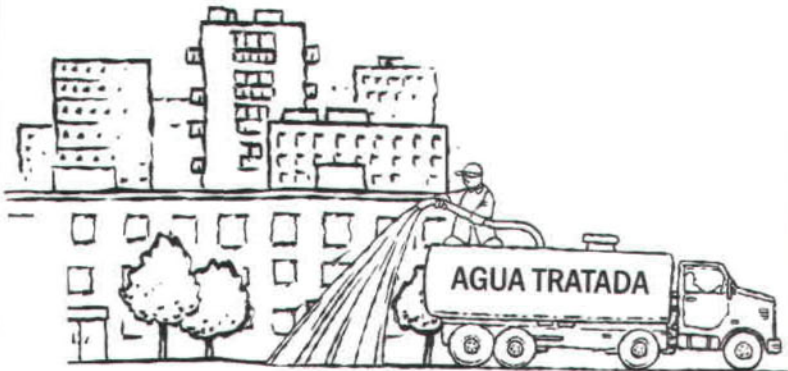


# SERIE AUTODIDÁCTICA EN MATERIA DE NORMAS TÉCNICAS RELACIONADAS CON LA INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN

**UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN  
DE LA NOM-003-ECOL-1997, QUE  
ESTABLECE LOS LÍMITES PERMISIBLES DE  
CONTAMINANTES PARA LAS AGUAS  
RESIDUALES TRATADAS QUE SE REÚSEN EN  
SERVICIOS AL PÚBLICO**



**2**

**Autores:** César G. Calderón Mólgora  
**Revisores CNA:** Miguel Ángel Álvarez Zauco  
Luis Miguel Rivera Chávez  
**Revisores IMTA:** Marco A. Toledo Gutiérrez  
Clara Levi Levi  
**Editor:** Dalmey Villegas Sosa

- 
- © Comisión Nacional del Agua, CNA  
© Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA

Edita:

Comisión Nacional del Agua.  
Subdirección General de Administración del Agua.  
Gerencia de Inspección y Medición.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.  
Coordinación de Tecnología Hidráulica.  
Subcoordinación de Calidad e Hidráulica Industrial.

Imprime:

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

ISBN  
968-5536-12-0

## **Participantes:**

**En la realización de este documento colaboraron especialistas del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA y de la Subdirección General de Administración del Agua, CNA.**

**Autor:**  
**César G. Calderón Mólgora.**

**Revisor CNA:**  
**Miguel Angel Álvarez Zauco.**  
**Luis Miguel Rivera Chávez.**

**Revisores IMTA:**  
**Marco A. Toledo Gutiérrez.**  
**Clara Levi Levi.**

**Editor:**  
**Dalmey Villegas Sosa.**

**Corrector de estilo:**  
**Antonio Requejo del Blanco.**

**Diseño de Presentación:**  
**Mayra Leticia Navarrete Morales.**

**Ilustraciones:**  
**Eduardo Rodríguez Martínez.**

**Formación:**  
**Gema Alín Martínez Ocampo.**

**Portada:**  
**Oscar Alonso Barrón.**

Para mayores informes dirigirse a:

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA,  
SUBGERENCIA DE INSPECCIÓN Y MEDICIÓN.

Ing. Roberto Merino Carrión.  
roberto.merino@cna.gob.mx  
Insurgentes Sur N° 228, 5° piso. Colonia Tlacoquemecatl del Valle. C. P. 03200, México D. F.. Tel. 01 (55) 55-75-08-980y 55-75-44-47.

INSTITUTO MEXICANO DE  
TECNOLOGÍA DEL AGUA,  
SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD  
E HIDRÁULICA INDUSTRIAL.

M. I. Marco Antonio Toledo Gutiérrez.  
mtoledo@tlaloc.imta.mx  
Paseo Cuauhnahuac N° 8532. Colonia Progreso. C. P. 62550, Jiutepec, Mor. Tel. y Fax. 01 (777) 3-29-36-80.

Derechos reservados por Comisión Nacional del Agua, Insurgentes Sur N° 2140, Ermita San Ángel; CP 01070, México, D. F. e Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnahuac N° 8532, Colonia Progreso, C. P. 62550, Jiutepec, Mor.

Esta edición y sus características son propiedad de la Comisión Nacional del Agua y del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

---

---

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAGINA</b>
PREFACIO	5
¿PARA QUIÉN? ¿PARA QUÉ? Y EVALÚA SI SABES	6
1 ANTECEDENTES	7
2 APLICACIÓN	12
2.1 Competencia de dependencias o entidades gubernamentales en aplicación de la norma	12
2.2 Efectos de los parámetros listados al ambiente y la salud humana	13
2.3 Usuarios a quienes aplica la norma	15
3 ANÁLISIS ESPECÍFICO	15
3.1 Responsabilidad directa de los proveedores de agua residual tratada	15
BIBLIOGRAFÍA	17
GLOSARIO	18

---



---

## PREFACIO

La Comisión Nacional del Agua (CNA), órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), tiene la atribución de administrar y custodiar las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes. Como parte de la estrategia de la CNA para preservar la calidad de las aguas nacionales, la Subdirección General de Administración del Agua, en colaboración con el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), edita la primera parte del *Paquete Autodidáctico en Materia de Normas Técnicas Relacionadas con la Inspección y Verificación* (Serie Naranja).

Esta primera parte consta de ocho unidades que se elaboraron con la finalidad de presentar, de una forma sencilla y agradable para el lector, cada una de las normas relacionadas con la inspección y verificación. Al igual que dar a conocer las bases legales en las que se sustentan las normas oficiales mexicanas (NOM) y las normas mexicanas (NMX) relacionadas con el sector hidráulico, su origen, su fundamentación y su aplicación dentro de los procedimientos que implican una visita de inspección.

