

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure, likely a saint or historical figure, surrounded by various symbols including a crown, a cross, and a shield. The Latin motto "SICUT ERAS ORBIS CAROLINAVITAE" is inscribed around the perimeter of the seal.

**LA FALTA DE CAPACIDAD DE LAS MUNICIPALIDADES PARA VELAR POR EL
CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL REFERENTE AL
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL DEPARTAMENTO DE
GUATEMALA**

EDWIN DALILO LEMUS RAMOS

GUATEMALA, DICIEMBRE 2012

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES**

**LA FALTA DE CAPACIDAD DE LAS MUNICIPALIDADES PARA VELAR POR EL
CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL REFERENTE AL
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL DEPARTAMENTO DE
GUATEMALA**

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva

de la

Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

EDWIN DALILO LEMUS RAMOS

Previo a conferírsele el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES

y los títulos profesionales de

ABOGADO Y NOTARIO

Guatemala, diciembre 2012

**HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

DECANO: Lic. Avidán Ortiz Orellana
VOCAL II: Lic. Mario Ismael Aguilar Elizardi
VOCAL III: Lic. Luis Fernando López Díaz
VOCAL IV: Br. Víctor Andrés Marroquín Mijangos
VOCAL V: Br. Rocael López González
SECRETARIA: Licda. Rosario Gil Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ
EL EXAMEN TÉCNICO PROFESIONAL**

Primera Fase:

Presidenta: Lic. Gloria Melgar De Aguilar
Vocal: Licda. Rosa Amalia Cajas Hernández
Secretario: Licda. Dora Renee Cruz Navas

Primera Fase:

Presidenta: Licda. Crista Ruiz De Juárez
Vocal: Lic. Iliana Noemí Villatoro Fernández
Secretario: Lic. Marta Eugenia Valenzuela Bonilla

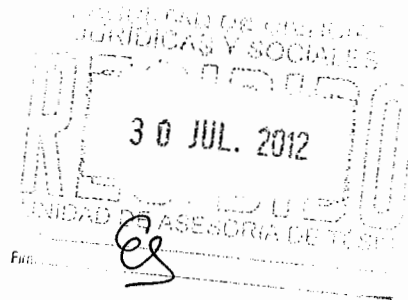
RAZÓN: "Únicamente el autor es responsable de las doctrinas sustentadas y contenido de la tesis". (Artículo 43 del Normativo para la Elaboración de Tesis de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales y del Examen General Público).

Lic. Wilber Estuardo Castellanos Venegas
Abogado y Notario



Guatemala, 30 de julio del año 2012

Lic. Bonerge Amilcar Mejía Orellana
Jefe de la Unidad de Asesoría de Tesis
Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales
Universidad de San Carlos de Guatemala
Su Despacho.



Respetable Licenciado Mejía Orellana:

Le doy a conocer que de acuerdo a resolución emitida por el despacho a su cargo de fecha diecinueve de enero del año dos mil doce, se me nombró asesor de tesis del bachiller Edwin Dalilo Lemus Ramos, que se denomina: **“LA FALTA DE CAPACIDAD DE LAS MUNICIPALIDADES PARA VELAR POR EL CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL REFERENTE AL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA”**. Después de la asesoría llevada a cabo, le indico:

- a) El bachiller al desarrollar la tesis empleó un contenido técnico y científico acorde y relacionado con el tema investigado, mediante la obtención de la información jurídica y doctrinaria adecuada. También, hizo la utilización correcta del lenguaje apropiado; mediante el empleo de los pasos del proceso investigativo.
- b) Durante el desarrollo de la misma, fueron empleados los métodos de investigación siguientes: analítico, con el que se señaló el tratamiento de aguas residuales; el sintético, estableció los problemas ambientales; el inductivo, dio a conocer la legislación ambiental; y el deductivo, indicó su incumplimiento.
- c) Se emplearon las siguientes técnicas de investigación: documental y de fichas bibliográficas, y con las mismas se recopiló la información legal y doctrinaria relacionada con el tema de tesis que se investigó.
- d) La redacción tiene relación con la tesis, y se adapta a los capítulos desarrollados. La hipótesis formulada, se comprobó al señalar la importancia del tratamiento de aguas residuales.
- e) En relación a su contenido, la misma señala y determina la actuación de las municipalidades para el correcto tratamiento de aguas residuales en el departamento de Guatemala. Los objetivos dieron a conocer lo fundamental de analizar la actitud y participación de organizaciones sociales en beneficio del medio ambiente.

Lic. Wilber Estuardo Castellanos Venegas
Abogado y Notario



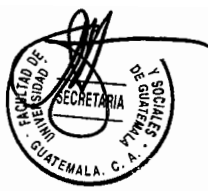
- f) La tesis contribuye científicamente a la ciudadanía guatemalteca y es de útil consulta para estudiantes y profesionales.
- g) Las conclusiones y recomendaciones, fueron redactadas de forma sencilla y constituyen supuestos valederos.
- h) La bibliografía es adecuada y actualizada. Al sustentante le sugerí la necesidad de realizar varias correcciones a su introducción, índice, capítulos y bibliografía; encontrándose de acuerdo en llevar a cabo las correcciones.

La tesis desarrollada por el sustentante cumple efectivamente con los requisitos establecidos en el Artículo 32 del Normativo para la Elaboración de Tesis de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales y del Examen General Público, por lo que emito **DICTAMEN FAVORABLE**, para que pueda continuar con el trámite respectivo, para evaluarse posteriormente por el Tribunal Examinador en el Examen Público de Tesis, previo a optar al grado académico de Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales.

Deferentemente.

Lic. Estuardo Castellanos Venegas
ABOGADO Y NOTARIO

Lic. Wilber Estuardo Castellanos Venegas
Teléfono: 22304830
3ª. avenida 13-62 zona 1
Asesor de Tesis
Colegiado 7706



FACULTAD DE CIENCIAS
JURÍDICAS Y SOCIALES
Ciudad Universitaria, zona 12
GUATEMALA, C.A.

UNIDAD ASESORÍA DE TESIS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES.
Guatemala, 27 de agosto de 2012.

Atentamente, pase al LICENCIADO EDGAR ARMINDO CASTILLO AYALA, para que proceda a revisar el trabajo de tesis del estudiante EDWIN DALILO LEMUS RAMOS, intitulado: "LA FALTA DE CAPACIDAD DE LAS MUNICIPALIDADES PARA VELAR POR EL CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL REFERENTE AL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA".

Me permito hacer de su conocimiento que está facultado para realizar las modificaciones de forma y fondo que tengan por objeto mejorar la investigación, asimismo, del título del trabajo de tesis. En el dictamen correspondiente deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Artículo 32 del Normativo para la Elaboración de Tesis de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales y del Examen General Público, el cual establece: "Tanto el asesor como el revisor de tesis, harán constar en los dictámenes correspondientes, su opinión respecto del contenido científico y técnico de la tesis, la metodología y técnicas de investigación utilizadas, la redacción, los cuadros estadísticos si fueren necesarios, la contribución científica de la misma, las conclusiones, las recomendaciones y la bibliografía utilizada, si aprueban o desaprueban el trabajo de investigación y otras consideraciones que estimen pertinentes".

DR. BONERGE AMÍLCAR MEJÍA ORELLANA
JEFE DE LA UNIDAD ASESORÍA DE TESIS



cc.Unidad de Tesis
BAMO/iy.



Licenciada

Edgar Aminda Castilla Ayala

Abogada y Notaria

Guatemala 25 de septiembre del año 2012



Doctor Bonerge Amilcar Mejía Orellana
Jefe de la Unidad de Asesoría de Tesis
Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguido Doctor:

Después del nombramiento recaído en mi persona con fecha veintisiete de agosto del año dos mil doce revisé la tesis del bachiller Edwin Dalilo Lemus Ramos, denominada: **“LA FALTA DE CAPACIDAD DE LAS MUNICIPALIDADES PARA VELAR POR EL CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL REFERENTE AL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA”**; manifestándole lo siguiente:

1. Después del análisis de la tesis, se establece que la misma es un útil aporte que se relaciona con lo esencial de dar a conocer el cuidado que debe existir en relación al tratamiento de aguas residuales en el país, para evitar la contaminación ambiental.
2. Al desarrollar los capítulos de la tesis se emplearon diversos métodos de investigación, los cuales fueron de bastante utilidad para llevar a cabo el trabajo de investigación de forma metódica y ordenada. Con el método descriptivo, se sintetizaron los problemas ocasionados en la actualidad por el indebido tratamiento a las aguas señaladas; con el método sintético, se describieron las posibles soluciones; y con el método deductivo, se fundamentó la necesidad de aplicar sanciones a los infractores de las normas ambientales.
3. El sustentate redactó su tesis utilizando un lenguaje acorde y de interés para la ciudadanía guatemalteca, estudiantes y profesionales interesados en la obtención de bibliografía que tenga relación con la normativa ambiental guatemalteca y con el elevado grado de contaminación ambiental en el país. El tema de la tesis resulta ser de bastante interés, ya que permite conocer la forma de resolver e implementar políticas ambientales encaminadas a tratar las aguas residuales. Se redactaron las conclusiones, recomendaciones, citas bibliográficas y bibliografía en base a los lineamientos exigidos por la Unidad de Asesoría de Tesis.

Licenciada

Edgar Armindo Castilla Ayala

Abogado y Notario



4. Los objetivos de la tesis, dieron como resultado dar a conocer a la población del departamento de Guatemala que todo ciudadano y ciudadana tiene el deber de velar por el cumplimiento de las normas ambientales. También, la hipótesis formulada fue efectivamente comprobada al señalar la mala utilización de las aguas residuales y la falta de medios que permitan solucionar la problemática de contaminación de los ríos, parques y bosques.

La tesis reúne los lineamientos legales del Artículo 32 del Normativo para la Elaboración de Tesis de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales y del Examen General Público, por lo cual emito *DICTAMEN FAVORABLE*, para que pueda continuar con el trámite correspondiente, para evaluarse posteriormente por el Tribunal Examinador en el Examen Público de Tesis, previo a optar al grado académico de Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales.

Atentamente.

Lic. Edgar Armindo Castillo Ayala

3ª. Avenida 13-62 zona 1

Tel: 22327936

Revisor de Tesis

Colegiado 6220

Edgar Armindo Castillo Ayala
Abogado y Notario



FACULTAD DE CIENCIAS
JURÍDICAS Y SOCIALES

Ciudad Universitaria, zona 12
GUATEMALA, C.A.

DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES. Guatemala, 05 de noviembre de 2012.

Con vista en los dictámenes que anteceden, se autoriza la impresión del trabajo de tesis del estudiante EDWIN DALILO LEMUS RAMOS, titulado LA FALTA DE CAPACIDAD DE LAS MUNICIPALIDADES PARA VELAR POR EL CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL REFERENTE AL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA. Artículos: 31, 33 y 34 del Normativo para la Elaboración de Tesis de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales y del Examen General Público.

BAMO/iyr.

Lc. Avidán Ortiz Orellana
DECANO

Rosario

DEDICATORÍA



A DIOS:

Por haberme dado la oportunidad de llegar a este momento tan importante en mi vida de realizarme profesionalmente.

A MIS PADRES:

Felix Lemus Ramos y Tomasa Ramos, por ser los seres que me dieron la vida.

A MIS HIJOS:

Mateo y Elí, gracias por toda la paciencia que me tuvieron.

A MIS ESPOSA:

Brenda Noemí Flores Elvira, por todo el amor y paciencia que me brindó durante mis estudios y sobre todo la comprensión en todo momento.

A MIS HERMANOS:

Armando, Miguel Erick, Teresa Reyna, Aracely y Lilian.

A MIS AMIGOS:

Hugo Pérez y Fausto Josué Juárez.



A: A la Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales por haberme brindado los conocimientos adquiridos a lo largo de estos años.



ÍNDICE

	Pág.
Introducción.....	i
CAPÍTULO I	
1. El medio ambiente.....	1
1.1. Definición.....	5
1.2. Clases de medio ambiente.....	6
1.3. Causas del deterioro ambiental.....	7
1.4. Falta de educación ambiental.....	8
1.5. Contaminación del medio ambiente.....	11
1.6. Clasificación de la contaminación ambiental.....	12
CAPÍTULO II	
2. Recursos naturales.....	27
2.1. Importancia.....	27
2.2. Los recursos naturales renovables.....	28
2.3. Los recursos naturales no renovables.....	29
2.4. Los recursos inagotables.....	32
CAPÍTULO III	
3. Aguas residuales.....	39
3.1. Definición.....	40
3.2. Tratamiento de aguas residuales.....	40

3.3. Clases de tratamientos residuales.....	43
3.4. Etapas del tratamiento de aguas residuales.....	45
3.5. Fotobiodepuración de aguas residuales.....	53
3.6. Déficit del tratamiento.....	54
3.7. Impacto ambiental.....	55
3.8. Tratamiento de agua por procesos biotecnológicos.....	58
3.9. División.....	58
3.10. Olores que generan las aguas residuales.....	59
3.11. Medición de la concentración de contaminantes en aguas residuales....	60

CAPÍTULO IV

4. Falta de capacidad de las municipalidades para velar por el cumplimiento de la legislación ambiental referente al tratamiento de aguas residuales en el departamento de Guatemala.....	63
4.1. Control de aguas residuales.....	64
4.2. Importancia, objeto, aplicación y competencia del Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos.....	66
4.3. Diversas definiciones.....	68
4.4. Estudio técnico.....	75
4.5. Caracterización.....	77
4.6. Cumplimiento de las municipalidades.....	78



Pág.

4.7. Análisis de la falta de capacidad de las municipalidades para velar por el cumplimiento de la legislación ambiental referente al tratamiento de aguas residuales en el departamento de Guatemala.....	79
CONCLUSIONES.....	91
RECOMENDACIONES.....	93
BIBLIOGRAFÍA.....	95



INTRODUCCIÓN

El tema de la tesis se justifica en lo importante de que se señale claramente la inconformidad de la población guatemalteca en relación a la poca actitud del Estado en velar por el adecuado funcionamiento por parte de las municipalidades el departamento de Guatemala, en cuanto a la forma en la que se promueven mejoras de las condiciones ambientales en especial del agua del país. La contaminación del agua es el grado de impurificación que puede originar efectos adversos a la salud de un número representativo de personas durante períodos previsibles.

El objetivo general señaló que el agua se encuentra contaminada cuando ya no puede ser utilizada para el uso que se le iba a dar en su estado natural, o cuando se ven alteradas sus propiedades químicas, físicas, biológicas y su composición. La hipótesis formulada comprobó que no se han encontrado soluciones a la problemática que origina el tratamiento insuficiente de las aguas residuales, y determinó que los factores o agentes que causan la contaminación de las mismas son los agentes patógenos, las sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, los nutrientes vegetales que ocasionan crecimiento excesivo de plantas acuáticas, los sedimentos de materiales suspendidos, las sustancias radioactivas y el calor. El contenido de los capítulos señala que en la actualidad existen pocas acciones en beneficio del medio ambiente, y la legislación vigente no es aplicada para sancionar a las empresas o personas individuales que de alguna manera lesionan o hacen mala utilización de las aguas residuales. La forma de vida de la ciudadanía guatemalteca como actividad humana provoca daños al medio ambiente que en algunas ocasiones son irreparables, y todo ello en razón de las



necesidades y falta de medios que permitan de alguna forma solucionar la problemática de contaminación de los ríos, parques y bosques en el entorno ambiental.

