

**AVISO de consulta pública de los proyectos de normas mexicanas PROY-NMX-AA-012/1-SCFI-2009, PROY-NMX-AA-012/2-SCFI-2009, PROY-NMX-AA-087-SCFI-2009, PROY-NMX-AA-093-SCFI-2009, PROY-NMX-AA-117/1-SCFI-2009, PROY-NMX-AA-117/2-SCFI-2009, PROY-NMX-AA-153-SCFI-2009 y PROY-NMX-AA-154-SCFI-2009.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Economía.- Subsecretaría de Competitividad y Normatividad.- Dirección General de Normas.- Dirección de Normalización.

**AVISO DE CONSULTA PUBLICA DE LOS PROYECTOS DE NORMAS MEXICANAS QUE SE ENLISTAN**

La Secretaría de Economía, por conducto de la Dirección General de Normas, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 34 fracciones XIII y XXXI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 51-A, 51-B de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 19 fracciones I y XV del Reglamento Interior de esta Secretaría, publica el aviso de consulta pública de los proyectos de normas mexicanas que se enlistan a continuación, mismos que han sido elaborados y aprobados por el Comité Técnico de Normalización Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales (COTEMARNAT).

De conformidad con el artículo 51-A de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, estos proyectos de normas mexicanas, se publican para consulta pública a efecto de que dentro de los siguientes 60 días naturales los interesados presenten sus comentarios al Comité Técnico de Normalización Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales (COTEMARNAT) que los propuso, ubicado en Boulevard Adolfo Ruiz Cortines número 4209 piso 5, colonia Jardines en la Montaña 14210, México, D.F., o al correo electrónico [pedro.sanchez@conagua.gob.mx](mailto:pedro.sanchez@conagua.gob.mx) con copia a esta Dirección General, dirigida a la dirección descrita en el párrafo siguiente.

El texto completo del documento puede ser consultado gratuitamente en la Dirección General de Normas de esta Secretaría, ubicada en Puente de Tecamachalco número 6, Lomas de Tecamachalco, Sección Fuentes, Naucalpan de Juárez, 53950, Estado de México o en el Catálogo Mexicano de Normas que se encuentra en la página de Internet de la Dirección General de Normas cuya dirección es <http://www.economia.gob.mx>.

CLAVE O CODIGO	TITULO DE LA NORMA
PROY-NMX-AA-012/1-SCFI-2009	ANALISIS DE AGUA-DETERMINACION DEL OXIGENO DISUELTO-METODO DE PRUEBA-PARTE 1-METODO IODOMETRICO (CANCELARA A LA NMX-AA-012-SCFI-2001).
<b>Síntesis</b>	
<p>Este proyecto de norma mexicana tiene como objetivo describir el método iodométrico para la medición del oxígeno disuelto en agua por el "Procedimiento Winkler" modificado a fin de tener en cuenta ciertas interferencias. Este proyecto de norma es de aplicación nacional y el campo de aplicación del método es para todo tipo de agua que tenga una concentración de oxígeno disuelto de al menos 0,2 mg/L, hasta el doble de la saturación de oxígeno (aproximadamente 20 mg/L), la cual está libre de sustancias interferentes. <b>NOTA 1:</b> Interfieren Sustancias orgánicas fácilmente oxidables tales como taninos, ácido húmico y ligninas. Compuestos de azufre oxidables tales como sulfuros y tiourea también interfieren, como sistemas de respiración activa los cuales fácilmente consumen el oxígeno. En presencia de tales sustancias es preferible el uso del método electroquímico especificado en B.1. Concentraciones de nitritos superiores a 15 mg/L no interfieren en la medición porque son destruidos por la adición de la azida de sodio.</p> <p>Si la oxidación o reducción de sustancias está presente, es necesario hacer modificaciones al método; éstas son descritas en la sección 9. Si está presente materia suspendida, capaz de fijar o consumir el yodo, el método debe ser aplicado con la modificación descrita en el anexo, pero es preferible el uso del método electroquímico.</p>	
PROY-NMX-AA-012/2-SCFI-2009	ANALISIS DE AGUA-DETERMINACION DEL OXIGENO DISUELTO EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS-METODO DE PRUEBA-PARTE 2-METODO ELECTROQUIMICO (CANCELARA A LA NMX-AA-012-SCFI-2001).
<b>Síntesis</b>	
<p><b>1.1</b> El objetivo de este proyecto de norma mexicana es establecer un método electroquímico para la medición del oxígeno disuelto en agua por medio de una celda electroquímica la cual está aislada de la muestra por una membrana permeable al gas. Es de aplicación nacional.</p> <p><b>1.2</b> El campo de aplicación del presente proyecto de norma está definido dependiendo del tipo de prueba empleada, la medición puede ser hecha como concentración de masa de oxígeno en miligramos por litro, porcentaje de saturación (% de oxígeno disuelto) o ambos. El método mide el oxígeno en el agua desde un 0% hasta un 100% de saturación. Sin embargo, muchos instrumentos permiten</p>	

