



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

LEGISLACION RELATIVA AL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

TRABAJO ESCRITO VIA CURSOS DE EDUCACION CONTINUA QUE PARA OBTENER EL TITULO DE: QUIMICA FARMACEUTICA BIOLOGA PRESENTA: LILIA AIDEE ESCAMILLA CASAS



MEXICO, D. F. EXAMENES PROFESIONALES FACULTAD DE QUIMICA

2002



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

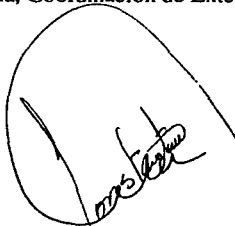
Jurado asignado:

Presidente	Dr. Carlos Mauricio Castro Acuña
Vocal	Dr. Francisco Javier Garfias Vázquez
Secretario	M. en C. Constantino Gutiérrez Palacios
1er suplente	Dr. Alfonso Durán Moreno
2do suplente	Dra. Sara Elvia Meza Galindo

Sitio donde se desarrolló el tema:

U.N.A.M. C.U. Facultad de Química, Edificio D,
Educación Continua, Coordinación de Extensión
Académica

Asesor del tema:



M. en C. Constantino Gutiérrez Palacios

Sustentante:



Lilia Aidee Escamilla Casas

DEDICATORIAS

A Dios por guiar mi camino y permitirme lograr metas

En especial a mis padres Miguel y Margarita por todo su apoyo, amor y confianza

A mi esposo Guillermo y mi hija Elina por su comprensión y cariño

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. DEFINICIONES	6
3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS REFERENTES AL CONTROL DE LA CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES	8
3.1. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES	8
3.1.1. Objetivo y campo de aplicación	8
3.2. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO URBANO O MUNICIPAL	8
3.2.1. Objetivo y campo de aplicación	8
3.3. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-ECOL-1997, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS QUE SE REUSEN EN SERVICIOS AL PÚBLICO	9
3.3.1. Objetivo y campo de aplicación	9
3.4. ANTEPROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-ECOL-1999.- PROTECCIÓN AMBIENTAL.- LODOS Y BIOSÓLIDOS.- ESPECIFICACIONES Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA SU APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL	9
3.4.1. Objetivo y campo de aplicación	9
4. ANÁLISIS DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS VIGENTES RELATIVAS AL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.	10
5. CONCLUSIONES	16
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
ANEXOS	19

LEGISLACIÓN RELATIVA AL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

1. INTRODUCCIÓN

La Situación del Agua en México.

México presenta rezagos en materia de bienestar social y desarrollo económico. Sabiendo que cuenta con una población cercana a los 100 millones de habitantes y una tasa de crecimiento poblacional del 1.5% que debe ser cuidadoso en el manejo y preservación del agua que dispone para proveer a toda la población de las necesidades de este vital líquido y a las generaciones futuras.

En países como Estados Unidos y Canadá la disponibilidad de agua promedio es de 100 mil y 99 mil metros cúbicos por habitante por año respectivamente, mientras que en México la disponibilidad del agua promedio es de cuatro mil 900 metros cúbicos por habitante al año. En este sentido, México presenta grandes contrastes, ya que mientras en el sureste se dispone de 27 mil metros cúbicos por habitante al año, en las regiones centro y norte se tienen niveles inferiores a los dos mil 500 metros cúbicos anuales por persona.

Hace 50 años, la disponibilidad de agua promedio nacional era de 11 mil 500 metros cúbicos anuales por habitante, lo que significa que en ese lapso el recurso se ha reducido en un 60 % .

Tabla 1: Consumo de agua en México

USO	%
Acuícola	1.1
Agricultura	76
Urbana	13
Industrial	9
Termoeléctrica	0.9

Aquí se puede observar que la agricultura es el principal usuario de este recurso, pero desperdicia un 55% del total del recurso que emplea para este fin, en tanto que en el uso urbano se pierde 43%.

Además de la poca disponibilidad de agua por habitante prácticamente en México todos los cuerpos de agua superficial importantes están contaminados ya que la mayoría de ellos reciben descargas de tipo doméstico, industrial, agrícola o pecuario, sin recibir tratamiento alguno. Actualmente veinte cuencas hidrológicas requieren atención de las cuales las 15 siguientes requieren atención prioritaria: Pánuco, Lerma, Balsas, San Juan, Coatzacoalcos, Blanco, Papaloapan, Valle de México, Conchos, Coahuayan, Culiacán, Fuerte, Yaqui, Mayo y Bajo Bravo.

