



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA



**SECRETARÍA DE ECONOMÍA**

**DIRECCION GENERAL DE NORMAS**

**Norma Mexicana**

**NMX-AA-093-SCFI-2018**

**ANÁLISIS DE AGUA - MEDICIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD  
ELÉCTRICA EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y  
RESIDUALES TRATADAS - MÉTODO DE PRUEBA (CANCELA A  
LA NMX-AA-093-SCFI-2000).**

*WATER ANALYSIS — MEASUREMENT OF ELECTRICAL  
CONDUCTIVITY IN NATURAL WATERS, WASTEWATERS AND  
TREATED WASTEWATERS – TEST METHOD*

SINEC 20171018181030093

ICS 13.060.45



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

**NMX-AA-093-SCFI-2018**

## **PREFACIO**

El Comité Técnico de Normalización Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales (COTEMARNAT) es el responsable de la elaboración de la presente Norma Mexicana; una vez que se publique la Declaratoria de Vigencia, cancelará a la NMX-AA-093-SCFI-2000.

En la elaboración de la presente Norma Mexicana, participaron las siguientes empresas e instituciones:

- Análisis de agua, S.A. de C.V.
- Arva, laboratorio de análisis industriales, S.A. de C.V.
- Centro Nacional de Metrología
- Cesar Clemente Alvarado García
- CIATEC, A.C.
- Comisión Nacional del Agua
- Control Químico Novamann Internacional, S.A. de C.V.
- Eccaciv, S.A. de C.V.
- Grupo Ecotec, S.A. de C.V.
- Hach Company
- IDECA, S.A. de C.V.
- Index-Lab
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
- Instituto Mexicano del Petróleo
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
- Instituto Politécnico Nacional



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

**NMX-AA-093-SCFI-2018**

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas

- Laboratorio de Calidad Química Veracruzana, S.C.
- Laboratorio de Química del Medio e Industrial, S.A. de C.V.
- Laboratorio de Servicios Clínicos y Análisis Toxicológicos S.A. De C.V.
- Laboratorios ABC Química, Investigación y Análisis, S.A. de C.V
- Mercury Lab, S.A. de C.V.
- Mónica Orozco Márquez
- Pemex Petroquímica Complejo Petroquímico Cangrejera
- Pemex Etileno Complejo Petroquímico Morelos
- Perkin Elmer de México, S.A.
- Protección Ambiental y Ecología, S.A. de C.V.
- Proyectos y Estudios Sobre Contaminación Industrial, S.A. de C.V.
- Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, I.P.D.  
Laboratorio Central de Calidad de Aguas
- Sistema de Aguas de la Ciudad de México del Gobierno de la Ciudad de México
- Universidad Autónoma Metropolitana  
Unidad Azcapotzalco  
División de Ciencias Básicas e Ingeniería  
Depto. de Ciencias Básicas  
Área de Química
- Universidad del Noreste, A.C.  
UNELAB - Centro multidisciplinario de servicios ambientales y de alimentos
- Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Química  
Instituto de Ingeniería



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

**NMX-AA-093-SCFI-2018**

## **Índice del contenido**

0	Introducción	1
1	Objetivo y campo de aplicación	1
2	Principio	2
3	Referencias normativas	2
4	Términos y definiciones	2
5	Reactivos y disoluciones	5
6	Equipo y/o instrumento	6
7	Recolección, preservación y almacenamiento de muestras	7
8	Control de calidad	7
9	Procedimiento	7
10	Expresión de los resultados	9
11	Interferencias	10
12	Informe de ensayo	11
13	Concordancia con normas internacionales	11
14	Vigencia	14
	Apéndice A (Informativo) Desviación estándar de las muestras sintéticas	15
15	Bibliografía	16



## **NORMA MEXICANA**

### **NMX-AA-093-SCFI-2018**

# **ANÁLISIS DE AGUA - MEDICIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS - MÉTODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-AA-093-SCFI-2000).**

## *WATER ANALYSIS — MEASUREMENT OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY IN NATURAL WATERS, WASTEWATERS AND TREATED WASTEWATERS – TEST METHOD*

### **0 Introducción**

La conductividad eléctrica se puede utilizar para supervisar la calidad de:

- a) Las aguas naturales.
- b) Aguas de proceso en plantas de tratamiento.
- c) Aguas residuales.