El cumplimiento de la NOM es fundamental, ya que su propósito radica en establecer las especificaciones que deben cumplir los productos y procesos que puedan constituir un riesgo para la integridad y la salud humana, así como un riesgo para las diferentes especies animales, vegetales y para el medio ambiente en general, así como para la preservación de los recursos naturales

En las ocho unidades se desarrollaron tres puntos específicamente, que son: Antecedentes, aplicación y análisis específico.

Las tres primeras unidades, corresponden a normas relacionadas con la calidad y tratamiento del agua.

La cuarta unidad, corresponde la norma NOM-052-ECOL-1993, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad, que incluye la aplicación de la norma al agua residual y pruebas para determinar la peligrosidad de una sustancia.

La quinta y sexta unidades están relacionadas con los requisitos de la construcción, mantenimiento, rehabilitación y cierre de pozos para evitar la contaminación del agua.

La séptima y octava unidades hablan de las especificaciones, características y métodos de prueba de fosas sépticas.

Cada unidad cuenta con una presentación en disco compacto para PC (CD ROM), que resalta los aspectos más importantes señalados en el texto, y se apoya en fotografías e ilustraciones adicionales que refuerzan los conceptos planteados.

---

---

## UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NOM-003-ECOL-1997, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS QUE SE REÚSEN EN SERVICIOS AL PÚBLICO

### ¿Para quién?

Este manual se dirige a los especialistas técnicos de las brigadas de inspección y verificación, quienes se encargan del muestreo de las descargas de los usuarios en aguas nacionales.

### ¿Para qué?

Este manual se elaboró para proporcionar al usuario él ¿cómo?, ¿cuándo? y ¿porqué? se creó esta norma, dar a conocer quién la aplica y a quién aplica. Asimismo, conocer las sanciones aplicables por incumplimiento de la norma.

### Evalúa si sabes

¿Qué es el reúso del agua?, ¿cuáles contaminantes comprende esta norma y cuáles son sus límites?, ¿a qué dependencia compete la aplicación de esta norma y cuáles son sus responsabilidades?, ¿quiénes son los prestadores del servicio de agua para reúso y cuáles son sus responsabilidades con respecto a esta norma?, ¿cuáles serían los efectos en el ambiente y ser humano, por el incumplimiento de esta norma?

---

## 1. Antecedentes

### Usos de agua residual y agua residual tratada en México

En México se tiene una larga tradición de reúso de agua residual tanto tratada como cruda. En la última década del siglo XIX se terminó la construcción del túnel de Texiquiac para conducir el agua residual de la ciudad de México al valle del Mezquital, y en 1900 se inauguró el sistema de desalajo de aguas residuales de la ciudad de México. Las aguas residuales provenientes de otras localidades como Ciudad Juárez, Chih., Valsequillo, Pue., y Tulancingo, Hgo., también son aprovechadas para el riego agrícola (Jiménez, 2001).

El beneficio que ha representado el agua residual para las cosechas ha sido innegable, ya que aporta los nutrientes y la materia orgánica necesaria para que los suelos sean altamente productivos. Sin embargo, hay evidencia creciente que los agricultores de la zona del valle del Mezquital expuestos al agua residual cruda presentan alto riesgo de contraer enfermedades parasitarias hidrotransmisibles, especialmente

las causada por *Ascaris lumbricoides* para todos los grupos de edades y por *Entamoeba histolytica* en niños de 5 a 14 años (Siebe y Cifuentes, 1995).

Otra faceta del reúso en la cual hay tradición, es la aplicación del agua residual tratada para el llenado de lagos artificiales, riego de áreas verdes y aplicaciones industriales que no requieren agua de primer uso. En 1956 se inauguró una planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en el bosque de Chapultepec de la ciudad de México. Desde su puesta en marcha, el agua tratada se ha utilizado para el llenado de los lagos del bosque y para el riego de áreas verdes. En 1957 se inaugura la planta de tratamiento de la Ciudad Deportiva y desde que inició operaciones, el agua tratada ha sido utilizada para riego. En 1959 comenzó a operar la planta de Coyocán y su uso principal fue el mantener el nivel del agua en los canales de Xochimilco.

Por su parte, en la ciudad de Monterrey, N.L., en 1955 se inauguró una planta de recuperación de agua que toma el agua del alcantarillado urbano, la trata y la lleva a

las industrias para aplicaciones tales como el enfriamiento, el lavado de los patios de servicio y otros que no implican el agua de primer uso. En el mismo sentido, la CFE construyó y opera una planta para tratar agua residual del gran canal de la ciudad de México llevarla a la planta generadora de energía de Ecatepec, Estado de México.

— Marco legal del reúso del agua residual

#### a) *Leyes y reglamentos relativos al uso o reúso de aguas residuales*

Si bien se tienen registros de legislación en materia de aguas desde la Nueva España, el aprovechamiento del agua residual cruda o tratada no es explícito en la legislación mexicana hasta 1971, año en que entró en vigor la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental. En ella se señala que la Secretaría de Recursos Hidráulicos, en coordinación con la de Salubridad y Asistencia, dictará las medidas para el uso o el aprovechamiento de las aguas residuales y fijará las condiciones que éstas deban cumplir para ser descar-





gadas en aguas nacionales, así como para infiltrarlas (artículo 14). Asimismo, señala que “Las aguas residuales provenientes del alcantarillado urbano podrán utilizarse en la industria, si se someten al tratamiento que en cada caso determine la Secretaría de Recursos Hidráulicos...” (artículo 18). Es decir, autoriza el reúso industrial —aunque sin la utilización del término— del agua residual tratada.

El reglamento para la prevención y control de la contaminación de aguas no hace señalamiento alguno sobre el aprovechamiento de aguas residuales crudas ni del reúso industrial, sólo fija los límites máximos tolerables que tenían que cumplir las descargas de aguas residuales. Sin embargo, incluye una tabla en la que clasifica las aguas de los cuerpos receptores superficiales en función de sus usos y características de calidad. El nivel de clasificación DIV Agua para uso industrial (excepto procesamiento de alimentos) fija tres condiciones: pH entre 5.0 y 9.5, un nivel mínimo de oxígeno disuelto de 3.2 mg/L, y que el agua no contenga sustancias tóxicas que solas o en combinación con otras hagan al cuerpo receptor inadecuado para el uso específico a que se destine.

