- CENAM (2 labs)

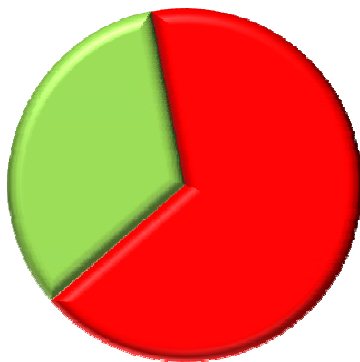






- Aplicaron las correcciones del informe de calibración (5 labs.)
- No aplicaron las correcciones del informe de calibración (4 labs)

- Técnicas de medición adecuadas (5 labs.)
- Técnicas de medición inadecuadas (4 labs.)

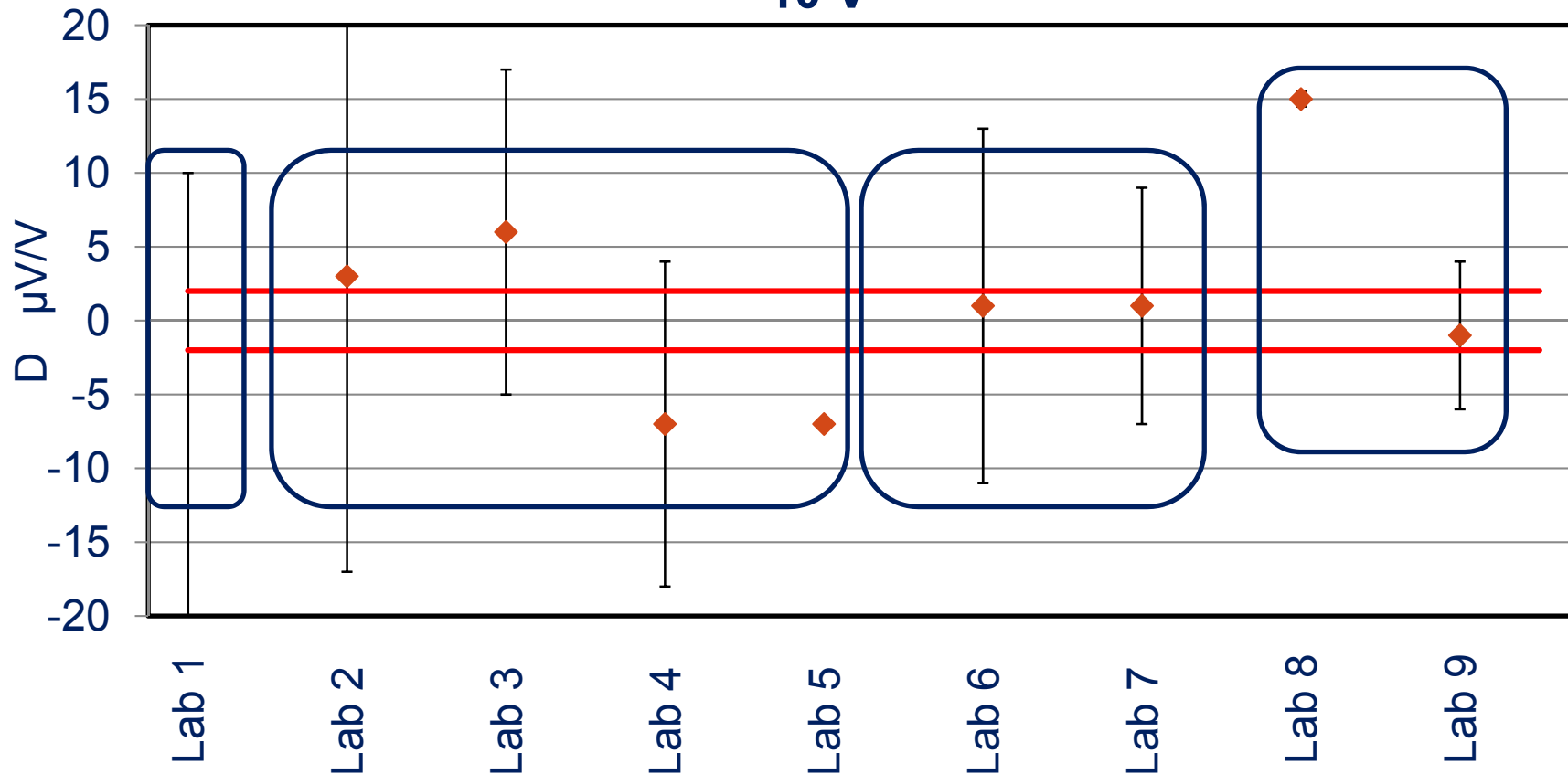


- Estimación de incertidumbre correcta (3 labs.)
- Estimación de incertidumbre incorrecta (6 labs.)

Las bandas corresponden a la CMC del participante

Lab 1:  $(-0.05 \pm 0.06)$  mV/V

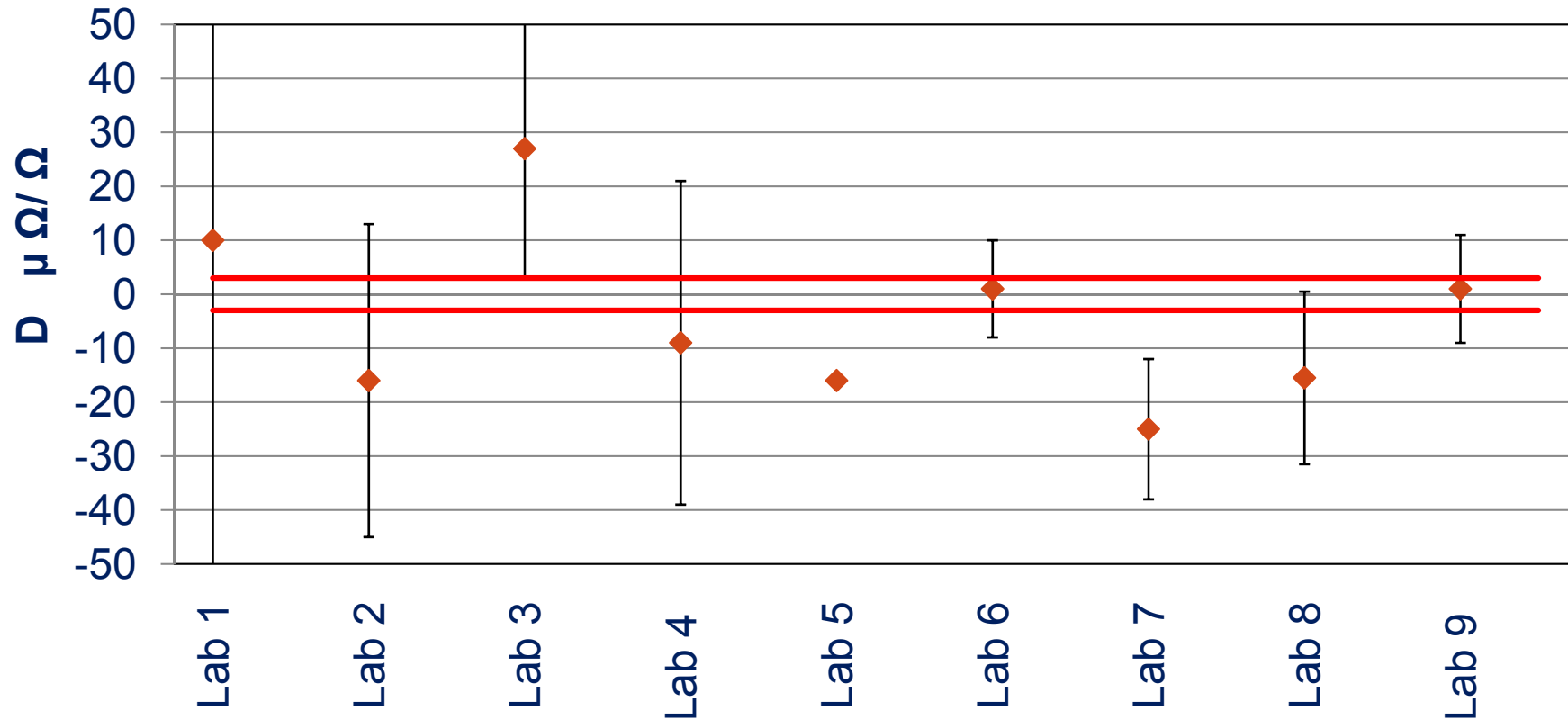
Diferencia:  $\text{Lab}_i - \text{CENAM}$   
10 V