El contenido total de constituyentes iónicos (ver 15.6, 15.8 y 15.14) puede ser verificado con este método.

### **1 Objetivo y campo de aplicación**

Esta es de aplicación nacional y especifica un método para la medición de la conductividad eléctrica en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

## **2 Principio**

Medición directa de la conductividad eléctrica de disoluciones acuosas, utilizando un equipo y/o instrumento que cumpla con las características específicas (ver 6). La conductividad eléctrica es una medida de la corriente conducida por los iones presentes en el agua ("fenómeno de los conductores de segundo tipo"), y depende de:

- a) la concentración de los iones;
- b) la naturaleza de los iones;
- c) la temperatura de la disolución.

## **3 Referencias normativas**

Para la correcta aplicación de esta Norma Mexicana se deben consultar las siguientes normas mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

- 3.1** NMX-AA-089/1-SCFI-2010      Protección al ambiente - Calidad del agua - Vocabulario - Parte 1. (Cancela a la NMX-AA-089/1-1986). Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2011-03-03.
- 3.2** NMX-AA-089/2-SCFI-2010      Protección al ambiente - Calidad del agua - Vocabulario - Parte 2. (Cancela a la NMX-AA-089/2-1992). Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2013-08-29.
- 3.3** NMX-AA-115-SCFI-2015      Análisis de agua - Criterios generales para el control de la calidad de resultados analíticos (Cancela a la NMX-AA-115-SCFI-2001). Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2015-10-16.

## **4 Términos y definiciones**

Para los propósitos de esta Norma Mexicana, aplican los términos y definiciones contenidos en las normas mexicanas NMX-AA-089/1-SCFI-2010 y NMX-AA-089/2-SCFI-2010 (ver 3.1 y 3.2 respectivamente) y se establecen las siguientes:



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

#### 4.1

##### **conductividad eléctrica, $\gamma$**

es el recíproco de la resistividad, determinada mediante el recíproco de la resistencia medida bajo condiciones específicas, entre las caras opuestas de una unidad de cubo de dimensiones definidas, en una disolución acuosa. Para el análisis de la calidad del agua, ésta se expresa a menudo como "conductividad electrolítica" y puede ser utilizada como una medida de la concentración de solutos ionizables presentes en la muestra.

Se expresa en las unidades de siemens por metro (S/m) o unidades equivalentes como microsiemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )<sup>1</sup>.

**NOTA:** Los símbolos  $\sigma$  y  $\kappa$  también se utilizan para la conductividad eléctrica.

#### 4.2

##### **constante de la celda, K**

magnitud resultante de la geometría de la celda. Puede ser calculada (ver 15.6) u obtenida de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Esta magnitud se expresa en unidad de  $\text{m}^{-1}$ , y se calcula mediante la ecuación

$$K = \frac{l}{A}$$

En donde:

$l$  es la longitud, en metros, de un conductor eléctrico.

$A$  es el área efectiva de la sección transversal, en metros cuadrados, de un conductor eléctrico.

#### 4.3

##### **coeficiente de temperatura de la conductividad eléctrica<sup>2</sup>, $\alpha$**

el coeficiente de temperatura,  $\alpha_{\theta}$ , de la conductividad eléctrica  $\gamma_{25}$  (ver 15.15 y 15.16), es una propiedad de un material que cuantifica la variación de la conductividad eléctrica respecto de la temperatura, y viene dado por la ecuación:

<sup>1</sup> 1 S/m =  $10^6$   $\mu\text{S}/\text{cm}$  =  $10^3$  mS/m

<sup>2</sup>El coeficiente de temperatura de la conductividad eléctrica se puede expresar en  $\text{K}^{-1}$  o  $\%/^{\circ}\text{C}$ .



