CDU: 543.3:546.27
CANCELA A LA
NMX-AA-063-1981

NMX-AA-063-SCFI-2001

SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

ANÁLISIS DE AGUA - DETERMINACIÓN DE BORO EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS - MÉTODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-AA-063-1981)

WATER ANALYSIS - DETERMINATION OF BORON IN NATURAL, WASTEWATERS AND WASTEWATERS TREATED - TEST METHOD

0 INTRODUCCIÓN

El boro es esencial para el crecimiento de las plantas, pero un exceso de éste en el agua de riego afecta su desarrollo, aunque algunas plantas presentan problemas en su crecimiento cuando las concentraciones son muy bajas, por lo general menores a 1 mg/L. El agua potable contiene concentraciones muy bajas de boro que se consideran inocuas para el ser humano. Sin embargo, cuando se ingieren cantidades altas de boro por un tiempo prolongado, el sistema nervioso central puede verse afectado, ocasionando un síndrome que en medicina se denomina borismo.

El boro se encuentra en forma natural en el agua pero se puede encontrar en concentraciones mayores debido a desechos de productos de limpieza e industriales.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana establece el método de prueba para la determinación de boro en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

2 PRINCIPIO DEL MÉTODO

El método para determinar boro en aguas naturales y residuales se basa en la medición espectrofotométrica a partir de la formación de un compuesto rojo denominado rosocianina, producido por el boro de la muestra con la curcumina y el ácido clorhídrico. La reacción se lleva a cabo a 55°C y posteriormente se lleva a sequedad. El residuo se disuelve con alcohol isopropílico y se mide espectrofotométricamente a 540 nm.

Con este método sólo se determina boro disuelto, ya que se requiere que las muestras de agua se filtren a través de una membrana de 0,45 µm antes del análisis.

El método de la curcumina se aplica para la determinación de boro en un intervalo de concentraciones entre 0,1 mg B/L y 1,0 mg B/L.

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma se establecen las siguientes definiciones:

3.1 Aguas naturales

Se define como agua natural el agua cruda, subterránea, de lluvia, de tormenta, residual y superficial.

3.2 Aguas residuales

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarias, domésticos y similares, así como la mezcla de ellas.

3.3 Análisis de blanco analítico

Es el someter una alícuota de agua reactivo a todo el proceso de análisis por el cual pasa una muestra real. Los laboratorios deben realizar los análisis de blancos para corregir la señal de fondo del sistema de medición. El análisis de blancos se realizará en forma periódica o con cada lote de muestras según lo requiera el método.

3.4 Bitácora

Cuaderno de laboratorio debidamente foliado e identificado, en el cual los analistas anotan todos los datos de los procedimientos que siguen en el análisis de una muestra, así como todas las informaciones pertinentes y relevantes a su trabajo en el laboratorio. Es a partir de dichas bitácoras que los inspectores pueden reconstruir el proceso de análisis de una muestra tiempo después de que se llevó a cabo.

3.5 Blanco

Agua reactivo o matriz equivalente a la que no se le aplica ninguna parte del

procedimiento analítico y sirve para evaluar la señal de fondo.

3.6 Blanco analítico o de reactivos

Agua reactivo o matriz equivalente que no contiene, por adición deliberada, la presencia de ningún analito o sustancia por determinar, pero que contiene los mismos disolventes, reactivos y se somete al mismo procedimiento analítico que la muestra problema.

3.7 Calibración

Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento o sistema de medición, o los valores representados por una medida materializada y los valores correspondientes de la magnitud, realizados por los patrones, efectuando una corrección del instrumento de medición para llevarlo a las condiciones iniciales de funcionamiento.

3.8 Descarga

Acción de verter, infiltrar o depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor en forma contínua, intermitente o fortuita, cuando éste es un bien del dominio público de la Nación.

3.9 Desviación estándar experimental

Para una serie de n mediciones del mismo mensurando, es la magnitud *s* que caracteriza la dispersión de los resultados, dado por la fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

En donde x_i es el resultado de la i-ésima medición y $\bar{x}$ es la media aritmética de los n resultados considerados.

3.10 Disolución estándar

Disolución de concentración conocida preparada a partir de un patrón primario.

3.11 Disolución madre

Corresponde a la disolución de máxima concentración en un análisis. Es a partir de esta disolución que se preparan las disoluciones de trabajo.