Durante el desarrollo de la tesis se emplearon las técnicas acordes para documentar en fichas bibliográficas la información jurídica y doctrinaria relacionada con el tema que se investigó. No existe una cultura de higiene y protección del medio ambiente, lo cual es responsabilidad del Estado guatemalteco, quien no ha cumplido con su función de promocionar el respeto del medio ambiente.

La comprobación de la hipótesis se llevó a cabo, y a través de la misma se demostró que no se han encontrado soluciones a la problemática que origina el tratamiento insuficiente de las aguas residuales, y determinó que los factores o agentes que causan la contaminación de las mismas son los agentes patógenos, las sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, los nutrientes vegetales que ocasionan crecimiento excesivo de plantas acuáticas, los sedimentos de materiales suspendidos, las sustancias radioactivas y el calor.

La división de la tesis se llevó a cabo en cuatro capítulos: el primero, señala el medio ambiente; el segundo, los recursos naturales; el tercero, las aguas residuales; y el cuarto, indica la falta de municipalidad para velar por el cumplimiento de la legislación ambiental referente al tratamiento de aguas residuales en el departamento de Guatemala.



CAPÍTULO I

1. El medio ambiente

El término ambiente describe un área limitada de todo el planeta, abarcando incluso una parte del espacio exterior que lo rodea, mientras que el término biosfera, corresponde a una de las definiciones más amplias, por cuanto designa la totalidad del ambiente humano, la parte del universo donde, de acuerdo al conocimiento actual, toda la vida se concentra.

De hecho, la biosfera incluye un estrecho estrato que cubre el globo terráqueo. Esto incluye la tierra, y varios miles de metros encima y debajo de la superficie terrestre y oceánica.

“Los instrumentos legales nacionales e internacionales incluyen muchas diferentes definiciones de ambiente. El ambiente es el agua, aire y el suelo y su interrelación, así como las relaciones entre ellos y cualquier organismo vivo”.¹

La palabra ambiente significa la sumatoria de todas las condiciones externas y las influencias que afectan la vida y el desarrollo de los órganos de los seres humanos, de los animales y de las plantas.

¹ Alfaro Arellano, Edgar Rolando. **Introducción al derecho ambiental**, pág 45.

El ser humano es criatura y moldeador de su ambiente el cual le da sustento físico y le provee la oportunidad para su crecimiento intelectual, moral, social y espiritual.

La referencia al ser humano, a la niñez y adolescencia como moldeadores del medio ambiente significa que el ambiente que haya sido construido por el ser humano se debe considerar como parte del ambiente, o por lo menos, que incluye elementos del ambiente.

El ambiente incluye todos los recursos naturales, tanto de tipo abióticos como también los bióticos, tales como el aire, el agua, el suelo, la fauna y la flora y la interacción que pueden llegar a tener; los bienes que forman parte del patrimonio cultural de la sociedad; y todos aquellos aspectos característicos del paisaje.

De forma tal, el ambiente construido por el ser humano, ya sea que consista en edificaciones, monumentos o diferentes estructuras o paisajes, es considerado como parte del ambiente a ser protegido del deterioro.

“La definición de ambiente afecta el alcance de las normas legales que tienen como objetivo la protección del ambiente. El derecho y la política responden al creciente deterioro del ambiente, producido por causas naturales tales como erupciones volcánicas, y a intervenciones humanas”.²

² Baqueiro, Edgardo. **Introducción al derecho ecológico**, pág 56.



El derecho, no puede afectar los procesos naturales que causan los cambios en el ambiente. Sin embargo, las leyes pueden y deben regular las conductas humanas, incluyendo las conductas humanas que tratan de prevenir o responder a los desastres naturales.

Una serie de textos legales reconocen la urgente necesidad de proteger el ambiente. Entre los textos internacionales que frecuentemente sirven de base para las leyes nacionales relacionadas con la protección ambiental, la Declaración de Estocolmo de 1972 juega un papel fundamental. Esta proclamó que la protección y mejoramiento del ambiente humano es un tema importante que afecta el bienestar de los pueblos y el desarrollo económico en todo el mundo.

La capacidad del ser humano de transformar el entorno natural les puede dar la oportunidad a todos los pueblos de mejorar la calidad de vida. También puede provocar daños incalculables a los seres humanos y al ambiente cuando se aplica de forma equivocada o negligente.

El cuidado de la naturaleza apareció de forma temprana en diferentes civilizaciones y creencias.

De forma tal que el hombre es solamente un administrador sobre la tierra y por lo tanto la debe de tener, mantener y conservar de forma honesta.



La humanidad es parte de la naturaleza y la vida depende de las funciones ininterrumpidas de los sistemas naturales, que aseguran la energía y los nutrientes. Cada forma de vida es única y amerita ser respetada independientemente de su valor para el ser humano.

La civilización también tiene sus raíces en la naturaleza, la cual ha dado forma a la cultura humana y ha influenciado todos los logros artísticos y científicos. Sin embargo, los seres humanos tienen la capacidad de alterar la naturaleza y agotar los recursos naturales por acciones o las consecuencias de estas, es por ello que deben reconocer de forma completa la urgencia de mantener la estabilidad y calidad de la naturaleza de conservar los recursos de la naturaleza.

Los beneficios perdurables de la naturaleza, dependen del mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y de los sistemas de apoyo a la vida y de la diversidad de las formas de vida que están amenazadas por medio de la explotación excesiva y la destrucción del hábitat por el ser humano.

La degradación de los sistemas naturales deriva del exceso de consumo y abuso de los recursos naturales, y también deja de establecer los marcos económicos, sociales y políticos adecuados de la civilización. La competencia por los recursos escasos crea conflictos, mientras que la conservación de la naturaleza y del recurso natural contribuye a la justicia.

Como consecuencia, el ser humano debe adquirir el conocimiento para mantener y mejorar su habilidad para de las especies y los ecosistemas.

1.1. Definición

“Medio ambiente son las condiciones químicas, físicas y biológicas que rodean un organismo, comprendiendo como tal organismo a toda entidad de orden animal y vegetal existente, incluyendo al hombre”.³

“El medio ambiente consiste en el conjunto de los agentes físicos, químicos y biológicos y de los factores sociales susceptibles de tener un efecto directo o indirecto, inmediato o a plazo, sobre los seres vivientes y las actividades humanas”.⁴

Desde un punto de vista ecológico, el ambiente es el continente que engloba y aglutina los sistemas naturales atmosféricos, biológicos, físicos y otros que condicionan las actividades del hombre y de la sociedad y que, a través de los elementos existentes en el mismo, posibilita su desarrollo. La sociedad extrae del ambiente y sus sistemas naturales, los bienes y servicios que satisfacen sus derechos biológicos, entendiéndose éstos como sus necesidades básicas naturales, entre las que cabe mencionar: alimento, vestido y vivienda y, además, sus aspiraciones culturales, o sea, sus necesidades subjetivas.

³ Castañeda Salguero, César. **Interacción, naturaleza y sociedad guatemalteca**, pág 23.

⁴ **Ibid**, pág 78.

1.2. Clases de medio ambiente

Se encuentra constituido por tres categorías de elementos:

a) **Medio ambiente natural:** el cual puede subdividirse en dos diferentes clases de elementos o manifestaciones.

- **Los recursos naturales:** que son los elementos de la naturaleza útiles al hombre y son la atmósfera, tierra, suelo, agua, flora, fauna, yacimientos minerales, energía primaria, etc.

- **Los fenómenos naturales:** son todos aquellos desastres naturales que influyen en el ambiente y que el hombre trata y que en algunas ocasiones puede prevenir o controlar por medios tecnológicos y legislativos de tipo preventivo o de emergencia como los terremotos, sequías, inundaciones, ciclones, epidemias, plagas vegetales, incendios de bosques, etc.

b) **Ambiente cultivado:** el ambiente cultivado es aquel en que la acción humana induce a la producción de la naturaleza como por ejemplo las producciones agrícolas, pecuarias, silvícola, piscícolas.

c) **Ambiente inducido:** el ambiente inducido se encuentra conformado por el ambiente cultural, creado o fabricado y por el ambiente sensorial.

- El ambiente cultural, creado o fabricado: su origen es el resultado del trabajo transformador del hombre sobre los elementos físicos o no físicos, los que convierten en elementos indispensables, necesarios o suntuosos bajo el denominador común de obras o artículos manufacturados o industrializados como la producción, edificios, productos agroquímicos y farmacéuticos, alimentos, asentamientos humanos, medios de transporte, carreteras, ferrocarriles, aeropuertos, etc.
- Ambiente sensorial: también es obra o producto de la actividad humana. Dentro de esta categoría se encuentran los ruidos, olores, sabores, paisajes de belleza estética contruidos por el hombre, y contaminación visual.

1.3. Causas del deterioro ambiental

Es la causa fundamental del deterioro ambiental del modelo de desarrollo seguido por el país, desde el pasado colonial hasta la fecha. El modelo de explotación de los recursos naturales es común a muchas culturas en las que prevalece el concepto de hombre como dominador de la naturaleza. Y además, se caracteriza como dependiente en lo económico, cultural, social, científico y tecnológico.

El deterioro ambiental no se identifica únicamente con la inadecuada aplicación de programas de desarrollo económico no acordes a las condiciones económicas y sociales del país, sino que a esto se adicionan otros más como lo son la falta de educación ambiental, el problema de la sobre población, la falta de ética, etc.



1.4. Falta de educación ambiental

Actualmente, la mayoría de guatemaltecos carece de una formación ambiental básica que le permita conocer, interpretar y valorar las condiciones naturales del país, debido a la carencia o casi inexistente aplicación de programas educativos ambientales que se impartan, ya sea, a un nivel escolar o extraescolar informal.

Sumado a esto, debe tomarse en cuenta el alto índice de analfabetismo que subsiste dentro de la población tanto urbana como rural, y que evidencia de una manera clara la situación de crisis y gravedad que existe en el sistema educativo nacional.

El diagnóstico crítico del perfil de la República de Guatemala, deja entrever que el fenómeno de crecimiento poblacional no tiene un efecto significativo y directo sobre el deterioro del medio ambiente, puesto que la densidad promedio de la población en el país en su totalidad no es sorprendente y subraya que las causas del deterioro del ambiente se tienen que encontrar en el hecho de que la relación entre la población y la tierra cultivable es alarmante.

Agrega, además, que la continua presión que se ejerce sobre los recursos productivos obedece, sobre todo, a que gran parte de la tierra en el altiplano está seriamente degradada y su degradación obedece, entre otros factores a la carencia de los recursos técnicos y económicos necesarios para lograr una óptima producción.



En cuanto al problema de deforestación, señala que este viene a ser igualmente un efecto indirecto de la expansión de la población, pues campesinos desposeídos de tierra tratan de colonizar áreas de bosques tropicales húmedos y sub-húmedos, usando técnicas agrícolas llevadas de zonas del país que están a mayor altitud y son más secas.

Los actuales problemas ambientales tienden, en muchos casos, a ser el reflejo de una forma de conducta de tipo antropocéntrica, en la cual el hombre toma de la naturaleza de todo aquello que desea, sin reparar de manera alguna sobre los efectos nocivos de su acción sobre el medio.

Últimamente se ha venido afirmando que una medida necesaria para hacer frente a la actual crisis ambiental consiste en cambiar las actuales formas de pensamiento humano tradicionales por una nueva visión y dimensión moral del mundo, que permita concebir a la naturaleza, ya no como una cosa sujeta a dominio y explotación, sino prevalecer y respetarse el valor de la vida sobre cualquier interés humano.

En el seno de la crisis ecológica se está incubando la convicción de que hay exigencias universales de orden ético que tienen que ser respetadas. Una moral ecológica es una moral de solidaridad de la especie; como son limitados y cada vez más escasos, hay que administrarlos con criterios de justicia no sólo sincrónica entre los contemporáneos de la misma generación, sino diacrónica entre la generación presente y las futuras.



Las causas de la problemática ambiental son las siguientes:

- El crecimiento no controlado de la población, factor que por sí solo no es todavía alarmante; pero que, unido a los otros, si incide en el deterioro ambiental.

- El consumo de los recursos naturales del país por parte de los países industrializados, como la carne y el algodón, para cuya producción se han deforestando enormes extensiones de bosques, de los cuales se han exportado sus productos.

- La tenencia y utilización inadecuada de la tierra. En el país la mayoría de las tierras ocupadas para fines agropecuarios están en poder de una pequeña proporción de la población y dedicados a la ganadería y monocultivos de exportación. Para ello se utilizan las mejores tierras, en tanto que la producción agrícola para consumo nacional se relega a ecosistemas frágiles en terrenos marginales.

- La actitud de indiferencia de la sociedad hacia la naturaleza, aprovechamiento irracional y derroche de los recursos naturales derivados de la falta de educación ambiental.

- El uso de tecnología inapropiada.

- La falta de políticas y estrategias para el uso y manejo del ambiente y sus sistemas naturales.

- La escasez y dispersión de las leyes que norman la relación entre el hombre y la naturaleza.

1.5. Contaminación del medio ambiente

“Contaminación significa la alteración directa o indirecta de las propiedades radiactivas, biológicas, térmicas o físicas de una parte cualquiera del medio ambiente, que puede crear un efecto nocivo o potencialmente nocivo para la salud, supervivencia o bienestar de cualquier especie viva”.⁵

“La contaminación es la presencia en el medio ambiente de uno o más contaminantes o cualquier combinación de ellos, que perjudique o molesten la vida, la salud y el bienestar humano, la flora y la fauna o degraden la calidad del aire, del agua, de la tierra, de los bienes, de los recursos de la Nación en general o de los particulares”.⁶

Se entiende por contaminante a toda materia o sustancia o sus combinaciones o compuestos derivados químicos o biológicos, tales como hongos, polvos, gases cenizas, bacterias, residuos o desperdicios y cualquier otros, que al incorporarse o acondicionarse al aire, agua o tierra, puedan alterar o modificar sus características naturales o los del ambiente.

⁵ González Pastora, Marco Antonio. **Legislación ambiental en Centroamérica**, pág 67.

⁶ **Ibid**, pág 56.

La contaminación puede estudiarse y clasificarse de acuerdo con la variedad de efectos, causas y ámbitos en donde se produce. Así, por ejemplo, la contaminación ambiental tiene importancia de acuerdo con la extensión o número de seres humanos afectados por ella en una porción determinada de espacios, con lo cual es válido referirse a ella desde un punto de vista geográfico de diferentes maneras, aceptando generalmente la clasificación de contaminación local, regional, nacional e internacional.

En relación con los efectos, que se producen sobre las entidades que lo comprenden, estos pueden ser directos o indirectos.

