

# Metrología en química, trazabilidad metrológica y calibración externa en mediciones analíticas con técnicas espectrométricas e incertidumbre de medida



**Modalidad presencial**

## **DIRIGIDO A:**

Personal que realiza mediciones del área de química analítica inorgánica, que emplean métodos de medición con calibración externa en conjunto con técnicas analíticas espectrométricas de absorción atómica con flama, con generación de vapor frío, generación de hidruros y atomización electrotérmica, espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente, espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente, con interés en el establecimiento y demostración de la trazabilidad metrológica y estimación de incertidumbre, con la finalidad de obtener mediciones confiables, así también para dar cumplimiento a NMX-EC-17025-IMNC-2018. Aplica a laboratorios analíticos de servicios públicos, sector industrial, así como de centros de investigación y académicos.

## **DESCRIPCIÓN:**

Este curso permitirá adquirir conocimientos teóricos y prácticos sobre trazabilidad metrológica y estimación e incertidumbre de mediciones de elementos químicos, empleando métodos de medición de calibración externa con técnicas analíticas espectrométricas; establecer y demostrar trazabilidad metrológica al sistema internacional de unidades (SI), así como estimar la incertidumbre de medición de elementos químicos en cualquier tipo de muestras, de acuerdo a "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", equivalente a NMX-CH-140-IMNC-2002; permitirá cumplir con los requisitos del estándar NMX-EC-17025-IMNC-2018 (equivalente ISO/IEC 17025:2017) en su sección 6.5, 7.6 para asegurar la confiabilidad de las mediciones en los laboratorios analíticos de servicio, industriales, gubernamentales, centros de investigación y académicos. De esta manera mejorar la calidad de sus servicios y productos.

## **OBJETIVOS:**

Conocer las herramientas que permitan aplicar conocimientos teóricos y prácticos sobre trazabilidad metrológica y estimación e incertidumbre de mediciones de elementos químicos, empleando métodos de medición de calibración externa con técnicas analíticas espectrométricas; de tal manera, que podrá establecer y demostrar trazabilidad metrológica al Sistema Internacional de unidades (SI), así como estimar la incertidumbre de medición de

## **PRECIO P/PERSONA PARTICIPANTE:**

\$10,800.00 más el 16% de IVA.  
(Diez mil ochocientos pesos 00/100 M. N.).

## **PERSONAS INSTRUCTORAS:**

Personal de la Dirección de Análisis Inorgánico.

## **DURACIÓN Y HORARIO:**

Curso de 24 horas.  
3 sesiones de 8 horas cada una, en horario de 09:00 a 17:00 horas (Hora oficial zona centro:  
[https://www.cenam.mx/hora\\_oficial/default2.aspx](https://www.cenam.mx/hora_oficial/default2.aspx)). Incluida 1 hora de comida y 2 recesos por sesión.

# **Metrología en química, trazabilidad metrológica y calibración externa en mediciones analíticas con técnicas espectrométricas e incertidumbre de medida**

elementos químicos en cualquier tipo de muestras, de acuerdo a "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", equivalente a NMX-CH-140-IMNC-2002.

## **REQUISITOS:**

- Contar con experiencia en análisis químico, de preferencia en técnicas analíticas espectroscópicas.
- Uso de materiales de referencia certificados
- Uso del programa Excel para operaciones estadísticas. Contar con una computadora portátil con acceso al programa Excel.
- Conocimientos básicos requeridos:
  - Conocimientos básicos de química analítica
  - Conocimientos básicos en estadística

## **CONTENIDO:**

1. La calibración en mediciones químicas
  - 1.1 ¿Qué elementos químicos medimos y en dónde?
  - 1.2 ¿Cómo medimos los elementos químicos?
  - 1.3 Química Analítica
  - 1.4 Metrología, Medición, Magnitud, Mensurando
  - 1.5 Sistema Internacional de Unidades y su aplicación en mediciones químicas
  - 1.6 Tipos de mediciones y modelos de medición
  - 1.7 Conceptos de aplicación en el desempeño de los instrumentos espectrométricos
  - 1.8 Métodos de calibración en mediciones químicas del campo de inorgánica
  - 1.9 Calibración externa
2. Trazabilidad metrológica y patrones de medición
  - 2.1 Patrón de medida y material de referencia certificado
  - 2.2 Trazabilidad metrológica
  - 2.3 Sistema metrológico en química y el rol de los materiales de referencia
  - 2.4 Elementos de trazabilidad metrológica
  - 2.5 Identificación de los elementos de trazabilidad metrológica
  - 2.6 Cartas de trazabilidad metrológica
    - Ejemplos de cartas de trazabilidad metrológica en mediciones espectrométricas.
    - Ejercicio práctico de cartas de trazabilidad metrológica en mediciones espectrométricas, con información de datos reales.