3.12 Exactitud

Proximidad de concordancia entre el resultado de una medición y un valor verdadero del mensurando.

3.13 Límite de cuantificación del método (LCM)

Es la menor concentración de un analito o sustancia en una muestra que puede ser cuantificada con precisión y exactitud aceptables bajo las condiciones en que se lleva a cabo el método

3.14 Límite de detección del método (LDM)

Es la mínima concentración de un analito o sustancia en una muestra, la cual puede ser detectada pero no necesariamente cuantificada bajo las condiciones en que se lleva a cabo el método.

3.15 Material de referencia

Material o substancia en el cual uno o más valores de sus propiedades son suficientemente homogéneas y bien definidas, para ser utilizadas para la calibración de aparatos, la evaluación de un método de medición, o para asignar valores a los materiales.

3.16 Material de referencia certificado

Material de referencia, acompañado de un certificado, en el cual uno o más valores de las propiedades están certificados por un procedimiento que establece la trazabilidad a una realización exacta de la unidad en la cual se expresan los valores de la propiedad, y en el que cada valor certificado se acompaña de una incertidumbre con un nivel declarado de confianza.

3.17 Medición

Conjunto de operaciones que tiene por objeto determinar el valor de una magnitud.

3.18 Mensurando

Magnitud particular sujeta a medición.

3.19 Muestra compuesta

La que resulta de mezclar un número de muestras simples. Para conformar la muestra compuesta, el volumen de cada una de las muestras simples deberá ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su toma.

3.20 Muestra simple

La que se tome en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, un volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento de muestreo.

3.21 Parámetro

Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad del agua.

3.22 Patrón (de medición)

Material de referencia, instrumento de medición, medida materializada o sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o más valores de una magnitud para utilizarse como referencia.

3.23 Patrón nacional (de medición)

Patrón reconocido por una decisión nacional en un país, que sirve de base para asignar valores a otros patrones de la magnitud concerniente.

3.24 Patrón primario

Patrón que es designado o reconocido ampliamente como un patrón que tiene las más altas cualidades metrológicas y cuyo valor es aceptado sin referencia a otros patrones de la misma magnitud.

3.25 Patrón secundario

Patrón cuyo valor es establecido por comparación con un patrón primario de la misma magnitud.

3.26 Patrón de referencia

Patrón, en general de la más alta calidad metrológica disponible en un lugar dado, o en una organización determinada del cual se derivan las mediciones realizadas en dicho lugar.

3.27 Patrón de trabajo

Patrón que es usado rutinariamente para calibrar o controlar las medidas

materializadas, instrumentos de medición o los materiales de referencia.

3.28 Precisión

Es el grado de concordancia entre resultados analíticos individuales cuando el procedimiento. analítico se aplica repetidamente a diferentes alícuotas o porciones de una muestra homogénea. Usualmente se expresa en términos del intervalo de confianza o incertidumbre:

$$x = \bar{x} \pm t_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

donde:

$\bar{x}$ es la media calculada a partir de un mínimo de tres mediciones independientes;
$t_{\alpha/2}$ es el valor de la *t* de Student para un nivel de significancia del 95 %;
s es la desviación estándar de la muestra;
n es el número de réplicas, y
x es el resultado que incluye el intervalo de confianza.

3.29 Trazabilidad

Propiedad del resultado de una medición o del valor de un patrón por la cual pueda ser relacionado a referencias determinadas, generalmente patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones teniendo todas las incertidumbres determinadas

3.30 Verificación de la calibración

Una verificación periódica de que no han cambiado las condiciones del instrumento en una forma significativa.

4 EQUIPO Y MATERIALES

Sólo se mencionan los equipos y materiales que son de relevancia para este método.

4.1 Equipo

4.1.1 Baño de agua caliente. Con capacidad de control de temperatura a 55°C ± 2ºC

4.1.2 Espectrofotómetro disponible para utilizarse de 190 nm a 900 nm y

equipado con celda, de 1 cm de paso óptico de luz

4.1.3 Balanza analítica con precisión de 0,1 mg

4.2 Materiales

Todo el material volumétrico utilizado en este método debe ser de clase A con certificado, o en su caso debe estar calibrado.

NOTA.- Todo el material del laboratorio utilizado en el desarrollo de este método debe ser de plástico o libre de boro.

