

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

**EL ACUERDO GUBERNATIVO 236-2006 (LODOS) SUS CONTINGENCIAS  
JURÍDICAS Y AMBIENTALES EN NUESTRO PAÍS**

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva

de la

Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

**JEANNETTE ANA LILY OCHOA LÓPEZ**

Previo a conferírsele el grado académico de

**LICENCIADA EN CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES**

Y los títulos profesionales de

**ABOGADA Y NOTARIA**

Guatemala, agosto de 2010.

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

DECANO:	Lic. Bonerge Amilcar Mejía Orellana
VOCAL I:	Lic. César Landelino Franco López
VOCAL II:	Lic. Gustavo Bonilla
VOCAL III:	Lic. Luis Fernando López Díaz
VOCAL IV:	Br. Mario Estuardo León Alegría
VOCAL V:	Br. Luis Gustavo Ciraz Estrada
SECRETARIO:	Lic. Avidán Ortíz Orellana

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ  
EL EXAMEN TÉCNICO PROFESIONAL**

**Primera Fase**

Presidenta:	Licda. Ileana Noemí Villatoro Fernández
Vocal:	Lic. Pablo Xitumul de Paz
Secretaria:	Lic. Ileana Magali López Arango

**Segunda Fase**

Presidenta:	Licda. Marisol Morales Chew
Vocal:	Lic. Carlos Humberto de León Velasco
Secretario:	Lic. Rodolfo Giovanni Celis López

**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)”.

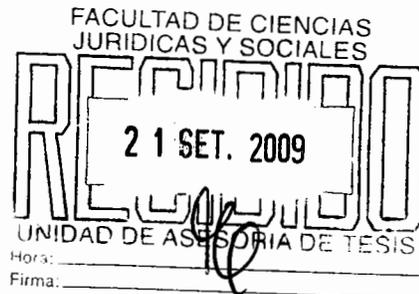
LIC. MARCO TULLIO ESCOBAR HERRERA

Abogado y Notario  
Bufete Profesional  
10ª. Avenida 7-06, zona 1  
2do. Nivel, Oficina No. 1  
Cel. 53180033



Guatemala, 14 de septiembre de 2009

Licenciado  
Carlos Manuel Castro Monroy  
Jefe de la Unidad de Tesis  
Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales  
Universidad de San Carlos de Guatemala



Licenciado Castro Monroy:

De acuerdo con el nombramiento de esa jefatura en el que se me faculta para que como Asesor pueda realizar modificaciones que tengan por objeto mejorar el trabajo de investigación de la bachiller **JEANNETTE ANA LILY OCHOA LÓPEZ**, intitulado "EL ACUERDO GUBERNATIVO 236-2006 (LODOS) SUS CONTINGENCIAS JURÍDICAS Y AMBIENTALES EN NUESTRO PAÍS", se realizaron las observaciones pertinentes.

Al respecto me permito informarle que la investigación en mención, se realizó bajo mi inmediata dirección, se orientó a la estudiante sobre las fuentes de información y bibliografías a utilizar, aplicables al tema en estudio, habiendo analizado las teorías existentes así como la aplicación de las técnicas adecuadas para el correcto desarrollo del trabajo de tesis, derivado de lo cual emito el siguiente dictamen:

- a. El trabajo presentado por la estudiante, es de suma importancia, pues contribuye de una manera técnica y científica con los estudios de Derecho Ambiental, por lo que puede llegarse a la conclusión que el mismo no solo reúne los requisitos exigidos por la normativa correspondiente, sino que además se presenta con una temática para que constituya una fuente importante de información y consulta en cuanto al Acuerdo Gubernativo 236-2006, sus Contingencias Jurídicas y

Ambientales en Nuestro País, coadyuvando a que se prevenga la descarga y emisión de contaminantes en los afluentes de las aguas y el impacto adverso del ambiente.



- b. La estudiante, en su trabajo de tesis ha utilizado el método científico al observar el problema, el método analítico pues la información bibliográfica se inspiró en autores modernos empapados con conocimientos actuales, las consultas de Derecho Ambiental de tipo doctrinario y legal han sido las adecuadas, el método sintético al resumir y concentrar la información que realmente se considero importante, el método deductivo al tener contacto con el problema de la degradación ambiental en general, para después analizar el tema de los lodos provenientes de afluentes de aguas residuales y la disposición de los mismos, el trabajo de tesis se realizó bajo la aplicación de técnicas de investigación documentales, consultando textos que se encuentran relacionados con el problema, la estudiante realizó una investigación de campo en la Unidad de Recursos Hídricos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, con el fin de obtener información sobre la situación actual de la disposición de los lodos y sus grados de toxicidad.
- c. De igual forma la redacción del trabajo de investigación es clara y ordenada, las reglas ortográficas se encuentran atinadas a los parámetros estipulados por la Real Academia de la Lengua Española.
- d. La presente contribución científica favorece a la comprensión del Acuerdo Gubernativo en mención y nos muestra los efectos positivos de su aplicación. Su estudio profundo, beneficia a miles de ciudadanos, fomentando las ideas de una mejor disposición de los lodos, provenientes de las descargas de aguas residuales, para prevenir, controlar y determinar los niveles de contaminación, conllevando a elevar su calidad y sus posibilidades de aprovechamiento.
- e. Sus conclusiones y recomendaciones se encuentran acertadas a la realidad guatemalteca, ya que acogen hallazgos, sugerencias concretas y coherentes con la coyuntura jurídica social, las conclusiones resultan congruentes con su contenido, las recomendaciones son consecuencia del análisis jurídico de la investigación realizada. La bibliografía empleada es la indicada, pues se manejan postulados de autores modernos ubicados con el contexto actual. En definitiva, el contenido de trabajo de tesis, se ajusta a los requerimientos científicos y técnicos que se deben cumplir de conformidad con la normativa respectiva, la metodología y técnicas de investigación utilizadas son convenientes con los temas desarrollados dentro de la investigación, razones por las cuales la estudiante ha cumplido 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.

- f. Consecuentemente como Asesor me resulta procedente proporcionar **el presente DICTAMEN FAVORABLE**, aprobando el trabajo de tesis, considerando conveniente la impresión del mismo previo DICTAMEN del señor revisor, para que pueda ser discutido en el correspondiente examen público.



Sin más que agradecer la consideración a mi persona, al recomendarme tan honroso trabajo de Asesor, aprovecho la oportunidad para reiterarle mi alta muestra de estima.

Sin otro particular, me suscribo muy cordialmente,

A large, stylized handwritten signature in black ink, which appears to be 'MTE'.

Lic. Marco Tulio Escobar Herrera  
Asesor de Tesis  
Colegiado No. 5521

*Lic. Marco Tulio Escobar Herrera  
Abogado y Notario  
Colegiado No. 5,521*

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE CIENCIAS  
JURÍDICAS Y SOCIALES**

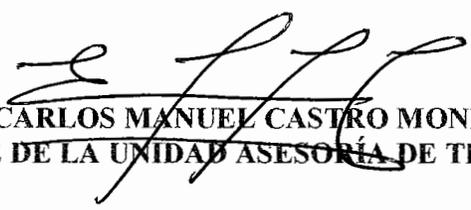
*Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, C. A.*



**UNIDAD ASESORÍA DE TESIS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES.** Guatemala, veintiuno de septiembre de dos mil nueve.

Atentamente, pase al (a la) LICENCIADO (A) JOSÉ FELICITO ALFARO DÍAZ, para que proceda a revisar el trabajo de tesis del (de la) estudiante JEANNETTE ANA LILY OCHOA LÓPEZ, Intitulado: "EL ACUERDO GUBERNATIVO 236-2006 (LODOS) SUS CONTINGENCIAS JURÍDICAS Y AMBIENTALES EN NUESTRO PAÍS".

Me permito hacer de su conocimiento que está facultado (a) para realizar las modificaciones de forma y fondo que tengan por objeto mejorar la investigación, asimismo, del título de trabajo de tesis. En el dictamen correspondiente debe hacer constar el contenido del Artículo 32 del Normativo para la Elaboración de Tesis de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales y del Examen General Público, el cual dice: "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".

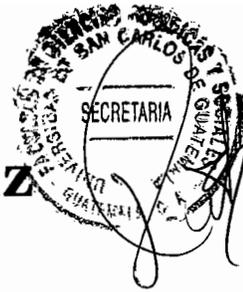
  
**LIC. CARLOS MANUEL CASTRO MONROY**  
**JEFE DE LA UNIDAD ASESORÍA DE TESIS**

cc. Unidad de Tesis  
CMCM/sllh.



# José Felicito Alfaro Díaz

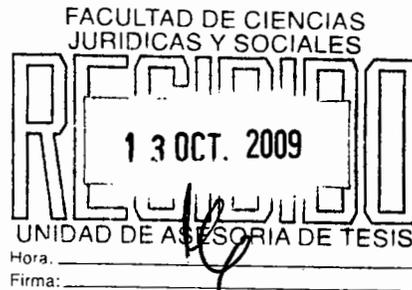
ABOGADO Y NOTARIO  
Colegiado 2.956



LICENCIADO EN CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES

Guatemala, 12 de octubre de 2009

Licenciado:  
Carlos Manuel Castro Monroy  
Jefe de la Unidad de Asesoría de Tesis  
Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales  
Ciudad Universitaria



Licenciado Castro Monroy:

En atención a resolución dictada por la Unidad a su cargo, de fecha veintiuno de septiembre del año dos mil nueve, procedí a revisar minuciosamente el trabajo de tesis de la Bachiller JEANNETTE ANA LILY OCHOA LÓPEZ, intitulado "EL ACUERDO GUBERNATIVO 236-2006 (LODOS) SUS CONTINGENCIAS JURÍDICAS Y AMBIENTALES EN NUESTRO PAÍS"; haciéndole las correcciones y observaciones correspondientes.

Así mismo en el transcurso de la revisión practicada, pude comprobar que la bachiller Ochoa López, investigó un tema de relevancia, que bien podría ser tomado en cuenta por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, puesto que a éste le corresponde formular, ejecutar las políticas relativas a su ramo; cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad, mejoramiento del ambiente, así como de los recursos naturales en el país, el derecho humano a un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado, debiendo prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural.

Derivado de lo cual dictamine lo siguiente:

- 1) Que de acuerdo a la facultad investida en mi persona mediante la resolución citada, luego del estudio conciso del trabajo de tesis según criterio basado en elementos de fondo, se concluyó que el trabajo elaborado por la Bachiller Jeannette Ochoa, contempla los elementos científicos y técnicos necesarios, los cuales se desarrollan adecuadamente según distribución temática del mismo.

# José Felicito Alfaro Díaz

ABOGADO Y NOTARIO  
Colegiado 2,956

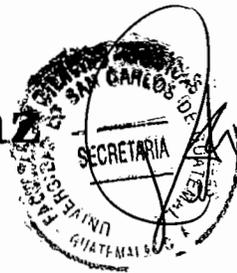


LICENCIADO EN CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES

- 2) La estructura de la tesis, la metodología, técnicas de investigación empleadas, son las adecuadas para el desarrollo del tema y el logro de los objetivos que la investigación pretende arribar, pues la estudiante ha utilizado el método científico al observar el problema, el método analítico ya que las fuentes bibliográficas han sido las adecuadas, el método sintético al resumir la información que realmente se considero de suma importancia, el método deductivo al tener un contacto directo con el problema de la contaminación ambiental, para posteriormente hacer un análisis del tema de la disposición de los lodos provenientes de aguas residuales, el trabajo de tesis se realizó bajo la aplicación de técnicas de investigación de campo en la Unidad de Recursos Hídricos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, con el objeto de obtener información sobre la aplicación del Acuerdo Gubernativo 236-2006, así como las técnicas de investigación documentales consultando textos relacionados con el tema.
- 3) El trabajo de tesis en cuanto a su redacción, es claro y ordenado.
- 4) El tópico abordado en dicho trabajo, resulta de singular importancia ya que aborda temas tanto legales como administrativos y operativos, relativos a una figura comunitaria a la cual no se le ha planteado solución por parte de ningún actor involucrado con la misma; constituyéndose así un contribución científica, válida y oportuna encaminada a solventar dichas problemáticas.
- 5) La autora arriba a conclusiones, recomendaciones congruentes con su trabajo, que confirman los supuestos, las hipótesis planteadas al inicio de la investigación, sintetiza, solventa, las afirmaciones que sustenta en el desarrollo del mismo, constituyendo verdaderos descubrimientos y proposiciones atinadas al contexto real guatemalteco, que de ejecutarse debidamente provocaría afectaciones positivas en cuanto a la difusión del Acuerdo Gubernativo 236-2006.
- 6) Se evidencia que la autora realmente investigó el tema, acudió a las fuentes bibliográficas, doctrinales, legales y de campo idóneas para su desarrollo.

# José Felicito Alfaro Díaz

ABOGADO Y NOTARIO  
Colegiado 2,956



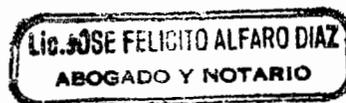
LICENCIADO EN CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES

De tal cuenta, considero que, el contenido de dicho trabajo de tesis se ajusta a los requerimientos científicos y técnicos que se deben cumplir de conformidad con la normativa respectiva; la metodología y técnicas de investigación utilizadas, la redacción, las conclusiones y recomendaciones, bibliografía utilizada, son congruentes con los temas desarrollados dentro de la investigación, es por ello que al haberse cumplido 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, resulta procedente dar el presente **DICTAMEN FAVORABLE**, aprobando el trabajo de tesis revisado, estimando que el mismo puede ser materia de discusión en el examen correspondiente.

Sin otro particular, me suscribo de usted

Atentamente,

  
José Felicito Alfaro Díaz  
Colegiado No. 2,956



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE CIENCIAS  
JURÍDICAS Y SOCIALES

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, C. A.



DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES.

Guatemala, catorce de junio del año dos mil diez.

Con vista en los dictámenes que anteceden, se autoriza la Impresión del trabajo de Tesis del (de la) estudiante JEANNETTE ANA LILY OCHOA LÓPEZ, Titulado EL ACUERDO GUBERNATIVO 236-2006 (LODOS) SUS CONTINGENCIAS JURÍDICAS Y AMBIENTALES EN NUESTRO PAÍS. Artículos 31, 33 y 34 del Normativo para la elaboración de Tesis de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales y del Examen General Público.-

MTCL/sllh.



## DEDICATORIA



- A DIOS: Fuente de sabiduría, que me ha acompañado día tras día derramándome sus bendiciones, a él toda la gloria y honra.
- A MIS PADRES: Etihel y Esperanza, por los sabios consejos, apoyo incondicional, ser ejemplo de esfuerzo y dedicación.
- A MIS HERMANOS: Antonio, Rocío, Glenda, Lucky, por ser bastión importante en mi vida y confiar en que lograría mi meta.
- A MI SOBRINA: Karla, por su ternura y afecto incondicional.
- A MARCELO: Por su amor, comprensión, ser el soporte en mi camino y brindarme las palabras de aliento para seguir adelante.
- A MI FAMILIA: En general, especialmente a mis tíos Julio, Flor, Mirna, Manolo, a mis primos Jennifer, Alejandra, Estuardo, Mahomed y Jenner. Gracias por su cariño.
- A MIS AMIGOS: En general; especialmente a Aleydy, Nubya, Ingrid, Wendy, Heydy, Rosa María, Sergio, Marco Antonio, Mae, Fredy, Iván, Estuardo, Mynor, Verónica y Oscar. Gracias por haber compartido conmigo sus conocimientos y experiencias.
- A LOS PROFESIONALES: Que me ayudaron a fortalecer mi preparación académica a través de sus conocimientos y sabios consejos; especialmente a los licenciados Ricardo Alvarado Sandoval, Marco Tulio Escobar, José Felícito Alfaro, Efraín Orlando Reina, Marisol Morales Chew y María de los Ángeles Salazar.
- A: La Universidad de San Carlos de Guatemala, en especial a la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, por haberme albergado en sus aulas.