# **Metrología en química, trazabilidad metrológica y calibración externa en mediciones analíticas con técnicas espectrométricas e incertidumbre de medida**

3. Conceptos básicos de estadística
  - 3.1 Estadística inferencial
  - 3.2 Estadística descriptiva
4. Conceptos generales de incertidumbre en mediciones analíticas
  - 4.1 Definiciones y conceptos básicos.
  - 4.2 Estimación de incertidumbre de acuerdo a la "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM del BIPM), ejemplo básico."
    - 4.2.1 Modelo de la medición
    - 4.2.2 Identificación de fuentes de incertidumbre
    - 4.2.3 Métodos de estimación de incertidumbre y su estimación
    - 4.2.4 Estimación de incertidumbre con calibración externa
    - 4.2.5 Combinación de incertidumbre
      - 4.2.5.1 Métodos de combinación de incertidumbre
        - a) La Ley de la Propagación de la Incertidumbre  
Coeficientes de sensibilidad
        - b) Enfoque EURACHEM: Regla 1 y Regla 2
        - c) Métodos de aproximación numérica
    - 4.2.6 Incertidumbre expandida
    - 4.2.7 Cifras significativas
    - 4.2.8 Informe de incertidumbre de medida
5. Ejemplo de estimación de incertidumbre en mediciones de plomo en suelo empleando calibración externa con espectrometría de absorción atómica
  - 5.1 Modelo de medición de fracción de masa de plomo en suelo
  - 5.2 Identificación de fuentes de incertidumbre estándar tipo A y tipo B
  - 5.3 Estimación de incertidumbre de preparación de disoluciones calibradoras
    - 5.3.1 ¿Cómo mejorar la incertidumbre de medida?
      - 5.3.1.1 La incertidumbre para toma de decisiones
    - 5.3.2 Estimación de incertidumbre empleando calibración externa
    - 5.3.3 Estimación de incertidumbre en la preparación de muestra
    - 5.3.4 Estimación de incertidumbre en la medición
    - 5.3.5 Combinación de incertidumbre e incertidumbre expandida
      - a) La Ley de la Propagación de la Incertidumbre  
Coeficientes de sensibilidad
      - b) Enfoque EURACHEM: Regla 1 y Regla 2
      - c) Métodos de aproximación numérica
  - 5.4 Informe de incertidumbre de medida

# Metrología en química, trazabilidad metrológica y calibración externa en mediciones analíticas con técnicas espectrométricas e incertidumbre de medida

## 6. Ejercicio práctico

Las personas que asistan realizarán un ejercicio de estimación de incertidumbre con datos reales de medición de algún elemento en una muestra, empleando el método de calibración externa con espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente.

## 7. Sesión de dudas

### **INCLUYE:**

- Material del curso en formato electrónico.
- Constancia electrónica de participación y/o aprobación.
- Servicio de cafetería (o colación).
- Transporte Querétaro – CENAM – Querétaro:
- [www.cenam.mx/visitante/transportecursos.aspx](http://www.cenam.mx/visitante/transportecursos.aspx)

### **NO INCLUYE:**

Servicio de comedor

### **SEDE:**

Instalaciones del Centro Nacional de Metrología:

<http://www.cenam.mx/localizacion.aspx>

### **MAYORES INFORMES:**

Teléfono: +52 (442) 2110500 ext. 3013, 3005.

Correo electrónico: [educontinua@cenam.mx](mailto:educontinua@cenam.mx)

**CUPO**  
**LIMITADO**

### **INSCRIPCIÓN Y FORMAS DE PAGO:**

[www.cenam.mx/cursos/](http://www.cenam.mx/cursos/)