CENAM
CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA

Protocolo

Ensayo de aptitud para la Calibración de multímetros de 4 ½ a 6 ½ dígitos en tensión y corriente eléctrica alterna. Bilateral

Metrología Eléctrica
Dirección de Mediciones Electromagnéticas

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3
2. OBJETIVO Y ALCANCE 3
3. MENSURANDO 3
4. CONTACTO CENAM 4
5. REQUISITOS DE PARTICIPACIÓN 4
5.1. Aceptación del protocolo 4
6. ORGANIZACIÓN 5
6.1. Descripción del ensayo 5
6.2. Ítem de ensayo 5
6.3. Valor de referencia y su estabilidad 5
6.4. Transporte del ítem de ensayo 6
6.5. Casos en los que se utiliza mensajería 6
7. INSTRUCCIONES PARA LA REALIZACIÓN DE MEDICIONES 7
7.1. Antes de iniciar las mediciones 7
7.2. Durante las mediciones 7
7.3. Configuración del ítem de ensayo 7
8. RESULTADOS 8
8.1. Criterio de evaluación de resultados 9
ANEXO I. DECLARACIÓN DE ACEPTACIÓN 10
ANEXO II. FORMATO DE CAMBIO DE CUSTODIA 11
ANEXO III. FORMATO DE RESULTADOS 12
ANEXO IV. ACCESO AL SISTEMA INFORMÁTICO DE ENSAYOS DE APTITUD 13

Derechos reservados CENAM

1. INTRODUCCIÓN

El propósito de los ensayos de aptitud es determinar la competencia técnica de los laboratorios, en los servicios que ofrecen, por medio de comparaciones. La participación en programas de ensayos de aptitud provee a los laboratorios de un método objetivo para evaluar y demostrar la confiabilidad de los datos que producen.

Este ensayo de aptitud se diseñó de acuerdo con los lineamientos de la norma ISO/IEC 17043:2023 Conformity assessment-General requirements for the competence of proficiency testing providers.

2. OBJETIVO Y ALCANCE

Este ensayo de aptitud tiene como objetivo evaluar la competencia técnica del laboratorio participante en la realización de servicios de calibración a multímetros de 4 ½ a 6 ½ dígitos, en tensión y corriente eléctrica alterna.

Este ensayo de aptitud sólo considera la evaluación de los resultados de calibración del laboratorio participante en la propiedad medible y puntos de medición indicados en la tabla I. No se evalúa ninguna otra característica técnica o administrativa.

Tabla I. Puntos de medición del ensayo de aptitud

Propiedad medible eléctrica	Puntos de medición
Tensión eléctrica alterna	100 mV / 50 Hz 120 V / 50 Hz
Corriente eléctrica alterna	10 mA / 50 Hz 1 A / 50 Hz

3. MENSURANDO

El mensurando es el error relativo evaluado de acuerdo con la siguiente expresión:

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

Donde:

Valor medido	Es el mejor estimado de las mediciones realizadas por el participante con el ítem de ensayo.
Valor de referencia	Es el valor del patrón del participante, utilizado para realizar las calibraciones.

Derechos reservados CENAM

4. CONTACTO CENAM

Contacto técnico
Sara Campos scampos@cenam.mx
Eduardo Gutiérrez egutierr@cenam.mx

Contacto administrativo CENAM
Maribel Medina mmedina@cenam.mx

5. REQUISITOS DE PARTICIPACIÓN

El ensayo de aptitud está orientado a laboratorios de calibración que ofrezcan servicios de calibración a multímetros de 4 ½ a 6 ½ dígitos, en tensión y corriente eléctrica alterna, cuyo sistema de calidad esté basado en la norma NMX-EC-17025-IMNC-vigente. Antes de iniciar el ensayo el participante deberá enviar al contacto técnico CENAM la siguiente información:

a) Copia del informe de calibración del patrón que utilizará para realizar las mediciones.

b) Evidencia de capacitación en técnicas de medición de propiedades medibles eléctricas y estimación de incertidumbre.

c) Copia de las Capacidades de Medición y Calibración (CMCs) acreditadas, para la calibración de multímetros de 4 ½ a 6 ½ dígitos, según sea el caso. Si se trata de un laboratorio no acreditado o en proceso de acreditación, deberá enviar las CMCs soportadas por su sistema de calidad.

Los participantes que ya han participado en años anteriores en este ensayo de aptitud con el CENAM deberán enviar solamente la información del punto a). En el caso en que sus CMCs estén en proceso de cambio, deberán enviar la información que van a modificar.