Por la clase de agentes contaminantes que la producen, puede ser biológicos, químicos, calor excesivo, ruido, etc.

En cuanto a los elementos naturales afectados, éstos son el agua, suelo, aire, flora, fauna, etc.

1.6. Clasificación de la contaminación ambiental

La clasificación de la contaminación ambiental es la siguiente:

- a) **Contaminación atmosférica:** el medio ambiente es el material disperso o gaseoso que estando en el aire no es constituyente del mismo, o bien una concentración excesiva de cualquier constituyente minoritario del mismo dióxido de

azufre, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, polvo, etc.

Significa que, en el aire, se produce adulteración o cambio en cuanto a su composición química, lo que repercute de manera directa en la salud de la vida animal, vegetal y sobre todo humana.

La contaminación del aire es una forma de guerra civil química y biológica, que no es incluida en las estadísticas criminales, no obstante que ataca la salud y seguridad del pueblo.

“Como componente ambiental, se considera al aire como la capa de la atmósfera donde los organismos desarrollan sus procesos biológicos. Se denomina aire puro a la atmósfera que presenta la siguiente composición química: 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno, 0.03% de dióxido de carbono, 0.07% de metano e hidrógeno y 0.90% de otros gases”.⁷

La pureza del aire sólo era alterada por causas naturales, como las erupciones volcánicas. En la actualidad, la actividad del hombre es para la atmósfera como un volcán que no cesa de introducir nuevas sustancias en el aire. Pero existe una gran diferencia entre los gases de las erupciones, chimeneas y tubos de escape de los automóviles. Estos últimos contienen elementos, en muchos casos extraños, que reaccionan entre sí y con los componentes naturales de la atmósfera, provocando en

⁷ Juárez Cano, Guillermo. Derecho, política y administración ambiental, pág 90.

ésta grandes alteraciones que afectan seriamente la salud humana, la estabilidad del clima y el desarrollo de los ecosistemas.

La contaminación atmosférica provocada principalmente por las combustiones domésticas e industriales y los vehículos automotores, ha afectado gravemente el aire que respiramos. Las principales sustancias contaminantes son: dióxido de azufre, dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, hidrocarburos gaseosos, óxido de plomo, fluoruros, polvo atmosférico producto de la trituración de materiales y pulverización de productos.

b) **Contaminación hídrica:** la contaminación del agua puede producirse en las aguas situadas sobre la superficie terrestre o bien debajo de ella. Su origen puede ser biológico, químico o térmico, con lo cual la vuelve inútil, según el grado, para consumo humano, para usos recreativos, para ciertos cultivos y aún para usos industriales.

En cuanto a su denominación, este tipo de contaminación de desechos líquidos comprende en sí la descarga de aguas residuales de origen doméstico, industrial o agropecuario, que se descarga en ríos y lagos, sin previo tratamiento, ocasionando con ello un problema serio de salud ambiental para toda forma de vida sobre la región afectada.

El agua esta compuesta por dos elementos: dos átomos de hidrogeno y uno de oxigeno.

El agua constituye el 70% del planeta y se encuentra dispersa en los océanos, ríos, lagos, etc. Y en forma sólida, en los casquetes polares. Del total de agua en el mundo, sólo se puede utilizar el 10% para uso humano. Las principales fuentes de agua utilizable se localizan en los ríos y lagunas, así como en el subsuelo.

Sin embargo, el agua es otro de los recursos renovables en peligro como consecuencia de la actividad humana. En muchos casos, en las zonas altamente industrializadas el agua pura que procede de la lluvia recibe, antes de llegar al suelo, su primera carga contaminante que la convierte en lluvia ácida. Una vez en el suelo, el agua discurre por la superficie o se infiltra hacia las capas subterráneas. Es el agua de escorrentía, que en los campos y en las granjas se carga de pesticidas y del exceso de fertilizantes y en las ciudades arrastra productos como aceites de auto, metales pesados, nafta y detergentes.

El caso de los herbicidas y plaguicidas merece especial atención pues si bien es cierto que han contribuido eficazmente en la lucha contra plagas y enfermedades como la roya de maíz, los carbones en el trigo y el paludismo en el hombre, el uso indiscriminado que se ha hecho de ellos, ha ocasionado desequilibrios ecológicos graves, como la eliminación de especies de insectos indeseables para el hombre, pero que era fuente de alimento para otros animales, presentándose entre ellos a competencia por el alimento cada vez más escaso.

El agua que se utiliza para el riego en la agricultura arrastra los elementos tóxicos, pasan a los ríos y mares ocasionando enfermedades y muere en aves, peces y en los seres humanos que eventualmente los llegan a consumir.

Quizás por que ocupa las dos terceras partes del planeta, o porque aparece siempre como una inmensa llanura de agua que se pierde en el horizonte, los seres humanos siguen empeñados en creer que el océano es ilimitado y que soportará sin alterarse todo lo que se arroje en él.

Con su actitud inconsciente, el hombre está amenazando seriamente la función más importante que realizan los océanos: la regulación del clima de la tierra.

c) Contaminación de los suelos: la contaminación de los suelos por el uso incontrolado de pesticidas y herbicidas produce efectos secundario no deseados y dañinos, tanto para la flora y fauna, como, en ciertos casos, para la salud humana.

Estos destruyen indiscriminadamente, además de las especies que son su objetivo, insectos beneficiosos y productivos.

También afecta la calidad de muchos alimentos, pone en peligro la salud de la población y se produce el envenenamiento de las aguas de los ríos por la lixividación de los tóxicos al suelo.



Se define como suelo a toda la capa de tierra que se encuentra suelta, diferenciándola de la roca sólida y de la cual dependen plantas, microorganismos y seres vivos. El suelo está constituido por una gran variedad de compuestos, de los cuales los más importantes son los nutrientes.

Pero, además de ofrecer su riqueza a través de la explotación agrícola ganadera también es otro de los componentes ambientales que sufre la contaminación, que está dada principalmente por la acumulación de residuos y desechos domiciliarios e industriales, de insecticidas y plaguicidas y por la destrucción de las bacterias benéficas debido a la acción de las sustancias químicas no degradables.

El material de la corteza terrestre que la minería mundial remueve en un año equivale al doble de los sedimentos que arrastran todos los ríos del mundo.

A los trabajos de extracción de los minerales metálicos y a su posterior fundición y purificación, hay que añadir los diversos procesos de fabricación en sus múltiples aplicaciones.

El resultado es que cada año el hombre vierte en el medio ambiente cantidades de elementos metálicos abrumadoramente mayores que los aportes originales que se estos mismos elementos hace la naturaleza.

Los incendios forestales que se presentan anualmente en la época de verano, acaban con el suelo, la vegetación y los animales que allí viven. La tala de bosques para la industria maderera produce cambios no sólo en el paisaje, sino también en el clima y en los ecosistemas.

Los campesinos generalmente deforestan por medio del fuego para obtener campos de cultivo, esto trae consigo el empobrecimiento de los suelos. Lo mismo ocurre con la práctica de cultivos en terrenos muy inclinados que conducen a la erosión de los suelos.

La destrucción de las zonas boscosas para la explotación agrícola de un terreno por unos pocos años y que luego es abandonado, es una práctica muy común entre nuestros campesinos y se conoce como conuco.

Al ser repetida esta práctica una y otra vez deja como resultado el empobrecimiento de los suelos. Más tarde las lluvias arrastraran el material del suelo y lo depositan en las zonas bajas, rellenoando el cauce de los ríos y provocando inundaciones.

La sociedad tecnológica ha avanzado prácticamente sin tomar en cuenta el peligro en que sitúa a las especies animales y vegetales.

La contaminación industrial de ríos y lagos ha provocado la muerte a enormes cantidades de peces, los cuales sufren paralización de su metabolismo. Los derrames de petróleo, las llamadas mareas negras, provocan la muerte a miles de aves marinas

mueren por asfixia y se reduce la actividad fotosintética de las plantas marinas.

Tantas desmesuras provocan la incorporación de metales puros o combinados a las redes tróficas, afectando tanto a vegetales como animales. Al ingerir alimentos o respirar aire contaminando, el ser humano corre graves peligros.

Los compuestos orgánicos que contienen algunos de estos elementos metálicos atraviesan con gran facilidad las membranas celulares. De este modo el organismo los absorbe a través de las paredes de las vías respiratorias y digestivas, e incluso a través de la piel del ser humano. Una vez en el cuerpo, los metales se acumulan en diferentes órganos y tejidos, provocando efectos a corto, mediano y largo plazo en la salud del individuo.

Se comprende por desecho cualquier sustancia, sólida, líquida o gaseosa, que no puede usarse por un organismo o por cualquier sistema que lo produce, debiéndose diseñar métodos para su eliminación.

“Los desechos sólidos son el conjunto de materiales sólidos de origen orgánico e inorgánico que no tienen utilidad práctica para la actividad que lo produce, siendo procedente de las actividades domésticas, comerciales, industriales y de tipo que se produzcan en una comunidad, con la sola excepción de las excretas humanas”.⁸

⁸ *Ibid*, pág 99.

Los desechos sólidos los conforman todos aquellos materiales sólidos o semisólidos que son el resultado de un proceso de eliminación natural o bien cultural, producto de las actividades humanas, que carecen de un valor utilitarista inmediato, lo que provoca la necesidad de ubicarlos en un lugar determinado que haga posible eliminar sus consecuencias perjudiciales para el ambiente.

Su presencia, en lugar inadecuados, propicia la aparición y proliferación de problemas de salubridad, como lo son criaderos de moscas, mosquitos y otras alimañas, con obvias implicaciones en la salud humana.

Los desechos sólidos pueden ser:

- **Desechos sólidos orgánicos:** se le denominan a los desechos biodegradables que son putrescibles como los restos alimentos, desechos de jardinería, residuos agrícolas, animales muertos, huesos, otros biodegradables excepto la excreta humana y animal.

- **Desechos sólidos inorgánicos:** se le denomina a los desechos sólidos inorgánicos, considerados genéricamente como inertes, en el sentido que su degradación no aporta elementos perjudiciales al medio ambiente, aunque su dispersión degrada el valor estético del mismo y puede ocasionar accidentes al personal.

- **Desechos sólidos generales:** papel y cartón, vidrio, cristal y cerámica, desechos de metales y/o que contengan metales, madera, plásticos, gomas y cueros, textiles, trapos, gasas, fibras, y barreduras.

- **Desechos sólidos pétreos:** piedras, rocas, escombros de demoliciones y restos de construcciones, cenizas, desechos de tablas o planchas resultado de demoliciones.

- **Desechos industriales:** la cantidad de residuos que genera una industria es función de la tecnología del proceso productivo, calidad de las materias primas o productos intermedios, propiedades físicas y químicas de las materias auxiliares empleadas, combustibles utilizados y los envases y embalajes del proceso, entre estos están los de la industria básica, textil, maquinarias, automovilística, goma y curtido de cueros, petróleo, química, alimenticia, eléctrica, transporte, agrícola, etc.

- **Desechos peligrosos:** todas aquellas sustancias, materiales u objetos generados por cualquier actividad que, por sus características físicas, biológicas o químicas, puedan representar un peligro para el medio ambiente y la salud humana.

d) **Contaminación acústica:** la contaminación acústica es el conjunto de sonidos y ruidos que circulan por el aire en las calles de una población. Como generalmente las ciudades poseen gran cantidad de elementos generales de ruido, se produce en conjunto un alto nivel sonoro que puede llegar a perjudicar la integridad física y psíquica de los habitantes.

El oído humano sólo puede soportar ciertos niveles máximos de ruido, pero el nivel que se acumula en algunas ciudades supera ese máximo. Algunos ruidos de la ciudad se encuentran por encima del umbral del dolor.

La propiedad del ruido que se mide más frecuentemente es su nivel sonoro. La unidad utilizada es el decibels, abreviado dB. Existen varias clases diferentes de decibeles. El primero se refiere a la intensidad física con abstracción del fenómeno de la percepción. El segundo, tiene en cuenta que el oído humano es menos sensible a los tonos muy graves muy baja frecuencia y a las muy agudas con muy alta frecuencia, siendo más sensible a las frecuentes intermedias. Esta segunda unidad se denomina decibel A (dBA), y es la más difundida. El instrumento de medición se denomina indistintamente sonómetro, decibelímetro, o medidor de nivel sonoro.

Normalmente los sonidos más débiles que se pueden escuchar oscilan entre los 0 dBA y los 10 dBA, dependiendo del estado de la audición del individuo. Una conversación normal tiene unos 60 dBA. Un colectivo en aceleración, entre 80 dBA y 90 dBA. Un martillo neumático, alrededor de 105 dBA y un avión despegando más de 120 Dba.

En cuanto a los niveles racionales, se marcan como límite aceptable 65 dB durante el día y 55 dB durante la noche, ya que la capacidad auditiva se deteriora en la banda comprendida entre 75 dB y 125 dB y pasa a un nivel doloroso, cuando se superan los 125 Db, El umbral de dolor llega a los 140 Db.

El efecto del ruido es similar al efecto del miedo y la tensión y relativo al aumento de pulsaciones, modificación del ritmo respiratorio, tensión muscular, presión arterial, resistencia de la piel, agudeza de visión y vasoconstricción periférica. Estos efectos no son permanentes, desaparecen al cesar el ruido, aunque pueden presentar estados de nerviosismo asociados y no hay constancia de que puedan afectar a la salud mental. La pérdida de audición inducida por el ruido es irreversible por la incapacidad de regeneración de las células ciliares de la audición. La sordera podría aparecer en casos de soportar de forma continuada niveles superiores a 90 dB. Además, el ruido puede causar efectos sobre el sistema cardiovascular, con alteraciones del ritmo cardíaco, riesgo coronario hipertensión arterial y excitabilidad vascular por efectos de carácter neurovegetativo. Sobre las glándulas endocrinas, con alteraciones hipofisarias y aumento de la secreción de adrenalina. En el aparato digestivo puede generar un incremento de la enfermedad gastroduodenal por dificultar el descanso.

En general puede ser negativo para otras afecciones, por incremento inductor de estrés, aumento de alteraciones mentales, tendencia a actitudes agresivas, dificultades de observación, concentración, rendimiento y facilita los accidentes.

El sueño, la atención y la percepción del lenguaje hablado son las actividades más perjudicadas. El sueño se altera a partir de 45 dB que es el fondo sonoro de una calle residencial sin tráfico rodado, de día.



Quien sufre alteraciones del sueño puede padecer efectos como la sensación de cansancio, del bajo rendimiento académico o profesional o los cambios de humor. De ahí la conveniencia de que durante las horas de descanso nocturno se disfrute de ese silencio que evita las interrupciones del sueño.

Las principales fuentes de contaminación acústica en la sociedad actual provienen de los vehículos de motor, que se calculan en casi un 80% el 10% corresponden a las industrias; el 6% a ferrocarriles y el 4% a bares, locales públicos, talleres industriales, etc.