# ÍNDICE



Introducción.....	i
-------------------	---

## CAPÍTULO I

1. La degradación ambiental.....	1
1.1. Deforestación, degradación de los suelos y desertificación.....	1
1.2. Los problemas ambientales y su incidencia en las poblaciones pobres.....	3
1.2.1. Los incendios forestales.....	4
1.2.2. El agotamiento de la capa de ozono.....	5
1.2.3. El recalentamiento mundial de la atmósfera.....	5
1.2.4. Otras agresiones al ambiente.....	7
1.3. La degradación ambiental y los efectos en la salud.....	8
1.4. El impacto ambiental y las medidas para frenarlo en Guatemala...	9
1.4.1. El estudio del impacto ambiental.....	10
1.4.2. Participación del público en la evaluación del impacto ambiental.....	13
1.5. Análisis legal de la protección del medio ambiente en Guatemala.	14
1.5.1. Establecimiento de normas para la calidad del aire.....	14
1.5.2. Reglamento de Limpieza y Saneamiento Ambiental del Municipio de Guatemala.....	15



1.5.3. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente...

1.5.4. Protección de océanos y áreas costeras..... 17

## CAPÍTULO II

2.	Protección y gestión de recursos hídricos.....	21
2.1.	Regulación de las aguas públicas.....	22
2.2.	Aguas privadas.....	23
2.3.	Aguas para consumo humano.....	23
2.4.	Aguas para la agricultura.....	25
2.5.	Aguas para la minería.....	26
2.6.	Aguas para la acuicultura.....	27
2.7.	Aguas para el transporte.....	28
2.8.	Aguas para la pesca.....	28
2.9.	Regulación de la descarga de aguas residuales.....	29
2.10.	Protección de las aguas subterráneas.....	31
	2.10.1. Protección de las cuencas hidrográficas.....	32
2.11.	Protección de ecosistemas de agua dulce.....	34
2.12.	Responsabilidad y cumplimiento de las normas para la protección de los recursos hídricos.....	34
	2.12.1. Gestión pública de los recursos hídricos.....	36



### CAPÍTULO III

3.	La contaminación del agua y las aguas residuales.....	37
3.1.	Contaminación y aguas residuales.....	38
	3.1.1. Tipos de contaminación del agua.....	40
3.2.	Las aguas residuales.....	44
	3.2.1. Composición.....	45
3.3.	Lodo.....	50
	3.3.1. Producción y características de los lodos.....	51
	3.3.2. Tratamiento de lodos.....	52
3.4.	Proceso de tratamiento de aguas y lodos residuales.....	53
	3.4.1. Reutilización de las aguas residuales.....	57
3.5.	Lodos residuales.....	60
	3.5.1. Tratamiento de lodos residuales .....	61
	3.5.2. El compostaje como forma de tratamiento de lodos.....	65

### CAPÍTULO IV

4.	Propuesta de soluciones a la problemática de la inobservancia del Acuerdo Gubernativo 236-2006 Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos.....	67
4.1.	Disposición o uso de lodos de aguas residuales.....	69



4.2.	El procedimiento de evaluación del agua y los lodos.....	
4.3.	Modelo de reducción progresiva de cargas de demanda bioquímica de oxígeno.....	76
4.4.	La importancia de la participación, educación y concientización ciudadana.....	76
4.5.	Necesidad de la efectiva imposición de sanciones en cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 236-2006 Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos en vista de las industrias que lo infringen .....	78
	CONCLUSIONES.....	91
	RECOMENDACIONES.....	93
	ANEXOS.....	95
	BIBLIOGRAFÍA.....	111

## INTRODUCCIÓN



La inquietud de realizar la presente investigación surgió ante la problemática existente en la falta de aplicación del Acuerdo Gubernativo 236-2006 (lodos) sus contingencias jurídicas y ambientales en nuestro país, teniendo como consecuencia la contaminación, situando en serios problemas al medio ambiente y el equilibrio ecológico, siendo éste un derecho reconocido en la Constitución Política de la República. En la actualidad el manejo, tratamiento y disposición final de lodos, que son generados por el tratamiento de aguas residuales, se encuentran regulados en dicho reglamento con el objeto de mejorar las características de dichas aguas, promoviendo el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada, coadyuvando a prevenir, controlar y determinar los niveles de contaminación de ríos, lagos, mares y cualquier otra causa o fuente de contaminación hídrica, previniendo con ello el impacto adverso del ambiente.

Ante el problema se planteó la hipótesis que en Guatemala aún no se le da el efectivo cumplimiento al Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, a pesar que el mismo se encuentra vigente desde el año 2006, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales no cuenta con la infraestructura necesaria que controle la citada normativa, lo cual manifiesta el desinterés del Estado por la conservación del equilibrio ecológico en Guatemala, postulado que se enunció como el objetivo principal del trabajo de investigación.

El presente trabajo se desarrolla en cuatro capítulos, en el primero de ellos se realiza un estudio de la degradación ambiental y de los problemas ambientales que aquejan el planeta, asimismo se analizan las medidas implementadas por el Estado de Guatemala, en frenar el impacto ambiental; en el segundo capítulo se desarrolla el tema de la protección y gestión de los recursos hídricos en Guatemala, en el tercero se expone el problema de la contaminación del agua en el país y el deficiente tratamiento de las aguas residuales, lo cual evidencia la inadecuada disposición de los lodos; finalmente en el cuarto capítulo se realiza la propuesta de soluciones a la inobservancia del Acuerdo Gubernativo 236-2006.



Las teorías que fundamentan la tesis giran en torno a la urgente necesidad y compromiso adquirido por el Estado de ejercer el control, aprovechamiento y uso de aguas residuales, prohibiendo efectuar la disposición de lodos en alcantarillados o cuerpos de aguas superficiales y subterráneos, así mismo se prohíbe la disposición de lodos como abono para cultivos comestibles que se pueden consumir crudos o precocidos, hortalizas y frutas, sin haber efectuado su estabilización y desinfección respectiva, las infracciones al reglamento objeto de estudio darán lugar a la aplicación de las sanciones correspondientes.

La investigación se realizó bajo la aplicación de las técnicas de investigación documentales, consultando textos que abordan la problemática, se realizó una investigación de campo, consultando actuaciones de la Unidad de Recursos Hídricos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, en donde proporcionaron información sobre la situación actual de la disposición de lodos y las deficiencias con que cuentan para realizar las evaluaciones del grado de toxicidad que regula el Acuerdo Gubernativo 236-2006

El enfoque metodológico utilizado se basó en el método científico desde la observación del problema, ante lo cual se utilizó el método analítico al tener contacto con la información bibliográfica de diversos autores y al aplicar la misma al contenido de la presente tesis, asimismo se aplicó el método sintético, al resumir y concentrar la información que realmente se estimó importante incorporar en la redacción de los capítulos; el método deductivo al tener contacto con el problema de la degradación ambiental en general, para luego especificar el tema del adecuado tratamiento de aguas residuales y disposición de lodos, a través del Acuerdo Gubernativo 236-2006 sus contingencias jurídicas y ambientales en Guatemala y finalmente se aplicó el método inductivo que sirvió para analizar el problema específico y posteriormente realizar conclusiones generales a cerca de sus causas y posibles soluciones.

## CAPÍTULO I



### 1. La degradación ambiental

El aumento del consumo incontrolable, que se traduce inevitablemente en degradación ambiental mediante el ciclo superproducción, consumo y eliminación de desechos, contribuye a que el mundo, presente cada vez más, una escasez progresiva de recursos renovables para sostener al ambiente y al género humano. El indetenible afán de un rápido crecimiento económico, con la desestimación del costo ecológico por parte del proceso globalizador económico liberal, conduce indefectiblemente a una crisis de dichos recursos imputable en lo fundamental a la deforestación, la degradación de los suelos y a la desertificación.

“Dicha crisis se convierte en una importante fuente del incremento de la pobreza mundial que amenaza la vida de millones de personas, sobre todo de las áreas rurales, cuya sustentación depende directamente del medio geográfico en el que viven, el que se vuelve marginal, como ocurre ya con 500 millones de los pobladores más pobres del mundo”.<sup>1</sup>

#### 1.1. Deforestación, degradación de los suelos y desertificación

El costo humano causado por la deforestación es extremadamente alto. Los bosques

---

<sup>1</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. **Informe sobre desarrollo humano**. Pág. 88.



están ligados íntimamente a la supervivencia del hombre, no sólo para la alimentación, sino también para provisión de medicamentos, abastecimiento de energía y para satisfacer sus necesidades constructivas. Pero además, son directamente responsables de la contaminación del agua y reguladores importantes de las condiciones climáticas.

Son varios los factores que llevan a la deforestación: el incontrolable incentivo económico con inescrupulosos fines lucrativos, las maquinaciones políticas que los sustentan y la inseguridad en la tenencia de la tierra. Estos mecanismos se imbrican en un nefasto círculo vicioso por el cual se estimula a los moradores pobres a que despojen las zonas boscosas con distintos argumentos: la construcción de nuevas asentamientos más fértiles; como medios de seguridad contra futuros invasores de su propiedad.

“En los últimos 60 años se ha degradado más de la sexta parte de la tierra productiva del mundo, el 80% de la cual pertenece al tercer mundo. Dicha degradación reduce en una gran medida la productividad per capita de las tierras agrícolas, con la subsiguiente reducción de los medios alimentarios para el ganado. Pero, además provoca el éxodo de grandes masas de agricultores hacia otras áreas en busca de tierras más fértiles”.<sup>2</sup>

“La crisis más severa dentro del proceso general de degradación del suelo se debe a la desertificación, las características naturales de las tierras áridas, que ocupan un tercio de la superficie terrestre son: vegetación escasa, climas extremadamente duros y

---

<sup>2</sup> Ibid. Pág. 81.



suelos frágiles, sino, además, por el elevado costo mundial anual de las pérdidas por ingresos que determinan y que alcanzan ya cerca de 45,000 millones de dólares, dentro de estos territorios sobreviven millones de personas en condiciones de persistente sequía y escasez de alimentos”.<sup>3</sup> Se considera que la expansión de estos desiertos se debe a acciones humanas, como resultado de la erosión del suelo y de la falta de agua.

## **1.2. Los problemas ambientales y su incidencia en las poblaciones pobres**

Los principales problemas ambientales internacionales (lluvia ácida, incendios forestales, agotamiento de la capa de ozono y el calentamiento mundial de la atmósfera) constituyen la amenaza mas seria que enfrenta la humanidad no sólo por su magnitud intrínseca sino, además, porque no pueden prevenirse ni resolverse en escalas de tiempo convencionales determinadas por el ser humano.

“La lluvia ácida, provocada esencialmente por las emisiones de óxido de sulfuro y por otras sustancias contaminantes, fue privativa por mucho tiempo de los países industrializados, particularmente de Canadá, Polonia y los países nórdicos, aunque tuvo siempre como característica su capacidad lesiva sobre otros países pobres. Por ejemplo, en 1993, los Estados Unidos de América emitieron 20 millones de toneladas métricas de dióxido de sulfuro, en comparación con los 38 millones que dejaron escapar a la atmósfera 20 países asiáticos. Pero en los últimos años se ha transformado en un serio problema para países en desarrollo como China, República de Corea, Tailandia y

---

<sup>3</sup> Hackworth, Donald. **Las verdades escondidas de la guerra.** Pág. 71.

la India".<sup>4</sup> En este último se ha reducido a la mitad el rendimiento de las cosechas de trigo, fenómeno imputable a importantes emisiones de dióxido de sulfuro desde áreas aledañas.



### 1.2.1. Los incendios forestales

Los incendios forestales siguen constituyendo un grave problema ambiental en todo el orbe, ya que no sólo se afecta el país o el territorio donde se originan, si no que el humo y la contaminación del aire se desplazan hacia áreas vecinas, con la consiguiente afectación económica y de la salud de gran número de personas. En el año 1,997 los incendios forestales destruyeron unas 5 millones de hectáreas de bosques en Indonesia y el Amazonas, que se incrementaron anualmente en el 30%, en ese año.

Lo más grave en la génesis de muchos de estos destructivos incidentes ecológicos está dado por los enfrentamientos entre los consorcios internacionales y los colonizadores pobres, por el otorgamiento de concesiones para la tala de las zonas boscosas. Muchas veces los primeros incendian a la tierra para expulsar de ella a los minifundistas, y otras veces estos queman los árboles plantados por las multinacionales. Sin embargo, en la mayoría de los casos, los pobres no tienen nada que ver con las causas de esos incendios y si sufren mayoritariamente sus terribles consecuencias físicas y materiales.

---

<sup>4</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. **Ob. Cit.** Pág. 67.



### 1.2.2. El agotamiento de la capa de ozono

“El daño que se produjo en la protectora capa de ozono, debido a la contaminación ambiental fue señalado en el año de 1974 por el científico estadounidense Sherwood Rowland y otro de México Mario Molina, aunque se detectó por vez primera en la Antártida once años más tarde, pero fue rechazada su evidencia aduciéndose la utilización de sensores defectuosos en el diagnóstico. Pero la realidad era que la humanidad había fallado en la detección de este fenómeno, en parte prejuiciado por no querer admitir la responsabilidad del hombre al causar, con su incontrolada actividad económica, la globalización y la degradación ambiental”.<sup>5</sup> Incrementando así lesiones cancerígenas de la piel humana.

### 1.2.3. El calentamiento mundial de la atmósfera.

“Es un hecho que en los últimos 5,000 a 10,000 años, el clima global en el que ha vivido la humanidad no sufrió variaciones mayores de los grados Fahrenheit en relación con el actual. Sin embargo, como se expresó, el incremento del calentamiento global en 1,25 grados Fahrenheit ocurrido en 1990 evidencia fehacientemente que el cambio climático, comúnmente llamado invernadero, ha comenzado, ya que la gran concentración de anhídrido carbónico se inicio hace un siglo y continua deteriorando la capa de ozono de la atmósfera, lo cual provoca que los rayos solares penetren sin mayor protección a la corteza terrestre”.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Garfield, Roberth. **Las verdades y mentiras del Bagdad**. Pág. 45.

<sup>6</sup> **Ibid.**



“La economía humana basada en sustancias fósiles, es la causa principal de la rápida acumulación del efecto invernadero en la atmósfera, fundamentalmente del dióxido de carbono resultante de la combustión de carbón, petróleo y gas natural pues en la actualidad 5,300 millones de personas queman anualmente el equivalente de más de una tonelada de carbón cada una, contribuyendo con ello a una acelerada devastación del planeta. Asimismo existen otros contaminantes tales como el metano, el clorocarbono y el óxido nitroso, que aunque la emisión de ellos es mucho menor, son potencialmente más dañinos que los combustibles fósiles”.<sup>7</sup>

Los costos que deberá pagar la humanidad por las acciones contaminantes anteriormente descritas son muy elevados y casi se puede decir que es ya muy tarde para detenerlas y mucho más para revertirlas. Entre ellas se encuentran el daño ocasionado a la agricultura, la gran disminución de las cosechas, sobre todo en los países pobres. “En un estudio mundial realizado en la década del 90, se predijo para el año 2,050 una reducción en más del 30% de las cosechas en la India y Paquistán; esto gracias al poder destructivo de las inundaciones de las zonas costeras bajas y de los estuarios, en los que vive mas del 50% de la población mundial, ya que en dicha región la superficie terrestre ha sufrido la elevación en un metro del nivel del mar; lo cual ha ocasionado serias afectaciones a los puertos y a las ciudades costeras, y un incremento significativo de las precipitaciones pluviales anuales a nivel mundial”.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> López Navarro, Juan Antonio. **Caracterización de las aguas residuales de una industria de fabricación de fragancias y propuesta de tratamiento y disposición de las mismas.** Pág. 32.