Los contaminantes son en orden decreciente: Coliformes fecales, Grasas y aceites, Ortofosfatos, Sólidos disueltos y Detergentes.

Las cuencas más contaminadas son las del Valle de México, Lerma, Balsas, Pánuco y porciones del Bajo Bravo.

Tomaremos como ejemplo de las descargas residuales a la cuenca 26 , es decir la del Valle de México. (Información proporcionada en entrevistas a personal de CNA)

El consejo de cuenca 26 está ubicado en la "Región administrativa XIII Valle de México", y en la región hidrológica 26 Pánuco, dentro de la cuenca del río Moctezuma. Comprende una superficie de 16,391.52 Km cuadrados distribuidos entre los estados de Hidalgo, Tlaxcala, Estado de México y el Distrito Federal.

Descargas de Aguas Residuales a esta cuenca: Para 1999 se cuenta con un registro de 1167 descargas de aguas residuales a bienes nacionales (suelo y agua). El gasto total de las descargas registrado es de 8,853.88 litros por segundo, y el gasto promedio por descargas es de 7.59 litros por segundo. De acuerdo con el resumen de Descargas de Aguas Residuales por receptor (ver anexo 1) 85 descargas de aguas residuales se dan en cuerpos receptores, de las cuales 64 descargas son en ríos, 15 en arroyos, 6 en lagos.

Tomando en cuenta las descargas que se hacen a cuerpos superficiales, se tienen que seguir Normas para poder prevenir la contaminación de los cuerpos receptores y sancionar a quien no cumpla con lo establecido en la Ley.

El principal objetivo de crear Normas que regulen las descargas de aguas residuales a ríos, lagos, lagunas y acuíferos es evitar la contaminación de los mismos cuerpos y corrientes de agua para proteger a la población de enfermedades inducidas por el agua; fomentar el reuso y promover el tratamiento de las aguas residuales y con esto evitar la sobreexplotación de acuíferos que afecten a los ecosistemas.

En México existen dos tendencias políticas difíciles de coordinar. Por una parte, una política que alienta la industrialización y el desarrollo económico y tecnológico, y a este efecto se conceden incentivos y aprueban disposiciones conocidas como leyes para el desarrollo. Pero por otro lado, cada vez hay más conciencia de los peligros que supone la contaminación—producto inevitable de la industrialización— y se han promulgado leyes, reglamentos y planes generales para combatirla.

Los países en desarrollo como México, presentan un mayor grado de contaminación que los industrializados, debido a muchas y complejas razones:

- Uso de tecnologías inadecuadas
- Concentración de la industria en regiones muy densamente pobladas
- Erosión del suelo, causada tradicionalmente por el empleo de métodos agrícolas incorrectos
- Explosión demográfica y crecimiento acelerado de las zonas urbanas
- Falta de adecuada educación en materia de higiene en muchos sectores de la población

La política ecológica nacional sostiene como principios básicos que los ecosistemas son patrimonio común de la sociedad mexicana y que del equilibrio depende la vida y las posibilidades productivas presentes y futuras del país. La responsabilidad de la protección del equilibrio ecológico debe ser asumida tanto por autoridades como por particulares y comprende tanto las condiciones presentes como aquellas que determinarán la calidad de vida de las generaciones futuras.

En congruencia con la necesidad de incorporar cuestiones ambientales en los ordenamientos que regulan los recursos naturales se requiere de la existencia de Normas reglamentarias y técnicas.

La reglamentación de la prevención y control de la contaminación de las aguas y las Normas Oficiales Mexicanas sobre la materia.

Las primeras estaban contenidas en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas (Diario Oficial de la Federación, 29-III-1973), con reformas y adiciones en Diario Oficial de la Federación, 22-XII-75). Este Reglamento fue abrogado por el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (Diario Oficial de la Federación, 12-I-1994, con fe de erratas en Diario Oficial de la Federación, 1994), cuyas disposiciones sobre la materia en consonancia con la preeminencia que tenían las normas de la Ley de Aguas Nacionales sobre la LGEEPA(Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente); fueron las que pasaron a reglamentar la prevención y control de la contaminación del agua. Estas normas están ubicadas dentro del Título Séptimo del reglamento, que se denomina Prevención y Control de la Contaminación de las aguas (artículos 133 a 156).