<p>mediciones de valores mayores al 100% i.e. sobresaturación.</p> <p><b>1.3</b> El método es apropiado para mediciones hechas en campo y para monitoreo continuo de oxígeno disuelto así como mediciones hechas en el laboratorio. Este método es el preferido para aguas muy coloreadas y turbias y asimismo para aguas conteniendo fierro y sustancias que fijen el yodo, tales como las que interfieren en el método iodométrico y que están indicadas en B.1. Los gases y vapores tales como el cloro, dióxido de azufre, sulfuro de hidrógeno, aminas, amoniaco, dióxido de carbono, bromo y yodo que se pueden difundir a través de la membrana, si están presentes, pueden interferir afectando la medición. Otras sustancias presentes en la muestra pueden interferir con el proceso de medición ya sea por obstrucción o deterioro de la membrana o corrosión de los electrodos. Estas sustancias incluyen solventes, aceites, sulfuros, carbonatos y algas.</p> <p><b>1.4</b> El método es apropiado para aguas naturales, residuales y salinas. Si es empleado en aguas salinas tales como agua marina, o de estuario, es esencial la corrección por salinidad.</p>	
<b>PROY-NMX-AA-087-SCFI-2009</b>	ANALISIS DE CALIDAD DEL AGUA-EVALUACION DE TOXICIDAD AGUDA CON <i>Daphnia magna</i> , Straus (Crustácea-Cladocera)-METODO DE PRUEBA (CANCELARA A LA NMX-AA-087-1995-SCFI).
<b>Síntesis</b>	
<p>El presente proyecto de norma mexicana establece el método para la medición de toxicidad aguda, utilizando al organismo dulceacuícola <i>Daphnia magna</i>, Straus 1820 (Crustácea-Cladocera). Este método es aplicable para la evaluación de toxicidad aguda en aguas y en sustancias solubles en agua. En cuerpos de agua dulce, aguas residuales industriales y municipales, efluentes agrícolas y sustancias puras o combinadas disolubles o lixiviados y la fracción solubilizable en suelos y sedimentos. Es de aplicación nacional.</p>	
<b>PROY-NMX-AA-093-SCFI-2009</b>	ANALISIS DE AGUA-DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA-METODO DE PRUEBA (CANCELARA A LA NMX-AA-093-SCFI-2000).
<b>Síntesis</b>	
<p>Este proyecto de norma mexicana es de aplicación nacional y especifica un método para la medición de la conductividad eléctrica en todos los tipos de agua. <b>NOTA 1:</b> En algunos casos, los valores absolutos son importantes, en otros casos sólo los cambios relativos son de interés. Este proyecto de norma es aplicable para aguas naturales, residuales y residuales tratadas.</p>	
<b>PROY-NMX-AA-117/1-SCFI-2009</b>	ANALISIS DE AGUA-MEDICION DE HIDROCARBUROS TOTALES DE PETROLEO (HTP) EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS-METODO DE PRUEBA-PARTE 1-METODO POR ESPECTROSCOPIA INFRARROJO (CANCELARA A LA NMX-AA-117-SCFI-2001).
<b>Síntesis</b>	
<p>Este proyecto de norma mexicana es de aplicación nacional y especifica un método de prueba para la determinación de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. El intervalo de trabajo del método es de 0,1 mg/L a 40 mg/L y puede ser extendido por dilución del extracto de la muestra. El campo de aplicación es aguas naturales, aguas residuales y aguas residuales tratadas. El método no es aplicable a la medición cuantitativa del contenido de aceites minerales volátiles. Sin embargo, sobre el espectro de referencia, se puede obtener la información cualitativa y la composición de la contaminación por aceite mineral.</p>	
<b>PROY-NMX-AA-117/2-SCFI-2009</b>	ANALISIS DE AGUA-MEDICION DE HIDROCARBUROS TOTALES DE PETROLEO (HTP) EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS-METODO DE PRUEBA-PARTE 2-METODO POR CROMATOGRAFIA DE GASES (CANCELARA A LA NMX-AA-117-SCFI-2001).
<b>Síntesis</b>	
<p>Este proyecto de norma mexicana especifica un método para la medición del índice de hidrocarburos del petróleo en aguas por medio de cromatografía de gases. Es de aplicación nacional. El campo de aplicación es aguas naturales, aguas residuales y aguas residuales tratadas y permite la medición de un índice de hidrocarburos del petróleo en concentraciones por encima de 0,1 mg/L. El método no es aplicable a la medición cuantitativa del contenido de aceites minerales volátiles. Sin embargo, sobre el cromatograma y de los picos de referencia, se puede obtener la información cualitativa y la composición de la</p>	

contaminación por aceite mineral.	
<b>NOTA 1</b> La concentración total de la grasa animal y vegetal en la muestra no debe exceder de 150 mg/L, ya que con valores más altos la capacidad de adsorción del empaque de la columna de limpieza puede ser insuficiente.	
<b>NOTA 2</b> En el caso de agua residual altamente contaminada, especialmente si contiene una alta cantidad de agentes tensoactivos, podría ocurrir una pérdida en la recuperación de los hidrocarburos.	
<b>PROY-NMX-AA-153-SCFI-2009</b>	ANALISIS DE AGUA-MUESTREO-GUIA PARA EL MUESTREO DE AGUAS SALINAS.
<b>Síntesis</b>	
Este proyecto de norma es de aplicación nacional y proporciona las guías sobre los principios a ser aplicados para el diseño de los programas de muestreo, técnicas de muestreo y el manejo y preservación de muestras de agua salina y salinas interiores epicontinentales, de zonas de marea (por ejemplo, estuarios, regiones costeras y el mar abierto, etc.). No aplica a la recolecta de muestras para análisis microbiológicos o biológicos. Para la guía general de muestreo véase A.4.	
<b>PROY-NMX-AA-154-SCFI-2009</b>	ANALISIS DE AGUA-DETERMINACION DE NITROGENO DE NITRITOS EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES, RESIDUALES TRATADAS Y MARINAS-METODO DE PRUEBA.
<b>Síntesis</b>	
Este proyecto de norma mexicana es de aplicación nacional y especifica un método de prueba espectrofotométrico para la determinación de nitrógeno de nitritos. El método es aplicable en aguas naturales, residuales, residuales tratadas incluyendo, el agua de mar y efluentes en un intervalo de (0,01 a 1) mg/L de N-NO <sub>2</sub> .	