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

$$\alpha_{\theta,25} = \frac{1}{\gamma_{25}} \left( \frac{\gamma_{\theta} - \gamma_{25}}{\theta - 25} \right) \times 100$$

En donde:

$\gamma_{\theta}$  es la conductividad eléctrica medida a  $\theta$  grados Celsius

$\gamma_{25}$  es la conductividad eléctrica medida a 25 grados Celsius

$\theta$  es la temperatura de la muestra en grados Celsius

25 °C y  $\theta$  °C son las temperaturas a las cuales se mide la conductividad eléctrica  $\gamma_{25}$  y  $\gamma_{\theta}$ , respectivamente.

#### 4.4

##### **factores de corrección de la temperatura, $f$**

factores utilizados para corregir la dependencia de la conductividad eléctrica con la temperatura.

Con el fin de hacer comparaciones, es esencial que las mediciones se hayan corregido a una temperatura de referencia elegida, normalmente 25 °C, incluso si la temperatura de la muestra de agua sólo difiere ligeramente de dicha temperatura.

Las conversiones de la conductividad eléctrica a 25 °C,  $\gamma_{25}$ , se pueden hacer usando la ecuación:

$$\gamma_{25} = \frac{\gamma_{\theta}}{1 + (\alpha/100)(\theta - 25)}$$

En donde:

$\alpha$  es el coeficiente de temperatura de la conductividad eléctrica,  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ;

$\gamma_{\theta}$  es la conductividad eléctrica a la temperatura medida,  $\theta$ , en grados Celsius; y

$\theta$  es la medición de la temperatura, en grados Celsius, de la muestra.

#### 4.5

##### **patrón de referencia**

patrón designado para la calibración de patrones de magnitudes de la misma naturaleza en una organización o lugar dado, en general de la más alta calidad metrológica, de la cual se derivan las mediciones realizadas en dicho lugar.



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

#### 4.6

##### **patrón de trabajo (muestra control)**

patrón utilizado habitualmente para calibrar o verificar instrumentos o sistemas de medida.

Un patrón de control (muestra de control) en mediciones de conductividad eléctrica en disoluciones acuosas, debe ser de diferente lote y/o marca respecto del utilizado como patrón de referencia (calibración), puede ser comercial o disolución de las mencionadas en el Apéndice A, cumpliendo con los controles de calidad establecidos por el laboratorio.

## 5 Reactivos y disoluciones

**5.1** Agua. Debe entenderse agua que cumpla con las siguientes características:

a) conductividad: máximo 5,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 25 °C;

b) pH: 5,0 a 8,0.

**5.2** Cloruro de potasio con pureza mayor o igual a 99,95 %

**5.3** Disolución patrón de referencia

Disolución de cloruro de potasio

$$c(\text{KCl}) = 0,1 \text{ mol/L}$$

Secar la cantidad suficiente de cloruro de potasio a 105 °C  $\pm$  2 °C durante 2 h, y pesar 7,456 g, disolver y llevar al aforo con agua a 1 000 mL (ver 5.1).

Si se necesita una disolución de diferente concentración consulte los datos de la Tabla 1.

Esta disolución puede ser estable, siempre y cuando cumpla con los criterios de aceptación y rechazo establecidos por el laboratorio.



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

**NOTA 1:** Para preparar las disoluciones de conductividad, se requiere el uso de agua libre de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). El bióxido de carbono puede ser eliminado del agua, por purgado con nitrógeno puro o por ebullición.

**Tabla 1 - Conductividad eléctrica de disoluciones de cloruro de potasio.**

Concentración de cloruro de potasio, c(KCl)	Conductividad eléctrica a 25 °C, γ <sub>25</sub>
mol/L	μS/cm
0,0005	74
0,001	147
0,005	718
0,01	1 412
0,02	2 765
0,05	6 667
0,1	12 890
0,2	24 800

**NOTA 2:** La Tabla 1 muestra concentraciones alternativas de cloruro de potasio que pueden ser utilizadas como disoluciones patrones de trabajo de conductividad (ver 15.7 y 15.13).

**NOTA 3:** Para el caso de las disoluciones comerciales se pueden utilizar como disolución patrón de referencia siempre y cuando tengan certificado, la caducidad será la indicada por el fabricante.

## 6 Equipo y/o instrumento

**6.1** Equipo para la medición de la conductividad eléctrica equipado con celda de conductividad de inmersión y con compensador automático de temperatura.