Por su parte, las normas técnicas que hacen posible la aplicación de las disposiciones legales sobre la materia están contenidas, en primer término, en un conjunto de Normas Oficiales Mexicanas que se pusieron en vigor fundamentalmente a partir de la década de los setenta, con motivo de la expedición de la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental (1971) y más tarde del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas (1973). (Brañez 2000)

Esta situación comenzó a cambiar cuando la LGEEPA introdujo en 1987 las llamadas normas técnicas ecológicas, mismas que se empezaron a expedir desde junio de 1988 y que comprendían, entre otras materias, las concernientes a la contaminación de las aguas. Sin embargo con la expedición en 1993 de la nueva Ley Federal de Metrología y Normalización hubo un retorno al sistema de Normas Oficiales Mexicanas.

De esta manera las Normas vigentes para la prevención y control de la contaminación del agua para el uso, tratamiento y disposición de aguas residuales, para evitar riesgos, daños a la salud pública y al ecosistema son las siguientes:

- **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES**
- **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO URBANO O MUNICIPAL**

- **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-ECOL-1997, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMIANTE PARA LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS QUE SE REUSEN EN SERVICIO AL PÚBLICO**
- **ANTEPROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-ECOL-1999.-PROTECCIÓN AMBIENTAL.- LODOS Y BIOSÓLIDOS.- ESPECIFICACIONES Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA SU APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL**

SANCIONES

La descarga de aguas residuales puede implicar la comisión de un delito. El artículo 416 del Código Penal para el Distrito Federal en Materia de Fuero Común y para toda la República en Materia de Fuero Federal sanciona con pena de tres meses a seis años de prisión y de mil a veinte mil días de multa, al que sin la autorización que en su caso se requiera o en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias y normas oficiales mexicanas descargue ó deposite o infiltre o lo autorice u ordene, aguas residuales en los ríos, cuencas, vasos y demás depósitos o corrientes de agua de jurisdicción federal, que ocasionen o puedan ocasionar daños a la salud pública, a los recursos naturales, a la flora, a la fauna, a la calidad de agua de las cuencas o de los ecosistemas.

2. DEFINICIONES

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.

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. En lo que corresponde a la Norma Oficial Mexicana (NOM-001-ECOL-1996), sólo se consideran los siguientes: grasas y aceites, materia flotante, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno₅, nitrógeno total (suma de las concentraciones de nitrógeno Kjeldahl, de nitritos y de nitratos, expresadas como mg/litro de nitrógeno), fósforo total, temperatura y pH

Nitrógeno Kjeldahl: Es la suma de nitrógeno orgánico más nitrógeno amoniacal.

Demanda Bioquímica de Oxígeno₅ (DBO₅): Es una medida indirecta de la cantidad de material biodegradable disuelto y/o suspendido presente en las aguas residuales en un período de cinco días y se mide como miligramos de oxígeno consumido por los microorganismos que metabolizan la materia disuelta y/o suspendida por litro de disolución (agua residual) en cinco días.

Metales Pesados y Cianuros: 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 esta Norma Oficial Mexicana (NOM-001-ECOL-1996), sólo se consideran los siguientes: arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo, zinc y cianuros.

Muestra Compuesta: La que resulta de mezclar el número de muestras simples, según lo indicado en la tabla 1 de la (NOM-001-ECOL-1996). Para confirmar 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.

Muestra Simple: Lo 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 reconocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento del muestreo.

Promedio Diario (P.D.): Es el valor que resulta del análisis de una muestra. En el caso del parámetro grasas y aceites es el promedio ponderado en función del caudal, y la media geométrica para los coliformes fecales, de los valores que resulten del análisis de cada una de las muestras simples tomadas para formar la muestra compuesta.

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS REFERENTES AL CONTROL DE LA CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES

3.1. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES

(Tabla de valores ver anexo)

3.1.1. Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes separados de aguas pluviales.

3.2. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO URBANO O MUNICIPAL

(Tabla de valores ver anexo)

3.2.1. Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como para proteger la infraestructura de dichos sistemas, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma no se aplica a la descarga de las aguas residuales domésticas y pluviales, ni a las generadas por la industria, que sean distintas a las aguas residuales de proceso y conducidas por drenaje separado.

3.3. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-ECOL-1997, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS QUE SE REUSEN EN SERVICIOS AL PÚBLICO

(Tabla de valores ver anexo)

3.3.1. Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público, con el objeto de proteger al medio ambiente y la salud de la población, y es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reuso.