<sup>8</sup> **Ibid.** Pág. 35.



#### 1.2.4. Otras agresiones al ambiente

La desestimación del costo ecológico por una economía globalizada incontrolable, continúa agrediendo y degradando el entorno mundial, lo que se traduce directamente en afectaciones a la salud de su población y de sus condiciones de vida. Así, se sigue incrementando el volumen de desechos domésticos sólidos, cuya deficiente eliminación es un constante factor coadyuvante en los problemas de salud en todas las latitudes.

Los desechos domésticos sólidos que no se recogen, así como los que no son tratados constituyen la causa más frecuente del bloqueo de los canales de drenaje urbano, por lo que se incrementan de esta manera las inundaciones y las enfermedades de causa hídrica como el dengue; infecciones gastrointestinales, malaria, salmonella, entre otras.

Pero uno de los más graves problemas que enfrenta el mundo actual en relación con la contaminación ambiental está representado por los desechos industriales. Tanto la industria como la minería son los responsables directos al nivel mundial del vertimiento al mar, río, lagunas y terrenos de innumerables sustancias tóxicas procedentes de los residuos de sus actividades productivas, entre los que con mayor frecuencia se encuentra los plaguicidas, órganos clorados, grasas y aceites, metales pesados, ácidos y cáusticos, toxinas y muchos otros elementos agresivos químicos. "Situación mucho más crítica a veces en los países menos desarrollados por no contar con los recursos materiales, tecnológicos y legales suficientes para combatirla, en comparación con los



países altamente industrializados. Por ejemplo, los ríos de Asia contienen veinte veces el promedio de plomo de los de los países desarrollados.”<sup>9</sup>

Sin duda, existe un desequilibrio enorme entre los afectados por los productos tóxicos y por los desechos industriales en el mundo, donde los pobres sufren incomparablemente más que los ricos, un ejemplo claro de ello se puede encontrar en los países del tercer mundo, pues en ellos cerca de 25 millones de agricultores se encuentran expuestos a riesgos de salud por los plaguicidas y otros agresivos tóxicos. Dichos agricultores, que en un 50% son africanos, se envenenan anualmente y cientos de miles mueren por esta causa.

### **1.3. La degradación ambiental y los efectos en la salud**

La salud es, sin duda, el elemento más apreciado por los pueblos y paradójicamente el más carencial para la mayoría de la humanidad; deficiencia íntimamente asociada al sistema económico neoliberal y a la pobreza. Desdichadamente el crecimiento poblacional desmesurado en los países pobres, y la escasa educación inciden negativamente en todos los factores determinantes en las condiciones de salud como escasos presupuestos y mal invertidos, inexistencia de programas concretos de desarrollo, nutrición, situación sanitaria y en muchas otras que se ponen en evidencia mediante distintos indicadores de aceptación internacional rebasados en la angustiada situación de pobreza que sufre la mayoría de la humanidad.

---

<sup>9</sup> Garfield, Roberth. **Ob. Cit.** Pág. 23.



Al exponerse de forma comparativa algunos de los principales indicadores de la salud entre los países en desarrollo y los industrializados se ponen en evidencia las grandes desigualdades que el injusto orden socioeconómico impuesto por la globalización neoliberal determina en el mundo, las que se extreman cuando se incluye el análisis de la mortalidad de naciones más pobres. Uno de los más importantes indicadores de la salud es la tasa de mortalidad infantil, que está asociado a diferentes factores, como el estado de salud materno-infantil, el acceso a los servicios de salud y su calidad, las condiciones socio-económicas, estatus de pobreza y el estado de las acciones y las prácticas de salud pública

#### **1.4. El impacto ambiental y las medidas para frenarlo en Guatemala**

Según el Reglamento sobre Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental, se entiende por impacto ambiental a cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales, adverso o benéfico, provocada por la acción humana o fuerzas naturales. Para frenar el impacto ambiental que han ocasionado las diversas industrias en el país, se desarrolló la creación de un instrumento de evaluación del impacto ambiental que podría tener la instalación o las actividades comerciales de determinada industria.

Así es como fue creada la evaluación de impacto ambiental, siendo ésta un instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones formado por un conjunto de procedimientos capaces de garantizar, desde el inicio de la planificación, que se efectúe



un examen sistemático de los impactos ambientales de un proyecto o actividad y sus opciones, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarias para la opción a ser desarrollada. Los resultados deberán ser presentados a los tomadores de decisión para su consideración, que se encuentran adscritos al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, quienes evalúan los resultados del estudio y finalmente lo aprueban para que el proyecto o establecimiento inspeccionado y puesto a su consideración siga funcionando.

#### **1.4.1. El estudio de impacto ambiental**

La Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86 del Congreso de la República, establece en su Artículo ocho como criterio general el siguiente: "Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos naturales del patrimonio natural, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación de impacto ambiental, realizado por técnicos de la materia y aprobado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente. El funcionario que omitiere exigir el estudio, será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de impacto ambiental será sancionado con multa de Q5,000.00 (quetzales) a Q.100,000.00 (quetzales). En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla".



Por su parte el Reglamento sobre Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental aprobado por el Consejo técnico en sesión celebrada el tres de julio de 1998 con vigencia a partir del tres de agosto de 1998, indica en su Artículo cuatro que: “El Reglamento es aplicable a todos aquellos proyectos, obras, industrias o cualesquiera otras actividades, previamente a su desarrollo, que por sus características puedan producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos naturales del patrimonio nacional o puedan representar algún tipo de riesgo ambiental y que están indicados en los Anexos 1 y 2 del Reglamento.”

En los anexos 1 y 2 del citado Reglamento se indican cada una de esas actividades. Seguramente habrán muchas y diversas interpretaciones en cuanto al criterio a seguir para exigir o no un Estudio de Impacto Ambiental, sin embargo, se considera que el hecho de que el Reglamento enumere algunas de las actividades que lo requieren no excluye la posibilidad de que si no está contemplado dentro de ellas, es necesario que se pueda exigir por la autoridad ambiental competente. Los estudios de impacto ambiental deben ser elaborados por técnicos especializados en la materia. Se contemplan los siguientes tipos de estudios de evaluación de impacto ambiental:

- Impacto ambiental no significativo (evaluación rápida)
- Impacto ambiental significativo (evaluación general)



La Ley de Áreas protegidas establece que las empresas públicas que tengan actualmente, o que en el futuro desarrollen instalaciones o actividades comerciales industriales, turísticas, pesqueras, forestales agropecuarias, experimentales, o de transporte dentro del perímetro de áreas protegidas, celebrarán de mutuo acuerdo con el Consejo Nacional de Áreas Protegidas, un contrato en el que se establecerán las condiciones y normas de operación, determinadas por un estudio de impacto ambiental, presentado por el interesado al Consejo Nacional de Áreas Protegidas, luego que éste emita su opinión, lo remitirá a la Comisión Nacional del Medio Ambiente para su evaluación, siempre y cuando su actividad sea compatible con los usos previstos en el plan maestro de la unidad de conservación de que se trate.

El Ministerio de Salud, la Comisión Nacional del Medio Ambiente, las Municipalidades y la comunidad organizada con todas las otras instancias apropiadas, promoverán el desarrollo de programas de cuidado personal y de reducción de riesgos a la salud vinculados con desequilibrios ambientales u ocasionados por contaminantes químicos, físicos y biológicos de conformidad con el Artículo 72 del Código de Salud.

El Estado garantiza el ejercicio del derecho y el cumplimiento del deber de la comunidad de participar en la administración parcial o total de los programas y servicios de salud. El Ministerio de Salud, en coordinación con las demás instituciones del sector y con la participación activa de las comunidades organizadas deberá promover y desarrollar acciones que tiendan a evitar la difusión, el control y la erradicación de las enfermedades transmisibles en todo el territorio nacional, ejercer la vigilancia técnica en

el cumplimiento de la materia y emitir las disposiciones pertinentes conforme a la reglamentación que se establezca, todo ello conforme a lo establecido en el Artículo 13 del Código de Salud.



#### **1.4.2. Participación del público en la evaluación de impacto ambiental**

El Reglamento sobre Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental, en los Artículos comprendidos del 72 al 77, establece lo relativo a las observaciones de los grupos sociales y públicos con interés, las manifestaciones y opiniones recibidas durante la revisión técnica podrán ser consideradas en los dictámenes y en su resolución correspondiente.

De no recibirse observaciones dentro del término antes indicado, se entenderá que no existe interés. Para los efectos de que la población o cualquier institución pública o privada se entere de que se va a desarrollar un proyecto o actividad, que requiera de un estudio de evaluación de impacto ambiental, se hace necesaria la publicación, por una sola vez, de un edicto en el diario oficial y en otro de mayor circulación.

Cualquier persona o institución podrá presentar sus observaciones dentro de los veinte días hábiles contados a partir de la publicación del edicto, los cuales deberán ser sustentados en forma técnica y científica.



## 1.5. Análisis legal de la protección del medio ambiente en Guatemala

La Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86 en su Artículo 13 establece: los diferentes sistemas ambientales y aspectos de ambiente, sujetos de normatividad a través de la emisión de reglamentos que el Organismo Ejecutivo se obliga a promulgar, asimismo incluye normas para regular el sistema atmosférico.

### 1.5.1. Establecimiento de normas para la calidad del aire

“Actualmente en Guatemala no se cuenta con normas técnicas específicas para mejorar la calidad de aire, dado que el principal instrumento jurídico que las contenía fue derogado recientemente. Promulgado en febrero de 1997, el Acuerdo Gubernativo Número 19-97 que establecía el Reglamento de Control de Emisiones de Vehículos Automotores, tuvo una vigencia corta que inició el 2 de febrero de 1997. No obstante, la Corte de Constitucionalidad conoce actualmente de un recurso de Inconstitucionalidad interpuesto por la Gremial de Talleres Automotrices y Centros de Control de Emisión de Gases que pondría de nuevo en vigencia el citado Reglamento”.<sup>10</sup>

La Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, en su Artículo 14, establece, en cuanto al sistema atmosférico, que se emitirán reglamentos para:

- Promover el empleo de métodos adecuados para reducir las emisiones contaminantes.

---

<sup>10</sup> **Ibid.** Pág. 30.



- Promover en el ámbito nacional e internacional las acciones necesarias para proteger la calidad de la atmósfera.
- Regular las sustancias contaminantes que provoquen alteraciones inconvenientes a la atmósfera.
- Regular la existencia de lugares que provoquen emanaciones
- Regular la contaminación producida por el consumo de diferentes energéticos.
- Establecer estaciones o redes de muestreo para detectar y localizar las fuentes de contaminación atmosférica.
- Investigar y controlar cualquier otra causa o fuente de contaminación atmosférica.

Guatemala ha ratificado los Convenios relativos a cambio climático y protección de la capa de ozono, pero aún no se ha desarrollado suficiente legislación interna de aplicación. Sin embargo, actualmente se cuenta con el Consejo Nacional de Cambio Climático, la Oficina Nacional de Implementación Conjunta que coordinan sus acciones a través de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

### **1.5.2. Reglamento de Limpieza y Saneamiento Ambiental del Municipio de Guatemala**

La municipalidad, en el cumplimiento de sus fines debe controlar y estandarizar el almacenamiento de desechos en casas particulares, industrias, comercios, mercados, parques, plazas, calles y demás lugares públicos o privados, susceptibles de acumulación de tales desechos; establecer un sistema de recolección y transporte de



desechos sólidos que asegure la cobertura de la ciudad, estableciendo áreas de trabajo y señalando el procedimiento para autorizar a particulares que se dediquen a la recolección y transporte de desechos sólidos; optimizar y controlar técnicamente la disposición final de la basura en rellenos sanitarios; coordinar con otras instituciones públicas o privadas, las actividades que permitan mantener la limpieza de la ciudad. El Artículo 38 del Código de Salud, también contiene normativa relativa al manejo de los desechos y basura en general, el cual establece: "Las municipalidades de la República deberán acatar las normas que dicte el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social en todo lo relativo a la organización que den a los servicios de limpieza, recolección, tratamiento y disposición de basuras y desechos sólidos".

### **1.5.3. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente**

Por su parte, la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente establece al respecto, el suelo, subsuelo y límites de aguas nacionales no podrán servir de depósito de desperdicios contaminados del medio ambiente o radiactivos, afirma también que para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos naturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación de impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente, Los Artículos 14 y 16 contemplan la emisión de reglamentos relacionados con la protección del sistema atmosférico y edáfico, los



cuales tendrían íntima relación con el manejo de desechos hospitalarios, sin embargo estos reglamentos aún no existen.

#### **1.5.4. Protección de océanos y áreas costeras**

La Constitución Política de la República de Guatemala establece, en su Artículo 142, que el Estado ejerce plena soberanía sobre su territorio nacional integrado por suelo, subsuelo, aguas interiores, mar territorial en la extensión que fija la ley y espacio aéreo que se extiende sobre los mismos.

Asimismo, el Estado ejerce su soberanía sobre la zona contigua del mar adyacente al mar territorial, sobre los recursos naturales vivos y del lecho y subsuelo marino y los existentes en las aguas adyacentes a las costas fuera del mar territorial que constituyen la zona económica exclusiva. La zona marítimo terrestre, se constituye de las zonas cubiertas permanentemente por el mar adyacente a los litorales. Se compone de dos secciones:

- La Zona Pública, que es la franja de cincuenta metros de ancho a contar de la pleamar ordinaria y las áreas que quedan al descubierto durante la marea baja.
- La Zona Restringida, constituida por una franja de 150 metros de estanques o por los demás terrenos, en caso de isla. Los islotes, peñascos y demás áreas pequeñas y formaciones naturales que sobresalgan del mar corresponden a la zona pública.



La zona pública, sea cual sea su extensión, es la ocupada por todos los manglares de los litorales continentales e insulares y esteros del territorio nacional. En la zona marítimo terrestre está prohibido, sin la debida autorización legal, explotar flora y fauna, deslindar cercas, carriles o en cualquier forma levantar edificaciones o instalaciones, cortar árboles, extraer productos o realizar cualquier otro tipo de desarrollo, actividad u ocupación.

El Estado se reserva, de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 122 de la Constitución Política de la República de Guatemala, el dominio de una faja terrestre de tres kilómetros a lo largo de los océanos, contados a partir de la línea superior de las mareas, de 200 metros alrededor de las orillas de los lagos, de 100 metros a cada lado de las riberas de los ríos navegables, de 50 metros alrededor de las fuentes y manantiales donde nazcan aguas que surtan a las poblaciones. Las áreas relacionadas constituyen las reservas territoriales del Estado y son administradas por la Oficina Reguladora de Áreas de Reservas Territoriales del Estado (OCRET), de acuerdo a lo establecido en el Decreto 126-97, Ley Reguladora de Áreas de Reservas Territoriales del Estado.

Los guatemaltecos pueden acceder al uso de éstas áreas mediante el otorgamiento de un contrato de arrendamiento suscrito con la Oficina Reguladora de Áreas de Reservas Territoriales del Estado, el pago de una renta anual y utilizando el inmueble para los fines establecidos en el contrato. El Decreto 20-76 ratifica el dominio de Guatemala

sobre su mar territorial que comprende una franja de mar adyacente a sus costas y otras disposiciones.



