



**ANÁLISIS DE AGUAS - DETERMINACIÓN DE CROMO
HEXALENTE EN AGUAS NATURALES, POTABLES,
RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS - MÉTODO DE
PRUEBA (CANCELA A LA NMX-AA-044-1981)**

**WATERS ANALYSIS - DETERMINATION OF HEXAVALENT
CHROMIUM IN NATURAL, DRINKING, WASTEWATERS AND
WASTEWATERS TREATED - TEST METHOD**

0 INTRODUCCIÓN

Las sales de cromo hexavalente Cr (VI) se utilizan ampliamente en procesos industriales del acero, pinturas, colorantes y cerámicas. Las sales de cromo trivalente se utilizan en la industria textil para colorantes, en la industria de la cerámica y el vidrio, en la industria curtidora y en fotografía. El cromo en sus dos estados de oxidación se utiliza en diversos procesos industriales por tanto puede estar presente en las aguas residuales de dichas empresas.

El estado hexavalente es tóxico para los humanos, los animales y la vida acuática. Puede producir cáncer de pulmón cuando se inhala y fácilmente produce sensibilización en la piel. Sin embargo no se conoce si se produce cáncer por la ingestión de cromo en cualquiera de sus estados de oxidación.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana establece el método de análisis para la determinación de cromo hexavalente en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas.

2 PRINCIPIO DEL MÉTODO

El método se basa en una reacción de óxido-reducción donde el cromo hexavalente Cr (VI) reacciona con la 1,5-difenilcarbazida en medio ácido para dar Cr³⁺ y 1,5-difenilcarbazona de color violeta que se lee espectrofotométricamente a 540 nm. La intensidad de color es directamente proporcional a la concentración de cromo hexavalente.

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.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

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 continua, 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:

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

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 sustancia en el cual uno o mas 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 debe 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.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

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 el presente método.

4.1 Equipo

4.1.1 Espectrofotómetro disponible para utilizarse de 190 nm a 900 nm y equipado con celdas de 1 cm de paso óptico de luz.

4.1.2 Balanza analítica con precisión de 0,1 mg.

4.2 Materiales

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

4.2.1 Papel filtro de poro fino

4.2.2 Papel indicador de pH

5 REACTIVOS Y PATRONES

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

Agua: Debe entenderse agua que cumpla con las siguientes características:

- a) Resistividad, megohm-cm a 25°C: 0,2 mín;
- b) Conductividad, $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C: 5,0 máx, y
- c) pH: 5,0 a 8,0.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

- 5.1 Acetona (C_3H_6O)
- 5.2 Ácido nítrico concentrado (HNO_3)
- 5.3 Ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4)
- 5.4 Dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$)
- 5.5 1,5 Difenilcarbazida ($C_{13}H_{14}N_4O$)
- 5.6 Disolución de difenilcarbazida (5 mg/mL): Pesar aproximadamente y con precisión 250 mg de difenilcarbazida (ver inciso 5.5) y disolver en 50 mL de acetona (ver inciso 5.1). Almacenar en frascos de color ámbar con tapa con recubierta de teflón; esta disolución es transparente al momento de prepararla, después toma un color amarillo claro. Descartar la disolución cuando comience a decolorarse, debe conservarse en refrigeración.
- 5.7 Disolución madre de cromo (500 mg/L): Secar aproximadamente 2 g de dicromato de potasio (ver inciso 5.4) en horno a $105^\circ C$ por 1 h enfriar en el desecador. Pesar aproximadamente y con precisión 141,4 mg de dicromato de potasio, disolver con agua y aforar a 100 mL, 1 mL de esta disolución es equivalente a 500,0 μg de Cr (VI).
- 5.8 Disolución estándar de Cr (VI) 5 mg/L: Adicionar una alícuota de 1 mL de la disolución madre de cromo VI (ver inciso 5.7) a un matraz volumétrico de 100 mL y aforar con agua. 1 mL de esta disolución equivale a 5,0 μg de Cr (VI).
- 5.9 Disolución de ácido sulfúrico 0,2 N: Agregar 5,6 mL de ácido sulfúrico concentrado (ver inciso 5.3) a un matraz que contenga 500 mL de agua, mezcle y deje enfriar a temperatura ambiente. Posteriormente diluya con agua a 1 L.

6 RECOLECCIÓN, PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS

- 6.1 Se debe tomar un mínimo de 300 mL de muestra en frascos de vidrio.
- 6.2 Para determinar el Cr (VI) disuelto, es necesario filtrar la muestra con papel filtro de poro fino. Después de la filtración se debe acidificar con ácido nítrico concentrado (HNO_3) hasta un $pH < 2$.