En el caso de que el servicio al público se realice por terceros, éstos serán responsables del cumplimiento de la presente Norma, desde la producción del agua tratada hasta su reuso o entrega, incluyendo la conducción o transporte de la misma.

3.4. ANTEPROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-ECOL-1999.- PROTECCIÓN AMBIENTAL.- LODOS Y BIOSÓLIDOS.- ESPECIFICACIONES Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA SU APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL

(Tabla de valores ver anexo)

3.4.1. Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y los límites máximos permisibles de contaminantes para los lodos provenientes del desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, de las plantas potabilizadoras y de las plantas de tratamiento de aguas residuales, con el fin de posibilitar su aprovechamiento o disposición final y proteger el medio ambiente y la salud humana.

Es de observancia obligatoria para todas las personas físicas o morales que pretendan aprovechar o disponer en forma final los lodos provenientes del desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, de las plantas potabilizadoras y de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

4. ANÁLISIS DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS VIGENTES RELATIVAS AL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Con el conocimiento y debido estudio a las Normas Oficiales Mexicanas se consideró proponer algunas sugerencias y revisar algunos puntos relacionados a dichas Normas.

Análisis a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996

Referente al punto 4.1 de dicha Norma sería conveniente incluir al Aluminio (Al) dentro de la tabla No. 3 de Metales Pesados y Cianuros, ya que es usado en la industria de pinturas, en la industria eléctrica y como cuagulante para la purificación en el tratamiento de aguas. Si no tenemos control de este metal podrían estar descargándose a aguas y bienes nacionales sin control alguno.

Se ha comprobado experimentalmente en ratas, que en dosis parenteral y oral de hidróxido de aluminio, esta sustancia causa: anorexia, letargo y muerte. (Carson Ellis 1987)

Por otra parte la industria alimenticia, de cosméticos y abrasivos también utilizan aluminio en sus procesos, por lo que pueden estar descargando cantidades significativas del metal, sin estar debidamente medidas y reglamentadas.

También es conveniente hacer una revisión al Litio (Li), ya que es utilizado en la industria de la cerámica, metalúrgica, aire acondicionado y la industria química.

Y se ha estudiado que el carbonato de litio es usado terapéuticamente como antidepresivo, se sabe que puede ocasionar daños al Sistema Nervioso central, Gastrointestinal y daño Renal en concentraciones no terapéuticas. (Carson Ellis 1987)

El 4.2 de esta Norma; aparte de tomar a los coliformes fecales como contaminación por patógenos, se podría tomar en cuenta bacterias patógenas específicas y virus; principalmente el virus de la Hepatitis A. y E que pueden ser adquiridos a través de la ingestión de agua y alimentos contaminados.

Las enfermedades que comúnmente resultan de la contaminación del agua con desechos humanos son aquellas causadas por microorganismos entéricos, es decir organismos que se multiplican en el intestino y son excretados en las heces. Ellos incluyen bacterias, virus y protozoos. Algunas de las principales bacterias patógenas entéricas se enlistan a continuación:

Tabla 2: Algunas Bacterias y Enfermedades producidas por aguas contaminadas

BACTERIAS	ENFERMEDADES
<i>Vibrio cholera</i>	Colera
<i>Salmonella Typhy</i>	Fiebre tifoidea
Otras especies de <i>Salmonella</i>	Varias fiebres entéricas (paratifoidea) gastroenteritis, septicemia
<i>Suiggella dysenteriae</i>	Desintaría bacteriana y otras especies.

INFECCIONES BACTERIANAS

Fiebre tifoidea y cólera: De estas enfermedades se sabe que el cólera es la más violenta de las dos en su inicio (1 a 3 días contra 2 a 3 semanas para la fiebre tifoidea) y con frecuencia más fulminante en su evolución (con fatalidad de casos durante las epidemias de 5 a 75% contra 10% para la fiebre tifoidea). Sin embargo, la fiebre tifoidea es más persistente, ya que los afectados son portadores activos durante mayor tiempo; este estado se prolonga a través de la convalecencia y, frecuentemente se vuelve crónico. (Maskew 1976).

Fiebre paratifoidea y disentería bacilar: Existen casos registrados de fiebres paratifoideas (es decir, similares a la tifoidea) de origen hídrico (salmonelosis); son más frecuentes las desintérias bacilares (shigelosis).