### **Manejo de zonas costeras y playas**

Las áreas de reservas territoriales de la nación son de dominio estatal, no obstante, hay áreas que no pueden ser sujetas de otorgamiento de arrendamientos y entre ellas se encuentra el área destinada a playa, y aparte de la Oficina Reguladora de Áreas de Reservas Territoriales del Estado, también tienen injerencia las municipalidades jurisdiccionales, en lo que compete a sus funciones de gobierno local, la Comisión Nacional del Medio Ambiente, el Consejo Nacional de Áreas Protegidas, así como por la autoridad marítima o portuaria, la capitanía de puerto y la Policía Nacional Civil en cuanto compete a la actividad de navegación comercial y al control y vigilancia en la misma. En las partes del territorio que constituyen zonas fronterizas intervienen para ejercer control y vigilancia, las autoridades de la Aduana e Inspectoría y el Ejército de Guatemala.



## CAPÍTULO II



### 2. Protección y gestión de recursos hídricos

El régimen de aguas en Guatemala tiene como principio constitucional, reconocido en el Artículo 127 de la Constitución Política de la República, que todas las aguas son bienes de dominio público, inalienables e imprescriptibles. Sujeta el aprovechamiento, uso y goce a los procedimientos establecidos por la ley, de acuerdo con el interés social.

La Constitución de la República, promulgada en 1985 contempla el aprovechamiento de las aguas de los lagos y ríos, especialmente, para fines agrícolas, agropecuarios, turísticos o de otra naturaleza y para su utilización prioritaria al servicio de las comunidades y no de personas particulares, obligando a los usuarios a reforestar sus riberas, cauces y lugares aledaños a fuentes de agua, ya que estos sitios gozan de protección especial, según los Artículos 126 al 128.

El Código Municipal, Decreto 58-88, contiene normas para el uso de las aguas en las jurisdicciones de cada gobierno local, y asimismo el Código de Salud que norma lo relativo a saneamiento del medio ambiente, también contienen regulaciones sobre ellas, e incluso faculta al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social a declarar de utilidad pública los ríos, lagos, lagunas, riachuelos, etc. para fines de abastecimiento de agua potable.

Existen otros instrumentos jurídicos de especial relevancia para el tema, entre ellos



- Acuerdo Gubernativo 26-85, que establece los aspectos técnicos para el uso del agua potable.
- El Acuerdo Gubernativo 1036-85, que establece lo concerniente a la creación del Comité Permanente de Coordinación de Agua Potable y Saneamiento.
- Acuerdo Gubernativo 643-88, que regula la creación del Consejo Nacional de Agua y Saneamiento.
- Acuerdo Ministerial 209-89, que crea el sistema de Riego Alto Mongoy y Cuyuta.
- Acuerdo Ministerial 211-89, que crea el sistema de Riego Caballo Blanco.
- Acuerdo Gubernativo 183-92, Reglamento para la construcción, operación y administración de sistemas de mini riego con aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas, arietes hidráulicos, rehiletos para fines de riego y embalses de agua de uso múltiple.

## **2.1. Regulación de las aguas públicas**

Conforme a lo dispuesto en el Artículo 458 del Código Civil, Decreto Ley 106 promulgado el 14 de Septiembre de 1963, se establece que son bienes de dominio del poder público los que pertenecen al Estado o a los Municipios y se dividen en bienes de uso público común y de uso especial. Entre los primeros, se incluye:

- Las aguas de la zona marítima territorial en la extensión que fija la ley,
- Los lagos y ríos navegables y flotantes y sus riberas;



- Los ríos, vertientes y arroyos que sirven de límite al territorio nacional;
- Las caídas y nacimientos de agua de aprovechamiento industrial, y
- Las aguas no aprovechadas por particulares.

## **2.2. Aguas privadas**

El Artículo 579 del Código Civil, Decreto Ley 106, contempla lo relativo a las aguas de dominio privado y entre ellas considera: Las aguas pluviales que caigan en predios de propiedad privada, mientras no traspasen sus linderos, las aguas continuas y discontinuas que nazcan en dichos predios, mientras discurran por ellos; las lagunas y sus álveos formados por la naturaleza, en los expresados terrenos y Las aguas subterráneas obtenidas por medios artificiales en propiedades particulares. En el caso de las aguas relacionadas, el propietario tiene prohibición de ejecutar obras o labores que puedan variar el curso normal de las aguas en perjuicio de un tercero. Algunos otros regímenes incluyen las aguas de beneficio comunal en bienes inmuebles que tienen ésta característica, pero que se limita al uso y no al derecho de propiedad.

## **2.3. Aguas para consumo humano**

El Decreto 58-88 que contiene el Código Municipal (publicado el 18 de octubre de 1,988) establece como una de las principales obligaciones de los gobiernos locales, proveer a la población de agua potable con instalación, equipo y red de distribución, debiendo asegurar la calidad y cantidad de la misma.



El Código de Salud, Decreto 90-97, contiene regulaciones sobre salud y ambiente en los temas de calidad ambiental y agua potable para consumo humano. Este cuerpo legal, obliga a las municipalidades a abastecer de agua potable a las comunidades, y al Instituto de Fomento Municipal para que en coordinación con el Ministerio de Salud, impulsen una política prioritaria y de necesidad pública, que garantice a la población el acceso al agua potable.

La citada normativa prevé regulaciones sobre la protección a fuentes de agua así como para el uso del procedimiento de declaratoria de utilidad pública para los ríos, lagos, lagunas, riachuelos y otras fuentes de agua, a fin de que puedan, basándose en dictámenes técnicos, ser utilizados para abastecimiento de agua potable.

Este instrumento jurídico también norma que el Ministerio de Salud, las Municipalidades y las Organizaciones no gubernamentales, establecerán prioridades para atender las regiones donde es necesaria la dotación de agua potable, prevé sanciones por infracciones a las normas contenidas en el Código de Salud. Por su parte, la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86, establece en su Artículo 15, relacionado con la protección del Sistema Hídrico, la obligatoriedad del Gobierno de velar por el mantenimiento de la cantidad del agua para uso humano, así como de emitir reglamentaciones para:

- Evaluar la calidad de las aguas y sus posibilidades de aprovechamiento, mediante análisis periódicos sobre sus características físicas, químicas y biológicas;



- Promover el uso integral y el manejo racional de cuencas hídricas, manantiales y fuentes de abastecimiento de aguas;
- Propiciar en el ámbito nacional e internacional las acciones necesarias para mantener la capacidad reguladora del clima en función de la cantidad y calidad del agua; y
- Ejercer control para que el aprovechamiento y uso de las aguas no cause deterioro ambiental.

En el caso de la Ley de Áreas Protegidas, Decreto 4-89 reformado por Decreto 110-96, contempla en el Artículo 13, la creación del subsistema de conservación de bosques pluviales con el objeto de asegurar un suministro constante de agua, en calidad y cantidad aceptables para la comunidad guatemalteca.

#### **2.4. Aguas para la agricultura**

El Artículo 128 de la Constitución Política de la República de Guatemala, establece que el aprovechamiento de las aguas de los lagos y de los ríos, para fines agrícolas, agropecuarios, turísticos o de cualquier otra naturaleza que contribuya al desarrollo de la economía nacional, está al servicio de la comunidad y no de persona particular alguna. Sin embargo, los usuarios están obligados a reforestar las riberas y los cauces correspondientes, así como facilitar las vías de acceso. También existen regulaciones para el uso del agua en el Acuerdo Gubernativo 4-72 Reglamento de Riego, así como en el Acuerdo Gubernativo 18-72 Reglamento de Operación, Conservación y



Administración de los Distritos de Riego, en los cuales se da prioridad a las formas de acceso al agua para fines agrícolas.

Adicionalmente se ha emitido los Acuerdos Ministeriales números 209-89 y 211-89 del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, MAGA, que crean los sistemas de riego Alto Monroy, Caballo Blanco y Cuyuta; y el Acuerdo Gubernativo 183-92, Reglamento para la Construcción, Operación y Administración de Sistemas de Mini-riego con aprovechamiento de Aguas Superficiales y Subterráneas, Arietes Hidráulicos, Rehiletes para fines de Riego y Embalses de Agua de Uso Múltiple, que contienen normativa sobre aspectos técnicos de uso del agua para fines de riego.

## **2.5. Aguas para la minería**

Para el caso de utilización de las aguas dentro de los límites de una concesión minera, el Código Civil, Decreto Ley 106, establece que los concesionarios tienen la propiedad de las aguas halladas en sus labores, únicamente por el tiempo que dure la concesión. En la Ley de Minería, Decreto 48-97 del Congreso de la República, se establece dentro del capítulo relacionado al uso y aprovechamiento de las aguas, y en su Artículo 71, que el titular del derecho minero podrá utilizar racionalmente las aguas, siempre que no afecte o limite el ejercicio permanente de otros derechos.

Establece asimismo que las aguas que corran en sus cauces naturales o que se encuentren en lagunas, que no sean de dominio público ni de uso común se registrarán por



las disposiciones del Código Civil y otras leyes de la materia. Una de las regulaciones más importantes es la relacionada con la obligación de los titulares de derechos mineros a que previamente a revertir el agua utilizada en sus labores, deberán efectuarle el tratamiento adecuado para evitar la contaminación del ambiente.

En el capítulo relacionado con la constitución de servidumbres legales, la Ley de Minería establece que las relacionadas con servidumbre para paso de agua o acueducto podrán ser autorizadas, siempre que existan estudios técnicos y las sujeta a inspección y mantenimiento permanente. Adicionalmente prevé que los titulares de derechos mineros quedan obligados a descargar las aguas, por los cauces existentes en el predio sirviente, siempre que las condiciones de los mismos lo permitan y se cumpla con las leyes de protección ambiental. Finalmente los Artículos 77 al 80 de la citada Ley de Minería, regulan que para el caso de constitución de servidumbres legales, entre las que se incluye las de paso de agua, el titular del derecho minero queda afecto al pago anticipado de los daños y perjuicios que cause al propietario del predio sirviente, y para el caso de oposición al otorgamiento de la servidumbre respectiva, el titular del derecho minero puede solicitar al Juez que corresponda, el otorgamiento de la misma en rebeldía del obligado.

## **2.6. Aguas para acuicultura**

La Ley que Reglamenta la Pesca y la Acuicultura, el Decreto 1235, establece como principio general que la pesca es libre, por lo que todo ciudadano podrá pescar en aguas públicas, sujetándose a las leyes y reglamentos que regulan la actividad.



Este cuerpo legal divide las aguas en territoriales y litorales, las territoriales son las de agua dulce de los ríos, cauces, canales, lagos y lagunas, es decir lo que constituye las aguas interiores del país. Las aguas litorales la constituyen todas las aguas saladas de los esteros, bahías y las de los mares.

## **2.7. Aguas para el transporte**

La Constitución Política de la República declara en su Artículo 131 que todos los servicios de uso comercial son de utilidad pública y por lo mismo gozan de la protección del Estado. Se incluye el transporte comercial y turístico, sean éste terrestres, marítimos o aéreos. La Ley de Tránsito, por su parte establece regulaciones para normar el tránsito de vehículos en las vías terrestres y acuáticas.

## **2.8. Aguas para la pesca**

La Ley que reglamenta la pesca y la acuicultura, Decreto 1235, incluye la prohibición de alterar arbitrariamente las aguas con residuos de industrias o vertiendo en ellas, con cualquier fin, materiales o sustancias perjudiciales o nocivas a la pesca. El aprovechamiento de la pesca se realiza a través del otorgamiento de licencias y concesiones y para proteger algunas especies, incluye preceptos relativos a determinar la medida específica de luz de malla, medidas máximas de captura. La legislación es genérica para la pesca en pequeña, mediana y gran escala y para ejecutarla en ambos litorales (Atlántico y Pacífico), no obstante sus diferencias sustanciales.



El Reglamento de Puertos de la República emitido en 1939 y que aún continúa vigente, contiene normas relativas al control que deben ejercer las autoridades portuarias respecto a minorar los niveles de contaminación en las aguas aledañas a la infraestructura portuaria. Por ejemplo, prohíbe la descarga de basuras de embarcaciones en las aguas nacionales e impone sanciones. El Decreto número 77-96, Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por Buques, contiene prohibiciones específicas para las embarcaciones que ocasionen derrames de hidrocarburos.

## **2.9. Regulación de la descarga de aguas residuales**

En el caso de aguas residuales, la Comisión Nacional del Medio Ambiente es la entidad responsable de aplicar el Acuerdo Gubernativo 60-89, publicado en 5 de Abril de 1989, que contiene el Reglamento de Requisitos Mínimos y sus Límites Máximos Permisibles de Contaminación para la Descarga de Aguas Servidas. Este Reglamento establece los límites de contaminación permisibles para las descargas de aguas servidas o de desecho, procedentes de las industrias, explotaciones agropecuarias y de las municipalidades del país, en los cuerpos receptores de aguas superficiales, subterráneas o costeras. Se prevé que previo a las descargas debe someterse a las aguas a un proceso purificador para eliminar su efecto contaminante y mantener así la calidad del agua.

El Reglamento incluye normas que establecen los límites máximos permisibles de



contaminación para la descarga de aguas servidas municipales, de la industria de alimentos, de las provenientes de la industria del beneficiado del café, de la industria de la caña de azúcar, de la industria procesadora de metales y de otras que empleen sales metálicas y de la industria de la tenería, es decir la fábrica donde se curten y trabajan pieles. Asimismo contiene normas para efectuar el monitoreo y control de las aguas servidas de las plantas de tratamiento y manejo de lodos. Obliga a todas las municipalidades del país y a las industrias relacionadas en el Reglamento a establecer su sistema o planta de tratamiento de aguas servidas, obligatorio desde los dos años posteriores a la vigencia del mencionado Reglamento.

Otras normas de relevancia en el tema, son:

- El Acuerdo Gubernativo 481-95 que establece la Norma COGUANOR del Comité Guatemalteco de Normas, que se refiere a la regulación relativa a utilizar tubos de hormigón no reforzado para conducción de aguas servidas, desechos industriales y aguas pluviales.
- La Ley que Reglamenta la Piscicultura y la Pesca, Decreto 1235, que contiene regulaciones relativas a la prohibición de alterar arbitrariamente las aguas con residuos de industrias o vertiendo en ellas, con cualquier fin, materiales o sustancias perjudiciales o nocivas a la pesca.
- El Decreto 1004 de fecha 10 de Agosto de 1953, que prohíbe depositar, lanzar o mezclar sustancias vegetales, químicas, desechos o residuos de la producción agrícola o industrial, tales como citronela, té de limón, mieles exhaustas,



arenas metalizadas, maguey y otras similares a las aguas de los ríos, riachuelos, manantiales y lagos. Igualmente prohíbe el uso de letrinas sin dispositivo de depuración o adecuada filtración de desagües, especialmente si se encuentra en las márgenes de los ríos, riachuelos, manantiales y lagos. Asimismo, prevé la imposición de sanciones, facultando a los Ministerios de Salud Pública y Asistencia Social así como al de Agricultura, Ganadería y Alimentación para la aplicación de las normas previstas en este decreto.

## **2.10. Protección de las aguas subterráneas**

El Código Civil, Decreto Ley 106, establece las principales normas para dar a luz las aguas subterráneas. La utilización de éstas también está sujeta a limitaciones, no obstante ser un particular quien genere su alumbramiento. Las regulaciones norman lo relativo a las aguas subterráneas y reconoce el derecho de todo propietario a abrir pozos dentro de sus propiedades para obtener y elevar aguas subterráneas así como de realizar cualquier obra para buscar el alumbramiento de las mismas, siempre que no merme las aguas públicas o privadas de su corriente natural, especialmente si se destinan a un servicio público o a un aprovechamiento particular preexistente con título legítimo. La norma limita la distancia que debe mantenerse entre las obras para el alumbramiento de aguas subterráneas, de manera que no puede realizarse el alumbramiento de aguas a una distancia menor de 40 metros, en caso de edificios, de paso de ferrocarriles, de carreteras; ni a menos de 100 metros de otro alumbramiento de aguas subterráneas o fuente, río, canal, acequia o abrevadero público, sin la licencia correspondiente de los dueños o en su caso de la Municipalidad respectiva.