Por su parte, la Ley Federal de Aguas de 1972, en el artículo 17 inciso XIX, señala como una atribución de la Secretaría de Recursos Hidráulicos “Regular la explotación, uso o aprovechamiento de aguas residuales y las condiciones en que hayan de arrojarse en las redes colectoras, cuencas, cauces, vasos y demás depósitos y corrientes de

agua, así como su infiltración, procurando evitar en todo caso, la contaminación que ponga en peligro la salud pública o degrade los sistemas ecológicos, en coordinación con las Secretarías de Salubridad y Asistencia, Agricultura y Ganadería e Industria y Comercio”.

Tanto la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, publicada en 1988), que sustituyó a la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, como la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento (LAN, publicada en 1992), que sustituyó a la Ley Federal de Aguas, hacen mención explícita del reúso de agua residual.

La LGEEPA, en su artículo 92 establece que con el propósito de asegurar la disponibilidad del agua y abatir los niveles de desperdicio, las autoridades competentes promoverán el ahorro y uso eficiente del agua, el tratamiento de aguas residuales y su reúso.

Por su parte la LAN establece las atribuciones y responsabilidades de los diferentes actores involucrados en el reúso del agua tratada: la

---

CNA tiene la atribución de fomentar y apoyar los sistemas de tratamiento y reúso de agua residual (artículo 9º fracción IV), así como vigilar que el uso de las aguas residuales cumpla con las normas de calidad del agua emitidas para tal efecto (artículo 86º fracción V). Los concesionarios o asignatarios de agua están obligados a cumplir con los requisitos de uso eficiente del agua y realizar su reúso en los términos de las normas oficiales mexicanas (NOM) y de las condiciones particulares que al efecto se emitan (artículo 29 fracción VII), y son responsables de la explotación, uso o aprovechamiento del agua de reúso desde el punto de su extracción o entrega por parte de la CNA, hasta el sitio de su descarga o aprovechamiento (artículo 45).

La competencia de la Secretaría de Salud, en materia de reúso de agua residual cruda o tratada tiene que ver con la protección de la salud de la población y es en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios, donde establece claramente la posibilidad de utilizar agua no potable para usos tales como: generación de vapor, refrigeración y

otros propósitos similares no relacionados con productos destinados a uso o consumo humano. Para ello el agua residual deberá:

- Tratarse y mantenerse en condiciones tales que su uso no presente un riesgo para la salud.
- Distribuirse a través de un sistema de abastecimiento separado del sistema de distribución de agua potable y que pueda identificarse fácilmente.
- El agua residual no deberá tener contacto con el ser humano, ni con la materia prima o productos en cualquiera de las fases de su proceso que se elaboren o fabriquen en el establecimiento (artículo 69).

Por su parte, la Ley Federal de Derechos contempla un estímulo fiscal para el aprovechamiento de aguas residuales. Si bien, no hace mención explícita del reúso de agua tratada, establece en el artículo 224 lo siguiente: “No se pagará el derecho a que se refiere este Capítulo, en los siguientes casos”.

Por el uso o aprovechamiento de aguas residuales, cuando se deje de usar o aprovechar agua distinta a ésta en la misma proporción o cuando provengan directamente de

colectores de áreas urbanas o industriales”.

### **b) Normas relativas al uso o reúso de las aguas residuales**

A pesar de estar contemplado el aprovechamiento del agua residual y el reúso del agua tratada en las leyes nacionales relativas al recurso, es hasta 1993 que aparecen las primeras Normas Oficiales Mexicanas que se ocupen del uso y aprovechamiento de las aguas residuales: las NTE-CCA-032-ECOL-1993 y la NTE-CCA-033-ECOL-1993 que establecían, respectivamente, los límites máximos permisibles de contaminantes y las condiciones bacteriológicas para el uso de aguas residuales de origen municipal en el riego agrícola. Ambas normas fueron abrogadas –junto con todas las normas concernientes a las descargas de aguas residuales por giro industrial– por la NOM-001-ECOL-1996 (consulte el manual de la Serie Naranja referente a dicha norma).

Por otra parte, no se contaba con una norma que estableciera las características que debería tener el agua residual tratada para ser reuti-



lizada en servicios al público, ya fuera con contacto directo, indirecto u ocasional. Es hasta 1998 cuando se publica la NOM-003-ECOL-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público, cubriendo así dicho vacío.

#### — Alcances de la NOM-003-ECOL-1997

Esta norma tiene como objetivo proteger el ambiente y la salud de la población.

Los límites señalados son los que se muestran en las tablas 1 y 2; abarca cuatro contaminantes básicos, así como coliformes fecales, huevos de helminto, metales pesados y cianuros.

Por los límites establecidos en esta norma, se requiere que el tratamiento sea por lo menos a nivel secundario (biológico) y que cuente con desinfección.

Asimismo, si el agua residual cruda presenta niveles importantes de algunos de los contaminantes seña-

lados en la tabla 2, es probable que se requiera de un tratamiento como la precipitación química, el intercambio iónico o procesos de membrana.

Los responsables del tratamiento y reúso de las aguas residuales tratadas tienen la obligación de realizar los muestreos con la periodicidad indicada en la tabla 3. Asimismo, los prestadores del servicio deben conservar los registros del monitoreo del agua de reúso por un periodo de por lo menos los últimos tres años.

Tabla 1 Límites máximos permisibles de contaminantes.

Tipo de reúso	Promedio mensual					
	Coliformes fecales NMP/100 ml	Huevos de helminto (h/l)	Grasas y aceites (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	SST (mg/l)	Materia flotante
Servicios al público con contacto directo	240	≤ 1	15	20	20	Ausente
Servicios al público con contacto indirecto u ocasional	1,000	≤ 5	15	30	30	Ausente

Tabla 2 Límites máximos permisibles para metales pesados y cianuros.