México, D.F., a 28 de junio de 2010.- El Director General de Normas, **Francisco Ramos Gómez**.- Rúbrica.



**PROYECTO DE NORMA MEXICANA**

**PROY-NMX-AA-012/2-SCFI-2009**

**ANÁLISIS DE AGUA – DETERMINACIÓN DEL OXÍGENO  
DISUELTO – EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y  
RESIDUALES TRATADAS - MÉTODO DE PRUEBA- PARTE  
2- MÉTODO ELECTROQUÍMICO-(CANCELAN A LA NMX-  
AA-012-SCFI-2001)**

**WATER ANALYSIS – DETERMINATION OF DISSOLVED  
OXYGEN – IN NATURAL, DRINKING, WASTEWATERS AND  
WASTEWATERS TREATED - TEST METHOD-PART 2-  
ELECTROCHEMICAL PROBE METHOD**



## PREFACIO

En la elaboración del presente proyecto 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.
- ATLATEC, S.A. DE C.V.
- CENICA
- CIATEC, A.C.
- CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN ELECTROQUÍMICA, S.C.
- CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA
- COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE MÉXICO
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA.
- CONTROL QUÍMICO NOVAMANN INTERNACIONAL, S.A. DE C.V.
- ECCACIV, S. A. DE C. V.
- ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN, A.C.
- FASIQ INTERNACIONAL, S.A. DE C.V.
- GRUPO ECOTEC, S.A. DE C.V.
- HACH COMPANY
- INDEX-LAB



- INTEMA, S.A. DE C.V.
- INSTITUTO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE TAMAULIPAS, A.C.  
Centro de Investigación y Tecnología en Saneamiento Ambiental  
(CITSA)
- INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
- INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO
- INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA
- 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.
- LABORATORIO IDECA, S.A. DE C.V.
- LABORATORIO FERMI, S.A. DE C.V.
- LABORATORIO QUÍMICO INDUSTRIAL
- LABORATORIO SERVICIOS AMBIENTALES
- LABORATORIOS ABC QUÍMICA, INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, S.A. DE C.V.
- MERCURY LAB, S.A. DE C.V.
- MÓNICA OROZCO MÁRQUEZ
- PERKIN ELMER DE MEXICO, S.A.
- PEMEX PETROQUÍMICA COMPLEJO PETROQUÍMICO CANGREJERA
- PEMEX PETROQUÍMICA COMPLEJO PETROQUÍMICO MORELOS
- PEMEX PETROQUÍMICA COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS



- 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, S.A. DE C.V.
- SERVICIOS DE INGENIERÍA Y CONSULTORÍA AMBIENTAL
- SISTEMA DE AGUAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO DEL GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
División de Ciencias Biológicas y de la Salud  
Ciencia y Tecnología Ambiental.
- UNIVERSIDAD DEL NORESTE, A.C.  
UNELAB - Centro multidisciplinario de servicios ambientales y de alimentos
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
Facultad de Química  
Instituto de Biología  
Instituto de Ingeniería



## ÍNDICE DEL CONTENIDO

<b>Número del capítulo</b>	<b>Página</b>
0 INTRODUCCIÓN	1
1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN	1
2 RESUMEN DEL MÉTODO	2
3 REFERENCIAS	3
4 DEFINICIONES	3
5 SEGURIDAD	4
6 INTEFERENCIAS	4
7 EQUIPOS Y MATERIALES	4
8 REACTIVOS	5
9 RECOLECCIÓN, PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS	5
10 CONTROL DE CALIDAD	6
11 PROCEDIMIENTO	7
12 CÁLCULOS	11
13 MANEJO DE RESIDUOS	12
14 BIBLIOGRAFIA	12
15 VIGENCIA	13
16 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES	13
APÉNDICE INFORMATIVO A	15



## **PROYECTO DE NORMA MEXICANA**

**PROY-NMX-AA-012/2-SCFI-2009**

# **ANÁLISIS DE AGUA – DETERMINACIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO – EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS - MÉTODO DE PRUEBA- PARTE 2- MÉTODO ELECTROQUÍMICO-(CANCELA A LA NMX-AA- 012-SCFI-2001)**

**WATER ANALYSIS – DETERMINATION OF DISSOLVED  
OXYGEN – IN NATURAL, DRINKING, WASTEWATERS AND  
WASTEWATERS TREATED - TEST METHOD-PART 2-  
ELECTROCHEMICAL PROBE METHOD**

## **0 INTRODUCCIÓN**

Los electrodos de membrana proveen un excelente medio para el análisis de oxígeno disuelto en aguas contaminadas, altamente coloreadas y efluentes con alta carga contaminante. Los electrodos son recomendados para su uso en condiciones que son desfavorables para la aplicación del método iodométrico, o cuando modificaciones del método iodométrico se ven seriamente afectadas por las interferencias.

## **1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN**



1.1 El objetivo de esta Norma Mexicana es establecer un método electroquímico para la medición del oxígeno disuelto en agua por medio de una celda electroquímica la cual está aislada de la muestra por una membrana permeable al gas.