**NOTA:** Si el equipo no cuenta con compensador automático de temperatura, se puede utilizar un medidor de temperatura externo (ver 6.2).

**6.2** Termómetro. Para las mediciones debe utilizarse un termómetro de líquido en vidrio con una resolución mínima de 1,0 °C, termómetro con sensor de termistor o termopar de resistencia de platino con una resolución mínima de 0,5 °C en el intervalo



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

de medición de temperatura.

## **7 Recolectión, preservación y almacenamiento de muestras**

**7.1** Cuando sea posible, debe efectuarse la medición de conductividad directamente en el punto de muestreo, sin extraer la muestra.

Si no es posible realizar la medición directamente en el cuerpo de agua, recolectar al menos 500 mL o el volumen necesario en un recipiente de polietileno, no deben usarse recipientes de vidrio hechos a base de carbonato de sodio, de acuerdo a las características de la celda utilizada para medir la conductividad.

**7.2** Cuando sea necesario transportar la muestra al laboratorio, recolectar al menos 500 mL en un recipiente de polietileno, llenarlo y cerrar inmediatamente, especialmente cuando existe la posibilidad de un intercambio de gases como el dióxido de carbono y/o amoníaco con la atmósfera o la posibilidad de actividad biológica. No deben usarse recipientes de vidrio hechos a base de carbonato de sodio. La medición de la conductividad se debe realizar tan pronto como sea posible sin exceder las 24 horas, a partir de la toma de la muestra.

La actividad biológica puede reducirse mediante el almacenamiento de las muestras a  $4\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ .

## **8 Control de calidad**

El laboratorio que utilice este método debe operar un programa de control de calidad en referencia a la norma NMX-AA-115-SCFI-2015 (ver 3.3).

## **9 Procedimiento**

### **9.1 Preparación**

**9.1.1** Para asegurar la buena funcionalidad de la celda de conductividad del equipo, realizar el mantenimiento, limpieza y verificación periódica, de acuerdo a las instrucciones del fabricante o a lo establecido por el propio laboratorio, todo lo anterior debe quedar documentado.

**9.1.2** Atemperar la disolución patrón de referencia para la calibración y patrón de



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

trabajo para la verificación (muestra control), que serán utilizadas, siempre que sea posible éstas no deberán variar en  $\pm 5$  °C, de la muestra problema.

**9.1.3** En caso de que el equipo cuente con compensador de temperatura, verifique que éste se encuentre activado.

**9.1.4** Cuando se usa una celda de conductividad sin compensador de temperatura, sumergir el sensor de temperatura o el termómetro en la disolución, al mismo tiempo, para todas las mediciones que se efectúen.

## **9.2 Calibración analítica**

**9.2.1** Lea cuidadosamente el manual del equipo, ya que la compensación de temperatura, el reconocimiento automático de disoluciones patrón de calibración, estabilidad de las lecturas, pueden influir adversamente en la calibración e incluso dar lugar a errores sistemáticos.

**9.2.2** Calibrar el equipo utilizando disoluciones patrón (ver 5.3) siguiendo las instrucciones del fabricante.

**9.2.3** Los criterios de aceptación de la calibración del equipo deben de cumplir con:

- a) Para disoluciones patrón comerciales, con el valor de incertidumbre indicada en el certificado.
- b) Para disoluciones patrón preparadas a partir de la sal de cloruro de potasio, el laboratorio debe estimar la incertidumbre y cumplir con este valor.

**9.2.4** Posteriormente ésta se deberá comprobar, realizando al menos 3 lecturas independientes consecutivas de la misma alícuota de la disolución patrón de referencia, entre las lecturas realizadas no debe haber una diferencia de  $\pm 0,5$  % del valor nominal.

**9.2.5** En caso de que la variación de las lecturas no sea aceptable, repetir el procedimiento de calibración, reemplazar la disolución o la celda si es necesario.

**9.2.6** Realizar la medición de una disolución patrón de trabajo (muestra control), ésta se deberá comprobar realizando al menos 3 lecturas independientes consecutivas de la misma alícuota de la disolución patrón de trabajo, entre las lecturas realizadas no deberá haber una diferencia de  $\pm 0,5$  % del valor nominal.