El parque automovilístico genera continuamente un ruido especialmente intenso, y la construcción de autovías o circunvalaciones cercanas a diferentes núcleos de población han multiplicado el efecto del tráfico rodado y el sonido que genera.

Si una zona está construida cerca de vías de ferrocarril o aeropuertos, la contaminación acústica allí aumenta considerablemente, la cual repercute en la salud personal dependiendo del tiempo que se sufre y la sensibilización de la persona que está expuesta al ruido.

e) Contaminación visual: este tipo de contaminación percibida a través del sentido de la vista expone diariamente a las personas, principalmente en las ciudades, a estímulos agresivos que las invaden y contra los cuales no existe ningún filtro ni defensa.



La contaminación visual se refiere al abuso de ciertos elementos no arquitectónicos que alteran la estética, la imagen del paisaje tanto rural como urbano, y que generan, a menudo, una sobreestimulación visual agresiva, invasiva y simultánea.

Dichos elementos pueden ser carteles, cables, chimeneas, antenas, postes y otros elementos, que no provocan contaminación de por sí; pero mediante la manipulación indiscriminada del hombre se convierten en agentes contaminantes.

Una sociedad de consumo en cambio permanente que actúa sin conciencia social, ni ambiental es la que avala la aparición y sobresaturación de estos contaminantes. Todos estos elementos descritos influyen negativamente sobre el hombre y el ambiente disminuyendo la calidad de vida, causando las siguientes consecuencias:

- Desorden.
- Accidentes.
- Daños al sistema nervioso.
- Dificultad al transitar.
- Falta de estética.



- Desequilibrio mental o emocional.

- Empobrecimiento panorámica del lugar.

- Estrés.

- Dolor de cabeza.

- Distracciones peligrosas.

- Problemas ecológicos.

- Trastornos de atención.

- Disminución de la eficiencia laboral, mal humor, trastornos de agresividad, etc.

CAPÍTULO II

2. Recursos naturales

Se entiende por recursos a aquellos productos naturales que se utilizan para solventar una necesidad económica. También lo son los minerales y los combustibles fósiles, aunque a menudo se les engloba bajo el término de reservas.

Los recursos naturales son elementos que la sociedad utiliza y maneja para satisfacer, principalmente los derechos biológicos relativos a respirar aire puro, comer alimentos sanos y nutritivos, beber líquidos saludables. Las características naturales de estos recursos también están poco alteradas, especialmente las físicas y químicas, como ejemplo están: el agua, el suelo, flora, fauna, etc.

2.1. Importancia

Se entiende por recurso un factor de existencia física que se requiere como insumo para un proceso productivo, incluyendo la mera subsistencia del hombre. Los recursos naturales son aquellos que se encuentran o se extraen de la naturaleza y que el hombre utiliza en su beneficio, tales como las plantas, los animales, el clima, el agua, el viento, la energía radiante, los minerales, etc.

Los recursos naturales son aquellos variados medios de subsistencia de las gentes que éstas obtienen de la naturaleza. Dependiendo del enfoque, los recursos naturales se clasifican de diferentes maneras, aunque la clasificación mas aceptada es aquella que los divide en tres:

- Recursos naturales renovables.
- Recursos naturales no renovables.
- Recursos naturales inagotables.

2.2. Los recursos naturales renovables

“Los recursos naturales renovables son aquellos que, con los cuidados adecuados, pueden mantenerse e incluso aumentar. Los principales recursos renovables son las plantas y los animales”.⁹

A su vez las plantas y los animales dependen para su subsistencia de otros recursos renovables que son el agua y el suelo. Aunque es muy abundante el agua, no es recurso permanente dado que se contamina con facilidad. Una vez contaminada es muy difícil que el agua pueda recuperar su pureza.

⁹ Martín Mateo, Romualdo. **Tratado de derecho ambiental**, pág 33.



El suelo también necesita cuidados. Hay cultivos, como el trigo, que lo agotan y le hacen perder su fertilidad. Por ello, es necesario alternar estos cultivos con otros para renovar los elementos nutrientes de la tierra, por ejemplo con leguminosas como el frijol. En las laderas es necesario construir terrazas, bordos o zanjas para detener la erosión.

En la edad media, se utilizó el sistema de rotación de cultivos cada año, de tal forma que un campo nunca se sembrara lo mismo, durante dos años seguidos. Cada tres años los terrenos descansaban y servían solo para proporcionar pastura.

2.3. Los recursos naturales no renovables

Los recursos naturales no renovables son aquellos que existen en cantidades determinadas y al ser sobreexplotados se pueden acabar. El petróleo, por ejemplo, tardo millones de años en formarse en las profundidades de la tierra, y una vez que se utiliza ya no se puede recuperar. Si se sigue extrayendo petróleo del subsuelo al ritmo que se hace en la actualidad, existe el riesgo de que se acabe en algunos años.

La mejor conducta ante los recursos naturales no renovables es usarlos los menos posible, solo utilizarlos para lo que sea realmente necesario, y tratar de reemplazarlos con recursos renovables o inagotables.

Los principales recursos naturales no renovables son:

- a) Los minerales.
- b) Los metales.
- c) El petróleo.
- d) El gas natural.

Hasta no hace mucho, se prestaba poca atención a la conservación de los recursos minerales, porque se suponía había lo suficiente para varios siglos y que nada podía hacerse para protegerlos, ahora se sabe que esto es profundamente erróneo, y actualmente se han practicado inventarios de las reservas y ha examinado las perspectivas e introducido dos consejos que resultan útiles para apreciar la situación. El primero el cociente demográfico, el segundo el modelo gráfico de las curvas de vaciamiento.

“Los metales se distribuyen por el mundo de manera irregular. Es común que los metales sean transportados a grandes distancias, desde donde se extraen hasta los lugares que son utilizados para fabricar productos, en mayor o menor medida todos los países tienen que comprar los metales, que no se encuentran en su territorio, los mayores compradores son los países desarrollados”.¹⁰

¹⁰ **ibid**, pág 36.



El petróleo es un recurso natural indispensable en el mundo moderno. En primer lugar el petróleo es actualmente energético de mayor importancia. La gasolina y el diesel se elaboran a partir del petróleo. Estos combustibles son las fuentes de energía de la mayoría de industrias y los transportes también se utilizan para producir electricidad en plantas llamadas termoeléctricas.

Por otro lado, son necesarios como materia prima para la elaboración de productos como pinturas, plásticos, medicinas o pinturas.

Al igual que en el caso de otros minerales, la extracción de petróleo es una actividad económica primaria. Su transformación en otros productos es una actividad económica secundaria.

El gas natural es una capa que se encuentra sobre el petróleo, y es aplicable en la industria y en los hogares para cocinar.

Los yacimientos de petróleo casi siempre llevan asociados una cierta cantidad de gas natural, que sale a la superficie junto con él cuando se perfora un pozo. Sin embargo, existen pozos que proporcionan solamente gas natural.

Éste contiene elementos orgánicos de importancia como materias primas para la industria petrolera y química. Antes de emplear el gas natural como combustible se extraen los hidrocarburos más pesados, como el butano y el propano. El gas que

queda, el llamado gas seco, se distribuye a usuarios domésticos e industriales como combustible. Este gas, libre de butano y propano, también se encuentra en la naturaleza. Está compuesto por los hidrocarburos más ligeros, metano y etano, y también se emplea para fabricar plásticos, fármacos y tintes.

2.4. Los recursos inagotables

Los recursos permanentes o inagotables, son aquellos que no se agotan sin importar la cantidad de actividades productivas que el ser humano realice con ellos, como por ejemplo la luz solar, la energía de las olas, del mar y del viento.

La luz solar es una fuente de energía inagotable, que hasta el día de hoy se ha desperdiciado, debido a que no se ha sabido aprovechar, esta podría sustituir que no se ha sabido aprovechar, y la misma podría sustituir a los combustibles fósiles como productores de energía.

La energía solar se produce en la atmósfera, los océanos y las plantas. Las interacciones de la energía del sol, los océanos y la atmósfera producen vientos, que han sido utilizados durante siglos para hacer girar los molinos. Los sistemas modernos de energía eólica utilizan hélices fuertes, ligeras, resistentes al aire y diseño aerodinámico que cuando se unen a generadores, producen electricidad para usos locales y especializados o para alimentar la red eléctrica de una región o comunidad.



Un buen porcentaje de la energía solar que alcanza el borde exterior de la atmósfera se consume en el ciclo del agua, que produce la lluvia y la energía potencial de las corrientes de montaña y de los ríos. La energía que generan estas aguas en movimiento al pasar por las turbinas modernas se llama energía hidroeléctrica.

Debido al proceso de fotosíntesis, la energía solar contribuye al crecimiento de la vida vegetal que junto con la madera y los combustibles fósiles que desde el punto de vista geológico derivan de plantas antiguas, puede ser utilizada como combustible. Otros combustibles como el alcohol y el metano también pueden extraerse de la biomasa.

De esa forma, los océanos representan un tipo natural de recogida de energía solar. Como resultado de su absorción por los océanos y por las corrientes oceánicas, se producen gradientes de temperatura.

Cuando hay grandes masas a distintas temperaturas, los principios termodinámicos predicen que se puede crear un ciclo generador de energía que extrae energía de la masa con mayor temperatura y transferir una cantidad de la masa con mayor temperatura y transferir una cantidad a la masa con temperatura menor. La diferencia entre estas energías se manifiesta como energía mecánica, que puede conectarse a un generador, para producir electricidad.

Estos sistemas, llamados sistemas de conversión de energía térmica oceánica requieren enormes intercambiadores de energía y otros aparatos en el océano para

producir potencias del orden de megavatios.

La fuerza del aire es otro recurso natural inagotable, que tampoco ha sido muy empleado en la actualidad se utiliza la fuerza del aire.

La utilidad de los recursos naturales no es posible restringirla únicamente a su función de ser una materia prima necesaria para la satisfacción de las necesidades del hombre su importancia radica también en su carácter de ser un elemento básico para la conservación de la salud humana, además de cumplir una función recreativa o de belleza natural.

Los recursos naturales tienen vinculación con el desarrollo en general de la sociedad, siendo su clasificación la siguiente:

- Como materia prima: mediante los recursos naturales, el hombre ha conseguido las materias primas básicas para satisfacer sus necesidades biológicas y tecnológicas transformándolas en productos de utilidad para la realización de una diversidad de trabajos de todo orden.

- Medio natural y la salud: el mal manejo de los recursos en general, en la ciudad o en el campo, como la contaminación de los océanos, de los ríos y de las tierras donde se cultivan los diversos productos agrícolas y se alimenta el ganado, tiene un efecto negativo en la salud de la humanidad.

- **Función recreativa:** el medio natural también cumple una función de tipo recreativa y estética, que ayuda a practicar el deporte y a fomentar el conocimiento de la naturaleza y, cuando ello ocurre en un gran sector de la sociedad, su efecto es positivo en el conocimiento del universo y en la salud.

- **El recurso natural y la cultura:** diferentes recursos naturales de una región juegan un papel de importancia en la cosmovisión de la población guatemalteca y, por ello, en la creación de la cultura.

La conservación de los recursos naturales y el medio ambiente es un factor determinante para el desarrollo y superación de la población. La realización del mismo se encuentra bajo la dependencia de la acción que lleven a cabo entidades privadas o públicas que conforman la sociedad afectada, para lo cual deben adoptarse líneas o políticas ambientales que aseguren en forma efectiva la consecución de tal objetivo.

Con certeza se puede partir del hecho de que la problemática ambiental es, en general consecuencia de una mala apreciación ética que se tiene del medio, y de una actitud social hacia el mismo de carácter indiferente consumista y hedonista.

Es imprescindible cambiar los conceptos tradicionales de antagonismo entre el hombre y la naturaleza, para reubicarlos en una situación de armonía y complemento. Tiene que surgir la apreciación de una ética de la naturaleza por la cual no solamente se requiera una mayor reverencia por la vida humana, sino por toda clase de vida, e

incluya una preocupación por la naturaleza que rodea al ser humano.

Las principales consecuencias de la utilización irracional de los recursos naturales son:

- Los plaguicidas utilizados en formas desmesuradas impiden a hongos y bacterias actuar sobre la materia orgánica en descomposición.
- Los detergentes llegan de forma directa al agua de los ríos, lagos o mares, afectando a los peces.
- Los plaguicidas destruyen animales, principalmente insectos.
- Los desechos industriales son descargados en ríos y arroyos, llegando al suelo muchos contaminantes no degradables.
- La basura puede afectar el aire, el agua y al suelo, y permitir el desarrollo de algunos animales nocivos para el hombre.
- Las emisiones de los autos pasan a la atmósfera en forma de monóxido de carbono y ese contaminante regresa después a la tierra por la acción de la lluvia o actuando en forma de smog fotoquímico.

- Los combustibles fósiles incorporan a la atmósfera gran cantidad de bióxido de carbono, favoreciendo los fenómenos de inversión térmica.
- Los aerosoles y aparatos de aire acondicionados contribuyen a la destrucción de la capa de ozono de las atmósferas.
- El ruido, común en las grandes ciudades, ocasiona que las personas pierdan lentamente su capacidad auditiva.
- Algunos residuos industriales pasan por la filtración a las corrientes de agua que el hombre utiliza para el uso diario, por la falta de cuidado de su almacenamiento los desechos son colocados en recipientes y luego son trasladados a basureros tóxicos donde quedan a la intemperie. El agua, el aire y los cambios climáticos destruyen lentamente los depósitos y dejan libres los contaminantes que pasan al aire y al agua.
- Los arroyos o ríos pierden su flora y su fauna.
- Los bosques se explotan como tierras de cultivo temporalmente, debido a que después dejan de ser productivas.
- Las montañas se erosionan al talarse los árboles y arbustos.
- Los espacios para parques y jardines se descuidan.



- Las enfermedades respiratorias, gastrointestinales y de la piel, aumentan su incidencia.
- El crecimiento desmedido de la población trae como consecuencia mayor demanda de energía en forma de alimentos y para el transporte.

CAPÍTULO III

3. Aguas residuales

El término agua residual se encarga de definir un tipo de agua que se encuentra contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos y animales. Su importancia es tal que necesita de sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su tratamiento es nulo o indebido, y genera graves problemas de contaminación.

“A las aguas residuales también se les denomina aguas servidas, fecales o cloacales. Son todas aquellas aguas conducidas por el alcantarillado e incluyen, a veces, las aguas de lluvia y las infiltraciones de agua del terreno”.¹¹

El término aguas negras también es equivalente a la coloración oscura que presentan. Todas las aguas naturales contienen cantidades variables de otras sustancias en concentraciones que varían de unos pocos mg/litro en el agua de lluvia a cerca de 35 mg/litro en el agua de mar. A ello, se le tiene que añadir en las aguas residuales, las impurezas procedentes del proceso productor de desechos, que son los propiamente llamados vertidos. Las aguas residuales pueden encontrarse contaminadas por desechos urbanos, o bien ser procedentes de los variados procesos industriales.

¹¹ Novarri, Ricardo. *Ecología*, pág 34.