1.2 El campo de aplicación de la presente norma está definido dependiendo del tipo de prueba empleada, la medición puede ser hecha como concentración de masa de oxígeno en miligramos por litro, porcentaje de saturación (% de oxígeno disuelto) o ambos. El método mide el oxígeno en el agua desde un 0% hasta un 100% de saturación. Sin embargo, muchos instrumentos permiten mediciones de valores mayores al 100% i.e. sobresaturación.

1.3 El método es apropiado para mediciones hechas en campo y para monitoreo continuo de oxígeno disuelto así como mediciones hechas en el laboratorio. Este método es el preferido para aguas muy coloreadas y turbias y asimismo para aguas conteniendo fierro y sustancias que fijen el yodo, tales como las que interfieren en el método iodométrico y que están indicadas en la NMX-AA-012-SCFI. Los gases y vapores tales como el cloro, dióxido de azufre, sulfuro de hidrógeno, aminas, amoniaco, dióxido de carbono, bromo y yodo que se pueden difundir a través de la membrana, si están presentes, pueden interferir afectando la medición. Otras sustancias presentes en la muestra pueden interferir con el proceso de medición ya sea por obstrucción o deterioro de la membrana o corrosión de los electrodos. Estas sustancias incluyen solventes, aceites, sulfuros, carbonatos y algas.

1.4 El método es apropiado para aguas naturales, residuales y salinas. Si es empleado en aguas salinas tales como agua marina, o de estuario, es esencial la corrección por salinidad.

## **2 RESUMEN DEL MÉTODO**

2.1 La sonda, que consiste de una celda encapsulada por una membrana selectiva que contiene el electrolito y dos electrodos metálicos, se sumerge en el agua a ser analizada.

2.2 Debido a la diferencia de potencial entre los electrodos, ocasionada por la acción galvánica o una fuente externa de voltaje, el oxígeno que pasó a través



de la membrana es reducido en el cátodo, al tiempo que los iones metálicos pasan hacia la solución del ánodo.

2.3 La corriente así producida es directamente proporcional a la tasa de oxígeno transportada a través de la membrana y la capa del electrolito y de aquí a la presión parcial del oxígeno en la muestra a una temperatura dada.

2.4 La permeabilidad de la membrana a los gases varía enormemente con la temperatura y la compensación es requerida para lecturas tomadas a diferentes temperaturas de la muestra. Esto puede ser hecho matemáticamente, por ejemplo, por el uso de un nomógrafo o un programa computacional. La mayoría de los instrumentos modernos compensan automáticamente la variación de la temperatura por inclusión de elementos sensitivos a la temperatura en el circuito electrónico. Sin embargo, instrumentos que leen directamente en porcentaje de solubilidad, a menos que estén provistos con un transductor de presión en el circuito para compensar las diferencias de presión, mostrarán una lectura en pantalla del porcentaje observado. Esta es una lectura con respecto a la presión atmosférica y no es la lectura verdadera si la presión difiere de la presión atmosférica.

### **3 REFERENCIAS**

Para la correcta aplicación del presente proyecto de norma mexicana, se deben consultar las siguientes normas:

NMX-AA-012-SCFI, Análisis de agua.-determinación de oxígeno disuelto en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.- Método de prueba.

NMX-AA-089/1, Protección al ambiente - calidad del agua - vocabulario - parte 1

NMX-AA-089/2, Protección al ambiente - calidad del agua - vocabulario - parte 2

### **4 DEFINICIONES**



Para los propósitos de este documento, aplican los términos y definiciones contenidos en: NMX-AA-089/1 y NMX-AA-089/2

## 5 SEGURIDAD

5.1 Es obligatorio el uso de equipo de protección personal, acorde a las instrucciones de cada laboratorio.

## 6 INTEFERENCIAS

6.1 La membrana es prácticamente impermeable al agua y material iónico disuelto, pero es permeable al oxígeno y a cierto número de otros gases y sustancias liofílicas.

6.2 El uso prologando de la membrana en muestras que contienen gases como el H<sub>2</sub>S tienden a disminuir la sensibilidad de la celda; esto se elimina cambiando frecuentemente la membrana y calibrando la celda.

## 7 EQUIPOS Y MATERIALES

Equipo usual de laboratorio, además de:

**7.1 Instrumento de medición**, que contenga los siguientes componentes.

**7.1.1 Sonda de medición**, que puede ser de tipo galvánico (p.e. plomo/plata) o tipo polarográfico (p.e. plata/oro) con, si se requiere, un dispositivo compensador de temperatura.

**7.1.2 Medidor**, graduado para mostrar directamente la concentración de oxígeno disuelto, y/o el porcentaje de saturación de oxígeno o la corriente en microamperes.

**7.2 Termómetro**, graduado en divisiones de 0,5 °C; si el equipo no cuenta con compensador de temperatura



**7.3 Barómetro**, graduado en divisiones de 10 Pa.

**7.4 Recipientes de vidrio de boca angosta**, tipo Winkler (o cualquier otro frasco disponible, preferiblemente de hombros rectos). El volumen de cada frasco se puede determinar por pesada.

## 8 REACTIVOS

Durante el análisis, emplear solo reactivos de grado analítico reconocido.

**8.1 Sulfito de sodio**, anhidro ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) o heptahidratado ( $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ).

**8.2 Sal de cobalto (II)**, por ejemplo cloruro de cobalto (II) hexahidratado ( $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ).