Parámetro	Promedio mensual (mg/L)	Promedio diario (mg/L)
Arsénico	0.20	0.40
Cadmio	0.20	0.40
Cianuros	2.00	3.00
Cobre	4.00	6.00
Cromo	1.00	1.50
Mercurio	0.01	0.02
Níquel	2.00	4.00
Plomo	0.50	1.00
Zinc	10.00	20.00

Tabla 3 Frecuencia de muestreo.

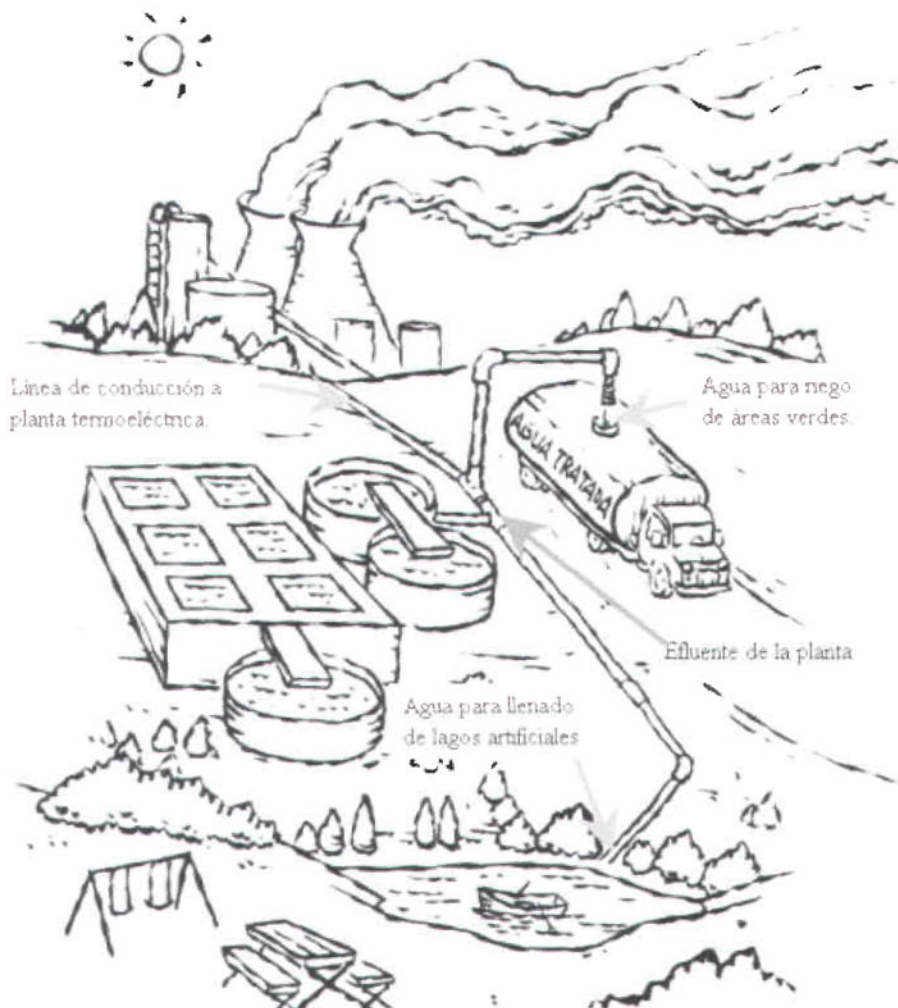
Parámetro	Tipo de muestra	Frecuencia*
Coliformes fecales	Simple	Al menos cuatro al mes.
Materia flotante		
DBO <sub>5</sub>		
SST		
Grasas y aceites		
Huevos de helminto	Compuesta	Al menos dos al mes.
Metales pesados y cianuros	Simple	Al menos dos al año

\* Se deben tomar en días representativos.

Los organismos operadores o las empresas que presten el servicio del tratamiento de aguas residuales para su reúso tienen la obligación de cumplir con esta NOM. La observancia de la NOM abarca todos los puntos, desde la salida de la planta de tratamiento de aguas residuales hasta el o los puntos donde se aplique; esto incluye el transporte (por carros tanque) y la conduc-

ción (tuberías) del agua de reúso. La figura 1 señala los posibles pun-

tos en donde se verifica el cumplimiento de la NOM.



---

## 2. APLICACIÓN

### 2.1 Competencia de dependencias o entidades gubernamentales en la aplicación de la norma

#### ¿Qué dependencias o instancias son las encargadas de vigilar el cumplimiento de esta norma?

La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través de la Comisión Nacional del Agua, y a la Secretaría de Salud en el ámbito de sus respectivas atribuciones, cuyo personal realizará los trabajos de inspección y vigilancia que sean necesarios.

#### ¿Qué pasa si el agua tratada no cumple con la norma?

En el apartado 9.1 de la NOM-003-ECOL-1997 se especifica que las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y demás ordenamientos jurídicos aplicables. En el artículo 171 de esta última se establece que "Las violaciones a

los preceptos de esta Ley, sus reglamentos y las disposiciones que de ella emanen serán sancionadas administrativamente por la Secretaría". En la inteligencia que la NOM-003-ECOL-1998 emana de esta ley, su incumplimiento es sancionable administrativamente con:

I. Multa por el equivalente de veinte a veinte mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal en el momento de imponer la sanción.

II. Clausura temporal o definitiva, total o parcial.

III. Arresto administrativo hasta por treinta y seis horas.

IV. El decomiso de los instrumentos, ejemplares, productos o subproductos directamente relacionados con infracciones relativas a recursos forestales, especies de flora y fauna silvestre o recursos genéticos, conforme a lo previsto en la presente Ley.

V. La suspensión o revocación de las concesiones, licencias, permisos o autorizaciones correspondientes.

En el artículo 173 se establece la forma de sanción aplicable y se determina con base en:

I. La gravedad de la infracción de acuerdo con los siguientes criterios:

- a) Impacto en la salud pública.
- b) Generación de desequilibrios ecológicos.
- c) La afectación de recursos naturales o de la biodiversidad.
- d) Los niveles en que se hubieran rebasado los límites establecidos en la NOM.