INFECCIONES POR PROTOZOOS

En el ambiente acuático las amebas de vida libre pueden encontrarse en un intervalo de pH entre 4.5 y 9.5; las temperaturas extremas para ellas están por debajo de los 4°C y por encima de los 37°C.

Una característica singular de algunas amebas de vida libre , es que además de vivir en el ambiente pueden invadir a seres vivos y causarles alguna infección que puede incluso conducirlos a la muerte. A esta clase pertenecen algunas especies de los géneros *Acanthamoeba* y *Naegleria*; esta última causa enfermedad cerebral aguda de desenlace fatal en un periodo de 5 a 7 días denominada Meningo Encefalitis Amebiana Primaria, mientras que las especies de *Acanthamoeba* causan una enfermedad cerebral crónica de 30 días de duración llamada encefalitis amebiana granulomatosa.

La importancia de estas amebas se incrementa debido a que en la actualidad no existe un tratamiento terapéutico efectivo para su control. Lo anterior hace de las amebas de vida libre patógenas un serio problema para la salud del humano y resalta la importancia de contar con sistemas de tratamiento para eliminarlas del agua. (Bonilla Ramirez 1993)

En el punto 4.2 Que dice: "El responsable de las descargas de aguas residuales municipales y no municipales, cuya concentración de contaminantes en cualquiera de los parámetros básicos, metales pesados y cianuros, que rebasen los límites máximos permisibles señalados en las tablas 2 y 3 de esta norma multiplicados por 5, para cuerpos receptores tipo B(ríos, uso público urbano), quedan obligados a presentar un programa de las acciones a realizar para control de la calidad del agua de sus descargas a la CNA, en un plazo no mayor de 180 días naturales."

En este punto se debe de ser más estricto en cuanto a que exista un análisis previo antes de descargar las aguas residuales, ya que con el hecho de crear un programa de acciones u obras a realizar no se repara el daño ya hecho al ecosistema.

En el punto 4.9 Que dice: "El responsable de la descarga estará exento de realizar el análisis de alguno o varios de los parámetros que señalan en la presente Norma, cuando demuestre que, por las características del proceso productivo o el uso que le dé al agua, no genera o concentra contaminantes a exentar manifestando ante la CNA, por escrito y bajo protesta de decir la verdad.

En este punto se deben hacer monitoreos sin previo aviso, para verificar que efectivamente sus descargas no generan ni concentran contaminantes.

Por otra parte hacer una revisión al parámetro de temperatura, ya que en los datos de la tabla 2 de la NOM-001-ECOL-1996, refiere una temperatura de 40°C como límite máximo permisible.

En otras bibliografías refieren como máxima temperatura 30°C a descargas de sistemas de alcantarillado, albañales de plantas de tratamiento; en ambientes naturales como playas, criadero de moluscos. (Degremont 1979)

Se sugiere la revisión de este parámetro, ya que al elevar la temperatura del agua se producen diversas alteraciones sobre la vida acuática como son:

- Aproximación al nivel térmico máximo de ciertas especies.
- Disminución del oxígeno disuelto y como consecuencia menor autodepuración.
- Aumento de la toxicidad de algunas sustancias.
- Aumento de la velocidad de degradación de la materia orgánica.

En España el aumento de 1°C en la temperatura normal de un río puede provocar una alteración total en la biocenosis que en él viven, pues es posible que este grado sobrepase el límite térmico de algunas especies, haciendo, por tanto, que estas desaparezcan.(Seoanez 1995)

**ANTEPROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-ECOL-
1999.-PROTECCIÓN AMBIENTAL.- LODOS Y BIOSÓLIDOS.-
ESPECIFICACIONES Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
CONTAMINANTES PARA SU APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN
FINAL**

En el punto 4.1 Que dice: " Para los lodos y biosólidos se puedan aprovechar o disponer deben demostrar, cada dos años que éstos no son corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos e inflamables de acuerdo con la normatividad vigente en la materia. Los responsables podrán quedar exentos de dicha prueba, siempre y cuando demuestren que por las características de proceso generador de lodos y biosólidos , el contenido de los patógenos, parásitos y metales pesados es homogéneo y no presenta variaciones significativas, manifestando ante la autoridad competente, por escrito y bajo protesta de decir la verdad"

En este punto se sugiere hacer las pruebas que deben efectuarse cada año y que nadie quede exento de ellas.