**8.3 Agua**, que cumpla con las siguientes características:

- a) Conductividad,  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 25 °C: 5,0 máximo;
- b) pH: 5,0 a 8,0 unidades de pH.

## 9 RECOLECCIÓN, PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS

### 9.1 Recolección de muestras.

A menos que se tenga que proceder de otra manera, coleccionar la muestra con el frasco (7.4) en el cual se llevará a cabo la medición.

La alícuota de prueba consiste de todo el contenido del frasco llenado.

#### 9.1.1 Muestreo de aguas superficiales

Llenar el frasco (7.4) hasta rebosar, teniendo cuidado para evitar cualquier cambio en la concentración del oxígeno disuelto. El punto de muestreo deberá



ser donde haya una corriente continua, sin remolinos, y de suficiente profundidad para llenar el frasco.

Para aguas someras, es preferible el uso del método electroquímico.

Después de eliminar cualquier burbuja de aire tapar el frasco.

### **9.1.2 Muestreo de agua desde tuberías de distribución**

En caso de que la tubería no cuenta con una válvula de paso o desfogue, de ser posible conectar una tubería de material inerte a la entrada y extender la tubería hacia la entrada del frasco (7.4) y hasta el fondo del mismo.

Llenar el frasco por rebosamiento con un volumen de agua el cual es aproximadamente 10 veces el volumen del frasco, evitando la turbulencia. Inmediatamente después de eliminar cualquier burbuja de aire que pudiera haberse adherido al vidrio, tapar el frasco.

### **9.1.3 Muestreo de agua a diferentes profundidades**

Emplear un muestreador especial, que soporte el frasco (7.4), equipado con un tubo de plástico conectado a la boca del frasco.

El frasco es llenado por desplazamiento del aire. Prevenir la turbulencia. Ciertos tipos de muestreadores permiten el llenado de varios frascos al mismo tiempo.

**9.1.4** Si se le protege de la luz, la muestra puede ser almacenada por hasta 24 h. Se recomienda almacenar la muestra a una temperatura menor o igual a 20 °C.

## **10 CONTROL DE CALIDAD**

10.1 Cada laboratorio que utilice este método debe operar un programa de control de calidad (CC) formal.

10.2 El laboratorio debe mantener los siguientes registros:



10.2.1 Los nombres y títulos de los analistas que ejecutaron los análisis y el encargado de control de calidad que verificó los análisis.

10.2.2 Las bitácoras del analista y del equipo en los que se contengan los siguientes datos:

- a) Identificación de la muestra;
- b) Fecha del análisis;
- c) Procedimiento cronológico utilizado;
- d) Cantidad de muestra utilizada;
- e) Número de muestras de control de calidad analizadas;
- f) Evidencia de la aceptación o rechazo de los resultados; y
- g) Además el laboratorio debe mantener respaldo de la información.

De tal forma que permita a un evaluador externo reconstruir cada medición mediante el seguimiento de la información desde la recepción de la muestra hasta el resultado final.

10.3 Cada vez que se adquiriera nuevo material volumétrico debe de realizarse la verificación de la calibración de éste tomando una muestra representativa del lote adquirido.

10.4 El reporte de la prueba deberá incluir la siguiente información:

- a) una referencia a esta norma mexicana;
- b) el resultado y el método de expresión empleados;
- c) el modelo del equipo empleado;
- d) cualquier detalle especial el cual haya sido notado durante la medición;
- e) detalles de cualquier operación no especificada en esta norma mexicana o considerada como opcional.

## 11 PROCEDIMIENTO

Cuando se emplea un instrumento de medición, deben ser seguidas las instrucciones del fabricante.



## **11.1 Técnica de medición y precauciones a ser tomadas**

**11.1.1** Nunca tocar la superficie activa de la membrana con los dedos.

**11.1.2** Después de cambiar el electrolito y la membrana, o si la membrana ha sido dejada secar, humedecer la membrana y dejar que la lectura se estabilice antes de llevar a cabo la calibración (ver 11.2). El tiempo requerido estará en función del consumo de oxígeno disuelto en el electrolito.

**11.1.3** Asegurar que burbujas de aire no estén atrapadas en la sonda cuando sea sumergida en la muestra.

**11.1.4** Es esencial que la muestra pueda fluir a través de la membrana de la sonda para prevenir la ocurrencia de lecturas erróneas debido a la depleción del oxígeno en la parte de la muestra en contacto inmediato con la membrana. Asegurar que la tasa de flujo es tal que las variaciones en lecturas no se producen y consultar las instrucciones del fabricante a este respecto.

**11.1.5** En el caso de una muestra discreta, llevar a cabo la medición en un recipiente llenado hasta rebosar sellado para excluir el aire y conteniendo un agitador, por ejemplo una barra magnética. Ajustar la velocidad de agitación de tal forma que las lecturas permanezcan estables después de alcanzar el equilibrio y sin atrapar aire.

**11.1.6** En el caso de muestras que fluyen, tales como un curso de agua, verificar la tasa de flujo para asegurar que éste es suficiente. Si no es así, mover la sonda en círculos en la muestra o tomar una muestra discreta y proceder como se describe en 11.1.5.

## **11.2 Calibración**

El procedimiento está descrito en el punto 11.2.1 al 11.2.3, pero es necesario consultar las instrucciones del fabricante del equipo.

### **11.2.1 Ajuste**

Ajustar el instrumento al cero electrónico, en los casos que aplique.