II. Las condiciones económicas del infractor.

III. La reincidencia, si la hubiere.

IV. El carácter intencional o negligente de la acción u omisión constitutiva de la infracción.

V. El beneficio directamente obtenido por el infractor por los actos que motiven la sanción.

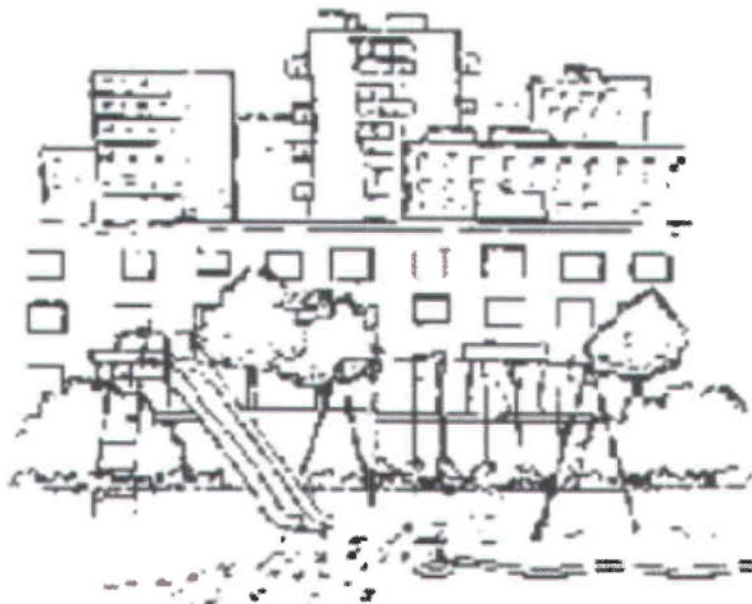
En el caso en que el infractor realice las medidas correctivas o de urgente aplicación o subsane las irregularidades en que hubiere incurrido, previamente a que la secretaría imponga una sanción, dicha autoridad deberá considerar tal situación como atenuante de la infracción cometida.



La autoridad correspondiente podrá otorgar al infractor la opción para pagar la multa o realizar inversiones equivalentes en la adquisición e instalación de equipo para evitar contaminación o en la protección, preservación o restauración del ambiente y los recursos naturales, siempre y cuando se garanticen las obligaciones del infractor, no se trate de alguno de los supuestos previstos en el artículo 170 de esta ley y la autoridad justifique plenamente su decisión.

## 2.2 Efectos de los parámetros listados al ambiente y a la salud humana

Una vez utilizada, el agua de suministro se convierte en un acarreador de desechos que lleva sustancias disueltas, suspendidas o emulsionadas que limitan o impiden su aplicación en el uso que les dio origen y, en otros, a menos que reciban un tratamiento, y que al ser vertida en cuerpos receptores puedan implicar



una alteración a los ecosistemas acuáticos o afecten a la salud humana.

**Grasas y aceites.** Ocupan la superficie del líquido que las contiene formando natas, las cuales pueden llegar a impedir el intercambio gaseoso entre el agua y la atmósfera; con ello disminuye la cantidad de oxígeno que recibe el agua y aumenta el  $\text{CO}_2$ , por lo que hay una acidificación del agua, baja los niveles de oxígeno y disminuye la penetración de la luz, lo que incide directamente sobre la vida vegetal y animal del agua.



**Sustancias tóxicas (metales pesados y no metales).** La toxicidad de los metales depende del grado y la forma de oxidación de un ión metálico dado.



**Arsénico.** Es bioacumulable; personas que están expuestas en forma continua a este elemento presentan casos de hiperqueratosis palmar y plantar, hiperpigmentación o enfermedad del pie negro y daños cardiovasculares. Otras afecciones por intoxicación con arsénico son las de las vías respiratorias, alteraciones gastrointestinales, anemia, cáncer, neuropatía periférica, disminución de la audición y alteraciones hematológicas.

**Cadmio.** Provoca fragilidad y dolor intenso en los huesos, puede causar alta presión arterial, esterilidad en hombres y daño renal.

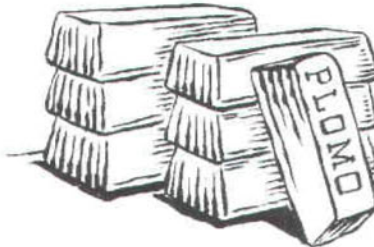
**Cianuro.** Dependiendo de su formación y estabilidad, algunas veces llega a ser muy tóxico.

**Cobre.** Es un irritante del sistema gastrointestinal y puede causar la enfermedad de Wilson.

**Cromo.** Causa desórdenes en la piel, daño hepático severo y cáncer de pulmón

**Mercurio.** Causa alteraciones neurológicas y afecciones del sistema respiratorio además de desórdenes congénitos.

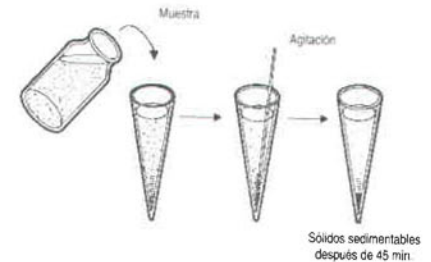
**Níquel.** Resulta ser poco tóxico pero hay evidencias de que los vapores son carcinogénicos.



**Plomo.** Es sumamente tóxico cuando se encuentra en grandes cantidades en la sangre de niños, causa daño hepático y cerebral, retardo mental, convulsiones, anemia y cáncer de riñón en adolescentes.

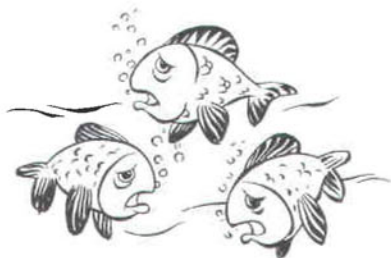
**Zinc.** Los efectos son desórdenes gastrointestinales y, en casos severos, las perforaciones del tracto digestivo.