Para el caso de los pozos, dispone que los mismos no podrán perforarse a menos de 2 metros entre uno y otro, si se trata de lugares poblados; y de 15 metros si se trata de lugares campestres. Establece también que la persona que obtenga aguas subterráneas por medios artificiales se le reconoce como propietaria de las mismas, y si para aprovecharlas debe conducir las por otros predios o terrenos privados, está obligado a constituir las servidumbres correspondientes. Por otra parte, el Acuerdo Gubernativo 183-92, Reglamento para la Construcción, Operación y Administración de Sistemas de Mini-riego con aprovechamiento de Aguas Superficiales y Subterráneas, que contiene normativa sobre aspectos técnicos de uso del agua para fines de riego.

#### **2.10.1. Protección de las cuencas hidrográficas**

La protección de cuencas, especialmente las de recarga hídrica, gozan de protección especial de acuerdo a diversos cuerpos legales, así: En la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86 se establece en el Artículo 15 relacionado con la protección del Sistema Hídrico, la obligatoriedad del Gobierno de velar por el mantenimiento de la cantidad del agua para uso humano, así como a emitir reglamentaciones para la respectiva evaluación de la calidad de las aguas y sus posibilidades de aprovechamiento, mediante análisis periódicos sobre sus características físicas, químicas y biológicas, asimismo promover el uso integral y el manejo racional de cuencas hídricas, manantiales y fuentes de abastecimiento de aguas, mantener la capacidad reguladora del clima en función de la cantidad y calidad del agua; y ejercer control para que el aprovechamiento y uso de las aguas no cause



deterioro ambiental. En la Ley de Áreas Protegidas en su Artículo 13, se crea el subsistema de bosques pluviales que tiene como objetivo primordial proteger las cuencas de recarga hídrica para asegurar suministro de agua constante a la comunidad guatemalteca.

La Ley Forestal, Decreto 101-96, en su Artículo 47 establece la prohibición principal a este respecto, cuando faculta al Instituto Nacional de Bosques a no autorizar la eliminación de las partes altas de las cuencas hidrográficas cubiertas de bosque, especialmente si están ubicadas en zonas de recarga hídrica que abastecen fuentes de agua, ya que las mismas gozan de protección especial. No obstante, las mismas pueden ser sujetas de manejo forestal sostenible. El Reglamento de ésta Ley, (Artículo 35) obliga al Instituto Nacional de Bosques a identificar las áreas de recarga hídrica que sea necesario conservar y restaurar, para lo cual deberá asignar recursos financieros del Fondo Forestal Privativo a fin de implementar proyectos de manejo y restauración de cuencas para reconocer a los propietarios de bosques, los servicios ambientales generados por los ecosistemas forestales. Otros instrumentos jurídicos importantes, son los decretos legislativos relacionados con la declaratoria de áreas protegidas, en los cuales se establece como objetivo prioritario de la declaratoria, la protección de cuencas para asegurar agua para consumo humano y/o protección de procesos hidrológicos. Así se establece en algunos Decretos de creación de áreas, como las siguientes:

- Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas, Decreto 49-90
- Reserva Protectora de Manantiales, Cerro San Gil, Decreto 129-96

- Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux, Decreto 41-97
- Reserva de Uso Múltiple de la Cuenca del Lago de Atitlán, Decreto 64-97



También existen regulaciones relativas a la creación de organismos regionales o nacionales relacionados con el tema, como el Acuerdo Gubernativo 195-89, que crea la Comisión Nacional para el Manejo de Cuencas Hidrográficas, CONAMCUEN, o el Decreto 20-93 que crea el Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento, CAPRE.

### **2.11. Protección de ecosistemas de agua dulce**

Aunque no existe en Guatemala, una ley específica sobre aguas, en lo relacionado a ecosistemas de agua dulce, el Artículo 121 de la Constitución Política de la República reconoce como bienes del Estado y por tanto sujetas a protección, las aguas de la zona marítima que ciñe las costas de su territorio, los lagos, los ríos navegables y sus riberas, los ríos, vertientes y arroyos que sirven de límite internacional de la república, las caídas y nacimientos de agua de aprovechamiento hidroeléctrico, las aguas subterráneas y otras que sean susceptibles de regulación por la ley y las aguas no aprovechadas por particulares en la extensión y término que fije la ley.

### **2.12. Responsabilidad y cumplimiento de las normas para la protección de los recursos hídricos**

El Código Penal, en sus Artículos 260, 302, 347 "A", "B" y el Decreto 1004, establecen



penas específicas para los delitos de: Contaminación, envenenamiento o adulteración del agua especialmente en el caso que resulte un peligro para la salud. Entre las acciones prohibidas se encuentran:

- Distribución de agua a sabiendas que está adulterada o contaminada.
- Permitir o autorizar en el ejercicio de una actividad industrial o comercial la contaminación del agua mediante emanaciones tóxicas, vertiendo sustancias peligrosas o desechando productos que puedan perjudicar a las personas, animales, bosques o plantaciones.
- Apoderarse por cualquier medio que no sea legal de aguas que no le pertenecen.
- Descargar contaminantes de origen industrial, agroindustrial y el uso de aguas residuales que no hayan sido tratadas.
- Descargar aguas residuales no tratadas en ríos, lagos, riachuelos y lagunas o cuerpos de agua, ya sean éstos superficiales o subterráneos. Usar letrinas sin dispositivos de depuración o adecuada filtración de sus desagües y se encuentren situados en las márgenes de los ríos, riachuelos, manantiales o lagos. Las penas oscilan entre dos a 10 años de prisión y penas pecuniarias o multas.

En el Decreto 90-97, Código de Salud, también se especifican sanciones para acciones ilícitas relacionadas con contaminación de cuerpos de agua, especialmente los utilizados para consumo humano.



### 2.12.1. Gestión pública de los recursos hídricos

Las autoridades involucradas en la administración, uso, control y vigilancia del recurso agua, son: la Comisión Nacional del Medio Ambiente, los Ministerios de Salud Pública y Asistencia Social y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación; el Consejo Nacional de Áreas Protegidas, las Municipalidades o gobiernos locales en su jurisdicción, el Instituto Nacional de Bosques, el Instituto de Fomento Municipal, la Dirección de Límites y Aguas Internacionales, la Comisión Nacional para el Manejo de Cuencas Hidrográficas, (CONAMCUEN) y el Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica y Panamá, (CAPRE).

A pesar que son diversas las organizaciones y entidades encargadas del control sobre el agua, son muy pocas las acciones que se han realizado hasta la fecha, pues el control gira únicamente en torno al tratamiento de aguas residuales a través de plantas; de las cuales se conoce que únicamente las que se encuentran en áreas aledañas a la ciudad capital cumplen en un 80 por ciento en la purificación del agua de los agentes contaminantes y en el área rural se cumple un 30 por ciento, lo cual demuestra que falta coordinación y la aplicación de medidas efectivas en cuanto a la administración, uso y vigilancia del agua, sobre todo la residual y los lodos.

## CAPÍTULO III



### 3. La contaminación del agua y las aguas residuales

El agua es uno de los recursos naturales más fundamentales, y junto con el aire, la tierra y la energía constituye los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo. Hoy en día, la importancia tanto de la cantidad como de la calidad del agua esta fuera de toda duda.

El uso de los recursos naturales provoca un efecto sobre los ecosistemas de donde se extraen y en los ecosistemas en donde se utilizan. El caso del agua es uno de los ejemplos más claros: un mayor suministro de agua significa una mayor carga de aguas residuales. Si se entiende por desarrollo sostenible aquel que permita compatibilizar el uso de los recursos con la conservación de los ecosistemas. Hay que considerar también que el hombre influye sobre el ciclo del agua de dos formas distintas, la primera directamente, mediante extracción de las mismas y posterior vertido de aguas contaminadas como se ha dicho, la segunda, indirectamente alterando la vegetación y la calidad de las aguas.

El agua es uno de los compuestos más abundantes de la naturaleza y cubre aproximadamente las tres cuartas partes de la superficie de la tierra. Sin embargo, en contra de lo que pudiera parecer, diversos factores limitan la disponibilidad de agua para uso humano. "Más del 97% del agua total del planeta se encuentra en los océanos



y otras masas salinas, y no están disponibles para casi ningún propósito. Del 3% restante, por encima del 2% se encuentra en estado sólido, hielo, resultando prácticamente inaccesible. Por tanto, podemos terminar diciendo que para el hombre y sus actividades industriales y agrícolas, sólo resta un 0,62 % que se encuentra en lagos, ríos y agua subterráneos”.<sup>11</sup> La cantidad de agua disponible es ciertamente escasa, aunque mayor problema es aún su distribución irregular en el planeta.

### 3.1. Contaminación y aguas residuales

La contaminación es cualquier sustancia o forma de energía que puede provocar algún daño o desequilibrio en un ecosistema, medio físico o un ser vivo. Es siempre una alteración negativa del estado natural del medio ambiente, y por tanto, se genera como consecuencia de la actividad humana. Para que exista contaminación, la sustancia contaminante deberá estar en cantidad relativa suficiente como para provocar ese desequilibrio. Esta cantidad relativa puede expresarse como la masa de la sustancia introducida en relación con la masa o el volumen del medio receptor de la misma. En este sentido, la contaminación se considera como una consecuencia del progreso, especialmente del desarrollo industrial. La contaminación actúa sobre el medio ambiente acuático alterando el delicado equilibrio de los diversos ecosistemas integrado por organismos productores, consumidores y descomponedores que interactúan con componentes sin vida originando un intercambio cíclico de materiales.

---

<sup>11</sup> Domenech, Xavier. *Química ambiental y el impacto ambiental de los residuos*. Pág. 55.



Aunque el hombre no es un ser acuático, ha llegado a depender intensamente del medio ambiente acuático para satisfacer sus necesidades tecnológicas y sociales. El hombre continúa utilizando el agua contaminada. Es difícil eliminar los contaminantes y si el agua original tiene gran proporción de minerales, el problema se complica. No se pretende afirmar que antes de llegar el hombre con su tecnología, el agua era pura. Aún después de la aparición del hombre, transcurrieron muchos años antes de que hubiera un cambio en el ambiente.

Los agentes líquidos contaminados, están conformados por las aguas negras, los desechos industriales, los derrames de combustibles derivados del petróleo los cuales dañan básicamente el agua de ríos, lagos, mares y océanos; con ello provocan la muerte de diversas especies. Las aguas residuales constituyen un importante foco de contaminación de los sistemas acuáticos. También denominadas aguas vertidas contienen un alto contenido de elementos contaminantes, que a su vez van a contaminar aquellos sistemas en los que son evacuadas, lamentablemente sólo una parte será recogida en redes de saneamiento, mientras que el resto será evacuado a sistemas naturales directamente, a continuación se encuentran algunas de las acciones y agentes que pueden contaminar el agua:

- Agentes patógenos como: bacterias, virus, protozoarios, parásitos que entran a las aguas provenientes de desechos orgánicos.
- Desechos que requieren oxígeno, los desechos orgánicos pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradarlos. Si hay poblaciones grandes de estas bacterias, pueden agotar el oxígeno del agua,



matando así las formas de vida acuáticas.

- Sustancias químicas inorgánicas como ácidos, compuestos de metales tóxicos (Mercurio, Plomo), envenenan el agua.
- Los nutrientes vegetales pueden ocasionar el crecimiento excesivo de plantas acuáticas que después mueren y se descomponen, agotando el oxígeno del agua y de este modo causan la muerte de las especies marinas (zona muerta).
- Sustancias químicas orgánicas, como el petróleo, plásticos, plaguicidas, detergentes que amenazan la vida.
- Sedimentos o materia suspendida. Partículas insolubles de suelo que enturbian el agua y que son la mayor fuente de contaminación.
- Sustancias radiactivas que pueden causar defectos congénitos y cáncer.
- El calor también puede contaminar el agua, los ingresos de agua caliente que disminuyen el contenido de oxígeno y hace a los organismos acuáticos muy vulnerables.

### **3.1.1. Tipos de contaminación del agua**

Existe una clasificación de la contaminación del agua, según el factor ecológico que altere, aunque suele afectar a más de un factor.

- Contaminación física: Las sustancias que modifican factores físicos, pueden no ser tóxicas en sí mismas, pero modifican las características físicas del agua y afectan al ecosistema acuático.



- Contaminación química: Algunos efluentes cambian la concentración de los componentes químicos naturales del agua causando niveles anormales de los mismos y otros, generalmente de tipo industrial, introducen sustancias extrañas al medio ambiente acuático, muchos de los cuales pueden actuar en detrimento de los organismos acuáticos y de la calidad del agua en general. En este sentido es en el que puede hablarse propiamente de contaminación.
- Contaminación por agentes bióticos: Son los efectos de la descarga de material biogénico, que cambia la disponibilidad de nutrientes del agua, y por tanto, el balance de especies que pueden subsistir. El aumento de materia orgánica origina el crecimiento de especies heterótrofas en el ecosistema, que a su vez provoca cambios en las cadenas alimentarias. Un aumento en la concentración de nutrientes provoca el desarrollo de organismos, lo que también modifica el equilibrio del ecosistema.

### **Fuentes de contaminación del agua**

Existen fuentes puntuales y fuentes no puntuales de contaminación del agua, todo depende de la forma en que los contaminantes lleguen a la misma, es decir, si las descargas son directas a través de tuberías que descargan sus desechos en los afluentes de agua, o bien si las descargas son en diversos puntos a lo largo de las orillas de los ríos o mares.



- Las fuentes puntuales descargan contaminantes en localizaciones específicas a través de tuberías y alcantarillas. Ej: Fábricas, plantas de tratamiento de aguas negras, minas, pozos petroleros, etc.
- Las fuentes no puntuales son grandes áreas de terreno que descargan contaminantes al agua sobre una región extensa. Ej: Vertimiento de sustancias químicas, tierras de cultivo, lotes para pastar ganado, construcciones, tanques sépticos.

### **Contaminación de ríos y lagos**

Las corrientes pluviales debido a que fluyen se recuperan rápidamente del exceso de calor y los desechos degradables. Esto funciona mientras no haya sobrecarga de los contaminantes, o su flujo no sea reducido por sequía, represado, etc.

- Contaminación orgánica: En los lagos, rebalses, estuarios y mares, con frecuencia la dilución es menos efectiva que en las corrientes porque tienen escasa afluencia, lo cual hace a los lagos más vulnerables a la contaminación por nutrientes vegetales como los nitratos y fosfatos, efecto que se conoce con el nombre de eutrofización.

### **Contaminación del océano**

El océano es actualmente el basurero del mundo, lo cual traerá efectos negativos en el futuro. La mayoría de las áreas costeras del mundo están contaminadas, debido a las



descargas de aguas negras, sustancias químicas, basura, desechos radioactivos, petróleo y sedimentos. "Los mares más contaminados son los de Bangladesh, India, Pakistán, Indonesia, Malasia, Tailandia y Filipinas. A causa de ellos, los delfines, leones marinos y tortugas de mar, mueren cuando ingieren o se quedan atrapados por tazas, bolsas, sogas y otras formas de basura plástica arrojadas al mar".<sup>12</sup>

### **Contaminación del agua freática**

Debido a que el agua freática, denominada también como subterránea, no es visible, hay poca conciencia de ella, afortunadamente debido a que no hay mucho oxígeno existen en ellas pocas bacterias degradadoras, sin embargo, el agua freática es una fuente vital de agua para beber y para el riego agrícola. Cuando el agua freática llega a contaminarse no puede depurarse por sí misma, como el agua superficial tiende a hacerlo, debido a que los flujos de agua freática son lentos.