4.2.1 Cápsulas de evaporación con capacidad de 100 a 150 mL

5 REACTIVOS Y PATRONES

Todos los productos químicos usados en este método deben ser grado reactivo análitico, a menos que se indique otro grado.

Agua: Debe entenderse agua que cumpla con las siguientes características: a) Resistividad, megohm-cm a 25ºC: 0,2 mín; b) Conductividad, µS/cm a 25ºC: 5,0 Máx. y c) pH: 5,0 a 8,0.

5.1 Ácido bórico (H_3BO_3)

5.2 Ácido oxálico ($H_2C_2O_4 \bullet 2H_2O$)

5.3 Ácido clorhídrico concentrado (HCl)

5.4 Curcumina

5.5 Alcohol isopropílico ($CH_3CHOHCH_3$) o alcohol etílico (CH_3CH_2OH)

5.6 Ácido nítrico (HNO_3)

5.7 Disolución patrón de boro (1,00 mL de disolución estándar = 1,00 mg de Boro). Secar alrededor de 10 g de ácido bórico (ver inciso 5.1) en un desecador que contenga sílica gel como desecante por 24 h. Si se calienta el ácido bórico, gradualmente pierde agua, cambiando primero a ácido metabórico y completamente deshidratado a óxido de boro anhídro. Por lo tanto es importante prevenir la entrada de humedad atmosférica al envase que contenga al ácido bórico. Pesar aproximadamente y con precisión 5,719 g de ácido bórico seco en agua y aforar a 1 L de agua. Guardar la disolución en un envase de plástico o en un contenedor libre de boro.

5.8 Disolución intermedia de boro (1,00 mL de disolución intermedia = 10 μg de boro). Tomar una alícuota de 10,0 mL de la disolución patrón de boro (ver inciso 5.7) con una pipeta volumétrica, transferir a un matraz volumétrico de 1 L y aforar con agua. Guardar la disolución en un contenedor de plástico o libre de boro.

5.9 Disolución de curcumina. Pesar aproximadamente y con precisión 40 mg de curcumina (ver inciso 5.4) y 5 g de ácido oxálico (ver inciso 5.2), diluir en 80 mL de alcohol isopropílico o alcohol etílico (ver inciso 5.5). Adicionar 4,0 mL de ácido clorhídrico concentrado (ver inciso 5.3) y aforar a 100 mL con alcohol isopropílico o alcohol etílico (ver inciso 5.5). La disolución es estable por varios días si se mantiene a 4ºC

5.10 Disolución de ácido clorhídrico (1:19): Adicionar un volumen de ácido clorhídrico concentrado (ver inciso 5.3) a 19 volúmenes de agua.

6 RECOLECCIÓN, PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS

6.1 Debe tomarse un mínimo de 100 mL de muestra en un envase de polietileno. Pueden utilizarse muestras compuestas o simples.

6.2 Debe preservarse la muestra con ácido nítrico (ver inciso 5.6) hasta obtener un pH < 2. Posteriormente mantener a 4ºC hasta su análisis.

6.3 El tiempo máximo de almacenamiento previo al análisis es de 6 meses.

7 CONTROL DE CALIDAD

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

7.2 El laboratorio debe mantener los siguientes registros:

- Los nombres y títulos de los analistas que ejecutaron los análisis y el encargado de control de calidad que verificó los análisis.
- Las bitácoras manuscritas 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) Trazabilidad de las calibraciones de los instrumentos de medición;
g) Evidencia de la aceptación o rechazo de los resultados, y
h) Además el laboratorio debe mantener la información original reportada por los equipos en disquetes o en otros respaldos de información.

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

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

8 CALIBRACIÓN

Se debe contar con un registro de la calibración de los equipos y materiales siguientes:

8.1 Material volumétrico

8.2 Balanza analítica

8.3 Espectrofotómetro. Calibrar el equipo de acuerdo a las instrucciones específicas del fabricante.

8.4 Curva de calibración. Preparar a partir de la disolución intermedia de boro (ver inciso 5.8), una serie de cuatro estándares que contengan de 0,10 µg a 1,00 µg de Boro, y preparar un blanco. Tomar una alícuota con la cantidad de Boro que se requiere para cada estándar 10, 50, 75 y 100 µL respectivamente y transferirla a una cápsula de evaporación. Añadir agua hasta tener un volumen final de 1,0 mL.