**NOTA 1:** Algunos instrumentos son zero compensados y no requieren ajuste.



### 11.2.2 Verificación del cero

Verificar y, si aplica, ajustar el cero instrumental por inmersión de la sonda en 1 L de agua al cual se añadió aproximadamente 1 g de sulfito de sodio (8.1) y aproximadamente 1 mg de sal de cobalto (II) [8.2] con lo cual se obtiene un agua libre de oxígeno.

**NOTA 2:** Las sondas modernas usualmente logran una respuesta estable en (2 a 3) min. Sin embargo, diferentes sondas pueden tener diferentes velocidades de respuesta y las instrucciones del fabricante deben ser consultadas.

### 11.2.3 Calibración a un valor cercano a la saturación

11.2.3.1 Agua saturada o casi saturada de oxígeno se obtiene al burbujear aire a una temperatura constante. Reposar por alrededor de 15 min a la misma temperatura y determinar la concentración del oxígeno disuelto, por ejemplo por el método iodométrico especificado en la NMX-AA-012-SCFI.

11.2.3.2 Regular el equipo.

11.2.3.3 Sumergir la sonda en una botella completamente llena con muestra, preparada y estandarizada como ha sido descrito. Después permitir que la sonda se estabilice en la solución con agitación continua por 10 min (ver la nota en 8.2.2), ajustar el equipo leyendo una muestra con una concentración de oxígeno conocida, si es necesario.

11.2.3.4 Reemplazar el electrolito y la membrana cuando el instrumento no haya sido calibrado de forma frecuente o cuando las respuestas sean inestables o lentas (ver las instrucciones del fabricante).

**NOTA 3:** Si experiencias previas han mostrado que el tiempo de burbujeo y la velocidad del flujo de aire proveen una muestra saturada con aire, la medición yodométrica podría ser reemplazada previa consulta de las tablas A.1 y A.2.

**NOTA 4:** Muchos instrumentos permiten la calibración con aire.



## 11.2.4 Linealidad de la curva

11.2.4.1 Como rutina verificar la linealidad antes del uso del instrumento y aplicar verificaciones a intervalos regulares.

11.2.4.2 Llevar a cabo estas verificaciones preparando una serie de muestras de agua destilada en un rango de concentraciones de oxígeno variadas. Llenar completamente 3 o 4 botellas de cuello estrecho de 250 mL con agua destilada y desoxigenarla aplicando cualquiera de estas opciones: burbujeo suave de argón libre de oxígeno o nitrógeno por un periodo apropiado. Tomar lecturas de tiempo en tiempo con la sonda bajo estudio, hasta que la concentración aproximadamente requerida de oxígeno disuelto sea alcanzada. Entonces determinar el contenido de oxígeno disuelto con la sonda e inmediatamente después determinar la concentración del oxígeno disuelto por el método iodométrico especificado en la NMX-AA-012-SCFI.

11.2.4.3 Si hay coincidencia entre los dos procedimientos a través del rango de concentración de oxígeno disuelto, se puede decir que la sonda muestra una respuesta lineal. Verificar cualquier desviación en la linealidad y, si es necesario, consultar con el fabricante de la sonda.

**NOTA 5:** La lectura del instrumento es usualmente lineal para saturaciones de oxígeno superiores al 100 %.

**NOTA 6:** Se puede emplear cualquier otro método para verificar la respuesta de la sonda, si éste es recomendado por el fabricante.

## 11.3 Medición

11.3.1 Llevar a cabo la medición sobre el agua a ser analizada siguiendo las instrucciones del fabricante.

11.3.2 Después de la inmersión de la sonda en la muestra, dar tiempo suficiente a la sonda para que se equilibre con la temperatura del agua y proporcione lecturas estables. Si es necesario, por el tipo de instrumento empleado y el resultado requerido, verificar la temperatura del agua y/o la presión atmosférica.



## 12 CÁLCULOS

### 12.1 Concentración de masa del oxígeno disuelto

12.1 Expresar la concentración de masa del oxígeno disuelto, en miligramos de oxígeno por litro y reportar el resultado por redondeo al primer decimal.

12.2 Si la lectura de la muestra fue hecha a una temperatura diferente de aquella en la cual fue calibrado el instrumento, corregir el valor dado por el instrumento. Algunos instrumentos hacen esta corrección automáticamente. Esta corrección crea la tolerancia por la diferencia en la solubilidad del oxígeno a las 2 temperaturas. Calcular el valor real multiplicando el valor leído a la temperatura en que fue realizada la lectura la cual ha sido hecha por el factor

$$\frac{\rho(O)_m}{\rho(O)_c}$$

Donde

$\rho(O)_m$  es la solubilidad a la temperatura de medición;  
 $\rho(O)_c$  es la solubilidad a la temperatura de calibración.

Ejemplo:

Temperatura de calibración.....	25°C
Solubilidad a 25 °C.....	8,3 mg/L
Temperatura al momento de la medición.....	10 °C
Lectura del instrumento.....	7 mg/L
Solubilidad a 10 °C.....	11,3 mg/L
Valor real a 10 °C.....	$11,3/8,3 \times 7,0 = 9,5$ mg/L

**NOTA 7:** Los valores de  $\rho(O)_m$  y  $\rho(O)_c$ , expresado en miligramos por litro, en el ejemplo mostrado fueron obtenidos de la tabla A.1, columna 2.

**NOTA 8:** Para información sobre como la solubilidad de oxidación es dependiente de la temperatura, presión y salinidad, ver el anexo A.