Las principales fuentes de contaminación del agua subterránea son:

- Escapes o fugas de sustancias químicas desde tanques de almacenamiento subterráneo.
- Infiltración de sustancias químicas orgánicas y compuestos tóxicos desde rellenos sanitarios, tiraderos abandonados de desechos peligrosos y desde lagunas para almacenamiento de desechos industriales localizados por arriba o cerca de los acuíferos.

<sup>12</sup> Garfield, Roberth. **Ob. Cit.** Pág. 57.

- Infiltración accidental en los acuíferos desde los pozos utilizados para inyección de gran parte de los desechos peligrosos profundamente bajo tierra.



### 3.2. Las aguas residuales

El origen, composición y cantidad de los desechos están relacionados con los hábitos de vida vigentes. Cuando un producto de desecho se incorpora al agua, el líquido resultante recibe el nombre de agua residual. Las aguas residuales tienen un origen doméstico, industrial, subterráneo y meteorológico, y estos tipos de aguas residuales suelen llamarse respectivamente, domésticas, industriales, de infiltración y pluviales.

Las aguas residuales domésticas son el resultado de actividades cotidianas de las personas. La cantidad y naturaleza de los vertidos industriales es muy variada, dependiendo del tipo de industria, de la gestión de su consumo de agua y del grado de tratamiento que los vertidos reciben antes de su descarga.

La infiltración se produce cuando se sitúan conductos de alcantarillado por debajo del nivel freático o cuando el agua de lluvia se filtra hasta el nivel de la tubería. Esto no es deseable, ya que impone una mayor carga de trabajo al tendido general y a la planta depuradora. La cantidad de agua de lluvia que habrá que drenar dependerá de la pluviosidad así como de las escorrentías o rendimiento de la cuenca de drenaje. Un área metropolitana estándar vierte un volumen de aguas residuales entre el 60 y el 80% de sus requerimientos diarios totales, y el resto se usa para lavar coches y regar

jardines, así como en procesos como el enlatado y embotellado de alimentos.



### 3.2.1. Composición

La composición de las aguas residuales se analiza con diversas mediciones físicas, químicas y biológicas. "Las mediciones más comunes incluyen la determinación del contenido en sólidos, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), la demanda química de oxígeno (DQO) y el ph. Los residuos sólidos comprenden los sólidos disueltos y en suspensión. Los sólidos disueltos son productos capaces de atravesar un papel de filtro, y los suspendidos los que no pueden hacerlo. Los sólidos en suspensión se dividen a su vez en depositables y no depositables, dependiendo del número de miligramos de sólido que se depositan a partir de un litro de agua residual en una hora. Todos estos sólidos pueden dividirse en volátiles y fijos, siendo los volátiles, por lo general, productos orgánicos y los fijos materia inorgánica o mineral".<sup>13</sup> La demanda bioquímica es conocida como la cantidad de oxígeno requerida por los organismos aeróbicos para descomponer la materia orgánica disuelta o en suspensión.

La concentración de materia orgánica se mide con los análisis DBO5 y DQO. "La DBO5 es la cantidad de oxígeno empleado por los microorganismos a lo largo de un periodo de cinco días para descomponer la materia orgánica de las aguas residuales a una temperatura de veinte grados centígrados (20°C). De modo similar, la DQO es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medio de dicromato

<sup>13</sup> Fuentes Saquich, Hector Federico. **Cuantificación de la presencia de glufosinato en los lodos activados, para el mejoramiento de la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales.** Pág. 12.



en una solución ácida y convertirla en dióxido de carbono y agua, el valor de la DQO es siempre superior al de la DBO5 porque muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente, pero no biológicamente. La DBO5 suele emplearse para comprobar la carga orgánica de las aguas residuales municipales e industriales biodegradables, sin tratar y tratadas. La DQO se usa para comprobar la carga orgánica de aguas residuales que no son biodegradables o contienen compuestos que inhiben la actividad de los microorganismos. El pH mide la acidez de una muestra de aguas residuales. Los valores típicos para los residuos sólidos presentes en el agua y la DBO5 del agua residual doméstica aparecen en la tabla adjunta en el Anexo I. El contenido típico en materia orgánica de estas aguas es un 50% de carbohidratos, un 40% de proteínas y un 10% de grasas; y entre 6,5 y 8,0, el pH puede variar<sup>14</sup>. La clasificación se hace con respecto a su origen, ya que este origen es el que va a determinar su composición.

No es fácil caracterizar la composición de los residuos industriales con arreglo a un rango típico de valores dado según el proceso de fabricación. La concentración de un residuo industrial se pone de manifiesto enunciando el número de personas, o equivalente de población, necesario para producir la misma cantidad de residuos. La composición de las infiltraciones depende de la naturaleza de las aguas subterráneas que penetran en la canalización. El agua de lluvia residual contiene concentraciones significativas de bacterias, elementos contaminantes, petróleo y productos químicos orgánicos.

---

<sup>14</sup> **Ibid.** Pág. 15.



## **Fuentes de aguas residuales**

Las principales fuentes de las aguas residuales pueden clasificarse como urbanas, industriales y agrícolas:

### **Urbanas:**

Están formadas por las aguas residuales de los hogares y los establecimientos comerciales. Durante muchos años, el principal objetivo de la eliminación de residuos urbanos fue tan sólo reducir su contenido en materias que demandan oxígeno, sólidos en suspensión, compuestos inorgánicos disueltos (en especial compuestos de fósforo y nitrógeno) y bacterias dañinas.

En los últimos años, por el contrario, se ha hecho más hincapié en mejorar los medios de eliminación de los residuos sólidos producidos por los procesos de depuración. Los principales métodos de tratamiento de las aguas residuales urbanas tienen tres fases: el tratamiento primario, que incluye la eliminación de arenillas, la filtración, el molido, la floculación (agregación de los sólidos) y la sedimentación; el tratamiento secundario, que implica la oxidación de la materia orgánica disuelta por medio de lodo biológicamente activo, que seguidamente es filtrado; y el tratamiento terciario, en el que se emplean métodos biológicos avanzados para la eliminación del nitrógeno, y métodos físicos y químicos, tales como la filtración granular y la adsorción por carbono activado.



Los aportes que generan esta agua son:

- aguas negras o fecales
- aguas de lavado doméstico
- aguas de limpieza de calles
- aguas de lluvia y lixiviados

Las aguas residuales urbanas presentan una cierta homogeneidad en cuanto a composición y carga contaminante, ya que sus aportes van a ser siempre los mismos, pero debe tomarse en cuenta que las características de cada vertido urbano van a depender del núcleo de población en el que se genere, influyendo parámetros tales como el número de habitantes, la existencia de industrias dentro del núcleo, tipo de industria, entre otros.

### **Industriales:**

Las características de las aguas residuales industriales pueden diferir, entre las empresas. Hay tres opciones (que no son mutuamente excluyentes) para controlar los vertidos industriales, la primera, puede tener lugar allí donde se generan dentro de la planta; la segunda, consiste en que las aguas pueden tratarse previamente y descargarse en el sistema de depuración urbana; la tercera, pueden depurarse por completo en la planta y ser reutilizadas o vertidas sin más, en corrientes o masas de agua.



Los vertidos son aquellos que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. A veces, las industrias no emiten vertidos de forma continua, sino únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial. También son habituales las variaciones de caudal y carga a lo largo del día. Las aguas industriales son mucho más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar, por lo que su tratamiento es más complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso en particular.

### **Agrícolas:**

La agricultura, la ganadería comercial y las granjas avícolas, son la fuente de muchos contaminantes orgánicos e inorgánicos de las aguas superficiales y subterráneas. Estos contaminantes incluyen tanto sedimentos procedentes de la erosión de las tierras de cultivo como compuestos de fósforo y nitrógeno que, en parte, proceden de los residuos animales y los fertilizantes comerciales. "Los residuos animales tienen un alto contenido en nitrógeno, fósforo y materia consumidora de oxígeno, y a menudo albergan organismos patógenos. Los residuos de los criaderos industriales se eliminan en tierra por contención, por lo que el principal peligro que representan es el de la filtración y las escorrentías".<sup>15</sup> Las medidas de control pueden incluir el uso de depósitos de sedimentación para líquidos, el tratamiento biológico limitado en lagunas aeróbicas o anaeróbicas y toda una serie de métodos adicionales.

---

<sup>15</sup> **Ibid.** Pág. 18.

### 3.3. Lodo



Es el sólido con un contenido variable de humedad proveniente del tratamiento de aguas residuales, también conocido como sedimento acuoso es en donde se concentran los sólidos sedimentados de un agua bruta, en una estación depuradora de aguas residuales, el lodo es un subproducto de la mayoría de los procesos de tratamiento de aguas residuales, cuya evacuación se realiza mediante vertimiento a la tierra, entierro, incineración o descarga al mar. El lodo de tratamiento de aguas negras es valioso como fuente de nutrientes y como acondicionador del suelo y puede emplearse en agricultura o como fertilizante de estanques empleados en acuicultura.

Los lodos contienen más de 90% de agua y se necesita, como mínimo, una temperatura de 55 grados centígrados para inactivar los agentes patógenos, el tratamiento con calor proveniente de una fuente de energía externa es costoso. Por fortuna, la actividad exotérmica de las bacterias ya presentes en el lodo se puede utilizar para producir el calor necesario a un costo relativamente bajo. Eso se puede lograr mediante descomposición aerobia del lodo con desechos sólidos municipales u otro agente orgánico que le agregue volumen. El proceso de descomposición generará calor sólo si se puede mantener en un medio suficientemente aerobio con alguna clase de aeración.

Así como el tratamiento de aguas residuales es una de las muchas medidas posibles de protección de la salud, el tratamiento del lodo se puede combinar o reemplazar con otras medidas para evitar que su aprovechamiento transmita enfermedades infecciosas.



Mara y Caimcross citados por Xavier Domenech, describen con mayores detalles las medidas de protección de la salud que cabe tomar para el aprovechamiento del lodo y mencionan que el lodo proveniente del tratamiento de aguas residuales que contienen una proporción importante de desechos industriales ricos en ciertas sustancias químicas como metales pesados puede tener también concentraciones suficientemente elevadas de estas sustancias para causar toxicidad a las plantas y al hombre. Se ha publicado información detallada sobre los aspectos sanitarios del uso de ese lodo para vertimiento al suelo. De ello se desprende que el Acuerdo Gubernativo 236-2006 regule la prohibición de disposición de lodos como abono para cultivos comestibles que se pueden consumir crudos o pre cocidos, hortalizas y frutas, sin haber efectuado su estabilización y desinfección respectiva ni haber determinado la ausencia de metales pesados y que no excedan las dos mil unidades formadoras de colonia por kilogramo de coliformes fecales.

### **3.3.1. Producción y características de los lodos**

Los lodos tanto primarios como secundarios, tienen un contenido en agua superior al 95% y son putrescibles, por lo que los objetivos de su tratamiento son:

- Reducir su volumen mediante la eliminación de agua.
- Estabilizarlos para reducir su fermentación.
- Conseguir su manejabilidad y transportabilidad.

Estos tres objetivos en el orden establecido respectivamente, se alcanzan con el espesamiento, la estabilización y la deshidratación del lodo.



### 3.3.2. Tratamiento de lodos

El tratamiento biológico de aguas residuales, produce distinto tipo de lodos dentro de cada uno de los procesos individuales. Entre los tipos de lodos que se producen se encuentran los siguientes:

- Lodo crudo: Es aquel que no ha sido tratado ni estabilizado, que puede extraerse de plantas de tratamiento de aguas residuales. Tiende a producir la acidificación de la digestión y produce olor.
- Lodo primario: Es producido durante los procesos de tratamiento primario de las aguas residuales, esto ocurre después del desarenado y consiste en productos no disueltos de las aguas residuales. El lodo en el fondo de tanque primario de sedimentación se llama también lodo primario. La composición del lodo depende de las características del área de recogida de las aguas. El lodo primario contiene generalmente una gran cantidad de materia orgánica, vegetales, frutas, papel, etc.
- Lodo activo: La eliminación de materia orgánica disuelta y los nutrientes de las aguas residuales tiene lugar durante el tratamiento biológico del agua. Normalmente se caracteriza por la interacción de distintos tipos de bacterias con microorganismos, que requieren oxígeno para vivir, crecer, multiplicarse. El lodo



resultante se llama lodo activo. Normalmente éste lodo esta en forma de flóculos que contienen biomasa viva y muerta además de partes minerales y orgánicas.

El comportamiento de sedimentación de los flóculos de los lodos activos es de gran importancia para el funcionamiento de la planta de tratamiento biológico.

Los flóculos deben ser removidos, para separar la biomasa del agua limpia.

- Lodo activo de retorno: Proviene del tanque de aireación biológica al clarificador final. Los flóculos de lodo activo sedimentan al fondo y pueden separarse del agua limpia residual. La mayoría del lodo que se lleva de nuevo al tanque de aireación se llama lodo activo de retorno.
- Exceso de lodo, lodo secundario: Para alcanzar una vida del lodo constante, la biomasa en exceso debe de eliminarse de la planta biológica de tratamiento. El lodo en exceso contiene partículas no hidrolizables y biomasa resultado del metabolismo celular.
- Lodo terciario: se produce a través de procesos de tratamientos posteriores.
- Lodos hinchados y lodo flotante: Es el fango digerido que tiene lugar en los procesos de digestión aeróbica. Tiene color negro y olor a tierra. Tiene una proporción de materia orgánica del orden de 45 a 60 %.

### **3.4. Proceso de tratamiento de aguas y lodos residuales**

Las aguas residuales son todas aquellas que el hombre ha usado y la utiliza además como vehículo de desecho por esta acción y el efecto de introducir materias o formas de energía o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen



una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica. Cualquiera que sea el sistema de tratamiento o depuración, tenemos que considerar como objetivo principal la reducción o eliminación de los agentes contaminantes. Esto dependerá del uso que se le desea dar al agua depurada. Según el sistema de tratamiento dispondremos de agua residual tratada y lodos residuales.

Sistemas de depuración:

- Lechos bacterianos
- Biodiscos
- Aireación prolongada
- Lagunaje natural
- Lagunaje aireado
- Filtros verdes
- Fosas sépticas
- Lechos de turba
- Filtros de arena.

Resumiendo se puede decir que se tienen:

- Sistemas modernos (lechos bacterianos, biodiscos, aireación prolongada)
- Sistemas tradicionales (lagunas)
- Pequeños sistemas de tratamiento (filtros, fosas sépticas, etc) .



Los sistemas modernos generan más lodos pero garantizan una mejor calidad del agua y usan poca área. Los sistemas tradicionales: generan poco lodo, usan mucha área, garantizan la calidad del agua depurada siempre y cuando se cumplan todas las especificaciones. Los terceros son para pequeñas poblaciones. Los sistemas clarificadores del agua para alcanzar un grado de ablandamiento se clasifican así:

### **Sistema intermitente o proceso de ablandamiento por batch**

Los suavizadores intermitentes son operados por el método de llenado y vaciado. El sistema consiste en dos o más tanques verticales. Un tanque es empleado para proveer agua suave, mientras que el otro debe ser limpiado, llenado, tratado y sedimentado. En algunos casos, sólo un tanque es utilizado, esto es posible si la capacidad de almacenamiento es suficiente para repetir los ciclos de ablandamiento sin interrumpir el suministro de agua suave.