En el punto 4.14 Que dice: "Los lodos y biosólidos que cumplan con lo establecido en la presente Norma pueden ser almacenados hasta por un período de dos años. El predio en donde se almacenen, debe contar con sistema de recolección de lixiviados."

En este punto falta especificar en cuanto al almacenado de los lodos y biosólidos, tomando en cuenta las dimensiones del lugar, envases, humedad, temperatura, aireación, para evitar la descomposición de lodos y biosólidos y posteriormente el uso adecuado de estos.

En la tabla 4 de esta Norma, *se sugiere suprimir el aprovechamiento o disposición final en macetas de casa habitación, por el peligro que corren los niños ya que pueden comer la tierra de las macetas y causarles daño.*

**COMPARACIÓN CON NORMAS DE OTROS PAISES SOBRE EL USO DE
AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO AGRÍCOLA**

Tabla 3: Condiciones que deben cumplir las aguas para riego

País	Tratamiento Previo	Riego a Hortalizas	Riego con Aguas Residuales De tenerias, mataderos Hospitales (esporas de ántrax)	Vegetales de Consumo en Crudo
Alemania	Sedimentación	No permitido	No permitido	No permitido
Rusia	Sedimentación	No permitido	No permitido	No permitido
Francia	Tratamiento Biológico	Permitido a: Frutos secos, Oleaginosas y Vegetales	No especifica	No permitido
Israel	Sedimentación	Permitido a consumo cocido	No especifica	Frutas reciben el vertido un mes antes de la recolección
Bulgaria	Tratamiento Biológico	Permitido	No permitido	No permitido
USA	Tratamiento Completo, Oxidación y Desinfección.	Ocasionalmente	No permitido	No permitido
México	Sin Tratamiento	Permitido	No especifica	Permitido

En el caso de México tomaremos las hortalizas regadas con aguas de los canales de Xochimilco, en donde se encuentran descargas residuales de tipo doméstico, no hay tratamiento previo y es permitido el consumo de alimentos en crudo.

De esta manera se puede observar que Estados Unidos utiliza aguas residuales para riego agrícola con tratamientos completos como oxidación y desinfección , pero en la mayoría de ellos la práctica está prohibida.

En México no está permitido y reglamentado dentro de las Normas Oficiales Mexicanas el caso es que no hay vigilancia estricta en el cumplimiento de las leyes y esto ocasiona daños a la salud y al ecosistema.

5. CONCLUSIONES

El desarrollo del país ha propiciado la contaminación de cuerpos superficiales de agua y el agotamiento de los recursos naturales. Por lo cual es necesario la implementación de políticas ambientales donde se contemple el crecimiento económico y principalmente la protección de los recursos naturales del país para no causar un daño al ambiente y al ecosistema para futuras generaciones.

De esta manera se crearon Normas Referentes al Control de Aguas Residuales para evitar la contaminación de cuerpos receptores y fomentar el reuso para evitar la sobreexplotación del agua y daño al ecosistema.

La Legislación Mexicana Referente al Tratamiento de Aguas Residuales, debe ser estricta en cuanto a que las Normas **se cumplan**, de manera de corregir la contaminación con medidas iniciales más que con medidas correctivas finales.

RECOMENDACIONES

- Crear conciencia a la población en general de la importancia de cuidar el agua y promover el reuso del vital líquido. Los efectos del uso inadecuado del agua, que conlleva al desequilibrio de los ecosistemas y al deterioro en la calidad de vida.
- Dar apoyo en la investigación a las Universidades e Instituciones que desarrollen programas enfocados al estudio de causas y consecuencias de la contaminación ambiental.
- Implementar el uso de los drenajes separados, para que el agua de lluvias sea utilizada con la implementación de un tratamiento primario.
- Hacer una revisión al anteproyecto de la Norma Oficial Mexicana, NOM-004-ECOL-1999, respecto a la utilización de lodos y biosólidos para que la disposición final de estos sea la más adecuada.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bonilla, P. Ramírez, E.
"Las amebas de vida libre"
Información Científica y Tecnológica.
15/203 /2-3(1993)

Bráñez Raúl.
MANUAL DE DERECHA AMBIENTAL MEXICANO
Fondo de Cultura Económica México (2000)

Brock, T.
MICROBIOLOGÍA
Prentice Hall.(1991)

Carson, B.L and Ellis, E.H.
TOXICOLOGY AND BIOLOGICAL MONITORING OF METALS IN HUMAN
Publishers, Inc. (1987)