**Sólidos suspendidos totales (SST).** Sus efectos están asociados a su tamaño y naturaleza pero desde un punto de vista puramente físico, los más notables son la turbiedad y el azolve de los cuerpos de agua.

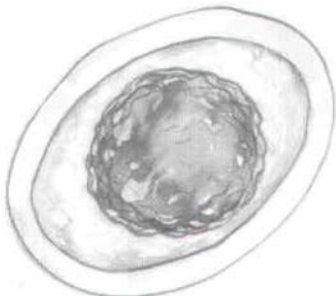


**Sustancias consumidoras de oxígeno disuelto (DBO<sub>5</sub>).** Los efectos de estas sustancias en los cuerpos de agua se traducen en déficit de

oxígeno disuelto y pueden provocar mortandad de peces.



**Microbiológicos.** El agua es un medio en el cual pueden proliferar los microorganismos tales como bacterias y protozoarios de vida libre, o bien, ser un vehículo para la transmisión de parásitos, como los protozoarios patógenos y los helmintos en su fase infectiva (huevecillos). La presencia de estas formas de vida representa un peligro para la salud pública y por ello deben controlarse.



La calidad microbiológica del agua estará dada por ciertos grupos de microorganismos indicadores de contaminación fecal. Estos grupos, en especial, son los coliformes fecales y los huevos de helminto, los cuales por su sola presencia indican que ocurrió contaminación y que pueden encontrarse otros microorganismos patógenos en el agua, tales como: *Salmonella* y *Shigella*.

Entre los agentes microbiológicos están los virus, las bacterias, los protozoarios y los huevos de helminto; todos ellos representan uno de los mayores problemas para la salud pública en México ya que causan enfermedades gastrointestinales asociadas con diarreas, dolores abdominales o vómito, y estas ocupan un lugar importante en las causas de mortandad en el país.

### 2.3 Usuarios a quienes les aplica la norma

Las entidades públicas o privadas que realicen el tratamiento de aguas residuales con fines de reúso público tienen la obligación de cumplir con los límites máximos permisibles que establece la NOM-

003-ECOL-1998. Dichas entidades son los organismos operadores de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, y los concesionarios (privados) que operan los sistemas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso. Como ejemplo, se tiene la planta de tratamiento de San Juan de Aragón, en la ciudad de México, que abastece de agua tratada a la zona industrial de Vallejo.

## 3. ANÁLISIS ESPECÍFICO

### 3.1 Responsabilidad directa de los proveedores del servicio de agua residual tratada

Los proveedores del servicio de abastecimiento de agua residual tratada son responsables de tratar el agua residual con un nivel de eficiencia que asegure cumplir con los límites máximos permisibles asentados en la NOM-003-ECOL-1998 (ver tablas 1 y 2). Asimismo, son responsables de realizar los muestreos y verificar el cumplimiento de la norma al menos cuatro veces al



---

mes para los contaminantes básicos, dos veces al mes para huevos de helminto y dos veces al año para metales pesados (ver tabla 3).

Otra responsabilidad de los proveedores del servicio de agua tratada es conservar los registros del monitoreo del agua residual de, al menos, los últimos tres años.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- Jiménez Cisneros, B. E. *La contaminación ambiental en México*. Limusa Noriega Editores. México, 2001.
- Norma Oficial Mexicana NOM – 001- ECOL – 1996.
- Norma Oficial Mexicana NOM – 003 – ECOL – 1997.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. *DOF*, 1988; se incorporaron modificaciones publicadas en el *DOF* de fecha 7 de enero de 2000.
- Ley de Aguas Nacionales. *DOF*, 1 de diciembre de 1992.
- Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental. *DOF*, 23 de marzo de 1971.

---

## GLOSARIO

**Acuíferos.** Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.

**Aguas depuradas.** Aguas elaboradas, trabajadas, purificadas.

**Aguas nacionales.** Las aguas propiedad de la Nación, en los términos del párrafo quinto del artículo 27 de la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*.

**Aguas pluviales.** Aquellas que provienen de lluvias; se incluyen las que provienen de nieve y granizo.

**Aguas residuales.** Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

**Azolve.** Deposiciones en el fondo o lecho de los ríos, lagos, canales, etc. formado por los sedimentos o materiales sólidos transportados por el agua. Sustancia gelatinosa y viscosa que se acumula durante el recorrido de agua a través de un conducto, resultado de la actividad de los organismos en las aguas.

**Bienes nacionales.** Son los bienes cuya administración está a cargo de la Comisión Nacional del Agua en términos del artículo 113 de la Ley de Aguas Nacionales.

**Bioacumulación.** Acumulación o depósito de una sustancia por un organismo vivo. El fenómeno tiende a darse con mayor intensidad según se asciende de nivel en una cadena trófica./ Aumento progresivo, en función del tiempo, de la concentración en un organismo de una sustancia que procede de su ambiente.

**Carga contaminante.** Cantidad de un contaminante expresada en unidades de masa por unidad de tiempo, aportada en una descarga de aguas residuales.

**Caudal.** Cantidad de agua que mana de una fuente o que lleva un canal o un río.

**Coliforme.** Término colectivo que se refiere a diversos géneros de bacilos intestinales Gram negativos, como *Escherichia*, *Enterobacter* o *Klebsiella*. Se usan como indicadores de la contaminación biológica de las aguas, en especial de la potable.



---

**Coliformes fecales.** Bacterias aerobias Gram negativas, no formadoras de esporas, de forma bacilar y que, incubadas a 44.5°C, fermentan la lactosa en un término de 48 horas, con producción de gas, pudiendo ser residentes del tracto digestivo humano y de animales de sangre caliente. Coliformes fecales y *E. coli* son bacterias cuya presencia indica que el agua podría estar contaminada con heces fecales humanas o de animales. Los microbios que provocan enfermedades (patógenos) y que están presentes en las heces, causan diarrea, retortijones, náuseas, cefaleas u otros síntomas. Estos patógenos podrían representar un riesgo de salud muy importante para bebés, niños pequeños y personas con sistemas inmunológicos gravemente comprometidos.

