

SUBDIRECCIÓN DE METROLOGÍA QUÍMICA Y BIOLOGÍA

CERTIFICADO DE MATERIAL DE REFERENCIA

CERTIFICADO No.: 004-2021  
VERSIÓN DEL CERTIFICADO: 01

FECHA DE CERTIFICACIÓN/EMISIÓN: 2021/02/25

Página 1 de 5

**MATERIAL DE REFERENCIA CERTIFICADO DE ELEMENTOS EN AGUA  
POTABLE**

CÓDIGO: INM-011-01

LOTE No.: 201110

VALOR CERTIFICADO E INCERTIDUMBRE

PROPIEDAD CERTIFICADA	VALOR	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (U) / k= (1.97)
Fracción másica de Sodio (Na)	9.86 mg/kg	0.44 mg/kg
Fracción másica de Potasio (K)	4.50 mg/kg	0.16 mg/kg
Fracción másica de Calcio (Ca)	9.38 mg/kg	0.34 mg/kg
Fracción másica de Hierro (Fe)	0.435 mg/kg	0.029 mg/kg
Fracción másica de Magnesio (Mg)	4.36 mg/kg	0.17 mg/kg
Fracción másica de Zinc (Zn)	0.614 mg/kg	0.032mg/kg
Fracción másica de Cadmio (Cd)	9.87 µg/kg	0.64 µg/kg
Fracción másica de Níquel (Ni)	17.8 µg/kg	1.1 µg/kg
Fracción másica de Plomo (Pb)	9.69 µg/kg	0.65 µg/kg
Fracción másica de Cobre (Cu)	0.396 mg/kg	0.015 mg/kg
Fracción másica de Arsénico (As)	38.9 µg/kg	2.2 µg/kg

El valor certificado para la fracción másica de Na, K, Ca, Fe, Mg, Zn, Cd, Ni, Pb, Cu y As corresponde al promedio de los valores medidos a través de métodos analíticos independientes (1). La estimación de incertidumbre del material INM-011-01 se realizó acorde con la guía de estimación de incertidumbre GUM (2) y la guía ISO 35 (3). Los principales componentes de incertidumbre son los asociados a la caracterización del material, estabilidad a largo plazo, estabilidad a corto plazo y homogeneidad del lote. La combinación de valores se realizó acorde con Levenson (4). La incertidumbre expandida se ha estimado multiplicando la incertidumbre estándar combinada de medición por el factor de cobertura k, con el cual se logra un nivel de confianza de aproximadamente el 95 %, asumiendo una distribución normal.

**DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:** este material corresponde a agua potable comercial fortificada con algunos de los elementos de interés; acidificada con ácido nítrico subdestilado para estabilizar estos elementos. El material se encuentra envasado en botellas de polietileno de alta densidad. Cada botella cuenta con una cinta de seguridad colocada alrededor de la tapa. Cada unidad se encuentra empacada al vacío y esta a su vez se encuentra contenida

en un empaque aluminizado Mylar®. Todo el material se preparó y se midió en las instalaciones del Instituto Nacional de Metrología.

**USO PREVISTO:** este material de referencia certificado puede usarse en la medición de Na, K, Ca, Fe, Mg, Zn, Cd, Ni, Pb, Cu y As empleando las siguientes técnicas analíticas: espectrometría de absorción, espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente, cromatografía iónica o técnicas similares que requieran de este tipo de soluciones para la calibración analítica y/o control de instrumentos de medición.

**VALORES DE REFERENCIA:**

PROPIEDAD	VALOR	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (U) / k= (1.97)
Fracción másica de Molibdeno (Mo)	61.6 µg/kg	6.0 µg/kg

**VALORES INFORMATIVOS:** este material de referencia tiene una densidad de 0.998345 g/mL con una incertidumbre (U) de 0.000035 g/mL (t de 1.97, 95 % nivel de confianza), a temperaturas entre 15 °C y 25 °C. Las mediciones de densidad se realizaron con un densímetro digital DMA 5000M, calibrado con material de referencia certificado de LGC, código ME5138010 y número de certificado 10002.

**TRAZABILIDAD:** los valores certificados del INM-011-01 lote 201110 son trazables metrológicamente al Sistema Internacional (SI) a través del SRM 919b, SRM 999c, SRM 3109a (Lot No. 130213), SRM 3126a (Lot No. 140812), SRM 3131a (Lot No. 140110), SRM 3168a (Lot No. 120629), SRM 3108 (Lot No. 130116), SRM 3136 (Lot No. 120619), SRM 3128 (Lot No. 101026), SRM 3114 (Lot No. 121207) del National Institute of Standards & Technology (NIST) y As 02019 – B03 del Slovak Institute of Metrology (SMU); y para el caso de las preparaciones gravimétricas realizadas para su certificación, estas fueron trazables a través del kilogramo prototipo nacional de platino-iridio, propiedad del Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania.

**PERIODO DE VALIDEZ:** los valores certificados del material INM-011-01 lote 201110 son válidos dentro de la incertidumbre de medición estimada hasta la fecha **2022-07-03**, siempre y cuando se asegure que el material ha sido manipulado y almacenado de acuerdo con las instrucciones dadas en este certificado (ver instrucciones de transporte, almacenamiento y uso). La certificación se anula si el MRC se daña, contamina o modifica de alguna manera.

**Nota:** el material es monitoreado periódicamente para asegurar que los valores no han sufrido ninguna modificación y en caso de que se detecte algún cambio significativo, el cliente será notificado.