**9.2.7** El procedimiento de calibración con el patrón de referencia y verificación de patrón control (muestra control) descrito anteriormente, es necesario que se realice en el laboratorio y en el primer punto de muestreo en campo; aplica para cada día de



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

trabajo o antes de analizar un lote de muestras en el laboratorio por día.

**9.2.8** Para los siguientes puntos de muestreo es posible no realizar la calibración, siempre y cuando se verifique con la disolución patrón de trabajo (muestra control) y cumpla con los criterios de acuerdo al punto 9.2.6.

**9.2.9** Si hay varios sitios de muestreo cercanos y el equipo no se mueve de uno a otro, es posible verificarlo solo una vez como se indica en 9.2.6.

**NOTA 1:** Entiéndase por calibración o calibración analítica, al ajuste que se hace al equipo, mediante la comparación con disoluciones patrones de referencia.

### **9.3 Medición de muestras**

**9.3.1** Cuando sea posible, medir las muestras directamente del cuerpo de agua, en caso de no ser posible, extraer como se menciona en el Capítulo 7 y realizar las mediciones en la muestra obtenida.

**9.3.2** Una vez que el equipo está calibrado y verificado correctamente, como se menciona en los puntos descritos anteriormente, se procede a realizar la medición de la muestra problema por triplicado **de manera independiente**.

**9.3.3** Sumergir la celda en la muestra problema, agitar levemente, esperar que la lectura de conductividad se estabilice, obtener y registrar. Sólo en caso de que el equipo no cuente con compensador de temperatura, registrar el valor de temperatura a la cual se realizó la medición.

**9.3.4** Reportar el promedio obtenido acompañado del dato de temperatura, sólo en caso de que el equipo no cuente con compensador de temperatura; de igual forma si la medición no se realizó al momento de la colecta de muestra indicar el tiempo transcurrido, el cual no debe exceder las 24 h de la toma de muestra.

**9.3.5** En caso de que la variación de las lecturas no sea la adecuada (ver 9.3.2), repetir el procedimiento y reemplazar las disoluciones o la celda de conductividad si es necesario.

## **10 Expresión de los resultados**

### **10.1 Cálculo**



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

**10.1.1** La lectura de conductividad se lee directamente en el equipo y será expresado en unidades como el promedio de las lecturas con referencia a esta norma en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

**10.1.2** Si el equipo cuenta con compensador de temperatura no se requiere hacer cálculos y reportar el valor promedio de la conductividad de las tres mediciones de las lecturas independientes, redondeando a números enteros en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

**10.1.3** En caso de que el equipo no cuente con compensador de temperatura, se deberá utilizar la siguiente fórmula para realizar la corrección de temperatura del valor promedio obtenido.

$$\sigma = \frac{(\sigma_m)}{1 + [0,0191(T-25)]}$$

En donde:

$\sigma$  es la conductividad,  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ;

$\sigma_m$  es la medida de la conductividad a  $T$  °C ,  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ;

$T$  es la temperatura de medición, °C

0,0191 es la constante para corrección de temperatura en °C<sup>-1</sup>

## 11 Interferencias

**11.1** Los valores medidos de la conductividad eléctrica pueden ser afectados por la contaminación de la muestra dentro de la celda. La presencia de grandes cantidades de materia en suspensión se puede eliminar dejando sedimentar la muestra antes de realizar la medición, evitar que las grasas y aceites cubran la celda debido a que afectan la precisión de la lectura.

**11.2** Las interferencias pueden provocar un cambio en la constante de celda, pero esto sólo puede determinarse mediante la verificación con la disolución patrón (ver 5.3).

**11.3** Una interferencia puede resultar por la adherencia de burbujas de aire en la celda al momento de realizar la medición.



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

**11.4** Es recomendable realizar las mediciones a temperaturas menores o iguales a 35 °C, debido a que a temperaturas superiores afectan considerablemente los valores de conductividad. En caso de mediciones a temperaturas mayores a 35 °C, se deberá utilizar equipo con compensador de temperatura de acuerdo a lo indicado en el manual del fabricante del equipo.