Comisión Nacional de Ecología
INFORME DE LA SITUACIÓN GENERAL EN MATERIA DE EQUILIBRIO Y
ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE.
CONADE (1990)

Dardon Emilio.
LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL
AMBIENTE
UNAM
México (1999)

Degremont.
WATER TREATMENT HAND BOOK
New. York (1979)

Fair, G.
PURIFICACIÓN DE AGUAS Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.
Limusa
México (1978)

Maskew
INGENIERIA SANITARIA DE AGUAS RESIDUALES
Limusa
México-España (1976)

Ortiz, M.
PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA
Marcial Pons, Ediciones Jurídicas
Madrid (1994)

Oswald, U.
**RETOS DE LA ECOLOGÍA EN MÉXICO (MEMORIA DE LA PRIMERA
REUNIÓN DE DELEGADOS Y PROVINCIAS DEL MEDIO AMBIENTE)**
Miguel Angel Porrúa
México (1994)

Seoanez, M.
AGUAS RESIDUALES URBANAS

Sutton, D.
FUNDAMENTOS DE ECOLOGÍA
Limusa
Universidad de California-México (1993)

Travis, W.
CONTAMINACIÓN, CAUSAS Y EFECTOS
Gemika
(1996)

UNESCO
USO EFICIENTE DEL AGUA
(CNA)

ANEXOS

Anexo I **CONSEJO DE CUENCA (26) VALLE DE MÉXICO**

Resumen de descargas de Aguas Residuales por Cuerpo Receptor

Pendientes	Cuerpo Receptor	METROS CUBICOS POR DIA				
		Habitantes	Descargas	Volumen de Abastecimiento	Q Medio	Volumen tratado
154	Sin Definir		309		1,122.00	
1	ARROYO EL ENCINO		2		37	
2	ARROYO EL SALITRE		3		968	
2	ARROYO EL TORDILLO		3		292	
1	ARROYO LOS HOYOS		1		645	
1	ARROYO MANZANITAS		18		313	
8	ARROYO SIN NOMBRE		8	232,000	521	
1	BARRANCA DE BEZARES		1		140	
16	BARRANCA SIN NOMBRE		60	81,120	2,982	
1	CANAL AJACUBA		15		21	
2	CANAL ART. 27		21		219	
2	CANAL DE AGUAS NEGRAS		2	152,394	10	
1	CANAL DE LA COMPAÑÍA		1	497	1.08	
8	CANAL DE RIEGO		17		393	
6	CANAL DENDHÓ		16		320	
3	CANAL EMISOR CENTRAL		39		127	
1	CANAL HUITZILA		1		20	
4	CANAL REQUENA		28		482	
1	CANAL SALTO-TLAMACO		1		31	
6	CANAL SIN NOMBRE		21		22,468	
1	CANAL TLAMACO-JUANDHÓ		3		335	
10	CANAL XOTHO		55		755	
1	EMISOR PONIENTE		1	2,274	563	
1	EMISOR PONIENTE DEL DRENAJE DEL VALLE DE MEXICO		1	34,560		
2	FOSA SEPTICA		2		67	
1	GRAN CANAL DE DESAGÜE		1	1,808	53	
3	INFILTRACIÓN		9		45	
6	LAGO TOCHAC		6	1	1,193	1,193
1	POZO DE ABSORCIÓN		1	5,520	4	4
4	PRESA REQUENA		22		1,432	
3	RIO ALFAJAYUCAN		6		90	
3	RIO AVENIDAS		4		47	
1	RIO CHURUBUSCO		1		691,200	
1	RIO COMPAÑÍA		1	4	7,766	
1	RIO HONDO		1	4	44	
4	RIO JILOTEPEC		7		136	
1	RIO ROSAS		17		940	
1	RIO SALADO		1	1,814	5	
17	RIO SALADO		132		5,593	
1	RIO SAN FRANCISCO		1		11,863	
1	RIO SAN JOAQUIN		1	271	124	
10	RIO TEPEJI		48		616	
19	RIO TULA		126		7,396	
1	RIO VENADOS		20		2	
29	SUBSUELO		125		2,350	
1	SUELO		1		100	
1	TAJO DE NOCHISTONGO		7		68	

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-ECOL-1996

QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES.