- 4 / 9 labs. No aplicaron el error de calibración del su patrón de referencia
- 6 / 9 labs. No estimaron correctamente las contribuciones de incertidumbre
- 4 / 9 labs. No utilizaron técnicas de medición adecuadas

Las bandas corresponden a la CMC del participante

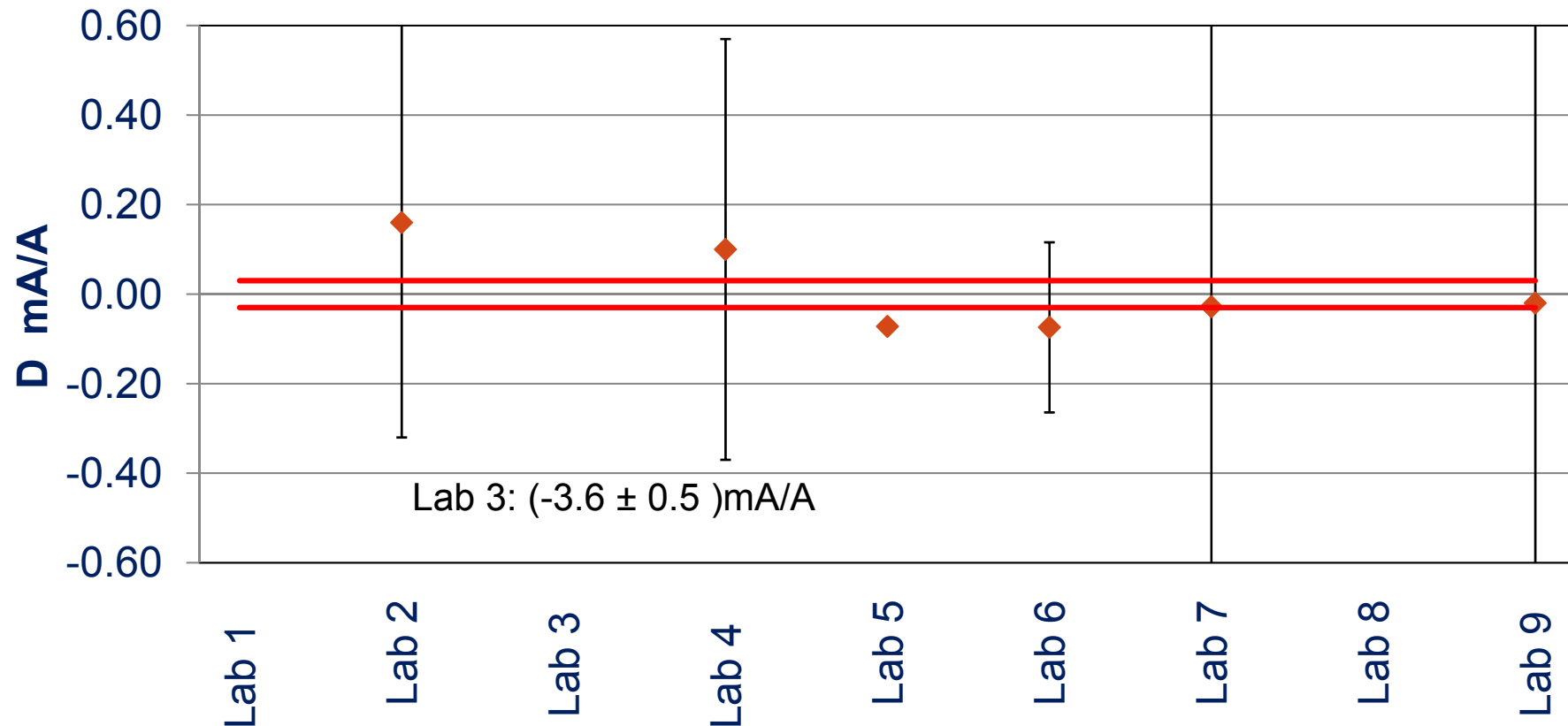
## Diferencia: Lab<sub>i</sub> - CENAM 10 k $\Omega$