La composición y su tratamiento pueden diferir mucho de un caso a otro, por lo que en los residuos industriales es preferible la depuración en el origen del vertido que su depuración conjunta posterior.

3.1. Definición

“Las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificada por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunidades”.¹²

“Aguas residuales son las resultantes de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua que proviene de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual”.¹³

3.2. Tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como finalidad eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es

¹² **Ibid**, pág 55.

¹³ Sánchez, Narciso. **Derecho ambiental**, pág 12.

producir agua limpia o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido también llamado biosólido o lodo.

Las aguas residuales son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Éstas pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generadas como en los tanques sépticos u otros medios de depuración, o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías, a una planta de tratamiento municipal.

Los esfuerzos para recolectar y tratar las aguas residuales domésticas de la descarga se encuentran típicamente sujetas a regulaciones y estándares locales, estatales y federales. A menudo ciertos contaminantes de origen industrial presentes en las aguas residuales, requieren procesos de tratamiento especializado.

El tratamiento de aguas residuales inicia por la separación física inicial de sólidos grandes de la corriente de aguas domésticas o industriales empleando un sistema de malla, aunque también pueden ser triturados esos materiales por un equipo especial. Posteriormente se aplica un desarenado, seguido de una sedimentación primaria o tratamiento similar que separe los sólidos que se encuentran suspendidos en el agua residual.

Una vez que una masa biológica sólida es separada o removida, el agua tratada puede experimentar procesos adicionales como desinfección y filtración.

El efluente final puede ser descargado o reintroducido de vuelta a un cuerpo de agua natural u otro ambiente. Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento y neutralización adicional antes de la descarga o reutilización apropiada.

El agua y el saneamiento son uno de los principales motores de la salud pública, siendo esencial garantizar el acceso al agua salubre y a instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia de sus condiciones de vida.

Los procesos de tratamiento son referidos de manera típica en tratamientos primarios relativos a asentamientos de sólidos, a tratamientos secundarios relativos a tratamientos biológicos de la materia orgánica disuelta en el agua residual, transformándola en sólidos suspendidos que se eliminan fácilmente; y tratamientos terciarios consistentes en pasos adicionales como lagunas, micro filtración o desinfección.

La división del agua casera drenada en aguas grises y aguas negras es más común en el mundo desarrollado, el agua negra es la que procede de inodoros y orinales y el agua gris, es procedente de piletas y bañeras, y puede utilizarse en el riego de plantas y ser reciclada en el uso de inodoros, donde se transforma en agua negra.

Muchas aguas residuales también incluyen aguas superficiales procedentes de las lluvias. Las aguas residuales municipales contienen descargas residenciales, comerciales e industriales, y pueden incluir el aporte de precipitaciones pluviales

cuando se usan tuberías de uso mixto pluvial-residual.

Los sistemas de alcantarillado que transportan descargas de aguas sucias y aguas de precipitación conjuntamente son denominados sistemas de alcantarillas combinados. La práctica de construcción de sistemas de alcantarillas combinadas, es en la actualidad menos común.

Pero, el agua sucia y agua de lluvia son recolectadas y transportadas en sistemas de alcantarillas de agua superficial, o cloacas y conductos pluviales.

El agua de lluvia puede arrastrar, a través de los techos y la superficie de la tierra, diversos contaminantes incluyendo partículas del suelo, metales pesados, compuestos orgánicos, basura animal, aceites y grasa.

El lugar donde el proceso es conducido se denomina planta de tratamiento de aguas residuales. El diagrama de flujo de una planta de tratamiento de aguas residuales y es por lo general el mismo en todos los países.

3.3. Clases de tratamientos residuales

Son los siguientes:

- a) Tratamiento físico químico: se refiere a la remoción de gas, remoción de arena,

precipitación con o sin ayuda de coagulantes, y a la separación y filtración de sólidos.

b) **Tratamiento biológico:** es relativo a los sistemas aeróbicos, a la precipitación, a la liberación del medio de efluentes, con o sin desinfección de acuerdo a las normas de cada jurisdicción y a la biodigestión anaerobia y humedades artificiales que utiliza la materia orgánica biodegradable de las aguas residuales, como nutrientes de una población bacteriana, a la cual se le proporcionan condiciones controladas para asegurar la presencia de contaminantes.

c) **Tratamiento químico:** es un paso usualmente combinado con procedimientos encaminados para la remoción de sólidos como la filtración. La combinación de ambas técnicas es referente a un tratamiento físico-químico.

- **Eliminación del hierro del agua potable:** los métodos para eliminar el exceso de hierro incluyen generalmente transformación del agua clorada en una disolución generalmente básica empleando cal apagada; oxidación del hierro a través del ion hipoclorito y precipitación del hidróxido férrico de la solución básica.

- **Eliminación del oxígeno del agua de las centrales térmicas:** para transformar el agua en vapor en las centrales térmicas se utilizan calderas a altas temperaturas. Como el oxígeno es un agente oxidante, se necesita un agente reductor como la hidracina para eliminarlo.

- **Eliminación de los fosfatos de las aguas residuales domésticas:** el tratamiento de las aguas residuales domésticas incluye la eliminación de los fosfatos. Un método muy simple consiste en precipitar los fosfatos con cal apagada. Los fosfatos pueden encontrarse presentes de diversas formas el ion hidrógeno fosfato.
- **Eliminación de nitratos de las aguas residuales domésticas y procedentes de la industria:** se basa en dos procesos combinados de nitrificación y desnitrificación que conllevan una producción de fango.

3.4. Etapas del tratamiento de aguas residuales

Las etapas del tratamiento de aguas residuales son:

- a) **Tratamiento primario:** es para reducir aceites, grasas, arenas y sólidos gruesos. Este pase se encuentra enteramente hecho con maquinaria, de ahí conocido también como tratamiento mecánico.
- **Remoción de sólidos:** en el tratamiento mecánico, el afluente es filtrado en cámaras de rejillas para eliminar todos los objetos grandes que son depositados en el sistema de alcantarillado, tales como trapos, barras, compresas, tampones, latas, frutas, papel higiénico, etc. Es el utilizado con frecuencia mediante una pantalla rastrillada automatizada mecánicamente. Este tipo de basura se elimina porque esto puede dañar equipos sensibles en la planta de tratamiento de aguas residuales, además los

tratamientos biológicos no están diseñados para tratar sólidos.

- **Remoción de arena:** esta etapa también es conocida como escaneo o maceración. Típicamente incluye un canal de arena donde la velocidad de las aguas residuales es cuidadosamente controlada para permitir que la arena y las piedras de ésta tomen partículas, pero todavía se mantiene la mayoría del material orgánico con el flujo. Este equipo es llamado colector de arena. La arena y las piedras necesitan ser quitadas a tiempo en el proceso para prevenir daño en las bombas y otros equipos en las etapas restantes del tratamiento. Algunas veces hay baños de arena seguido por un transportador que transporta la arena a un contenedor para la deposición. El contenido del colector de arena puede ser alimentado en el incinerador de un procesamiento de planta de fangos.

- **Investigación y maceración:** el líquido libre de abrasivos es pasado mediante pantallas arregladas o rotatorias para remover material flotante y materia grande como trapos y partículas pequeñas. Los escaneos son recolectados y pueden ser regresados a la planta de tratamiento de fangos o podrán ser dispuestos al exterior hacia campos o incineración. En la maceración, los sólidos son cortados en partículas pequeñas a través del uso de cuchillos rotatorios montados en un cilindro revolvente, y es utilizado en plantas que pueden procesar esta basura en partículas. Los maceradores son sin embargo, más caros de mantener y menos confiables que la pantallas físicas.

- **Sedimentación:** muchas plantas tienen una etapa de sedimentación donde el

agua residual se pasa a través de grandes tanques circulares o rectangulares. Estos tanques son comúnmente llamados clarificadores primarios o tanques de sedimentación primarios. Los tanques primarios de establecimiento se equipan generalmente con raspadores conducidos mecánicamente que llevan continuamente los fangos recogidos hacia una tolva en la base del tanque donde mediante una bomba pueda llevar a éste hacia otras etapas del tratamiento.

b) Tratamiento secundario: ésta diseñado para degradar sustancialmente el contenido biológico del agua residual, el cual deriva de residuos humanos, residuos de alimentos, jabones y detergentes. La mayoría de las plantas municipales utilizan procesos biológicos aeróbicos para este fin.

- Desbaste: consiste habitualmente en la retención de los sólidos gruesos del agua residual mediante una reja, manual o autolimpiante, o un tamiz, habitualmente de menor paso o luz de malla. Esta operación no solamente reduce la carga contaminante del agua a la entrada, sino que permite la preservación de los equipos como conducciones, bombas y válvulas, frente a los depósitos y obstrucciones provocados por los sólidos, que habitualmente pueden ser muy fibrosos como los tejidos, papeles.

- Fangos activos: las plantas de fangos activos usan una variedad de mecanismos y procesos para usar oxígeno disuelto y promover el crecimiento de organismos biológicos que remueven substancialmente materia orgánica. También puede atrapar partículas de material y puede, bajo condiciones ideales, convertir amoniaco en nitrito y

nitrate, and in the final instance to nitrogen gas.

- **Camas filtrantes:** se utiliza la capa filtrante de goteo utilizando plantas más viejas y plantas receptoras de cargas más variables. Las camas filtrantes son utilizadas donde el licor de las aguas residuales es rociado en la superficie de una profunda cama compuesta de coque. Tales medios deben tener altas superficies para soportar las biopelículas que se forman. El licor es distribuido mediante unos brazos perforados rotativos que irradian de un pivote central. El licor distribuido gotea en la cama y es recogido en drenes en la base. Estos drenes también proporcionan un recurso de aire que se infiltra hacia arriba de la cama, manteniendo un medio aerobio. Las películas biológica de bacterias, protozoarios y hongos se forman en la superficie media y se comen o reducen los contenidos orgánicos. Esta biopelícula es alimentada a menudo por insectos y gusanos.

- **Placas rotativas y espirales:** en algunas plantas pequeñas son usadas placas o espirales de revolvimiento lento que son parcialmente sumergidas en un licor. Se crea un flóculo biótico que proporciona el sustrato requerido.

- **Filtros aireados biológicos:** son filtros biológicos aireados que combinan la filtración con reducción biológica de carbono, nitrificación o desnitrificación e incluyen usualmente un reactor lleno de medios de un filtro.

The media are found in suspension or supported by a layer on the bottom of the

filtro. El propósito doble de este medio es soportar altamente la biomasa activa que se une a él y a los sólidos suspendidos del filtro. La reducción del carbón y la conversión del amoníaco ocurre en medio aerobio y alguna vez alcanzado en un solo reactor mientras la conversión del nitrato ocurre en una manera anóxica.

- **Reactores biológicos de membrana:** es un sistema con una barrera de membrana semipermeable o en conjunto con un proceso de fangos. Esta tecnología garantiza la remoción de todos los contaminantes suspendidos y algunos disueltos. La limitación de los sistemas es directamente proporcional a la eficaz reducción de nutrientes del proceso de fangos activos. El costo de construcción y operación es usualmente más alto que el de un tratamiento de aguas residuales convencional de esta clase de filtros.

- **Sedimentación secundaria:** el paso final de la etapa secundaria del tratamiento es retirar los flóculos biológicos del material del filtro, y producir agua tratada con bajos niveles de materia orgánica y materia suspendida. En una planta de tratamiento rural, se realiza en el tanque de sedimentación secundaria.

c) **Tratamiento terciario:** proporciona una etapa final para aumentar la calidad del efluente al estándar requerido antes de que éste sea descargado al ambiente receptor. Más de un proceso terciario del tratamiento puede ser usado en una planta de tratamiento. Si la desinfección se practica siempre en el proceso final, es siempre llamada pulir el efluente.

- **Filtración:** remueve gran parte de los residuos de materia suspendida. El carbón activado sobrante de la filtración remueve las toxinas residuales.

El tratamiento de lagunas proporciona el establecimiento necesario y fomenta la mejora biológica de almacenaje en lagunas artificiales. Se trata de una imitación de los procesos de autodepuración que somete un río o un lago al agua residual de forma natural. Los invertebrados de alimentación del filtro pequeño y especies que asisten grandemente al tratamiento removiendo partículas finas.

El sistema de lagunaje es barato y fácil de mantener pero presenta los inconvenientes de necesitar gran cantidad de espacio y de ser poco capaz para depurar las aguas de grandes núcleos.

- **Tierras húmedas construidas:** las tierras húmedas construidas incluyen camas de caña y un rango similar de metodologías similares que proporcionan un alto grado de mejora biológica aerobia y pueden ser utilizados a menudo en lugar del tratamiento secundario para las comunidades pequeñas, también para la fitoremediación.

- **Remoción de nutrientes:** las aguas residuales pueden también contener altos niveles de nutrientes y ello ciertas formas puede ser tóxico para peces e invertebrados en concentraciones muy bajas o eso puede crear condiciones insanas en el ambiente de recepción. Las malas hierbas y las algas pueden parecer ser una edición estética, pero las algas pueden producir las toxinas, y su muerte y consumo por las bacterias

pueden agotar el oxígeno en el agua.

La remoción del nitrógeno se efectúa con la oxidación biológica del nitrógeno del amoníaco a nitrato, y entonces mediante la reducción, el nitrato es convertido al gas nitrógeno, que se lanza a la atmósfera. Estas conversiones requieren condiciones cuidadosamente controladas para permitir la formación adecuada de comunidades biológicas. Los filtros de arena, las lagunas y las camas de lámina se pueden utilizar para reducir el nitrógeno. Algunas veces, la conversión del amoníaco tóxico al nitrato solamente se refiere a veces como tratamiento terciario.

La retirada del fósforo se puede efectuar biológicamente en un proceso llamado retiro biológico realizado del fósforo. En este proceso específicamente bacteriano, que acumula organismos, se enriquecen y acumulan selectivamente grandes cantidades de fósforo dentro de sus células. Cuando la biomasa enriquecida en estas bacterias se separa del agua tratada, los biosólidos bacterianos tienen un elevado valor del fertilizante. La retirada del fósforo se puede alcanzar generalmente por la precipitación química con las sales de operar, y el uso de productos químicos en el proceso del tratamiento es costoso.

Aunque esto hace la operación difícil y a menudo, la eliminación química del fósforo requiere una huella significativamente más pequeña del equipo que la de retiro biológico y es más fácil de operar.

- **Desinfección:** el propósito de la desinfección en el tratamiento de las aguas residuales es reducir substancialmente el número de organismos vivos en el agua que se descargará nuevamente dentro del ambiente. La efectividad de la desinfección depende de la calidad del agua que es tratada, del tipo de desinfección que es utilizada, de la dosis de desinfectante, y de otras variables ambientales. El agua turbia será tratada con menor éxito puesto que la materia sólida puede blindar organismos, especialmente de la luz ultravioleta o si los tiempos del contacto son bajos. Generalmente, tiempos de contacto cortos, dosis bajas y altos flujos influyen en contra de una desinfección eficaz. Los métodos comunes de desinfección incluyen el ozono, la clorina, o la luz.