Límites máximos permisibles para contaminantes básicos																				
Parámetros	R/fo						Embalses naturales y artificiales				Aguas costeras						Suelo			
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		Estuarios (B)		Uso en riego agrícola (A)		Humedales naturales (B)	
	[mg/L] (excepto cuando se especifique)	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.
Temperatura °C (1)	N.A.	N.A.	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Grasas y Aceites (2)	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25
Materia Flotante (3)	AU.	AU.	AU.	AU.	AU.	AU.	AU.	AU.	AU.	AU.	AU.	AU.	AU.	AU.	AU.	AU.	AU.	AU.	AU.	AU.
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	N.A.	N.A.	1	2
Sólidos Suspendedos Totales	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	100	175	75	125	75	125	N.A.	N.A.	75	125
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	100	200	75	150	75	150	N.A.	N.A.	75	150
Nitrógeno Total	40	60	40	60	15	25	40	60	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Fósforo Total	20	30	20	30	5	10	20	30	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

(1) Instantáneo

(2) Muestra Simple Promedio Ponderado

(3) Ausente según el Método de Prueba definido en la NMX-AA-006.

AU. = Ausente N.A. = No aplicable

12

Límites máximos permisibles para metales pesados y cianuros

Parámetros (*) [mg/L] (excepto cuando se especifique)	Ríos						Embalajes naturales y artificiales				Aguas costeras						Suelo			
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		Estuarios (B)		Uso en riego agrícola (A)		Humedales naturales (B)	
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
Arsénico	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2
Cadmio	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.05	0.1	0.1	0.2
Cianuro	2.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0
Cobre	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4	6.0	4	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4	6.0	4.0	6.0
Cromo	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0
Mercurio	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01	0.01	0.02	0.005	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01
Níquel	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
Plomo	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4	5	10	0.2	0.4
Zinc	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20

Límites máximos permisibles para parásitos y patógenos		
Riego	Coliformes fecales [NMP/100mL]	Huevos de helminto [H/L]
Restringido	1000-2000 _a	< 5
No restringido	1000-2000 _a	< 1

Rango permisible del pH
5-10

(*) Medidos de manera total.

P.D. = Promedio Diario

P.M. = Promedio Mensual N.A. = No es aplicable

(A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-ECOL-1996

**QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES
A LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO URBANO O MUNICIPAL.**

Parámetros [mg/L] (excepto cuando se especifique)	Límites máximos permisibles		
	Promedio Mensual	Promedio Diario	Instantáneo
Grasas y aceites	50	75	100
Sólidos sedimentables (mL/L)	5	7.5	10
Arsénico total	0.5	0.75	1
Cadmio total	0.5	0.75	1
Cianuro total	1	1.5	2
Cobre total	10	15	20
Cromo hexavalente	0.5	0.75	1
Mercurio total	0.01	0.015	0.02
Níquel total	4	6	8
Plomo total	1	1.5	2
Zinc total	6	9	12

Parámetros [mg/L] (excepto cuando se especifique)	Promedio mensual	Promedio diario	Instantáneo
Temperatura (°C)	40	40	--
PH	5.5	10	--
Materia flotante	Ausente	Ausente	Ausente
SST	75	125	--
DBO	75	150	--

SST = Sólidos suspendidos totales NMP = Numero más probable

P.D. = Promedio Diario

P.M. = Promedio Mensual

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-ECOL-1997

QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS QUE SE REUSEN EN SERVICIOS AL PÚBLICO.

TIPO DE REUSO	PROMEDIO MENSUAL				
	Coliformes fecales [NMP/100 mL]	Huevos de helminto [H/L]	Grasas y aceites [mg/L]	DBO ₅ [mg/L]	SST [mg/L]
SERVICIOS AL PÚBLICO CON CONTACTO DIRECTO	240	1	15	20	20
SERVICIOS AL PÚBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL	1,000	5	15	30	30

Límites máximos permitidos para metales pesados y cianuros		
Parámetros [mg/L] (excepto cuando se especifique)	Embalses naturales y artificiales	
	Uso en riego agrícola	
	P.M.	P.D.
Arsénico	0.2	0.4
Cadmio	0.2	0.4
Cianuro	2.0	3.0
Cobre	4.0	6.0
Cromo	1	1.5
Mercurio	0.01	0.02
Níquel	2	4
Plomo	0.5	1
Zinc	10	20

SST = Sólidos suspendidos totales NMP = Numero más probable

P.D. = Promedio Diario

P.M. = Promedio Mensual

h2