8.5 Desarrollar el color de los estándares de acuerdo a la ver inciso 10,0 y medir la absorbancia a 540 nm. En celdas de 1 cm de paso óptico.

8.6 Leer la absorbancia de cada uno de los estándares y el blanco comenzando con el de menor concentración.

8.7 Graficar los valores de absorbancia obtenidos contra la concentración de las disoluciones estándar, evaluar la calidad de la curva obteniendo el coeficiente de correlación.

9 PROCEDIMIENTO

9.1 Filtrar las muestras a través de un filtro de poro fino tan pronto como sea posible después del muestreo.

9.2 Para muestras entre 0,1 mg/L a 1,0 mg/L de boro, tomar una alícuota de 1 mL de muestra y colocarla en la cápsula de evaporación. Hacer un blanco en conjunción con las muestras desconocidas. Adicionar 4 mL de disolución de curcumina a cada muestra y estándar y posteriormente agitar suavemente para mezclar los contenidos.

9.3 Poner las cápsulas de evaporación en un baño de agua caliente que esté controlado a 55°C ± 2ºC y evaporar la disolución hasta llevarla a sequedad. Dejar que transcurran 15 min, antes de remover. Enfriar a temperatura ambiente.

9.4 Adicionar 10 mL. de alcohol isopropílico o alcohol etílico (ver inciso 5.5) a cada cápsula y agitar con una varilla de plástico para asegurar la completa disolución del complejo de color rojo, transferir el líquido a un matraz volumétrico de 25 mL. Lavar el contenido de cada cápsula de evaporación con otros 10 mL de alcohol isopropílico o alcohol etílico. Diluir hasta la marca usando alcohol isopropílico o alcohol etílico y mezclar completamente.

9.5 Si la disolución parece turbia, filtrar a través de un filtro de poro fino antes de leer la absorbancia de la muestra. Registrar la absorbancia de cada muestra y estándar a 540 nm.

10 CÁLCULOS

$$\textbf{mg /L de Boro} = (C \times D) / v$$

donde:

C son los μg de boro en la muestra determinados con la ecuación de la recta de la curva de calibración;
D es el factor de dilución, solo en caso que se haya diluido la muestra, y
V es el volumen de muestra (mL).

11 INTERFERENCIAS

11.1 Concentraciones de nitratos que se encuentren por arriba de 20 mg/L interfieren con este método. Los niveles de dureza total, cercanos a 100 mg/L producen resultados altos por causa de la turbiedad que provocan dada su insolubilidad en alcohol isopropílico o alcohol etílico.

11.2 Si existe color en la muestra, este afecta las lecturas de absorbancia en el espectrofotómetro.

12 SEGURIDAD

12.1 No ha sido determinada la carcinogenicidad de todos los reactivos, por lo que cada sustancia química debe tratarse como peligro potencial a la salud. La exposición a estas sustancias debe reducirse al menor nivel posible.

12.2 Este método puede no mencionar todas las normas de seguridad asociadas con su uso. El laboratorio es responsable de mantener un ambiente de trabajo seguro y un archivo de las medidas de seguridad respecto a la exposición y manejo seguro de las sustancias químicas especificadas en éste método. Debe tenerse en un archivo de referencia las hojas de información de seguridad, el cual debe estar disponible a todo el personal involucrado en estos análisis.

12.3 Cuando se trabaje con cualquiera de las sustancias descritas en este método, debe usar todo el tiempo equipo de seguridad, tal como: batas, guantes de látex y lentes de seguridad.

13 MANEJO DE RESIDUOS

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

13.2 Los desechos ácidos se deben neutralizar para su posterior desecho.

13.3 Deben usarse bolsas de plástico para envasar los desechos. Todo el personal debe estar entrenado en el manejo de los mismos.

13.4 Todas las muestras que cumplan con la norma de descarga a

alcantarillado pueden descargarse en el mismo sistema.

13.5 Las muestras líquidas con altos contenidos de boro deben envasarse en recipientes herméticos.

13.6 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.

14 BIBLIOGRAFÍA

NOM-001-ECOL-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997.

NOM-008-SCFI-1993 Sistema General de Unidades de Medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de octubre de 1993.

NMX-AA-003-1980 Aguas residuales - Muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980.

NMX-AA-014-1980 Cuerpos receptores - Muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de septiembre de 1980.