- 4 / 9 labs. No aplicaron el error de calibración del su patrón de referencia
- 6 / 9 labs. No estimaron correctamente las contribuciones de incertidumbre
- 4 / 9 labs. No utilizaron técnicas de medición adecuadas

Las bandas corresponden a la CMC del participante

### Diferencia: Lab<sub>i</sub> - CENAM 10 mA / 1 kHz



Detección de patrón con desviaciones significativas no identificadas

Estimación incorrecta de las contribuciones de incertidumbre

El CENAM emite una opinión sobre los hallazgos, acciones correctivas y recomendaciones que el laboratorio debe llevar a cabo.

**Se exhorta a los participantes a atender las acciones correctivas y recomendaciones declaradas en el informe final.**

- Fortalecer la competencia técnica del laboratorio
- No correr el riesgo de invalidar los resultados

# Trabajo por realizar



## Situación actual:

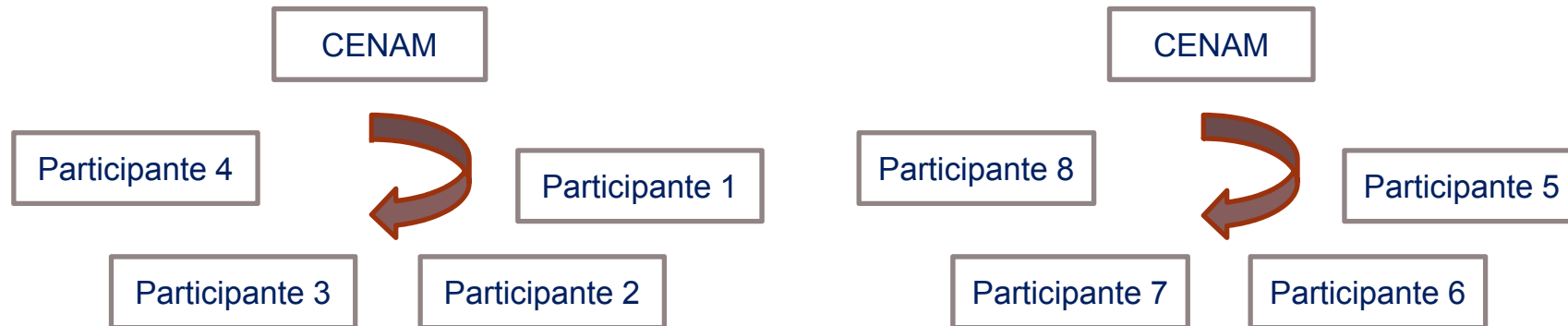
### Prueba de aptitud bilateral : Participante - CENAM

1 patrón viajero. Duración: 6 semanas  
Máx: 5 Pruebas de aptitud al año, 5 participantes

## Planeación 2010:

### Prueba de aptitud por grupos de 4 participantes

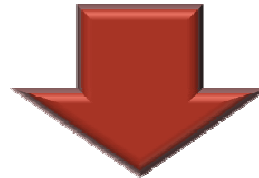
2 patrones viajeros. Duración : 10 semanas  
Máx: 5 pruebas de aptitud al año, 20 participantes



## Beneficios potenciales para los laboratorios participantes:

- Confirmar o mejorar el desempeño competente
- Identificar problemas de medición
- Educar al personal
- Inculcar confianza en el personal, la gerencia y los usuarios externos de servicios de laboratorio
- Comparar las aptitudes de los operadores
- Satisfacer organismos reguladores y de acreditación

<http://www.ilac.org/>  
ISO/IEC Guide 43-1



## Fortalecimiento del Sistema Nacional de Calibración



# Gracias por su atención!

## Sus comentarios son bienvenidos

Participan en las pruebas de aptitud:

Sara Campos

Marco Antonio Rodríguez

David Avilés

René Carranza

Marco Antonio Escobar