### 12.3 Concentración del oxígeno disuelto expresado como porcentaje de saturación



Si se requiere, calcular el porcentaje de saturación del oxígeno disuelto en el agua a partir de:

$$\frac{\rho(O)}{\rho(O)_s} \times 100$$

Donde

$\rho(O)$  es la concentración de masa actual, expresada en miligramos por litro, del oxígeno disuelto encontrado en la muestra de agua a la presión  $p$ , en kilopascales (kPa) y a la temperatura  $t$ , en grados Celsius;

$\rho(O)_s$  es la concentración de masa teórica, expresada en miligramos por litro, del oxígeno disuelto para cualquier muestra a una presión  $p$ , en kilopascales (kPa) y a una temperatura  $t$ , en grados Celsius, si la muestra estaba saturada con aire húmedo (ver el anexo A).

### 13 MANEJO DE RESIDUOS

13.1 Es la responsabilidad del laboratorio cumplir con todos los reglamentos federales, estatales y locales referente al manejo de residuos, particularmente las reglas de identificación, almacenamiento y disposición de residuos peligrosos.

13.2 Cada laboratorio debe contemplar dentro de su programa de control de calidad el destino final de los residuos generados durante la medición.

13.3 Los desechos ácidos y alcalinos se deben neutralizar para su posterior desecho.

13.4 Todas las muestras que cumplan con la norma de descarga a alcantarillado pueden descargarse en el mismo sistema.

### 14 BIBLIOGRAFIA

14.1 Mortimer, C.H., "The oxygen content of air saturated fresh water over ranges of temperature and atmospheric pressure of limnological interest", Mitt. Int. Ver. Limnol, 22 (1981).



14.2 National Institute of Oceanography of Great Britain and UNESCO, "International Oceanographic Tables", Vol. 2 (1973).

14.3 Gardener, J. y Hughes, J., Water Research Centre, England. Report, 44-S (1981).

14.4 Weast, R.C., "Handbook of Chemistry and Physics", 58th. Ed., CRC Press Inc., Cleveland, Ohio, (1977-1978), p. D-180.

14.5 ISO 5814:1990 Water Quality – Determination of dissolved oxygen – Electrochemical probe method

## **15 VIGENCIA**

La presente Norma Mexicana entrará en vigor 60 días naturales después de la publicación de la declaratoria de vigencia en el Diario Oficial de la Federación.

## **16 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES**

Esta norma mexicana coincide básicamente a la Norma Internacional ISO 5814:1990 Water Quality – Determination of dissolved oxygen – Electrochemical probe method y difiere en los siguientes puntos:

0 Introducción, que derivó de una parte del Objetivo de la misma norma ISO; lo anterior, dado que ésta (norma ISO) no cuenta con este capítulo; 4 Definiciones, 5 Seguridad, 13 Manejo de Residuos, 10 Control de Calidad ya que dichos puntos no están contemplados por la norma ISO, pero es un requisito del cuerpo de la norma

**México D.F., a**

**DR. FRANCISCO RAMOS GÓMEZ  
DIRECTOR GENERAL DE NORMAS**



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

PROY-NMX-AA-012/2-SCFI-2009  
14 de 18

## APÉNDICE INFORMATIVO A

### Solubilidad del oxígeno en agua con relación a la temperatura, presión y salinidad

#### A.1 Generalidades

La solubilidad del oxígeno en agua a una presión dada varía con la temperatura, y de manera similar la solubilidad a una temperatura dada varía con la presión. Adicionalmente, la solubilidad decrece cuando se incrementa la salinidad.

#### A.2 Solubilidad del oxígeno en agua en función de la temperatura y la salinidad

##### A.2.1 Efecto de la temperatura

En la columna 2 de la tabla A.1 se presenta la solubilidad,  $\rho(O)_s$ , del oxígeno, expresado en miligramos por litro del oxígeno en agua pura, en presencia de aire, saturado con vapor de agua y conteniendo 20,94% (V/V) de oxígeno, a una presión total de 101,325 kPa. Los valores dados en la columna 2 están basados en lo publicado por Mortimer<sup>[12.1]</sup>.

##### A.2.2 Efecto de la salinidad

La columna 3 de la tabla A.1 muestra la corrección a ser sustraída,  $\Delta \rho(O)_s$ , por cada grado de salinidad expresado en gramos por kilogramo de sales totales en agua. Así la solubilidad del oxígeno en agua con una salinidad de  $w(\text{NaCl})$  en gramos por kilogramo se encuentra por la sustracción del valor  $w(\text{NaCl}) \cdot \Delta \rho(O)_s$ , de la solubilidad del oxígeno en el agua pura a la misma temperatura, mostrado en la columna 2 de la tabla A.1. Estas correcciones por salinidad están derivadas a partir de las tablas por la UNESCO<sup>[12.2]</sup> y son aplicables al agua marina o de estuario.

La corrección por salinidad es, para propósitos prácticos, lineal hasta una salinidad de 35 g/kg. Sin embargo, empleando factores de corrección se pueden tener errores por arriba de aproximadamente el 1 % de los valores

calculados por la solubilidad del oxígeno en aguas salinas dado por la UNESCO<sup>[12.2]</sup>. Si se requieren valores más exactos, pueden ser convenientemente encontrados en las tablas de solubilidad del oxígeno, expresado en miligramos por litro, calculadas por Gardener y Hughes<sup>[12.3]</sup>.