La desinfección con cloro sigue siendo la forma más común de desinfección de las aguas residuales debido a su bajo historial de costo y del largo plazo de la eficacia. Una desventaja es que la desinfección con cloro del material orgánica residual puede generar compuestos orgánicamente clorados que pueden ser dañinos al ambiente. La clorina o las cloraminas residuales puede también ser capaces de tratar el material con cloro orgánico en el ambiente acuático natural. Además, porque la clorina residual es tóxica para especies acuáticas, el efluente tratado debe ser químicamente desclorado, agregándose complejidad y costo del tratamiento.

La luz ultravioleta se está convirtiendo en el medio más común de la desinfección debido a las preocupaciones por los impactos de la clorina en el tratamiento de aguas residuales y en la clorinación orgánica en aguas receptoras. La radiación se utiliza para

dañar la estructura genética de las bacterias, virus y otros patógenos, haciéndolos incapaces de la reproducción.

3.5. Fotobiodepuración de aguas residuales

La fotobiodepuración de aguas residuales es un proceso que implica la presencia de luz solar y organismos fotosintéticos para en el proceso de depuración. Por lo general, la fotobiodepuración es llevada a cabo por microorganismos fotosintéticos, como microalgas y cianobacterias en fotobioreactores, reactores específicamente diseñados para aprovechar la luz solar y favorecer el crecimiento de estos microorganismos.

La introducción de aguas residuales que trata la planta influye en los procesos de los ríos pequeños, en una planta de tratamiento de aguas residuales se diseñan los procesos naturales del tratamiento que ocurren en el ambiente, si ese ambiente es un cuerpo natural del agua o la tierra.

Si no se ha sobrecargado, las bacterias en el ambiente consumirán los contaminantes orgánicos, aunque ésta reducirá los niveles del oxígeno en el agua y puede cambiar perceptiblemente la ecología total del agua de recepción.

Las poblaciones bacterianas nativas alimentan en los contaminantes orgánicos, y los números de microorganismos que causan enfermedades que son reducidos por condiciones ambientales naturales tales como depreciación, exposición a la radiación

ultravioleta.

Por ende, en caso de que el ambiente de recepción proporcione un alto nivel de dilución, un alto grado de tratamiento de aguas residuales no puede ser requerido. Pero, la evidencia reciente ha demostrado que los niveles muy bajos de ciertos contaminantes en aguas residuales, incluyendo la agricultura y los materiales sintéticos que pueden tener un impacto adverso en el medio natural y potencialmente en seres humanos si el agua se reutiliza para el agua potable.

Las descargas incontroladas de las aguas residuales al ambiente no se permiten bajo la ley, y los requisitos terminantes de la calidad del agua han de ser conocidos. Una amenaza significativa viene a ser las descargas incontroladas de aumento de las aguas residuales dentro de países en vías de desarrollo.

3.6. Déficit del tratamiento

Existe capacidad inadecuada del tratamiento de las aguas residuales, especialmente en países poco desarrollados.

Esta circunstancia ha existido debido a la superpoblación, a la crisis del agua y al costo de construir sistemas de tratamiento de aguas residuales.

3.7. Impacto ambiental

“Los contaminante de las aguas servidas municipales, o aguas servidas domésticas, son los sólidos suspendidos y disueltos que consisten en materias orgánicas e inorgánicas, nutrientes, aceites y grasas, sustancias tóxicas, y microorganismos patógenos”.¹⁴

Los desechos humanos sin un tratamiento apropiado, eliminados en su punto de origen o recolectados y transportados, presentan un peligro de infección parasitaria, hepatitis y varias enfermedades gastrointestinales incluyendo el cólera mediante la contaminación de la fuente de agua.

Cabe mencionar que el agua de lluvia urbana puede contener los mismos contaminantes, a veces en concentraciones sorprendentemente altas. Cuando las aguas servidas son recolectadas pero no tratadas correctamente antes de su eliminación o reutilización, existen los mismos peligros para la salud pública en las proximidades del punto de descarga. Si esa descarga es en aguas receptoras, se presentarán peligrosos efectos adicionales.

Si la descarga entra en aguas confinadas, como un lago o una bahía, su contenido de nutrientes puede ocasionar la eutrofización.

¹⁴ *Ibid*, pág 19.

Los desechos sólidos generados en el tratamiento de las aguas servidas pueden contaminar el suelo y las aguas si no son manejados correctamente.

Los proyectos de aguas servidas son ejecutados a fin de evitar o aliviar los efectos de los contaminantes descritos anteriormente en cuanto el ambiente humano y natural. Cuando son ejecutados correctamente, su impacto social total sobre el ambiente es positivo.

Los impactos directos incluyen la disminución de molestias y peligros para la salud pública en el área de servicio, mejoramientos en la calidad de las aguas receptoras, y aumentos en los usos beneficios de las aguas receptoras.

De forma adicional, la instalación de un sistema de recolección y tratamiento de las aguas servidas posibilita un control más efectivo de las aguas servidas industriales mediante su tratamiento previo y conexión con el alcantarillado público, y ofrece el potencial para la reutilización beneficiosa del efluente tratado y de los fangos.

Los impactos indirectos del tratamiento de las aguas residuales incluyen la provisión de sitios de servicio para el desarrollo, mayor productividad y rentas de las pesquerías, mayores actividades y rentas turísticas y recreativas, mayor productividad agrícola y demandas sobre otras fuentes de agua como resultado de la reutilización del efluente.

De ellos, varios impactos positivos se prestan para la medición, por lo que pueden ser incorporados cuantitativamente en el análisis de los costos y beneficios de varias alternativas al planificar proyectos para las aguas servidas.

“Los beneficios para la salud humana pueden ser medidos, mediante el cálculo de los costos, en forma de los gastos médicos y días de trabajo perdidos resultantes de un saneamiento defectuoso”.¹⁵

Los menores costos del tratamiento de agua potable e industrial y mayores rentas de la pesca, el turismo y la recreación, pueden servir como mediciones parciales de los beneficios obtenidos del mejoramiento de la calidad de las aguas receptoras.

En una región donde es grande la demanda de viviendas, los beneficios provenientes de proporcionar lotes con servicios pueden ser reflejados en parte por la diferencia en costos entre la instalación de la infraestructura por adelantado, o la adecuación posterior de comunidades no planificadas.

A menos que sean correctamente planificados, ubicados, diseñados, construidos, operados y mantenidos, es probable que los proyectos de aguas servidas tengan un impacto total negativo, y no produzcan todos los beneficios para los cuales se hizo la inversión, afectando además en forma negativa a otros aspectos del medio ambiente.

¹⁵ Silva, Roderico. **El derecho ambiental en el mundo**, pág 29.

3.8. Tratamiento de agua por procesos biotecnológicos

El proceso natural de la limpieza del agua se consigue debido a una bacteria que se alimenta de los desechos que contienen las aguas servidas. Gracias a esta bacteria, aparecen los sistemas de tratamiento de aguas por medios biológicos de biodigestión, donde por medio de diversos métodos se pone en contacto esta bacteria con el agua para acelerar el proceso natural.

Utilizando una película fija de bacteria en diversas piezas distintas estudiadas para tener mejor contacto con el agua a la hora de limpiarla, el agua se pone en contacto con la bacteria para provocar una biodigestión más rápida que el proceso natural.

La diferencia entre las tecnologías radica en la forma en la que se acelera el propio proceso natural, en el espacio necesario para construir una planta o tratamiento de aguas con esta característica.

3.9. División

Las aguas residuales de conformidad con su origen se dividen en:

a) **Domésticas:** son aquellas utilizadas con fines higiénicos. Consisten fundamentalmente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación también en residuos

originados en establecimientos comerciales públicos y similares.

b) **Industriales:** son líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas dependiendo del tipo de industria.

c) **Infiltración y caudal adicional:** las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza. Hay también aguas pluviales que son las descargadas mediante varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de aguas de lluvias.

e) **Pluviales:** son aguas de lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo. Parte de estas aguas es drenada y otra escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden encontrarse sobre el suelo.

3.10. Olores que generan las aguas residuales

Los olores que caracterizan a las aguas residuales son ocasionados por los gases que están formados en el proceso de descomposición anaerobia. Los principales olores son los siguientes:

a) **Olor a moho:** es razonablemente soportable y típico del agua residual fresca.

b) Olor a huevo: es insoportable y típico del agua residual vieja o séptica, que ocurre debido a la formación de sulfuro de hidrógeno que proviene de la descomposición de la materia orgánica contenida en los residuos.

c) Olores variados: son de productos descompuestos, como repollo, legumbres, pescado, materia fecal, productos rancios, de conformidad con el predominio de productos sulfurosos, nitrogenados y ácidos orgánicos.

3.11. Medición de la concentración de contaminantes en aguas residuales

Los contaminantes en las aguas residuales son normalmente una mezcla completa de compuestos orgánicos e inorgánicos. Los métodos analíticos para contaminantes orgánicos pueden clasificarse en dos grupos:

a) Métodos cuyo parámetro es el oxígeno: demanda teórica de oxígeno, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno y demanda total de oxígeno.

- Demanda teórica de oxígeno: es la correspondiente a la cantidad estequiométrica de oxígeno necesaria para oxidar por completo un determinado compuesto. Consiste en la cantidad de oxígeno que se requiere para la completa transformación de la fracción orgánica de aguas residuales en gas carbónico.

- **Demanda química de oxígeno:** se obtiene mediante la oxidación del agua residual en una solución ácida de permanganato o dicromato de potasio. Este proceso oxida casi todos los compuestos orgánicos en gas carbónico y en agua. La reacción es completamente en la mayoría de casos.

Las ventajas de sus mediciones es que los resultados se obtienen de forma rápida, pero tiene la desventaja de que no ofrece ninguna información de la proporción del agua residual que puede ser oxidada por las bacterias ni de la velocidad del proceso de biooxidación.

- **Demanda bioquímica de oxígeno:** es la cantidad de oxígeno utilizada en la oxidación bioquímica de la materia orgánica, bajo condiciones determinadas de tiempo y temperatura. Es la principal prueba utilizada para la evaluación de la naturaleza del agua residual.

La demanda de oxígeno de las aguas residuales se debe a tres clases de materiales que son: la materia orgánica carbonosa, usada como fuente de alimentación por los organismos aerobios; el nitrógeno oxidable derivado de nitritos, amoníaco y compuestos de nitrógeno orgánico que sirven de sustrato para bacterias específicas del género nitrosomas, que oxidan el nitrógeno amoniacal en nitrios y nitratos; y los compuestos reductores químicos como sulfitos, sulfuros y el ión ferroso que son oxidados por el oxígeno disuelto.



b) Métodos cuyo parámetro es el carbono: existe el carbono orgánico total y el carbono orgánico teórico.

- Carbono orgánico total: las pruebas para la determinación del carbono orgánico total se basan en la oxidación del carbono existente en la materia orgánica, la cual da como resultado dióxido de carbono. Su determinación se obtiene mediante la absorción en hidróxido de potasio, o mediante la utilización del analizador de infrarrojo.

- Carbono orgánico teórico: es la aplicación práctica del carbono orgánico total.



CAPÍTULO IV

4. Falta de capacidad de las municipalidades para velar por el cumplimiento de la legislación ambiental referente al tratamiento de aguas residuales en el departamento de Guatemala

La referencia de un excedente de agua puede dar una idea de abundancia pero, por la distribución de las lluvias, hay meses con exceso de precipitación y otros con escasez, a lo cual deben sumarse limitaciones financieras y administrativas para la captación y distribución del agua en muchas poblaciones.

Se tiene que reconocer que los seres humanos contaminan la naturaleza. Se utiliza el agua para actividades domésticas e industriales y posteriormente la misma es devuelta como aguas residuales.

Las mismas siguen diferentes cursos y terminan llegando a un cuerpo de agua, contaminándolo o incrementando su nivel de contaminación. Otras personas utilizan cuencas debajo del agua contaminada y vierten sus propias aguas residuales, creando un ciclo progresivo de recontaminación que no se detiene a menos de que exista una seria participación en las soluciones.

Las aguas residuales son constitutivas de la principal fuente de contaminación de los cuerpos del agua.

Las municipalidades pueden comprender el grave problema de la contaminación, pero faltan los recursos financieros suficientes para abordar eficientemente esta situación.

4.1. Control de aguas residuales

Por imperativo constitucional el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio de la República de Guatemala se encuentran obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga el impacto adverso del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico, para lo cual es necesario dictar normas que garanticen la utilización y el aprovechamiento racional de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, evitando su depredación.

La Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente tiene por objetivo velar por el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del país.

De acuerdo con la normativa anotada, se tienen que emitir las disposiciones y reglamentos respectivos para el ejercicio, control, aprovechamiento y uso de las aguas, así como prevenir, controlar y determinar los niveles de contaminación de los ríos, lagos y mares y cualquier otra causa o fuente de contaminación hídrica.

Las aguas residuales domésticas se encuentran constituidas en un elevado porcentaje por agua y de sólidos suspendidos, coloidales y disueltos. Esta pequeña fracción de

sólidos es la que presenta los mayores problemas en el tratamiento y su disposición.

El agua es apenas el medio de transporte de los sólidos.

El agua residual se encuentra compuesta de componentes físicos, químicos y biológicos. Consiste en una mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, suspendidos o disueltos en el agua.

“La mayor parte de la materia orgánica es relativa a residuos alimenticios, heces, material vegetal, sales minerales, materiales orgánicos y materiales diversos como jabones y detergentes sintéticos”.¹⁶

Las proteínas son el principal componente del organismo animal pero también se encuentran presentes en los vegetales. El gas sulfuro de hidrógeno presente en las aguas residuales, es proveniente del azufre de las proteínas.

Los carbohidratos son las primeras sustancias degradadas por las bacterias, con producción de ácidos orgánicos, y por ese motivo es la principal característica común de la insolubilidad en agua, pero son solubles en ciertos solventes como alcoholes y benceno. Se encuentran siempre presentes en las aguas residuales domésticas, debido a la utilización de manteca, grasas y aceites vegetales en las cocinas. Pueden estar también presentes bajo la forma de aceites minerales derivados del petróleo,

¹⁶ **Ibid**, pág 44.



debido a contribuciones no permitidas y son altamente indeseables, porque se adhieren a las tuberías provocando con ello su obstrucción.

Las grasas no son deseables, ya que provocan mal olor, forman espuma, inhiben la vida de los microorganismos provocando con ello problemas de mantenimiento.

La materia inorgánica presente en las aguas residuales se encuentra formada principalmente de arena y sustancias minerales que se encuentran disueltas. El agua residual contiene pequeñas concentraciones de gases disueltos. Entre ellos el de mayor importancia es el oxígeno que es proveniente del aire que eventualmente entra en contacto con las superficies del agua residual en movimiento.

Además, el oxígeno del agua residual puede contener otros gases como dióxido de carbono, resultante de la descomposición de la materia orgánica, nitrógeno disuelto de la atmósfera, sulfuro de hidrógeno formado por la descomposición de compuestos orgánicos, gas amoníaco y determinadas formas inorgánicas de azufre. Estos gases, aunque en pequeñas cantidades, se relacionan con la descomposición y el tratamiento de los componentes del agua residual.