## 12 Informe de ensayo

El informe de ensayo debe contener la siguiente información:

- a) Referencia a esta norma.
- b) Identificación precisa de la muestra.
- c) Los resultados del valor promedio de la conductividad, se redondean al número entero en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .
- d) En caso de que el equipo no cuente con compensador de temperatura, realizar la corrección correspondiente (ver 10.1.3) y reportar el dato a 25 °C.

## 13 Concordancia con normas internacionales

Esta norma, es modificada (MOD) con respecto a la Norma ISO 7888:1985 Water quality -- Determination of electrical conductivity, y difiere en los siguientes puntos:

Capítulo/Inciso	Modificaciones
0 Introducción	Se redujo la información de la introducción.
Explicación: Para dejar únicamente la necesaria.	
1 Objetivo y campo de aplicación	Se adecuó el objetivo.
Explicación: De acuerdo a la necesidad y alcance requerido para la aplicación nacional.	



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

2 Principio	Se elimina el inciso d).
Explicación: Porque no es viable medir la viscosidad para la medición de conductividad eléctrica.	
4 Términos y definiciones	Se agregaron más definiciones (ver 4.5 y 4.6).
Explicación: Para dejar más claro la aplicación de la norma.	
5 Reactivos	Se cambiaron las características del agua en 5.1 y la concentración de la disolución de cloruro de potasio a utilizar.
Explicación: Se adecua a la utilizada en las normas mexicanas NMX para mediciones en campo. Se dejó abierto de acuerdo a las concentraciones de la Tabla 1.	
6 Equipos e instrumentos	Se modificó la definición del equipo de medición y no se incluyó el apartado 5.2 y 5.4 del método de referencia.
Explicación: Para incluir la compensación automática de temperatura y un mejor entendimiento.	
7 Muestreo	Se agregó el inciso 7.2.
Explicación: Se agregó este inciso para hacer coincidir con las demás normas mexicanas de mediciones directas.	
8 Control de calidad	Se agregó el capítulo.
Explicación: Se agregó este capítulo para hacer coincidir con las demás normas mexicanas.	



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

9 Procedimiento	Se complementó el procedimiento y se dividió en preparación, calibración analítica y medición de muestra.
Explicación: Para un mejor entendimiento y reforzar el procedimiento de análisis.	
10 Expresión de los resultados	Se modificó la fórmula de corrección de temperatura.
Explicación: En la fórmula de la ISO 7888:1985 Water Quality se requiere calcular el valor de viscosidad para poder obtener el valor de corrección de temperatura, sin embargo, en la tabla de corrección por temperatura de la norma ISO (ISO 7888:1985 Water Quality, sólo se muestran valores hasta 35 °C, se realizó el cálculo teórico, obteniendo que para valores superiores a éste, los valores se alejan del valor nominal esperado. Por lo cual, para esta norma de conductividad electrolítica no se aplicará la viscosidad, debido a que la medición de conductividad eléctrica esta aplicada al análisis de agua; se aplicará la ecuación indicada en el Standard Methods con la versión vigente, la que no requiere la viscosidad en su cálculo y su ecuación está diseñada para agua..	
11 Interferencias	Se agregó la temperatura como una interferencia.
Explicación: En la tabla de corrección por temperatura de la norma ISO, sólo se muestran valores hasta 35 °C, se realizó el cálculo teórico, obteniendo que para valores superiores a éste, los valores se alejan del valor nominal esperado. Sin embargo dependiendo de lo indicado en el manual del fabricante del equipo se podrán realizar mediciones a temperaturas más altas utilizando el compensador automático de temperatura del equipo.	
12 Informe de ensayo	Se incluye como reportar el resultado, si el equipo contaba con compensador de temperatura.
Explicación:	



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

Se realiza para una mejor expresión del resultado y poder realizar comparación de resultados adecuados.

15 Bibliografía	Se incluyó la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento. Se incluyen las normas  NMX-Z-013-SCFI-2015, Guía para la estructuración y redacción de normas (Cancela a la NMX-Z-013/1-1977).  NMX-Z-055-IMNC-2009 Vocabulario internacional de metrología-conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM)
-----------------	--

Explicación:

La elaboración y modificación de normas mexicanas está reglamentada por esta Ley y su Reglamento.