- 6.3 Todas las muestras deben refrigerarse a una temperatura de 4°C hasta su análisis.
- 6.4 Cuando se sospecha la presencia de hipobromito, persulfato o cloruros, las muestras deben ser analizadas inmediatamente.
- 6.5 El tiempo máximo de almacenamiento previo al análisis es de 24 h.

7 CONTROL DE CALIDAD

- 7.1 Cada laboratorio que utilice este método debe 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 verificación 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
 - 8.4.1 Medir volúmenes de disolución estándar de Cr (VI) 5,0 µg/mL aproximadamente entre 2,0 mL y 20,0 mL. de esta disolución con un mínimo de 5 disoluciones para obtener estándares en el intervalo de 10 µg a 100 µg de Cr (VI), en matraces aforados de 100 mL, después transferirlos a matraces Erlenmeyer de 250 mL; agregar ácido sulfúrico 0,2 N hasta pH de $1,0 \pm 0,3$ y seguir el procedimiento que se indica a la muestra para el desarrollo de color (ver inciso 9).
 - 8.4.2 Transferir una alícuota de cada estándar a la celda de absorción de 1 cm y medir su absorbancia a 540 nm.
 - 8.4.3 Medir las disoluciones de calibración comenzando con la de menor concentración.
 - 8.4.4 Construir una curva de calibración, graficando la absorbancia leída contra los µg de Cr (VI), evaluar la calidad de la curva obtenida.

NOTA.- Para compensar las posibles pérdidas de Cr (VI) durante las operaciones analíticas se debe seguir el mismo procedimiento a las disoluciones estándar de Cr (VI) que el que se realiza a la muestra.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

9 PROCEDIMIENTO

9.1 La alícuota necesaria para realizar el análisis de la muestra debe estar lo más clara posible, por lo que antes de empezar el método debe filtrarse a través de un papel filtro de poro fino. La alícuota para muestras muy claras debe ser de 100 mL.

9.2 Tratamiento de la muestra

Desarrollo de color:

9.2.1 Ajustar el pH a 1 con ácido sulfúrico 0,2 N, tomar una alícuota de 100 mL o una alícuota conveniente de acuerdo al contenido de Cr (VI) en la muestra y aforar con agua a 100 mL, si la muestra esta turbia, tomar una lectura de absorbancia previa a la adición del reactivo de difenilcarbazida, restar la absorbancia medida previamente al valor de la lectura final.

9.2.2 Añadir 2 mL de disolución de difenilcarbazida, mezclar y dejar reposar 10 min para desarrollar el color completamente.

9.2.3 Ajustar el espectrofotómetro con el blanco de reactivos a cero de absorbancia.

9.2.4 Medir la absorbancia a 540 nm en una celda de cuarzo de 1 cm de las muestras y estándares.

9.2.5 Registrar las lecturas de las absorbancias. Determinar los μg de Cr (VI) presentes en la muestra directamente de la curva de calibración.

10 CÁLCULOS

10.1 Calcular la concentración de la muestra en μg Cr (VI) a partir de la ecuación de la recta representada por la siguiente ecuación:



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

NMX-AA-044-SCFI-2001
12/16

$$Y = mX + b$$

donde:

m es la pendiente ;
b es la ordenada al origen;
Y es la absorbancia, y
X son los $\mu\text{g Cr (VI)}$.

10.2 La concentración en mg/L de Cr (VI) se calcula con la siguiente ecuación:

Ecuación 1

$$\text{mg Cr/L} = \mu\text{g Cr (obtenidos en la curva)} / A$$

donde:

A son los mL de muestra original.

Considerar el empleo de los 102 mL de volumen final para la realización de los cálculos, ya que si el volumen de la muestra esta en 100 mL y posteriormente se realiza la adición de los 2 mL de difenilcarazida no provocará ningún factor de dilución. Lo anterior siempre y cuando tanto los estándares de la curva de calibración y las muestras sean procesadas de la misma forma.

10.2.1 Reportar los resultados en mg Cr/L, con la precisión correspondiente.

11 INTERFERENCIAS

11.1 Interfieren el vanadio, titanio y hierro en concentraciones mayores de 5 mg/L, reduciendo la recuperación del cromo del 10-30 %. El hierro en su estado de oxidación bivalente reduce al Cr (VI) en una relación molar teórica de 3 moles de Fe (II) por un mol de Cr (VI), en pH ácido se favorece la reacción.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