**Concesión.** Otorgamiento gubernativo a favor de particulares o de empresas, bien sea para apropiaciones, disfrutes o aprovechamiento privados en el dominio público, según acontece en minas, aguas o montes; bien para construir o explotar obras públicas, o bien para ordenar, sustentar o aprovechar servicios de la administración general o local.

**Condiciones particulares de descarga.** El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus niveles máximos permitidos en las descargas de agua residual, determinados por la Comisión Nacional del Agua para el responsable o grupo de responsables de la descarga o para un cuerpo receptor específico, con el fin de preservar y controlar la calidad de las aguas conforme a la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.

**Contaminantes básicos.** Son aquellos compuestos y parámetros que se presentan en las descargas de aguas residuales y que pueden ser removidos o estabilizados mediante tratamientos convencionales.

**Contaminantes patógenos y parasitarios.** Son aquellos microorganismos, quistes y huevos de parásitos que pueden estar presentes en las aguas residuales y que representan un riesgo a la salud humana, flora o fauna. En lo que corresponde a la NOM-001-ECOL-1996 sólo se consideran los coliformes fecales y los huevos de helminto.

**Convencional.** Perteneciente al convenio o pacto.

**Criterios.** Conjuntos de datos sobre las relaciones entre exposición y efecto que se utilizan como base para establecer las normas conforme a las cuales se tomarán las decisiones y las acciones administrativas para el control de la contaminación.

**Criterios de calidad.** Valores de concentración de algunos contaminantes y tiempos de exposición que son aceptados por un gobierno como referencia de las condiciones en las que, de acuerdo con la información disponible, no existe riesgo de que ocurran efectos adversos específicos sobre la salud y el bienestar de los expuestos, bajo condiciones específicas.

---

---

**Criterio ecológico.** Los lineamientos destinados a preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente.

**Cuenca.** Zona geográfica que contribuye con la esorrentía (corriente de agua que se vierte al rebasar su depósito o cause naturales o artificiales) de las aguas pluviales hacia un cauce natural.

**Cuerpo receptor.** Son las corrientes, depósitos naturales de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas cuando puedan contaminar el suelo o los acuíferos.

**Demanda bioquímica de oxígeno.** Cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar por medios biológicos (microorganismos) la materia orgánica biodegradable de una muestra de agua residual hasta los productos finales: bióxido de carbono y agua. Se determina mediante métodos aceptados oficialmente y su valor es uno de los parámetros que definen la calidad del agua. Es una medida indirecta de la contaminación de estas aguas por la materia orgánica de origen natural que, generalmente, procede de las descargas domésticas. Debido a que sobre este valor influyen la cantidad de materia orgánica, la temperatura y el tiempo de incubación, así como los microorganismos que se empleen, estos tres últimos factores se establecen claramente en los métodos. Se abrevia DBO.

**Descarga.** Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales crudas o tratadas a un cuerpo receptor en forma continua, intermitente o fortuita, cuando este es un bien del dominio público de la nación.

**Dispositivo de aforo.** Mecanismo dispuesto para obtener el resultado automático de medir la cantidad de agua que lleva una corriente en una unidad de tiempo.

**Ecosistema.** La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

**Embalse artificial.** Vaso de formación artificial que se origina por la construcción de un bordo o cortina y que es alimentado por uno o varios ríos o agua subterránea o pluvial.

**Embalse natural.** Vaso de formación natural que es alimentado por uno o varios ríos o agua subterránea o pluvial.

**Emisión.** Salida de contaminantes hacia el ambiente a partir de una fuente fija o móvil. En general, el término se usa para el caso de la contaminación atmosférica.

---

**Estuarios.** Entrada del mar en la desembocadura de un río. Es el tramo del curso de agua bajo la influencia de las mareas que se extiende desde la línea de costa hasta el punto donde la concentración de cloruros en el agua es de 250 mg/L.

**Eutrófico.** Dícese del órgano o del organismo en estado de eutrofia y de los medios nutritivos que permiten conseguir tal estado.

**Eutroficación.** Proceso de envejecimiento de un cuerpo de agua. Se caracteriza por una alta productividad biológica que puede manifestarse como un incremento de malezas acuáticas. A la larga lleva a la desaparición del cuerpo de agua.

**Fósforo total.** Suma de las concentraciones de fosfatos, ortofosfatos, polifosfatos, fósforo inorgánico y fosfatos orgánicos.

**Grasas y aceites.** Son los compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como de hidrocarburos del petróleo que son extraídos de la muestra utilizando hexano como disolvente.

**Hiperpigmentación.** Pigmentación excesiva.

**Hiperqueratosis palmar.** Hipertrofia (aumento anormal del volumen de un órgano) de la capa córnea de la piel.

**Huevos de Helminto.** Término designado a un amplio grupo de organismos que incluye a todos los gusanos parásitos (de humanos, animales y vegetales) y de vida libre, con formas y tamaño variados.

**Humedales naturales.** Las zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénagas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional. Las áreas donde el suelo es predominantemente hídrico, y las áreas lacustres (perteneciente a los lagos) o de suelos permanentemente húmedos, originadas por la descarga natural de acuíferos.

**Infiltración.** Acción y efecto de introducir suavemente un líquido entre los poros de un sólido.

**Instaurar.** Establecer, fundar, hacer o instituir.

**Límite máximo permisible.** Valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales.



---

**Límites permisibles.** Concentración máxima o mínima permitida, según corresponda, de un elemento, compuesto o microorganismo en el agua, para preservar la salud y el bienestar humanos y el equilibrio ecológico, en concordancia con las clases establecidas.