El sistema es operado en ciclos definidos. "La mezcla de las cantidades calculadas de los químicos, como cal y coagulante, son añadidos a un tanque mezclador y luego añadidos al tanque, mientras que éste es llenado con agua cruda. El tanque lleno es agitado por un período que varía entre 15 minutos y una hora, después del cual la agitación se detiene y se permite que el agua reaccione, coagule, floccule y sedimente en un período tan largo como sea posible. El agua clarificada es descargada por una tubería que flota en la superficie, y es descargada hacia los filtros que, usualmente, funcionan por gravedad." <sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> **Ibid.** Pág. 78.



Las ventajas de este sistema son su bajo costo y su sencilla operación. Las desventajas son el largo período de sedimentación requerido, las operaciones manuales necesarias y el hecho de que el efluente es saturado con carbonato de calcio. Pero generalmente es el más utilizado en plantas pequeñas.

### **Sistema continuo de ablandamiento por sedimentación**

Puede tener tanques de coagulación y sedimentación muy similares. Unidades de este tipo son utilizadas frecuentemente para el ablandamiento del agua municipal para ciudades. El agua cruda es alimentada y continuamente mezclada con cal y coagulante en un mezclador rápido, el cual consiste esencialmente del agitador de tipo hélice en una cámara relativamente pequeña. El efluente de la mezcla pasa a un tanque de coagulación y floculación, utilizado para asegurar la formación apropiada de una partícula de tamaño adecuada por la acción de una suave agitación con paletas rotativas. Luego, el agua fluye a otro tanque diseñado para permitir la sedimentación efectiva del lodo por, aproximadamente, un período de una hora. Se utilizan varios tipos de sistemas colectores de lodo.

Las ventajas de este sistema son que está listo para cualquier adaptación si surge algún problema, requiere un mínimo de mantenimiento y supervisión. Las desventajas son que se requiere de mucho espacio, además, implica un alto costo de construcción.



## **Sistema continuo de ablandamiento por contacto de lodo**

Este sistema mejora mucho los resultados de los sistemas de ablandamiento utilizando cal, básicamente, estas unidades operan con el principio de cristalización de la solución supersaturada, proporcionan un medio de contacto para la correcta precipitación del lodo. El agua cruda se mezcla íntimamente con los lodos previamente precipitados con cal y coagulante. Se establece rápidamente un equilibrio. Los nuevos sólidos formados no son separados individualmente como partículas, en realidad, los depósitos frescos en el lodo, se hacen presentes por acarreo. La naturaleza de este lodo permite que se tenga una separación del agua tratada con el lodo. Una línea definida de separación existe entre la cama de lodo y el agua clarificada. El volumen completo del tanque es agitado constantemente de manera muy lenta.

### **3.4.1. Reutilización de las aguas residuales**

“El aumento de la población ha generado un marcado consumo de agua. A nivel mundial, se puede mencionar la diferencia de consumos de agua:

- Consumo municipal 8 – 9 %
- Consumo de la industria 20 – 30 %
- Consumo por la agricultura 60 – 70 %”.<sup>17</sup>

Cada vez los recursos hídricos son menos y el hombre los contamina. Alarmados los humanos ven como las fuentes de agua van desapareciendo. Los cordones marginales

---

<sup>17</sup> **Ibid.** Pág. 79.

crecen en condiciones ínfimas de abastecimiento de agua potable y muchos pueblos viven consumiendo aguas contaminadas. Ante esta situación alarmante podemos buscar diferentes alternativas que nos permitan paliar este agudo problema:



- Aceptar restricciones ante la escasez de agua.
- Actuar sobre el abastecimiento, ya sea incrementando las fuentes con nuevos recursos, aumentando la eficacia, modificaciones climáticas, utilización de aguas marinas o reutilización de aguas residuales.
- Modificar la demanda: por medio de variaciones de precio, eliminación de consumos no imprescindibles y de campañas educativas para conservar y ahorrar agua, así como la aplicación de innovaciones tecnológicas para realizarlo.

En muchas ciudades del país existe el reuso de las aguas residuales brutas y en la mayoría de los casos para riego en los diferentes cultivos, otra parte se vierten directamente al cauce de los ríos, lagos, pantanos, mar; ocasionando un grave peligro para la salud del hombre, flora y fauna. "La reutilización de las aguas residuales data desde muchos años atrás, existen estudios por ejemplo que en 1,000 años antes de Cristo las aguas residuales de Jerusalén desembocaban en un estanque, las que después de una sedimentación se utilizaban para riego, porque las aguas residuales además de la carga bacterial y orgánica, presentan concentraciones variadas de elementos nutritivos para las plantas".<sup>18</sup>

<sup>18</sup> Garfield, Roberth. **Ob. Cit.** Pág. 87.



Actualmente, muchos países desarrollados utilizan aguas residuales no solamente en riego sino en otras actividades lógicamente utilizando adecuados tratamientos. Se entiende por reutilización al uso de las aguas, después del consumo por el hombre ya sea para satisfacer sus necesidades directas o sus requerimientos indirectos.

En la reutilización de las aguas es conveniente tener en cuenta los riesgos que ocasionaría para la salud, los beneficios, la aceptación de la sociedad y la garantía de un tratamiento adecuado, caso contrario, los problemas que genera el vertido directo de las aguas residuales a los cauces receptores son arcados y repercuten en la salud humana y disponibilidad de agua, calidad de suelos, etc.

El reuso de las aguas residuales dependerá de la normativa vigente en cada país, pero como se ha mencionado el uso de las aguas residuales domésticas tratadas no han demostrado problemas posteriores al reuso. En muchos países existen diferentes regulaciones para el reuso de aguas residuales; así por ejemplo: en agricultura son diversas las exigencias dependiendo al tipo de cultivo, hábito de crecimiento, periodo vegetativo, forma de consumo, de igual manera para otros usos la normativa es clara al respecto.

En muchos casos la reutilización de las aguas podrá hacerse después de una depuración biológica convencional. En general y con adecuados tratamientos el uso de aguas residuales domésticas en riego, no ocasiona deterioro de los suelos ni de las aguas subterráneas, se obtienen productos de calidad, no se ha observado acumulación de metales en los cultivos, no incrementa la salinidad de los suelos,



etcétera. Al respecto se sabe que en Guatemala es muy reducida la utilización del reuso de las aguas residuales, pues a pesar que existe vigente un programa del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, llamado fertiriego, aún no se ha implementado, lamentablemente. Se conoce que las municipalidades si han utilizado este sistema, para el riego de las áreas verdes de la circunscripción municipal, lo cual por lo menos es un avance.

### **Formas de reutilización:**

- Agrícola.
- Riego de parques, jardines, zonas viales, campos deportivos de recreación.
- Industria (refrigeración, calderas, diferentes fases del proceso).
- Recarga de acuíferos.
- Mantenimiento de lagos, estanques, ríos.
- Usos domésticos (no potable).
- Abastecimiento.

### **3.5. Lodos residuales**

Los lodos o fangos vienen a ser aquellos subproductos resultantes de los procesos de tratamiento de las estaciones depuradoras de aguas residuales. Son de gran importancia ya sea por el volumen obtenido y que se incrementa con el incremento de la población, así como por ser una fuente potencial de la materia orgánica, energía,



pero si no se le da el adecuado manejo será un grave problema. Los lodos provienen ya sea de las lagunas o de las plantas depuradoras, siendo el volumen mayor de producción de lodos en las plantas depuradoras, debido principalmente al tiempo de retención. Salvo en los procesos de aireación prolongada, tanto los lodos del tratamiento primario como los del secundario requieren de un posterior tratamiento (digestión) para su reuso. Con este tratamiento se logra:

- Disminución de materias volátiles
- Mineralización de la materia orgánica.
- Concentración de lodos.

Los dos principales problemas que se pueden presentar en los lodos provenientes de las depuradoras de aguas residuales son los metales pesados y la presencia de microorganismos patógenos. (Ver Anexo II)

### **3.5.1. Tratamiento de lodos residuales**

El tratamiento de lodos constituye una parte fundamental de las plantas de tratamiento y supone un 50% del costo de inversión, además de los costos de mantenimiento y control. Procesos para tratar los lodos:

- a. **Espesamiento:** Antes de proceder a la eliminación, o estabilización de los lodos que se han separado del agua residual es conveniente (rentable) proceder al



espesamiento de los lodos; lo que permite reducir al mínimo el volumen para facilitar su manejo, transporte y almacenamiento. Para el dimensionado de los esperadores, es necesario tener en cuenta:

- Capacidad de espesamiento
- Velocidad ascensional (influye sobre la forma de la curva de sedimentación)
- Altura del espesado
- Tiempo de retención

b. Estabilización o digestión: Esta puede ser aerobia o anaerobia.

- "Digestión anaerobia: Se considera el método más adecuado para obtener un producto final aséptico. La descomposición de la materia orgánica por las bacterias se realiza en ausencia de aire. El oxígeno necesario para su desarrollo lo obtienen del mismo alimento. La digestión pasa por procesos de: licuefacción, gasificación y mineralización produciéndose un producto final inerte y con liberación de gases. La digestión está influenciada por una serie de fenómenos que determinan su eficacia:

- Temperatura (rango óptimo 29-33°C)
- Concentración de sólidos
- Mezcla de fango
- PH (debajo de 6.2 la supervivencia de microorganismos productores de metano es imposible)
- Ácidos volátiles".<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> Ibid. Pág. 92.



- "Digestión aerobia: Los lodos en este proceso disminuyen de forma continua por la acción de los microorganismos existentes en el reactor biológico a la vez que produce una mineralización de la materia orgánica. Es la eliminación en presencia de aire, de la parte fermentable de los lodos. Los productos finales de este proceso metabólico son anhídrido carbónico, agua y productos solubles inorgánicos. El proceso termofílico utiliza el calor metabólico producido por la biodegradación de la materia orgánica, alcanzándose temperaturas entre 45 y 65°C, con ello se produce la destrucción de patógenos".<sup>20</sup>

c. "Estabilización química: es aquella que se realiza por la adición a los lodos de productos químicos que los inactivan generalmente se usa cal que aumenta el pH, lo que dificulta la acción biológica de los lodos; favoreciéndose la liberación de amoníaco (le quita valor fertilizante al lodo)".<sup>21</sup>

d. "Deshidratación de fangos: La eliminación de agua de los lodos se consigue mediante espesado, deshidratación y secado. Para eliminar el agua libre es suficiente el proceso de espesado. Para la separar el agua capilar y de adhesión es necesario una deshidratación donde se precisan fuerzas mecánicas en filtros. Cuando se desea eliminar el agua de absorción y de constitución se requieren energía térmica".<sup>22</sup> La elección del método más adecuado dependerá del contenido en materia seca deseada en el lodo final, el costo del método y características del lodo.

---

<sup>20</sup> **Ibid.** Pág. 93.

<sup>21</sup> **Ibid.**

<sup>22</sup> **Ibid.**

e. Desinfección: Es el proceso mediante el cual se trata de eliminar una gran cantidad de organismos patógenos presentes en los lodos y que pueden suponer un riesgo sanitario en su utilización.



En la actualidad no es un proceso generalizado en Guatemala, pero se contempla en su Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y Disposición de Lodos, estableciendo normas sobre desinfección de lodos con fines agrícolas. Los lodos se caracterizan por presentar un alto contenido de materia orgánica y nutrientes por lo que su aplicación al suelo proporcionará estos nutrientes.

Los suelos de Guatemala presentan un porcentaje mínimo de materia orgánica, lo que se traduce en una de las causas de la baja productividad, afectando la economía del país. Si incorporamos diez hectáreas diarias y con potencial agrícola, al año tendríamos 3,650 hectáreas es decir que no solo aportaríamos masa orgánica base para las actividades biológicas del suelo, sino además elementos nutritivos para las plantas

A través de las investigaciones biotecnológicas se están obteniendo variedades de plantas, que pueden generar sustancias repelentes a plagas y enfermedades, pero éstas para poder desarrollarse adecuadamente, necesitan suelos fértiles. Para el adecuado uso de los lodos de depuradoras en agricultura, se hace necesaria una previa caracterización física, química y biológica que nos permita descartar la presencia de sustancias tóxicas y peligrosas. En Europa causó alarma el uso de lodos en la agricultura por la sospecha de la presencia de metales pesados, pero en diversos

trabajos realizados al respecto, no se encontró presencia de metales pesados y en algunos casos la presencia era por debajo de los límites permisibles.



Otro problema que se podría atribuir al uso de lodos es la presencia de organismos patógenos a pesar de la eliminación que se realiza en el proceso de digestión anaerobia, este problema se solucionaría mediante el compostaje de lodos antes de su aplicación al suelo, garantizando su sanidad y calidad, coadyuvando así a su utilización.

#### **Posibilidades de destino de los lodos:**

- Utilización en agricultura como abono.
- Recuperación de terrenos agotados.
- Recuperación de energía eléctrica, mecánica e incineración.
- Compostaje.
- Vertidos directamente al mar, ríos, lagos.
- Relleno de terrenos sanitarios, escombreras, minas abandonadas, pantanos, etc.

#### **3.5.2. El compostaje como forma de tratamiento de lodos**

Es un proceso biooxidativo controlado en el que intervienen numerosos y variados microorganismos que requieren humedad y temperaturas adecuadas, dando al final la producción de dióxido de carbono, agua, minerales y una materia orgánica estabilizada,



libre de fitotoxinas y dispuesta para su empleo en agricultura, sin que propague fenómenos adversos.

Es una técnica que los agricultores realizan con la finalidad de aprovechar los residuos propios de la actividad agrícola. El compostaje es una manera racional, económica y segura de obtener un abono a partir de residuos de origen orgánico, conservando y aprovechando al máximo los nutrientes presentes en los materiales de partida.

### **Sistemas de compostaje**

- "Apilamiento estático, con aireación forzada es adecuado para áreas pequeñas, permite el control del oxígeno así como de la humedad y temperatura, cabe hacer mención que las instalaciones no son casas.
- Apilamiento con volteos, es un sistema considerado lento y utilizado desde épocas muy remotas. Es simple y fácil de realizar, se voltea periódicamente la masa para lograr una buena aireación y control de la humedad y temperatura.
- Sistemas cerrados, involucran el uso de reactores de diferentes tipos y dimensiones, este tipo de proceso es rápido pero su mantenimiento es costoso y las descargas del compost son muy complicadas".<sup>23</sup>

<sup>23</sup> Fuentes Saquich, Hector Federico. **Ob. Cit.** Pág. 50.

## CAPÍTULO IV



### **4. Propuesta de soluciones a la problemática de la inobservancia del Acuerdo Gubernativo 236-2006 Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos**

En todos los países del mundo se trata de encontrar soluciones a los cada vez más extensos y complejos problemas originados por el incorrecto o el insuficiente tratamiento de las aguas residuales. Esta búsqueda origina el uso de cultivos orgánicos en suspensión para eliminar la materia orgánica carbonosa, cultivos que deben ser evaluados para garantizar, que ciertamente son procesos simples que alcanzan niveles de clarificación en las aguas residuales tratadas, controlando solamente el flujo de agua residual, el oxígeno y la densidad bacteriana conocida como lodo activado.

El Reglamentar las Descargas de Aguas Residuales en Centroamérica fue en sus inicios el resultado de los esfuerzos realizados por representantes de los países participantes (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá) y otros sectores involucrados, durante reuniones realizadas en Centroamérica desde abril de 2002 hasta mayo de 2005.

Esta regulación modelo fue aprobada durante la XL Reunión Ordinaria del Consejo de Ministros de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, llevada a cabo en julio de 2,005 en Granada, Nicaragua, y está sujeta a futuras enmiendas de acuerdo a las necesidades de la región centroamericana.