4.2. Importancia, objeto, aplicación y competencia del Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos

El Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de

lodos, Acuerdo Gubernativo 236-2006 regula en el Artículo 1: “Objeto. El objeto del presente Reglamento es establecer los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reuso de aguas residuales, así como para la disposición de todos. Lo anterior para que, a través del mejoramiento de las características de dichas aguas, se logre establecer un proceso continuo que permita:

- a) Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana.
- b) Recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización.
- c) Promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada.

También es objeto del presente Reglamento establecer los mecanismos de evaluación, control y seguimiento para que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales promueva la conservación y mejoramiento del recurso hídrico”

El Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos, Acuerdo Gubernativo 236-2006 regula en el Artículo 2: “Aplicación. El presente Reglamento debe aplicarse a:

- a) Los entes generadores de aguas residuales;
- b) Las personas que descarguen sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público;
- c) Las personas que produzcan aguas residuales para reuso;
- d) Las personas que reusen parcial o totalmente aguas residuales;
- e) Las personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de todos”.



El Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos, Acuerdo Gubernativo 236-2006 regula en el Artículo 3: "Competencia. Compete la aplicación del presente Reglamento al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Las municipalidades y demás instituciones de gobierno, incluidas las descentralizadas y autónomas, deberán hacer del conocimiento de dicho Ministerio los hechos contrarios a estas disposiciones, para los efectos de la aplicación de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente".

4.3. Diversas definiciones

El Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos, Acuerdo Gubernativo 236-2006 regula en el Artículo 5: "Definiciones. Para los efectos de la aplicación e interpretación de este Reglamento, se entenderá por:

Afluente: el agua captada por un ente generador.

Aguas residuales: las aguas que han recibido uso y cuyas calidades han sido modificadas.

Aguas residuales de tipo especial: las aguas residuales generadas por servicios públicos municipales y actividades de servicios industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias y todas aquellas que no sean de tipo ordinario, así como la mezcla de las mismas.

Aguas residuales de tipo ordinario: las aguas residuales generadas por las actividades domésticas, tales como uso en servicios sanitarios, pilas, lavamanos, lavatrastos, lavado de ropa y otros similares, así como la mezcla de las mismas, que se conduzcan a través de un alcantarillado.

Alcantarillado pluvial: el conjunto de tuberías, canalizaciones y otras accesorias para recolectar y conducir las aguas de lluvia.

Alcantarillado público: el conjunto de tuberías y obras accesorias utilizadas por la municipalidad, para recolectar y conducir las aguas residuales de tipo ordinario o de tipo especial, o combinación de ambas que deben ser previamente tratadas antes de descargarlas a un cuerpo receptor.

Caracterización de una muestra: la determinación de características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos.

Caracterización de un efluente o un afluente: la determinación de características físicas, químicas y biológicas de las aguas, incluyendo el caudal de los parámetros requeridos en el presente Reglamento.

Carga: el resultado de multiplicar el caudal por la concentración determinados en un efluente y expresada en kilogramos por día.

Caudal: el volumen de agua por unidad de tiempo.

Coniformes fecales: el parámetro que indica la presencia de contaminación fecal en el agua y de bacterias patógenas, provenientes del tracto digestivo de los seres humanos y animales de sangre caliente.

Cuerpo receptor: embalse natural, lago, laguna, río, quebrada, manantial, humedal, estuario, estero, manglar, pantano, aguas costeras y aguas subterráneas donde se descargan aguas residuales.

Demanda bioquímica de oxígeno: la medida indirecta del contenido de materia orgánica en aguas residuales, que se determina por la cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la materia orgánica biodegradable durante un período de cinco días y una temperatura de veinte grados Celsius.

Demanda química de oxígeno: la medida indirecta del contenido de materia orgánica e inorgánica oxidable en aguas residuales, que se determina por la cantidad equivalente de oxígeno utilizado en la oxidación química.

Dilución: el proceso que consiste en agregar un volumen de agua con el propósito de disminuir la concentración en un efluente de aguas residuales.

Efluente de aguas residuales: las aguas residuales descargadas por un ente generador.

Entes generadores: la persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, y cuyo efluente final se descarga a un cuerpo receptor.

Entes generadores existentes: los entes generadores establecidos previo a la vigencia del presente Reglamento.

Entes generadores nuevos: los entes generadores establecidos posteriormente a la vigencia del presente Reglamento.

Estabilización de lodos: el proceso físico, químico o biológico al que se someten los lodos para acondicionarlos previo a su aprovechamiento o disposición final.

Estero: la zona del litoral que se inunda durante la pleamar. Puede ser tanto arenoso como rocoso y en ocasiones alcanza gran amplitud, tanto mayor cuanto más leve sea la pendiente y más notorias las mareas. Con frecuencia tiene un amplio desarrollo en las desembocaduras fluviales.

Eutrofización: el proceso de disminución de la calidad de un cuerpo de agua como consecuencia del aumento de nutrientes, lo que a su vez propicia el desarrollo de microorganismos y limita la disponibilidad de oxígeno disuelto que requiere la fauna y

flora.

Fertirriego: la práctica agrícola que permite el reuso de un efluente de aguas residuales que no requiere tratamiento, a fin de aprovechar los diversos nutrientes que posee para destinarlos en la recuperación y mejoramiento de suelos así como en fertilización de cultivos que no se consuman crudos o precocidos.

Humedal: el sistema acuático o artificial, de agua dulce o salada, de carácter temporal o permanente, generalmente en remanso y de poca profundidad.

Instrumentos de evaluación ambiental: los documentos técnicos definidos en el Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, Acuerdo Gubernativo 23-2003 y sus reformas, contenidos en los Acuerdos Gubernativos número 424-2003 y 704-2003, los cuales permiten realizar una identificación y evaluación sistemática de los impactos ambientales de un proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad, desde la fase de construcción hasta la fase de abandono.

Límite máximo permisible: el valor asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en las etapas correspondientes para aguas residuales y en aguas para reuso y lodos.

Lodos: los sólidos con un contenido variable de humedad provenientes del tratamiento de aguas residuales.

Manto freático: la capa de roca subterránea porosa y fisurada que actúa como reservorio de aguas que pueden ser utilizables por gravedad o por bombeo.

Meta de cumplimiento: la determinación numérica de los valores que deben alcanzarse en la descarga de aguas residuales al final de cada etapa de cumplimiento. En el caso de los entes generadores nuevos y de las personas nuevas que descargan al alcantarillado público, al iniciar operaciones.

Modelo de reducción progresiva: el régimen de cumplimiento de valores de parámetros en cargas, con parámetro de calidad asociado, en distintas etapas.

Monitoreo: el proceso mediante el cual se obtienen, interpretan y evalúan los resultados de una o varias muestras, con una frecuencia de tiempo determinada, para establecer el comportamiento de los valores de los parámetros de efluentes aguas para reuso y lodos.

Muestra: la parte representativa a analizar de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos.

Muestras compuestas: dos o más muestras simples que se toman en intervalos determinados de tiempo y que se adicionan para obtener un resultado de las características de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos.



Muestra simple: la muestra tomada en una sola operación que representa las características de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos en el momento de la toma.

Parámetro: la variable que identifica una característica de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos, asignándole un valor numérico.

Parámetro de calidad asociado: el valor de concentración de demanda bioquímica de oxígeno, expresado en miligramos por litro, que determina la condición del efluente y se aplica en el modelo de reducción progresiva de cargas.

Persona que descarga al alcantarillado público: la persona individual o jurídica, pública o privada, que descarga aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público.

Persona existente que descarga al alcantarillado público: la persona que descarga al alcantarillado público establecida previo a la vigencia del presente Reglamento.

Punto de descarga: el sitio en el cual el efluente de aguas residuales confluye en un cuerpo receptor o con otro efluente de aguas residuales. **Reuso:** el aprovechamiento de un efluente, tratado o no.

Servicios públicos municipales: aquellos que, de acuerdo con el Código Municipal, prestan las municipalidades directamente o los concesionan y generan aguas

residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas”.

Sistema de alcantarillado privado: aquellos que, de acuerdo con el Código Municipal prestan las municipalidades directamente o los concesionan y generan aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas.

Tratamiento de aguas residuales: cualquier proceso físico, químico, biológico o una combinación de los mismos, utilizado para mejorar las características de las aguas residuales”.

4.4. Estudio técnico

El Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos, Acuerdo Gubernativo 236-2006 regula en el Artículo 5: “Estudio técnico. La persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas que vierten éstas o on a un cuerpo receptor o al alcantarillado público tendrán la obligación de preparar un estudio avalado por técnicos en la materia a efecto de caracterizar efluentes, descargas, aguas para reuso y lodos”.

El Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos, Acuerdo Gubernativo 236-2006 regula en el Artículo 6: “Contenido del estudio técnico. Las personas individuales o jurídicas, públicas o privadas, indicadas en el

Artículo 5 del presente Reglamento, para documentar el estudio técnico deberán tomar en cuenta los siguientes requisitos:

I. Información general:

- a) Nombre, razón o denominación social.
- b) Persona contacto ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- c) Descripción de la naturaleza de la actividad de la persona individual o jurídica sujeta al presente Reglamento.
- d) Horarios de descarga de aguas residuales.
- e) Descripción del tratamiento de aguas residuales.
- f) Caracterización del efluente de aguas residuales, incluyendo sólidos sedimentables.
- g) Caracterización de las aguas para reuso.
- h) Caracterización de lodos a disponer.
- i) Caracterización del afluente. Aplica en el caso de la deducción especial de parámetros del Artículo 23 del presente Reglamento.
- j) Identificación del cuerpo receptor hacia el cual se descargan las aguas residuales, si aplica.
- k) Identificación del alcantarillado hacia el cual se descargan las aguas residuales, si aplica.
- l) Enumeración de parámetros exentos de medición y su justificación respectiva.

II. Documentos:

- a) Plano de localización y ubicación, con coordenadas geográficas, del ente generador o de la persona que descarga aguas residuales al alcantarillado público.

- b) Plano de ubicación y localización, con coordenadas geográficas, del o de los dispositivos de descarga, para la toma de muestras, tanto del afluente como del efluente. En el caso del afluente cuando aplique.
- c) Plan de gestión de aguas residuales, aguas para reuso y lodos. Las municipalidades o empresas encargadas de prestar el servicio de tratamiento de aguas residuales, a personas que descargan sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, incluirán la siguiente información: el catastro de dichos usuarios y el monitoreo de sus descargas.
- d) Plan de tratamiento de aguas residuales, si se descargan a un cuerpo receptor o alcantarillado.
- e) Informes de resultados de las caracterizaciones”.

4.5. Caracterización

El Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos, Acuerdo Gubernativo 236-2006 regula en el Artículo 13: “Caracterización del afluente y del efluente de aguas residuales. La persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, que vierten éstas en un cuerpo receptor o al alcantarillado público, deberá realizar la caracterización del afluente, así como del efluente de aguas residuales e incluir los resultados en el estudio técnico”.

El Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos, Acuerdo Gubernativo 236-2006 regula en el Artículo 14: “Caracterización de aguas para reuso. La persona individual o jurídica, pública o privada, que genere aguas residuales para reuso o las reuse, deberá realizar la caracterización de las aguas que genere y que desea aprovechar e incluir el resultado en el estudio técnico”.

El Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos, Acuerdo Gubernativo 236-2006 regula en el Artículo 15: “Caracterización de lodos. La persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar lodos, deberá realizar la caracterización de los mismos e incluir el resultado en el estudio técnico”.

4.6. Cumplimiento de las municipalidades

El Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos, Acuerdo Gubernativo 236-2006 regula en el Artículo 24: “Las Municipalidades que opten por cumplir lo preceptuado en el literal b) del Artículo 24 de este Reglamento iniciarán el cumplimiento de los límites máximos permisibles de la etapa uno para entes generadores existentes, el dos de mayo de dos mil once. A partir de dicha fecha, aplicarán las reducciones en los plazos y etapas establecidos hasta el final de los dieciocho años.

Esta disposición no exime a las Municipalidades del cumplimiento de los demás aspectos que contempla el presente Reglamento”.

El Artículo 24 literal “b” al cual se hace referencia señala los límites máximos permisibles y plazos establecidos permisibles de descargas a cuerpos receptores para aguas residuales municipales y de urbanizaciones no conectadas al alcantarillado público.

4.7. Análisis de la falta de capacidad de las municipalidades para velar por el cumplimiento de la legislación ambiental referente al tratamiento de aguas residuales en el departamento de Guatemala

Un municipio es una entidad administrativa que puede agrupar una misma localidad o varias, pudiendo con ello hacer referencia a una ciudad. Se encuentra integrado por un territorio debidamente definido por un término municipal de límites establecidos, y aunque a veces no es continuo territorialmente, puede extenderse fuera de sus limitaciones.

El Artículo 97 de la Constitución Política de la República de Guatemala regula: “El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y el agua se realicen racionalmente, evitando su depredación”.



La contaminación consiste en la alteración, en dañar alguna sustancia o sus efectos relativos a la pureza o al estado de alguna cosa. Es la incorporación al estado de las cosas, sustancias, formas de energía o elementos ajenos a su composición natural.

Consiste en el cambio indeseable en las características físicas, químicas o biológicas del aire, agua, suelo o alimentos y puede influir de manera directa en la salud, sobrevivencia o actividades de seres humanos u otros organismos vivos.

El Código de Salud, Decreto número 90-97 del Congreso de la República de Guatemala regula en el Artículo 92: "Dotación de servicios. Las municipalidades, industrias, comercios, entidades agropecuarias, turísticas y otro tipo de establecimientos públicos y privados, deberán dotar o promover la instalación de sistemas adecuados para la eliminación sanitaria de excretas, el tratamiento de aguas residuales y aguas servidas, así del mantenimiento de dichos sistemas conforme a la presente ley y los reglamentos respectivos".

El Código de Salud, Decreto número 90-97 del Congreso de la República de Guatemala regula en el Artículo 93: "Acceso y cobertura. El Ministerio de Salud de manera conjunta con las instituciones del sector, las Municipalidades y la comunidad organizada, promoverá la cobertura universal de la población a servicios para la disposición final de excretas, la conducción y tratamientos de aguas residuales y fomentará acciones de educación sanitaria para el correcto uso de las mismas".



Dentro de la competencia de los municipios se encuentra la administración local y la garantía de prestar buenos servicios públicos a la población, por ende es necesario el conocimiento en materia de urbanización respecto a los ordenamientos jurídicos del vecino a nivel local.

El Código de Salud, Decreto número 90-97 del Congreso de la República de Guatemala regula en el Artículo 95: “Disposición de excretas. Queda prohibida la disposición insanitaria de excretas en lugares públicos, terrenos comunales y baldíos. La contravención a esta disposición será sancionada por la autoridad municipal respectiva, de conformidad con el Código Municipal, los reglamentos municipales y el presente Código”.