**Metales pesados.** Suma de las concentraciones de los metales en solución o disueltos y en suspensión.

**Metales pesados y cianuro.** Son aquellos que, en concentraciones por encima de determinados límites, pueden producir efectos negativos en la salud humana, flora o fauna. En lo que corresponde a la NOM-001-ECOL-1996 sólo se consideran los siguientes: arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo, zinc y cianuros.

**Muestra compuesta.** Es la que resulta del mezclado de varias 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.

**Muestra simple.** La que se toma 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 del muestreo.

**Neuropatía periférica.** Se designa a las afecciones nerviosas, en especial a las degenerativas y que se aplica a las causas de afectación de los nervios periféricos.

**Nitrógeno total.** Suma de las concentraciones de nitrógeno kjeldahl, nitritos y nitratos.

**Parámetro.** Constante en una expresión matemática que determina y restringe el comportamiento de las variables. En general, factor que determina el comportamiento de un conjunto de variables y en términos del cual pueden expresarse.

**pH.** Medida de la acidez o la alcalinidad de una solución. La escala va de 0 a 14 unidades; el valor de 7 corresponde a la neutralidad.

**Sólidos sedimentables.** Volumen que ocupan las partículas sólidas contenidas en un volumen definido de agua, decantadas en dos horas; su valor se mide en mililitros por litro (mL/L).

**Sólidos suspendidos totales.** Son las partículas sólidas con diámetros mayores que 1.2  $\mu$ m.

---

---

**Sustancias tóxicas.** Aquella que causa efectos adversos en los organismos expuestos, como resultado de interacciones fisicoquímicas con sus tejidos. También se les llama sustancias químicas tóxicas, materiales tóxicos, agentes de etiología química y, simplemente, tóxicos. El término toxinas no debe usarse como sinónimo de sustancias tóxicas.

**Tratamiento.** Proceso físico, químico y/o biológico que modifica alguna propiedad física, química y/o biológica del agua residual cruda. Procedimiento de transformación tendiente a la modificación de características constitutivas de una o varias sustancias peligrosas. Conjunto de operaciones encaminadas a la transformación de los residuos o al aprovechamiento de los recursos contenidos en ellos.



**IMTA**  
INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA

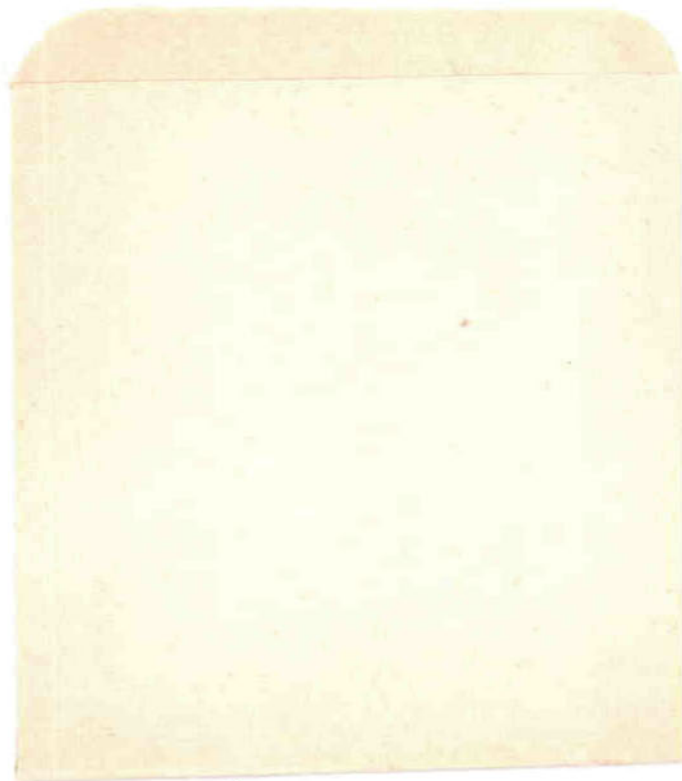
---

CENTRO DE CONSULTA DEL AGUA

**PAPELETA DE DEVOLUCION**

El lector se obliga a devolver este libro antes del  
vencimiento del prestamo señalado por el último sello

--	--	--



Apartado Postal 202 CIVAC, Mor. 62500  
Jutepec, Mor



## SERIE NARANJA

ISBN	TÍTULO	AUTORES
968-5536-11-2	UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NOM-001-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES -1-	ANA CECILIA TOMASINI ORTÍZ
968-5536-12-0	UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NOM-003-ECOL-1997, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS QUE SE REUSEN EN SERVICIOS AL PÚBLICO -2-	CÉSAR G. CALDERÓN MÓLGORA
968-5536-13-9	UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NOM-127-SSAI-1994, SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO-LÍMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACIÓN -3-	ALFREDO GONZÁLEZ CAMACHO
968-5536-14-7	UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NOM-052-ECOL/93, QUE ESTABLECE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS, EL LISTADO DE LOS MISMOS Y LOS LÍMITES QUE HACEN A UN RESIDUO PELIGROSOS POR SU TOXICIDAD AL AMBIENTE -4-	ANA CECILIA TOMASINI ORTÍZ
968-5536-15-5	UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NOM-003-CNA-1996, REQUISITOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE EXTRACCIÓN DE AGUA PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS -5-	MARIO JÍMENEZ LÓPEZ
968-5536-16-3	UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NOM-004-CNA-1997, REQUISITOS PARA LA PROTECCIÓN DE ACUÍFEROS DURANTE EL MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE POZOS DE EXTRACCIÓN DE AGUA Y PARA EL CIERRE DE POZOS EN GENERAL -6-	MARIO JÍMENEZ LÓPEZ
968-5536-17-1	UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NOM-006-CNA-1997, FOSAS SÉPTICAS PREFABRICADAS -ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA -7-	DALMEY VILLEGAS SOSA
968-5536-18-X	UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NOM-031-C-1998, CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EN FOSAS SÉPTICAS DE ASBESTO-CEMENTO -8-	DALMEY VILLEGAS SOSA MIGUEL A. REYES FILO