- 11.2 El Cobre en concentraciones mayores de 100 mg/L, reduce de un 20-30 % la recuperación del cromo.
- 11.3 La reacción con la difenilcarbazida es prácticamente específica para el Cr (VI). Las sales de molibdeno hexavalente y de mercurio reaccionarán para formar color con el reactivo, pero las intensidades son mucho más bajas que para el cromo al pH especificado. Pueden tolerarse concentraciones de hasta 200 mg de Mo/L o Hg/L.
- 11.4 El molibdeno, vanadio y cobre en la muestra pueden causar interferencias. El vanadio interfiere fuertemente, sin embargo en concentraciones de hasta 10 veces las del Cr (VI) no causará problemas.
- 11.5 El Permanganato genera interferencias y el Fe (III) en concentraciones mayores a 1 mg/L puede producir un color amarillo.
- 11.6 Las concentraciones de nitritos mayores a 10 mg/L dan resultados bajos de Cr (VI).
- 11.7 Los sulfitos reducen al Cr (VI) en un medio ácido dando bajos resultados.
- 11.8 Se han identificado muestras de matrices diferentes, las cuales producen un complejo de color amarillo-naranja que interfiere con la determinación. En este caso el analista debe evaluar el efecto de la matriz con muestras adicionadas.
- 11.9 Las muestras con contenido orgánico pueden reducir el cromo (VI) a cromo (III).
- 11.10 Las interferencias de color y turbiedad pueden contrarrestarse con un blanco de muestra. Este debe prepararse igual que la muestra pero sin adicionar la 1,5 difenilcarbazida, la absorbancia del blanco de muestra se resta al de la muestra.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

12 SEGURIDAD

- 12.1 No ha sido determinado la carcinogenicidad de todos los reactivos con precisión. 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 normas de seguridad respecto a la exposición y manejo seguro de las sustancias químicas especificadas en éste método. Debe tenerse un archivo de referencia de las hojas de información de seguridad el cual debe estar disponible a todo el personal involucrado en estos análisis.
- 12.3 El ácido sulfúrico concentrado es un compuesto químico altamente corrosivo y debe manipularse con extremo cuidado. La adición del ácido sulfúrico al agua produce una reacción exotérmica fuerte y debe realizarse muy lentamente.
- 12.4 Cuando se trabaje con alguna de las sustancias químicas descritas en esta norma, deben tomarse las condiciones de seguridad apropiadas. Use ropa de protección como: batas de algodón, guantes y lentes de seguridad.
- 12.5 La preparación de todos los reactivos debe ejecutarse dentro de la campana de extracción.
- 12.6 El Cromo (VI) es un carcinógeno cuando es inhalado. Ingerido no hay evidencia de que lo sea. Se debe usar mascarilla.

13 MANEJO DE RESIDUOS

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

- 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 Las muestras líquidas que salgan con altos contenidos de cromo hexavalente deben envasarse en recipientes herméticos, almacenar temporalmente tomando todas las precauciones necesarias y después envíelas al confinamiento de residuos peligrosos.
- 13.4 El laboratorio debe contar con un sitio de almacenamiento temporal de las disoluciones contaminadas que cumpla con las especificaciones de los reglamentos aplicables
- 13.5 Todas las muestras que cumplan con la norma de descarga a alcantarillado pueden ser descargadas en el mismo sistema.

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.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

NMX-AA-044-SCFI-2001
16/16

- 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-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.
- 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.

Method 7196A, "Chromium, Hexavalent (Colorimetric)", Test Methods for Evaluating Solid Waste Physical/Chemical Methods, SW-846, Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, DC, U.S., 1992, pp. 7196A-1 a 7196A-6.

Method 3500-Cr D, "Colorimetric Method", Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, Washington, DC 20005, 19th Edition., 1995, pp. 3-59 a 3-60.

Method D-1687-92, "Standard Test Methods for Chromium in Water, 1994", "American Society for Testing and Materials", vol. 11.01, 1994, pp. 492 a 494

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

JADS/AFO/DLR/MRG

NMX-AA-044-SCFI-2001

**ANÁLISIS DE AGUAS - DETERMINACIÓN DE CROMO
HEXAVALENTE EN AGUAS NATURALES, POTABLES,
RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS - MÉTODO DE
PRUEBA (CANCELA A LA NMX-AA-044-1981)**

**WATERS ANALYSIS - DETERMINATION OF HEXAVALENT
CHROMIUM IN NATURAL, DRINKING, WASTEWATERS AND
WASTEWATERS TREATED - TEST METHOD**



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



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

NMX-AA-044-SCFI-2001

- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA
- 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.



NMX-AA-044-SCFI-2001

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



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

NMX-AA-044-SCFI-2001

ÍNDICE DEL CONTENIDO

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	10
9	Procedimiento	11
10	Cálculos	11
11	Interferencias	12
12	Seguridad	14
13	Manejo de residuos	14
14	Bibliografía	15
15	Concordancia con normas internacionales	16