### A.3 Corrección por la presión atmosférica o altitud (ver tabla A.2)

#### A.3.1 Presión atmosférica

Si la presión atmosférica,  $p$ , en el momento del muestreo no es de 101,325 kPa, entonces la solubilidad,  $\rho'(O)_s$ , para la presión  $p$ , en kilopascales, está dada por la ecuación

$$\rho'(O)_s = \rho(O)_s \times \frac{p - p_w}{101,325 - p_w}$$

Donde

- $\rho'(O)_s$  es la solubilidad del oxígeno en agua, en miligramos por litro, a una presión  $p$ , en kilopascales, y temperatura  $t$ , en grados Celsius;
- $\rho(O)_s$  es la solubilidad teórica del oxígeno en agua, en miligramos por litro, a 101,325 kPa y temperatura  $t$ , en grados Celsius;
- $p_w$  es la presión de saturación de vapor del agua, en kilopascales, en contacto con aire a una temperatura  $t$ , in grados Celsius, ver <sup>[4]</sup>.

Puesto que  $p_w$  es usualmente pequeño comparado con  $p$ , una aproximación conveniente,  $\rho''(O)_s$ , en lugar de  $\rho'(O)_s$ , para propósitos prácticos está dado por la ecuación

$$\rho''(O)_s = \rho(O)_s \times \frac{p}{101,325}$$

Algunos de los valores para  $\rho'(O)_s$ , en miligramos por litro, de oxígeno para un rango de presión de 111,5 kPa (1,1 atm) a 50,7 kPa (0,5 atm) y un rango de temperatura de 0 °C a 40 °C están dados en la tabla A.2. Estos se derivaron de la siguiente ecuación:

$$\rho''(O)_s = \rho''(O)_s W$$



donde el valor del factor  $W$  se tomó del estudio de Mortimer<sup>[12.1]</sup> y es empleado para corregir el efecto de la presión del agua,  $p_w$ .

### A.3.2 Altitud

La media de la presión atmosférica como función de la altitud puede ser calculada por la ecuación de Schmassmann:

$$\log_{10} p_h = \log_{10} 101,3 - \frac{h}{18400}$$

Donde  $p_h$ , es la media de la presión atmosférica, en kilopascales, a la altitud  $h$ , en metros.

**Tabla A.1 – Solubilidad del oxígeno en agua como una función de la temperatura y la salinidad**

Temperatura °C	Solubilidad del oxígeno en agua en equilibrio con aire a 101,325 kPa [ $\rho(O)_s$ ] mg/L	Corrección a ser sustraída por cada grado de salinidad expresada en gramos por kilogramos de sales totales en agua [ $\Delta\rho(O)_s$ ] mg/L
0	14,62	0,087 5
1	14,22	0,084 3
2	13,83	0,081 8
3	13,46	0,078 9
4	13,11	0,076 0
5	12,77	0,073 9
6	12,45	0,071 4
7	12,14	0,069 3
8	11,84	0,067 1
9	11,56	0,065 0
10	11,29	0,063 2
11	11,03	0,061 4
12	10,78	0,059 3
13	10,54	0,058 2
14	10,31	0,056 1
15	10,08	0,054 5
16	9,87	0,053 2
17	9,66	0,051 4
18	9,47	0,050 0
19	9,28	0,048 9
20	9,09	0,047 5
21	8,91	0,046 4
22	8,74	0,045 3
23	8,58	0,044 3
24	8,42	0,043 2
25	8,26	0,042 1
26	8,11	0,040 7
27	7,97	0,040 0
28	7,83	0,038 9
29	7,69	0,038 2
30	7,56	0,037 1

**Tabla A.2 – Solubilidad,  $\rho'(O)_s$ , de oxígeno en agua como una función de la temperatura y la presión**

Temperatura °C	Presión [ kPa (atm) <sup>1)</sup> ]						
	111,5 (1,1)	101,3 (1,0)	91,2 (0,9)	81,1 (0,8)	70,9 (0,7)	60,8 (0,6)	50,7 (0,5)
	Solubilidad, $\rho'(O)_s$ (mg/L)						
0,0	16,09	14,62	13,14	11,69	10,21	8,74	7,27
5,0	14,06	12,77	11,48	10,20	8,91	7,62	6,34
10,0	12,43	11,29	10,15	9,00	7,86	6,71	5,58
15,0	11,10	10,08	9,05	8,03	7,01	5,98	4,96
20,0	10,02	9,09	8,14	7,23	6,30	5,37	4,44
25,0	9,12	8,26	7,40	6,56	5,70	4,84	4,00
30,0	8,35	7,56	6,76	5,99	5,19	4,60	3,62
35,0	7,69	6,95	6,22	5,47	4,75	4,01	3,28
40,0	7,10	6,41	5,72	5,03	4,34	3,65	2,96

<sup>1)</sup> Unidades de la presión barométrica estándar (presión atmosférica normal al nivel del mar): 101,325 kPa = 101,325 kN/m<sup>2</sup> = 1 atm = 760 mmHg.

**Tabla A.3 – Variación de la presión atmosférica con respecto a la altitud**

Altitud, $h$ m	Media de la presión atmosférica, $p_h$ kPa	Altitud, $h$ m	Media de la presión atmosférica, $p_h$ kPa
0	101,3	1 100	88,3
100	100,1	1 200	87,2
200	98,8	1 300	86,1
300	97,6	1 400	85,0
400	96,4	1 500	84,0
500	95,2	1 600	82,9
600	94,0	1 700	81,9
700	92,8	1 800	80,9
800	91,7	1 900	79,9
900	90,5	2 000	78,9
1 000	89,4	2 100	77,9