5.1. Aceptación del protocolo

El representante legal del laboratorio deberá firmar la aceptación de los términos de referencia contenidos en este protocolo (Anexo I. DECLARACIÓN DE ACEPTACIÓN). El documento deberá enviarse al contacto técnico del CENAM **una semana antes del inicio del ensayo.** En caso de no enviarse en la fecha prevista el laboratorio no podrá participar en este ensayo de aptitud.

Derechos reservados CENAM

6. ORGANIZACIÓN

6.1. Descripción del ensayo

El ítem de ensayo será calibrado por el CENAM al inicio y al término del ensayo de aptitud.

El participante contará con una semana para realizar mediciones, una semana posterior al término de sus mediciones deberá entregar sus resultados. Una semana posterior a la recepción de los resultados del participante, el CENAM emitirá el informe del ensayo de aptitud.

Una vez que el participante registre su inscripción se le harán saber las fechas para los diferentes eventos descritos en el párrafo anterior.

6.2. Ítem de ensayo

Se utilizará como ítem de ensayo un multímetro de 8 ½ dígitos configurado en el modo de 4 ½ a 6 ½ dígitos. Este tipo de instrumento de medición se utiliza para discriminar las componentes de incertidumbre asociadas con las capacidades de medición propias del laboratorio participante respecto de las componentes de incertidumbre propias de este patrón de referencia. El ítem de ensayo se describe en la tabla II.

Tabla II. Descripción del ítem de ensayo

Ítem de ensayo	
Descripción:	Multímetro digital
Marca:	Keithley
Modelo:	2002

6.3. Valor de referencia y su estabilidad

Los valores de referencia serán los determinados por el CENAM. Para determinar el valor de referencia el CENAM realiza una aproximación lineal, a partir del historial de valores del ítem de ensayo y de los valores de calibración del CENAM antes y después de las mediciones del participante. La incertidumbre asociada al ajuste lineal se incluye como contribución de incertidumbre por estabilidad del ítem de ensayo. [1]

[1] Mary. G. Natrella. Experimental Statistics. Handbook 91. United States Department of Commerce. NIST

Derechos reservados CENAM

6.4. Transporte del ítem de ensayo

El participante deberá recibir y entregar el ítem de ensayo en las instalaciones del CENAM, el horario de entrega y recepción se acordará previamente vía telefónica o por correo electrónico, con el participante. El ítem de ensayo deberá empacarse de la misma forma en la que se recibe. El display debe quedar del lado de la manija, que es la parte superior de la maleta, cuando se arrastra.

En la siguiente figura se muestra el empaque del ítem de ensayo, así como sus dimensiones.

Dimensiones (56 X 35 X 25) cm
Peso aproximado: 11 kg

Figura 1: Ítem de ensayo y su maleta de empaque

6.5. Casos en los que se utiliza mensajería

El servicio de mensajería solo podrá utilizarse cuando la distancia entre el laboratorio participante y el CENAM sea considerable, previo acuerdo con el contacto técnico de CENAM. El servicio de mensajería deberá contar **con compromiso de tiempo de entrega al día siguiente.**

Cuando se utilice mensajería el laboratorio que envía el equipo deberá:

- **Tomar fotos y un pequeño video del equipo operando**
- **Empacar el equipo en las mismas condiciones en las que se recibió**
- **Revisar que el display quede del lado de la manija, que es la parte superior de la maleta, cuando se arrastra.**
- **Tomar fotos del empaque cerrado, del empaque abierto y del estado general del equipo.**

Estos registros deberán enviarse por correo electrónico al participante que recibe el equipo y al contacto CENAM.

Derechos reservados CENAM

7. INSTRUCCIONES PARA LA REALIZACIÓN DE MEDICIONES

El ítem de ensayo debe ser manejado únicamente por personal autorizado en el laboratorio con el fin de evitar cualquier tipo de daño.

Al ingreso a su laboratorio, el participante deberá revisar de forma visual que el ítem de ensayo no haya sufrido ningún percance. Debe energizarlo para verificar su perfecta operación, de notar algún desperfecto visual o de operación, el participante deberá notificarlo de manera inmediata al contacto técnico del CENAM.

Si durante su transporte o en las instalaciones del participante el ítem de ensayo presentara alguna falla operacional, será responsabilidad del participante cubrir los gastos de reparación o reposición del ítem de ensayo al CENAM (ver Anexo I).

7.1. Antes de iniciar las mediciones

El ítem de ensayo deberá permanecer energizado, conectado a una línea de alimentación de 120 V ± 10 % y frecuencia de 60 Hz, **por un tiempo mínimo de cuatro horas antes de realizar las mediciones**. Se recomienda que se energice el día de su recepción en el laboratorio, para iniciar las mediciones el día siguiente.