El Código de Salud, Decreto número 90-97 del Congreso de la República de Guatemala regula en el Artículo 96: “Construcción de obras de tratamiento. Es responsabilidad de las Municipalidades o de los usuarios de las cuencas o subcuencas afectadas, la construcción de obras para el tratamiento de las aguas negras y servidas, para evitar la contaminación de otras fuentes de agua: ríos, lagos, nacimientos de agua. El Ministerio de Salud deberá brindar asistencia técnica en aspectos vinculados a la construcción, funcionamiento y mantenimiento de las mismas”.

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como finalidad la eliminación de los contaminantes físicos, químicos y biológicos que están presentes en el agua de utilización humana.



El Código de Salud, Decreto número 90-97 del Congreso de la República de Guatemala regula en el Artículo 97: “Descarga de aguas residuales. Queda prohibida la descarga de contaminantes de origen industrial, agroindustrial y el uso de aguas residuales que no hayan sido tratadas sin previo dictamen favorable del Ministerio de Salud, El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y la autorización del Consejo Municipal de la jurisdicción o jurisdicciones municipales afectadas. Dicho dictamen debe ser emitido en un plazo que no exceda a lo que establezca el reglamento respectivo. Se prohíbe, asimismo, la descarga de aguas residuales no tratadas en ríos, lagos, riachuelos y lagunas o cuerpos de agua, ya sean estos superficiales o subterráneos”.

El Código de Salud, Decreto número 90-97 del Congreso de la República de Guatemala regula en el Artículo 98: “Autorización de licencias. Para extender las licencia de construcción en general, o la construcción o reparación y/o modificación de obras públicas o privadas destinadas a la eliminación o disposición de excretas o aguas residuales, las municipalidades deberán previamente obtener el dictamen favorable del Ministerio de Salud, el que deberá ser emitido dentro de los plazos que queden indicados en la reglamentación específica, de no producirse el mismo, se considerará favorable, y la Municipalidad emitirá la autorización respectiva, sin perjuicio de que la responsabilidad ulterior a que se haga acreedor la unidad del Ministerio de Salud que no elaboró el dictamen en el plazo estipulado”.

El Código de Salud, Decreto número 90-97 del Congreso de la República de Guatemala regula en el Artículo 99: “Conexión. En las poblaciones donde exista alcantarillado



sanitario, los propietarios de inmuebles están obligados a conectar sus instalaciones sanitarias al mismo, salvo en los casos de excepción determinados por el reglamento correspondiente. En las poblaciones donde no hubiere alcantarillado sanitario, se permitirá el uso de sistemas privados de disposición de excretas, siempre que se cumpla con las normas establecidas por el Ministerio de Salud, a fin de no comprometer los mantos freáticos, ni contaminar los cuerpos de agua”.

El Código de Salud, Decreto número 90-97 del Congreso de la República de Guatemala regula en el Artículo 100: “Sistemas privados. La construcción de sistemas privados de disposición de excretas deberán ser diseñados y construidos acatando las disposiciones que sobre la materia establezca el Ministerio de Salud, a fin de no comprometer los mantos freáticos, ni contaminar los cuerpos de agua”.

La Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto número 68-86 del Congreso de la República de Guatemala regula en el Artículo 15: “El gobierno velará por el mantenimiento de la cantidad del agua para el uso humano y otras actividades cuyo empleo sea indispensable, por lo que emitirá las disposiciones que sean necesarias y los reglamentos correspondientes para:

- a) Evaluar la calidad de las aguas y sus posibilidades de aprovechamiento mediante análisis periódicos sobre sus características físicas, químicas y biológicas;
- b) Ejercer control para que el aprovechamiento y uso de las aguas no cause deterioro ambiental;
- c) Revisar permanentemente los sistemas de disposición de aguas servidas o

contaminadas para que cumplan con las normas de higiene y saneamiento ambiental y fijar los requisitos;

d) Determinar técnicamente los casos en que debe producirse o permitirse el vertimiento de residuos, basuras, desechos o desperdicios en una fuente receptora de acuerdo a las normas de calidad de agua;

e) Promover y fomentar la investigación y el análisis permanente de las aguas interiores, litorales y oceánicas que constituyen la zona económica, marítima de dominio exclusivo;

f) Promover el uso integral y el manejo racional de cuencas hídricas, manantiales y fuentes de abastecimiento de aguas;

g) Investigar y controlar cualquier causa o fuente de contaminación hídrica para asegurar la conservación de los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies;

h) Propiciar en el ámbito nacional o internacional las acciones para mantener la capacidad reguladora del clima en función de cantidad y calidad.

i) Velar por la conservación de la flora, principalmente los bosques, para el mantenimiento y el equilibrio del sistema hídrico, promoviendo la inmediata reforestación de las cuencas lacustre de ríos y manantiales;

j) Prevenir, controlar y determinar los niveles de contaminación de los ríos, lagos y mares de Guatemala;

k) Investigar, prevenir y controlar cualesquiera otras causas o fuentes de contaminación hídrica”.

El objetivo del tratamiento de aguas es producir agua limpia o que pueda ser reutilizable

en el ambiente. Es bien común llamar al tratamiento de depuración de aguas residuales para hacer su distinción del tratamiento de aguas potables.

“Las aguas residuales son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Las mismas pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generadas, o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías. Los esfuerzos para tratar las aguas residuales se encuentran sujetos a regulaciones y estándares locales y estatales”.¹⁷

Con frecuencia existen contaminantes de origen industrial que se encuentran presentes en las aguas residuales y que requieren de procesos de tratamientos especializados.

Típicamente, el tratamiento de aguas residuales comienza por la separación física inicial de sólidos grandes de la corriente de agua doméstica o industrial utilizando un sistema de rejillas o mallas, aunque también pueden ser triturados esos materiales por equipo especial, y posteriormente se aplica un desarenado consistente en la separación de pequeños sólidos, siendo seguido de una sedimentación primaria o tratamiento similar que se encarga de separar los sólidos que se encuentran suspendidos en el agua residual. Para eliminar los metales disueltos se emplean reacciones de precipitación que se utilizan para eliminar el plomo.

¹⁷ *Ibid*, pág 49.

El tratamiento de aguas residuales si se planifica y gestiona de manera adecuada produce beneficios para el medio ambiente, siendo esos efectos positivos y los que ayudan a incrementar el rendimiento en la agricultura y la acuicultura. La eliminación de contaminantes del agua puede resultar de gran utilidad en diversos casos:

- Evitando el agotamiento del oxígeno que produce la contaminación en el agua.
- En zonas áridas o semiáridas en las que el agua no es abundante, y puede volver a utilizarse para uso agropecuario.
- Recuperar zonas áridas que se encuentren en peligro de desertificación, a través de riegos y fertilización.
- El agua tratada puede ser utilizada para regar zonas verdes urbanas.

Los contaminantes son las sustancias nuevas introducidas en un medio y las sustancias cuya concentración normal en el medio se han visto aumentadas de manera importante, siempre que el resultado de esas interacciones sea la tortura de determinados equilibrios con las consiguientes modificaciones en la estructura y función del ecosistema afectado.

La consecuencia general de la contaminación de las propiedades macroscópicas de los ecosistemas no difiere normalmente de las que producen una explotación.

Los impactos ambientales positivos del tratamiento de plantas de aguas residuales son:

- En los ríos se deposita una menor cantidad en materia orgánica.
- De la misma forma también se disminuye la carga microbiológica descargada.
- Se conservan los espacios ecológicos y se mantiene la capacidad de reproducción del ecosistema.

Los impactos ambientales negativos del tratamiento de plantas de agua residuales son:

- Puede llegar a contaminarse el agua subterránea mediante el contaminante que no ha sido removido por el sistema de tratamiento.
- Si se permite descargar aguas industriales que no han pasado por un tratamiento previo, la acumulación de sus elementos puede provocar una acumulación de los mismos en los cultivos.
- Algunas plantas de tratamiento producen malos olores.
- Si no se presta especial atención al proceso de filtración y drenaje se puede producir un deterioro en el suelo, causado por el aumento de salinización y saturación del agua.

Las aguas residuales son provenientes de tocadores, baños, regaderas o duchas y cocinas. En muchas áreas las aguas residuales también incluyen algunas aguas contaminadas provenientes de industrias y comercios.

La división del agua drenada en aguas negras es mayormente común en el mundo desarrollado, y esa agua es la que procede de inodoros; y el agua gris, es la que procede de piletas y bañeras pudiendo ser utilizada en el riego de plantas y en el uso de inodoros, donde se transforma en agua negra.

Muchas aguas residuales también incluyen aguas superficiales procedentes de las lluvias. Las aguas residuales municipales contienen descargas residenciales, comerciales e industriales, pudiendo incluirle precipitaciones pluviales cuando se utilizan tuberías de uso mixto pluvial y residual.

Las enfermedades que se relacionan con el agua contaminada y su inadecuada disposición encabezan las causas de morbilidad y mortalidad que más lesionan a la niñez, y además propician una elevada incidencia de enfermedades gastrointestinales, de las cuales la diarrea es la primera causa de mortalidad infantil en Guatemala.

La fiebre tifoidea, hepatitis, cólera e intoxicaciones por plaguicidas y agroquímicos son derivados de la contaminación del agua.

El propósito de la desinfección en el tratamiento de las aguas residuales consiste en reducir substancialmente el número de organismos vivos en el agua que se descargará nuevamente dentro del ambiente.

La efectividad de la desinfección depende de la calidad del agua que es tratada, del tipo de desinfección que es empleada, de la dosis de desinfectante y de otras variables ambientales.

Con la participación de organizaciones ambientales de índole social en políticas de respeto al derecho ambiental y con el cumplimiento de las municipalidades respecto a la sanción y control de la legislación en materia de tratamiento de aguas residuales en el departamento de Guatemala, se mejoran las condiciones de ejecución para así sancionar los casos de mal tratamiento de aguas residuales.

Es fundamental la disminución del ingreso de agentes contaminantes al sistema de tratamiento, y de aguas servidas para así asegurar el compromiso de cumplir con la legislación mediante la creación de un plan de manejo de residuos y asegurar de esa forma una correcta actuación ambiental por parte de las municipalidades.

Las municipalidades del departamento de Guatemala no aplican la legislación ambiental respecto al control de tratamiento de aguas residuales, siendo fundamental la determinación activa y participación de organizaciones sociales en beneficio del medio ambiente.





CONCLUSIONES

1. La contaminación del agua es un problema serio que afecta al departamento de Guatemala produciendo un desequilibrio que no permite la protección de recursos naturales, ni el aseguramiento de la salud de la ciudadanía guatemalteca mediante la participación de organizaciones sociales en beneficio del ambiente y las formas de tratamiento de aguas residuales.
2. La falta de tratamiento de las aguas residuales es un problema que genera en la sociedad un impacto en la salud, debido a los efectos negativos que ocasiona, y la falta de capacidad financiera y administrativa de las municipalidades del departamento de Guatemala para que se exija el cumplimiento de la legislación actual reguladora del tratamiento de aguas residuales dentro de su jurisdicción.
3. El Estado guatemalteco no garantiza el respeto al medio ambiente y salud de las personas a través de las municipalidades, al no utilizar correctamente la legislación en materia ambiental respecto al tratamiento de aguas residuales para el fortalecimiento y control de políticas de control y ejecución en el país que eviten la contaminación del agua.



4. La elevada contaminación existente en los ríos del departamento de Guatemala y la falta de apoyo por parte de las municipalidades, no permite la existencia de mecanismos adecuados para la existencia de un equilibrio ambiental, y la aplicación de sanciones a empresas o personas individuales que no lleven una adecuada utilización del recurso.



RECOMENDACIONES

1. El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, tiene que señalar que la contaminación del agua es un serio problema que lesiona al departamento de Guatemala y es productor de un desequilibrio que no permite proteger los recursos de la naturaleza para beneficiar al ambiente y a las formas de tratar las aguas residuales.
2. El gobierno del departamento de Guatemala, debe señalar la falta de tratamiento de las aguas residuales al ser el mismo generador de un alto impacto en la salud humana por los efectos negativos que ocasiona y por la falta de capacidad administrativa de las municipalidades, siendo necesario poder exigir el cumplimiento de la legislación que regula el tratamiento de las aguas residuales.
3. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), tiene que señalar que no se respeta el medio ambiente ni la salud de las personas debido a que las municipalidades del departamento de Guatemala no utilizan de forma adecuada la legislación en materia ambiental en cuanto al tratamiento de aguas residuales para fortalecer y controlar la contaminación del agua.



4. El gobierno de Guatemala, tiene que dar a conocer la elevada contaminación que existe en los ríos del departamento de Guatemala y la falta de apoyo por parte de las municipalidades para mejorar las condiciones de salubridad a través de plantas de tratamiento de aguas residuales para garantizar un equilibrio ambiental.



BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, Gretel. **Manual de derecho ambiental en Guatemala.** Guatemala: Ed. Centroamericano S.A., 1998.
- ALFARO ARELLANO, Edgar Rolando. **Introducción al derecho ambiental guatemalteco.** Buenos Aires, Argentina: Ed. La Ley, S.A., 1992.
- BAQUEIRO, Edgardo. **Introducción al derecho ecológico.** México: Ed. Tiempos Nuevos, 2007.
- CABANELLAS, Guillermo. **Diccionario enciclopédico de derecho usual.** Buenos Aires, Argentina: Ed. Heliasta S.R.L., 1984.
- CASTAÑEDA SALGUERO, César. **Interacción, naturaleza y sociedad guatemalteca.** Guatemala: Ed. Universitaria, 1991.
- FERRATE, Luis Alberto. **La situación ambiental en Guatemala.** Guatemala: Ed. ASIES, 1987.
- GONZÁLEZ PASTORA, Marco Antonio. **Legislación ambiental en Centroamérica.** Guatemala: Ed. Pozas, 2002.
- JUÁREZ CANO, Guillermo. **Derecho, política y administración ambiental.** Buenos Aires, Argentina: Ed. De Palma, 1988.
- MARTÍNEZ SOLÓRZANO, Edna Rossana. **Apuntes de derecho ambiental.** Guatemala: Ed. Universitaria, 1999.
- MARTÍN MATEO, Romualdo. **Tratado de derecho ambiental.** Madrid, España: Ed. Civitas, 1991.
- NOVARRI, Ricardo. **Ecología.** Buenos Aires, Argentina: Ed. Kapelus, 1985.



SÁNCHEZ, Narciso. **Derecho ambiental**. México, D.F.: Ed. Porrúa, 2006.

SILVA, Roderico. **El derecho ambiental en el mundo**. México, D.F.: Ed. Porrúa S.A., 2003.

Legislación:

Constitución Política de la República de Guatemala. Asamblea Nacional Constituyente, 1986.

Código Municipal. Decreto número 12-2002 del Congreso de la República de Guatemala, 2002.

Código de Salud. Decreto número 90-97 del Congreso de la República de Guatemala, 1997.

Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. Decreto número 68-86 del Congreso de la República de Guatemala, 1986.

Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos. Acuerdo Gubernativo 236-2006, 2006.