NMX-AA-089/1-1986 Protección al ambiente - Calidad del agua - Vocabulario - Parte 1. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de julio de 1986.

NMX-AA-089/2-1992 Protección al ambiente - Calidad del agua - Vocabulario - Parte 2. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de marzo de 1992.

NMX-AA-115-SCFI-2001 Análisis de agua - Criterios generales para el control de la calidad de resultados analíticos. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2001.

SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

NMX-AA-116-SCFI-2001 Análisis de agua - Guía de solicitud para la presentación de métodos alternos. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2001.

D 3082- 92, “Standard Test Methods for Boron in Water”, American Society for Testing and Materials, USA, ASTM Committee on Standards, Philadelphia PA, Septiembre de 1992, pp. 447-450.

4500-B, “Boron”, American Public Health Association, “Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater”, USA, APHA, Washington, DC 20005, 19th Edition 1995, pp. 4-8, 4-9.

“Interlaboratory Study of PE Samples for Boron of January 1997”, Analytical Products Group Inc. February 1997.

Criterios Ecológicos de Calidad del Agua, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 13 de diciembre de 1989.

15 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma mexicana no es equivalente a ninguna norma internacional por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

MÉXICO D.F., A
DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

MIGUEL AGUILAR ROMO

SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

JADS/AFO/DLR/MRG

NMX-AA-063-SCFI-2001

ANÁLISIS DE AGUA - DETERMINACIÓN DE BORO EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS - MÉTODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-AA-063-1981)

WATER ANALYSIS - DETERMINATION OF BORON IN NATURAL, WASTEWATERS AND WASTEWATERS TREATED - TEST METHOD

SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

P R E F A C I O

En la elaboración de la presente norma mexicana participaron las siguientes empresas e instituciones:

- CASA ROCAS, S.A. DE C.V.
- CENTRO DE SERVICIOS QUÍMICOS DE AGUASCALIENTES
- CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA
- COMISIÓN ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
- COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
- COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE
- CORPORACIÓN MEXICANA DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES
- FISHER SCIENTIFIC MEXICANA, S.A. DE C.V.
- GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
  Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica;
  Dirección General de Normatividad y Apoyo Técnico.
- INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO
- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA

SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

- INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
  Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.

- INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES
  Campus Monterrey.

- LABORATORIO DE ECOLOGÍA INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.

- LABORATORIO DE PEMEX PERFORACIÓN Y MANTENIMIENTO DE POZOS

- LABORATORIO DE QUÍMICA DEL MEDIO E INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.

- LABORATORIO IDECA, S.A. DE C.V.

- LABORATORIO QUÍMICO INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.

- LABORATORIOS ABC QUÍMICA, INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, S.A. DE C.V.

- MERCK- MÉXICO, S.A. DE C.V.

- NOVAMANN, S.A. DE C.V.
  Laboratorio Control Químico.

- PERKIN ELMER DE MÉXICO, S.A. DE C.V.

- PETROQUÍMICA CANGREJERA, S.A. DE C.V.

- PETROQUÍMICA MORELOS, S.A. DE C.V.

- PETROQUÍMICA PAJARITOS, S.A. DE C.V.

SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

- PROTECCIÓN AMBIENTAL Y ECOLOGÍA, S.A. DE C.V.

- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
  Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

- SECRETARÍA DE SALUD

- SERVICIOS AMBIENTALES MULTIPLES E INGENIERÍA, S.A. DE C.V.

- SERVICIOS DE INGENIERÍA Y CONSULTORÍA AMBIENTAL, S.A. DE C.V.

- SISTEMA INTERMUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
  Unidad Azcapotzalco.

- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
  Facultad de Química;
  Instituto de Geofísica;
  Instituto de Ingeniería.

- VARIAN, S.A. DE C.V.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

Número del capítulo		Página
0	Introducción	1
1	Objetivo y campo de aplicación	1
2	Principio del método	2
3	Definiciones	2
4	Equipo y materiales	7
5	Reactivos y patrones	7
6	Recolección, preservación y almacenamiento de muestras	8
7	Control de calidad	9
8	Calibración	9
9	Procedimiento	10
10	Cálculos	11
11	Interferencias	11
12	Seguridad	11
13	Manejo de residuos	12
14	Bibliografía	12
15	Concordancia con normas internacionales	14