- El ítem de ensayo deberá permanecer energizado la semana de mediciones.
- Se deberán utilizar únicamente las terminales del panel frontal del ítem de ensayo.

7.2. Durante las mediciones

El laboratorio deberá utilizar los procedimientos de medición de su laboratorio, aplicables para la calibración de multímetros de 4 ½ a 6 ½ dígitos, según sea el caso, utilizando el patrón de referencia de su laboratorio con el cual tiene declarada la trazabilidad de sus mediciones.

Las condiciones de medición del laboratorio, de acuerdo con su sistema de calidad, deberán satisfacer los requerimientos de su patrón de referencia y de los instrumentos que cotidianamente calibra. Estas condiciones de medición deberán registrarse durante la semana de mediciones e incluirse en el informe.

7.3. Configuración del ítem de ensayo

El ítem de ensayo ha sido configurado para que al energizarlo solo tenga que realizar lo siguiente:

Derechos reservados CENAM

Tensión eléctrica alterna

Digitar la tecla [ACV] para habilitar la función de medición de tensión eléctrica alterna.
Seleccionar el alcance nominal adecuado con las teclas "Range" [↓] o [↑]

Tabla III. Puntos de calibración y alcance nominal tensión eléctrica alterna

Puntos de calibración	Alcance nominal del patrón viajero
100 mV/ 50 Hz	200 mV
120 V / 50 Hz	200 V

Corriente eléctrica alterna

Digitar la tecla [ACI] para habilitar la función de medición corriente eléctrica alterna
Seleccionar el alcance nominal adecuado con las teclas "Range" [↓] o [↑]

Tabla IV. Puntos de calibración y alcance nominal corriente eléctrica alterna

Puntos de calibración	Alcance nominal del patrón viajero
10 mA / 50 Hz	20 mA
1 A / 50 Hz	2 A

8. RESULTADOS

Una semana después de haber concluido sus mediciones, el participante deberá subir al sitio de ensayos de aptitud (Ver anexo IV) la siguiente información:

- Los resultados en el formato en el que cotidianamente entrega un informe de calibración a sus clientes. Indicando como cliente que se trata de un ensayo de aptitud, con el nombre: **Código del ensayo de aptitud**.

  NO INDICAR QUE EL CLIENTE ES EL CENAM, EL CENAM ES EL PROVEEDOR DEL ENSAYO DE APTITUD, EL CLIENTE ES EL PARTICIPANTE.

- La información solicitada en el Anexo III de este documento

Si el laboratorio no entrega sus resultados en la fecha establecida, se considerará que ha abandonado el ensayo de aptitud.

Derechos reservados CENAM

8.1. Criterio de evaluación de resultados

El criterio de evaluación es el error normalizado:

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

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.

Para que el resultado del error normalizado sea válido, la incertidumbre reportada por el participante debe ser acorde con sus Capacidades de Medición y Calibración (CMC), por esta razón es un requisito de participación contar con las CMCs del participante antes del inicio del ensayo de aptitud.

Se analizará la concordancia entre los valores de incertidumbre reportados en el informe (U_i), en relación con los valores de incertidumbre declarados en la CMCs (U_{CMC}) del participante.

Es importante señalar que en una calibración es posible obtener valores de incertidumbre un poco mayores a los declarados en las tablas de CMCs. Para la revisión de la concordancia con las CMCs se revisará que la incertidumbre declarada en el informe esté dentro del intervalo de incertidumbre declarado en la tabla CMC, que la incertidumbre declarada corresponda con el presupuesto de incertidumbre enviado, que estén consideradas todas las contribuciones de incertidumbre y que estén bien estimadas.

Espacio intencionalmente en blanco

Derechos reservados CENAM

ANEXO I. DECLARACIÓN DE ACEPTACIÓN

Doy mi consentimiento para que los datos que proporcioné en la inscripción sean utilizados en el protocolo y el informe final del ensayo de aptitud.

Acepto los términos de referencia contenidos en este protocolo. Así mismo me comprometo a cubrir los gastos de reparación o reposición del ítem de ensayo al CENAM, en el caso de que éste sufra algún daño durante su traslado a las instalaciones de mi laboratorio o dentro de las instalaciones de mi laboratorio.

Nombre del laboratorio:

_____

Representante legal del laboratorio: Fecha y Firma:

_____ _____

Nota 1: Para evitar que los correos que reciba del Centro Nacional de Metrología sean enviados a la carpeta de "Correo no deseado (SPAM)", se le solicita amablemente que agregue el dominio @cenam.mx a la lista de remitentes seguros.