La estructuración y redacción de esta Norma Mexicana se apega a lo establecido en la NMX-Z-013-SCFI-2015.

El vocabulario es con base a la NMX-Z-055-IMNC-2009

## **14 Vigencia**

La presente Norma Mexicana entrará en vigor a los 120 días naturales después de la publicación de su declaratoria de vigencia en el Diario Oficial de la Federación.



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

## Apéndice A (Informativo) Desviación estándar de las muestras sintéticas

Este apéndice tiene el objetivo de orientar al interesado sobre la desviación estándar de los resultados obtenidos en la medición de conductividad eléctrica en muestras sintéticas de cloruro de potasio.

Desviación estándar (ver 15.6)

Véanse las Tablas B.1 y B.2.

**Tabla B.1 - Desviación estándar de las muestras sintéticas  
(Disoluciones de KCl) \***

Valores en microsiemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

Conductividad promedio	Dentro de cada lote (Desviación estándar de la repetibilidad)	Entre lotes	Total
66,7	0,67	0,87	1,10
126,7	0,81	0,75	1,10
257,4	1,75	0,39	1,79
500,9	1,63	0,68	1,76

NOTA: Para la medición dentro del lote se usaron 10 grados de libertad y para el lote entre las mediciones se usaron 9 grados de libertad.

**Tabla B.2 - Desviación estándar de las aguas naturales\*\***

Valores en microsiemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

Conductividad promedio	Dentro de cada lote (Desviación estándar de la repetibilidad)	Entre lotes	Total
100,8	0,79	2,50	2,62
247,8	1,50	2,58	2,98
251,1	0,98	3,08	3,23
422,3	2,23	2,77	3,55

NOTA: Para la medición dentro del lote se usaron 30 grados de libertad y para el lote entre las mediciones se usaron 9 grados de libertad.



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

## **15 Bibliografía**

- 15.1** Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1992-07-01 y sus reformas.
- 15.2** Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 1999-01-14, última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2012-11-28.
- 15.3** NOM-008-SCFI-2002 Sistema General de Unidades de Medida. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2002-11-27.
- 15.4** NMX-Z-013-SCFI-2015 Guía para la estructuración y redacción de normas (Cancela a la NMX-Z-013/1-1977). Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2016-06-16.
- 15.5** NMX-Z-055-IMNC-2009 Vocabulario internacional de metrología-conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM)
- 15.6** ISO 7888:1985 Water quality. Determination of electrical conductivity.
- 15.7** BARTHEL, FEUERLEIN, NEUEDER and WACHTER. Calibration of conductance cells at various temperatures. J. Solution Chem. 9 1980: 209.
- 15.8** Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. APHA-AWWA-WPCF. 23, 2017. (2510)
- 15.9** LAXEN, D.P.H. A specific conductance method for quality control in water analyses. In: Water Research, Vol. 11, 1977, pp. 91-94.
- 15.10** OIML International recommendation No. 56, Standard solutions reproducing the conductivity of electrolytes.
- 15.11** OTTEN, G. Measuring water purity by specific resistance. int. Lab. 1972: 31-35.
- 15.12** ROBINSON, R.A., and STOKES, R.W. Electrolyte Solutions. New York, Academic Press, 1969.



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

- 15.13** ROMMEL, K., and SEELOS, E. Leitfähigkeitsmessungen, Automatische Temperatur-Kompensation unter Berücksichtigung der «natürlichen Wässer». Wasser Luft Betrieb (9) 1980: 14-17.
- 15.14** ROSSUM, J.R. Checking the accuracy of water analyses through the use of conductivity. J. Am. Water Works Assoc. 67 1975: 204-205.
- 15.15** WAGNER, R. Temperaturkorrekturfaktoren für die elektrische Leitfähigkeit von Wässern. Z. Wasser- Abwasserforsch. (2) 1980.
- 15.16** WAGNER, R. Über die Temperaturabhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit von Wässern. Vom Wasser 38 1971: 27-48.

Ciudad de México, a 26 de junio de 2018

**Director General de Normas**  
**Lic. Alberto Ulises Esteban Marina**

RRM\*bvr

**Aclaración 25 de marzo de 2019**