**MÉTODOS ANALÍTICOS:** la caracterización del material se realiza mediante los siguientes métodos:

- Espectrometría de absorción atómica con sistema de atomización con llama (EAA).
- Espectrometría de emisión atómica con sistema de atomización con llama (EEA).

- (c) Espectrometría de absorción atómica con sistema de atomización electrotérmico (EAAE)
- (d) Plasma acoplado inductivamente con detector de espectrometría de masas (ICP-MS)
- (e) Cromatografía iónica con detector de conductividad electrolítica (CI).

La cuantificación se realizó con soluciones de calibración preparadas gravimétricamente a partir de materiales de referencia del National Institute of Standards & Technology (NIST) y del Slovak Institute of Metrology (SMU).

**MÍNIMA CANTIDAD DE MUESTRA:** no pesar una alícuota inferior a 0.5 g del material de referencia.

**Nota:** el valor de la propiedad y su incertidumbre, solo se garantizan si se usa mínimo la cantidad de MR indicada en el documento.

#### **INSTRUCCIONES DE MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y USO:**

**Almacenamiento:** INM-011-01 lote 201110 debe ser almacenado a temperaturas cercanas a 4 °C, no debe exponerse a la luz del sol y/o fuentes de calor. Una vez abierta la bolsa aluminizada se sugiere mantener el material en refrigeración a temperaturas cercanas o inferiores a 4 °C.

**Transporte:** INM-011-01 lote 201110 debe ser transportado en su empaque original, evitando la exposición directa a fuentes de luz y calor. Este material debe mantener a temperaturas inferiores a 40 °C.

**Uso:** el MRC debe ser agitado durante aproximadamente 30 s con el propósito de remezclar el agua que puede encontrarse condensada en la superficie interior del envase. Para evitar la contaminación del MRC, NO deben tomarse muestras directamente del contenedor, para lo cual se sugiere disponer alícuotas en contenedores limpios y secos. Estas alícuotas nunca deben devolverse al envase.

**Transpiración:** el valor de referencia y su incertidumbre consideran el efecto de la transpiración del material, hasta el punto en el que el usuario abre dicho material. En este sentido, una vez el material es abierto, la velocidad de transpiración del material puede incrementarse lo que conlleva a un incremento de la concentración del elemento. Por lo tanto, es responsabilidad del usuario controlar este efecto, para lo cual se sugiere realizar un control gravimétrico del material antes y después de cada uso, realizar la corrección correspondiente e incluir dicho efecto en la incertidumbre del material.

**INFORMACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD:** este MRC es una solución acuosa acidificada que contiene elementos tóxicos por lo cual se debe considerar toda la información de seguridad y salud que se encuentra en la hoja de seguridad adjunta a este certificado.

**PREPARACIÓN:** el material de referencia fue preparado a partir de agua potable comercial, la cual fue fortificada con algunos elementos y acidificada con ácido nítrico subdestilado. Posteriormente, se agitó durante varios días, se filtró a través de una membrana de 0.45 µm y se sometió nuevamente al proceso de agitación. El proceso de envasado se realizó con

ayuda de un dispensador mecánico. El material se preparó y caracterizó en las instalaciones del Instituto Nacional de Metrología.

**HOMOGENEIDAD:** la evaluación de homogeneidad de este material se realizó para aproximadamente el 10 % de las unidades producidas del lote 201110. Las mediciones se realizaron a través de ICP-MS y los resultados evidenciaron un grado adecuado de homogeneidad.

**INFORMACIÓN ADICIONAL:** este material de referencia fue producido bajo sistema de gestión de calidad acorde con los requisitos de la norma ISO 17034:2016 (1).

**SUBCONTRATACIÓN:** la producción de este material no incluyó actividades subcontratadas.

**PARTICIPANTES:** la preparación del material de referencia fue realizada por Juliana Serna, Andrés Castillo, Kevin Villalobos, Yeraldin Aguilar; las mediciones por ICP-MS estuvieron a cargo de Carlos Andrés España; las mediciones por EAA, EEA y EAAE fueron realizadas por Johanna Abella; las mediciones por CI fueron realizadas por Diego Ahumada y Henry Torres. El análisis de datos fue realizado por Johanna Abella, Carlos España y Diego Ahumada.

#### REFERENCIAS:

- (1) ISO 17034:2016 Requisitos generales para la competencia de los productores de materiales de referencia. ISO, Geneva, Switzerland, 2016.
- (2) BIPM, IEC; IFCC, ISO; IUPAC, IUPAP. OIML, Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). International Organization for Standardization, Genève, 1995, p. 11.
- (3) GUIDE, ISO 35 (2017) Reference materials—Guidance for characterization and assessment of homogeneity and stability. ISO, Geneva, Switzerland, 2017.
- (4) LEVENSON, Mark S., et al. An approach to combining results from multiple methods motivated by the ISO GUM. Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology, 2000, vol. 105, no 4, p. 571.

**Elaborado**

**Aprobado**

---

Carlos Andrés España Sánchez  
Coordinador del Grupo de  
Metrología en Análisis Inorgánico  
Químico, MSc

---

Diego Alejandro Ahumada Forigua  
Subdirector de Metrología Química y  
Biología  
Químico, MSc.

Historico de revisión del documento 2021/02/25 (fecha original de certificación)

FIN DEL CERTIFICADO

**BORRADOR DE CERTIFICADO**