Nota 2: Se solicita al participante tener presente las fechas de descarga del protocolo y del informe de resultados, las cuales le serán notificadas por el CENAM.

Espacio intencionalmente en blanco

Derechos reservados CENAM

ANEXO II. FORMATO DE CAMBIO DE CUSTODIA

(Formato de recepción y entrega del ítem de ensayo)

EL LABORATORIO QUE ENTREGA EL EQUIPO DEBERÁ LLENAR Y ENVIAR ESTE FORMATO POR CORREO ELECTRÓNICO AL CONTACTO TÉCNICO CENAM.

Descripción:	Multímetro digital
Marca:	Keithley
Modelo:	2002
Número de serie:	_____

Notifico que he entregado el equipo descrito en condiciones adecuadas y empacado adecuadamente.

Entregado por:	Laboratorio participante:	Firma y Fecha:
_____	_____	_____

Observaciones: _____

_____

Notifico que recibo el equipo descrito, operando adecuadamente:

Recibido por:	Laboratorio participante:	Firma y Fecha:
_____	_____	_____

Espacio intencionalmente en blanco

Derechos reservados CENAM

ANEXO III. FORMATO DE RESULTADOS

(Adicional al informe de calibración)

Laboratorio participante: _____

Fechas de medición: _____

Se solicita entregar los resultados de este anexo en las mismas unidades que reportan en sus informes de calibración.

Punto de medición	Valor de referencia	Valor medido con el ítem de ensayo	Error relativo	Incertidumbre expandida	Incertidumbre declarada en su tabla de CMCs
100 mV / 50 Hz					
120 V / 50 Hz					
10 mA / 50 Hz					
1 A / 50 Hz					

El participante deberá indicar las contribuciones de incertidumbre que considera para determinar la incertidumbre asociada al resultado de sus mediciones, podrá incluir más o menos columnas que las indicadas en la siguiente tabla.

El participante deberá indicar cuál es la contribución de incertidumbre, por ejemplo, resolución, estabilidad, etc, así como el valor de éstas. Indicarlas en las mismas unidades reportadas en su informe de calibración.

Punto de medición:	Contribuciones de Incertidumbre				Incertidumbre combinada
100 mV / 50 Hz					
120 V / 50 Hz					
10 mA / 50 Hz					
1 A / 50 Hz					

Derechos reservados CENAM

ANEXO IV. ACCESO AL SISTEMA INFORMÁTICO DE ENSAYOS DE APTITUD

Una vez confirmado su pago y llegada la fecha de envío del protocolo recibirá en la cuenta de correo electrónico que usted haya registrado al momento de su inscripción un mensaje como el siguiente:

CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA

POR FAVOR NO CONTESTE ESTE MENSAJE CON "Responder"
EL ENVÍO LO REALIZA UNA CUENTA AUTOMÁTICA.

Estimado(a) participante: **XXXXXXXXX**

El enlace lo llevará a un sitio donde podrá descargar su protocolo para del ensayo de aptitud "*Ensayo de aptitud para la Calibración de XXXXX . (CNM-EA-410-XXX/20XX)".*

Descarga de protocolo

Código de participación: **XXXXXX**
Observaciones: Sin observaciones

Para cualquier duda o aclaración haga clic aquí.

El enlace que recibió le permitirá:

- Conocer su código de participación
- Descargar el protocolo.
- Subir sus resultados.
- Descargar el informe del Ensayo de Aptitud.

El enlace es permanente, por lo que podrá acceder tantas veces como lo necesite.

Por favor considere que los enlaces se activarán hasta la fecha indicada por CENAM.

Espacio intencionalmente en blanco

Derechos reservados CENAM

ENVÍO DE SUS RESULTADOS A CENAM

Al llegar la fecha para el envío de sus resultados, usted deberá ingresar al mismo vínculo donde descargó el protocolo y ubicar la pestaña **"Resultados".** Para poder subir sus resultados deberá registrar primero el archivo de **cambio de custodia. (Anexo II)**

El sistema le permite subir un solo archivo, si requiere enviar varios, éstos deben ser remitidos en un archivo comprimido.

Es muy importante que usted suba sus archivos en el día programado, de no recibir sus resultados oportunamente se considerará como ABANDONADO el ensayo de Aptitud.

DESCARGA DEL INFORME FINAL

En la fecha indicada por CENAM, usted deberá ingresar al sitio del participante para descargar el informe final del Ensayo de Aptitud.

Por favor considere que el vínculo donde se le indica su clave de participación y acceso al sitio para registrar o descargar resultados, únicamente es enviado a la cuenta de correo electrónico que se registró en la inscripción.

"FIN DEL DOCUMENTO"

Derechos reservados CENAM