Por su parte, Guatemala incorporó dicha normativa en el Acuerdo Gubernativo 2006 Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, el que se refiere a las prácticas de manejo de aguas residuales, incluyendo, entre otras:

- Las regulaciones para las descargas de aguas residuales;
- Las regulaciones de descargas para sistemas de tratamientos individuales y colectivos;
- La coordinación de programas regionales para prevenir y reducir descargas de efluentes, así como de otros contaminantes al cuerpo receptor.

La finalidad general del reglamento gira en torno a:

- Proteger la salud humana y el ambiente (protección, mantenimiento y restauración de la integridad química, física y biológica del cuerpo receptor);
- Fomentar la armonización de la legislación aplicable para aguas residuales, con niveles altos de protección ambiental y de salud en Centroamérica; y
- Fomentar procesos y prácticas que contribuyan a la prevención y reducción de la contaminación ambiental.

Los propósitos que se constituyen en el Acuerdo gubernativo mencionado son:

- Fomentar la salud pública y protección ambiental por medio de acciones efectivas para el manejo integral de las aguas residuales;



- Establecer niveles de calidad de agua del cuerpo receptor con el propósito de proteger el ambiente y la salud humana, de acuerdo a sus usos potenciales;
- Cumplir con los límites de descarga al cuerpo receptor para la fecha establecida por la Unidad de Recursos Hídricos.
- Desarrollar estándares de pre-tratamiento, estos estándares deberán ser actualizados periódicamente, tomando en cuenta el desarrollo de nuevos métodos y tecnologías.
- Cuando la Unidad de Recursos Hídricos esté desarrollando cualquier estándar de pretratamiento bajo esa sección, deberá designar la categoría o categorías de origen relativas al estándar.

#### **4.1. Disposición o uso de lodos de aguas residuales**

Los lodos generados por la operación de un sistema de tratamiento de aguas residuales no podrán ser dispuestos o usados de ninguna manera que resulte en el incumplimiento de las leyes o directrices que establezca la Unidad de Recursos Hídricos. Para recolectar, almacenar, tratar, reciclar, desechar o usar lodos, toda persona individual o jurídica deberá obtener previamente un permiso de dicha dependencia. Sin embargo en la actualidad no se da ningún tratamiento en los lodos generados por las plantas de tratamiento establecidas en el país.

Lamentablemente todos los residuos que contienen los lodos son descargados directamente en los afluentes de agua, ríos, lagos y mares, denominados también como



cuerpos receptores. Esta situación es inconcebible, y de alguna forma debe frenarse pues se están ocasionando daños considerables en las reservas de agua que todavía cuenta el país, pues la introducción por el hombre, de sustancias en el medio marino, incluidos los estuarios, que produzca o pueda producir efectos perjudiciales tales como daños a los recursos vivos y a la vida marina, peligros para la salud humana, obstaculización de las actividades marinas, incluidas la pesca y otros usos legítimos del mar, deterioro de la calidad del agua de mar para su utilización o menoscabo de los lugares de esparcimiento.

“La composición de los lodos residuales es la siguiente:

- Contenido de materia orgánica.
- Contenido de nutrientes.
- Contenido de la fracción inerte (arena, limo, arcilla)
- Concentración de contaminantes (metales pesados)
- Concentración de microorganismos”.<sup>24</sup>

Se conoce que la mayoría de descargas de lodos residuales en Guatemala, aún se realizan en el mar, o en ríos y lagos, lo cual provoca:

- Disminución del O<sub>2</sub> disuelto en la columna de agua por mineralización de la materia orgánica.

---

<sup>24</sup> **Ibid.** Pág. 82.



- Proceso de eutrofización debido a una sobre fertilización del sistema por el contenido de nutrientes.
- Afectaciones a los corales y otras especies por la concentración de la fracción inerte.
- Producción de olores desagradables y problemas estéticos.
- Afectaciones por el contenido de metales pesados, especialmente de residuales provenientes del sector industrial.
- Existencia de microorganismos patógenos que afecten el ecosistema.
- Afectaciones a la salud de los trabajadores que realizan el manejo de los lodos (patógenos y emisiones).

De tal manera que en Guatemala no se cumple con el objetivo principal del Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, el cual establece: 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 lodos. Lo anterior para que, a través del mejoramiento de las características de dichas aguas, se logre establecer un proceso continuo que permita:

- Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana.
- Recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización.
- 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.



#### **4.2. El procedimiento de evaluación del agua y los lodos**

Para el seguimiento y evaluación de aguas residuales y de aguas para reuso, los entes generadores deberán tomar a su costa, como mínimo, dos muestras al año y efectuar los análisis que correspondan de conformidad con los parámetros contenidos en el estudio técnico. En el caso de las entidades contratadas para prestar los servicios de extracción, manejo y disposición final de lodos, éstas tendrán que realizar su toma de muestras de acuerdo a la tabla número 2 en el Anexo III. Para llevar a cabo una evaluación completa de la contaminación del agua, los estudios referentes a la toxicidad son necesarios, ya que las pruebas físicas y químicas no resultan suficientes para la valoración de los efectos potenciales sobre la vida acuática y terrestre, es por ello que se pretende evaluar los efectos tóxicos inherentes a la descarga de los lodos originados a partir de una planta potabilizadora en la cual se generan lodos con alta concentración de aluminio.

El lodo proviene de los procesos de coagulación que se llevan a cabo dentro de dicha planta. Estas plantas al realizar los procesos de coagulación utilizan principalmente sulfato de aluminio como coagulante, y dicho compuesto es desechado junto con los lodos, los cuales generalmente son vertidos en los suelos, posteriormente alcanzan a los ríos corriente abajo sin ningún proceso posterior para remoción de contaminantes, ya que según las normas actuales se consideran no tóxicos para el medio ambiente.



Dentro de la ingeniería ambiental ha sido necesario implantar técnicas para el análisis de las aguas superficiales con referencia a los contaminantes, y existe actualmente en el ámbito internacional la tendencia de combinar y complementar los análisis fisicoquímicos con pruebas biológicas o bioensayos de toxicidad, por lo que se han desarrollado un amplio número de investigaciones en diversos países, pero en Guatemala, los ensayos con organismos son poco conocidos y las publicaciones son escasas.

En Guatemala, desafortunadamente la evaluación de la toxicidad de los contaminantes en el ambiente, está enfocada únicamente a los parámetros fisicoquímicos, determinándose sólo de manera cualitativa, y en contadas ocasiones de manera cuantitativa, dado a que esta información sólo puede ser generada a partir de pruebas de toxicidad específicas, las cuales pueden cubrir y complementar algunos aspectos desventajosos de los análisis fisicoquímicos. Estas pruebas permiten obtener respuestas del daño a la biosfera y a los ecosistemas de manera rápida, aún cuando las miles de sustancias químicas potencialmente tóxicas contenidas en los efluentes puedan o no ser detectadas por los análisis rutinarios, ya que la gran diversidad, extensión y complejidad de los mismos, hacen casi imposible su caracterización completa. Asimismo, ayudan a monitorear el ambiente incluso cuando es difícil predecir el efecto conjunto que se produce con la interacción de las sustancias o de los factores como el pH, la dureza, el carbono orgánico disuelto, etcétera. Se han realizado trabajos que pretenden fomentar el uso y promover la valoración de los bioensayos de toxicidad como una herramienta complementaria a las técnicas tradicionales de evaluación de



contaminantes, al evaluar el caso particular de los lodos generados por una planta potabilizadora y como batería de pruebas una serie de bioensayos utilizando el organismo acuático. Los problemas hallados en la actualidad, en cuanto al tratamiento de los lodos en Guatemala son:

- Mal funcionamiento de las plantas de tratamiento de residuales.
- Tratamiento y disposición inadecuados de los lodos.
- Inexistencia de patrones para el manejo del lodo.
- Falta de especialización técnica y de facilidades de investigación en el tema.

Los parámetros de medición para determinar las características de las aguas residuales son los siguientes:

- Temperatura,
- Potencial de hidrógeno,
- Grasas y aceites,
- Materia flotante,
- Sólidos suspendidos totales,
- Demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días a veinte grados Celsius,
- Demanda química de oxígeno,
- Nitrógeno total,
- Fósforo total,
- Arsénico,
- Cadmio,



- Cianuro total,
- Cobre,
- Cromo hexavalente,
- Mercurio,
- Níquel,
- Plomo,
- Zinc,
- Color y coliformes fecales.

Las personas individuales o jurídicas, públicas o privadas que se encuentren autorizadas por la municipalidad para descargar aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, podrán cumplir los límites máximos permisibles, de conformidad con lo que a continuación se detalla:

- Estableciendo sistemas de tratamiento propios.
- Pagando a la municipalidad o a las empresas encargadas del tratamiento de aguas residuales del alcantarillado público, una tasa correspondiente al servicio que se preste, siempre y cuando dichas municipalidades cuenten con sistema de tratamiento para aguas residuales en operación.
- Se exceptúan de la opción de cumplimiento las personas que descarguen aguas residuales con metales pesados cuyos límites máximos permisibles excedan de los valores establecidos en el Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos.



#### **4.3. Modelo de reducción progresiva de cargas de demanda bioquímica de oxígeno**

En Guatemala, de conformidad con el Reglamento de descargas de aguas y lodos residuales, los entes generadores existentes deberán reducir en forma progresiva la demanda bioquímica de oxígeno de las aguas residuales que descarguen a un cuerpo receptor, conforme a los valores y etapas de cumplimiento de la tabla número 3, del Anexo IV.

#### **4.4. La importancia de la participación, educación y concientización ciudadana**

Los países centroamericanos se comprometen a fortalecer la participación, educación y concientización ciudadana en lo que respecta al cuidado del agua. Por lo consiguiente estipulan:

- a. La Unidad de Recursos Hídricos a través de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en Guatemala, está obligada a promover y apoyar acciones para el desarrollo de la educación y concientización de la ciudadanía sobre asuntos y problemas relacionados con la calidad del Cuerpo Receptor, y acciones prácticas que puedan ser tomadas para ayudar a enfrentar estos problemas.
  
- b. La Unidad de Recursos Hídricos se compromete en el reglamento a establecer mecanismos para promover la participación de la población en el proceso normativo y regulador, las cuales deberán incluir al menos:



- El establecimiento y modificación de estándares de calidad ambiental;
- El proceso de autorizaciones y permisos;
- Iniciativas relacionadas a fuentes de contaminación no puntuales; y
- Acciones relacionadas con cumplimiento.

c. La Unidad de Recursos Hídricos establece mecanismos para el acceso público a la información que deben incluir por lo menos:

- Un sistema para recopilar y hacer pública la información disponible obtenida bajo la Regulación con respecto a los efluentes y con respecto a la condición de calidad de agua del Cuerpo Receptor, y su implicación con la salud y el ambiente.
- Un sistema de advertencias de salud pública para alertar a la ciudadanía sobre cualquier riesgo asociado con el uso del cuerpo receptor.
- Medidas para asegurar que la información sea asequible y de buena calidad.
- Transparencia y acceso a la información en poder de las autoridades públicas. La Regulación podrá también establecer un proceso que permita a la ciudadanía solicitar y tener acceso a la información en poder de autoridades públicas que sea relevante a la ejecución de la Regulación, y sujeta a cualquier consideración apropiada.
- La Unidad de Recursos Hídricos debe promover y fortalecer las asociaciones que fomenten la prevención y control de la contaminación del cuerpo receptor.

**4.5. Necesidad de la efectiva imposición de sanciones en cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 236-2006 Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos en vista de las industrias que lo infringen**



En el año 2005 la Procuraduría de Derechos Humanos emitió una condena por violar el derecho humano al medio ambiente y la salud contra la Hidroeléctrica Río Las Vacas y los entonces ministros de Ambiente y Recursos Naturales, Carlos Cáceres, y de Salud Pública y Asistencia Social, Mario Bolaños. La condena se hizo extensiva contra seis alcaldes del departamento de Zacapa y uno del departamento de Guatemala por omitir la ejecución de medidas para reducir el nivel de contaminación del río Motagua.

En la resolución dictada, la Procuraduría de Derechos Humanos (PDH) también solicitó la inmediata creación de una comisión multisectorial que estuviera integrada por delegados del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), los alcaldes de los municipios por los que recorre el río, la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la estatal Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), y del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

La resolución de la Procuraduría de Derechos Humanos (PDH), que fijó 30 días para conocer resultados o pediría destituciones, se originó luego que el 5 de enero el río Motagua (el más largo del país) empezara a emanar olores fétidos desde la Capital

hasta Zacapa, pudiéndose observar una mortandad de peces y una contaminación.



La Procuraduría de Derechos Humanos (PDH) responsabilizó a la empresa Hidroeléctrica, por verter a la corriente acuática grandes cantidades de sedimentos que mantenía en su embalse. Una situación similar ocurrió en febrero de 2,002, cuando la citada empresa descargó sedimentos retenidos casi por un mes, a las contaminadas aguas del río Las Vacas. En ambas ocasiones, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) suspendió las operaciones del proyecto, aunque pocos días después le fueron levantadas las sanciones y la hidroeléctrica pudo seguir operando.

El proyecto hidroeléctrico Río Las Vacas, ubicado a 20km. de la capital, se empezó a construir en 1999 y comenzó a operar oficialmente en mayo de 2,002. En su primera fase generó 20 megavatios de electricidad, para luego, en el 2,003, completar una segunda fase y producir en total 40 megavatios. Para operar utiliza el 70% de las aguas del río del mismo nombre, convertido en el mayor desagüe de la ciudad capital.

El costo del proyecto hidroeléctrico es de US\$36.6 millones, de acuerdo con la Corporación Interamericana de Inversiones (CII), brazo privado del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que contribuyó con un préstamo de US\$10 millones. Además, otro préstamo de 11 millones de dólares, fue negociado con distintas fuentes financieras.

Los propietarios del proyecto son las empresas guatemaltecas Fabrigás y Cementos Progreso, en las que destacan las familias Ayau y Novella, respectivamente (Infopress, 1,502). La electricidad producida es vendida al consorcio Comercializadora Eléctrica de Guatemala (COMEGSA), propietarios del 80% de las acciones de la Empresa Eléctrica de Guatemala, y cuyo principal accionista es la española Iberdrola.



El proyecto suple electricidad al consorcio y contribuye a reducir las frecuentes caídas de tensión durante las horas de mayor consumo. En ese sentido es un proyecto estratégico. Pero, paralelamente, ha presentado problemas económicos, lo que según fuentes del sector eléctrico, se originaron en fallas encontradas en la construcción de un túnel, que elevaron considerablemente los costos.

Los ministros de Estado señalados por la Procuraduría de Derechos Humanos (PDH) ya no ejercen sus cargos, luego que desde enero del año 2007 renunciaron a los mismos por razones político-electorales. Sin embargo, en el caso del MARN, la responsabilidad es mayor por haber tomado las decisiones de suspender y reautorizar las operaciones de la hidroeléctrica en las dos ocasiones.

De acuerdo con un comunicado de prensa del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el Ministerio levantó la medida que prohibía las operaciones luego que ésta pagó una fianza de 60 mil dólares y se comprometió, mediante escritura pública, a cumplir con determinadas medidas, siendo éstas: la construcción de diques,

el aviso de descarga, el constante monitoreo y la compra de una máquina dragadora para realizar la limpieza del embalse y afluente.



Esa resolución fue cuestionada por los alcaldes de Zacapa y El Progreso, quienes dijeron sentirse burlados por el entonces ministro del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Cáceres, quien luego de una reunión celebrada conjuntamente el 16 de enero, en la cual no se llegó a ningún acuerdo, la decidió unilateralmente. Los alcaldes adujeron que la decisión de Cáceres había sido tomada un día antes de la reunión, durante la cual, se dedicó a hacer ver las ventajas de la hidroeléctrica y las pérdidas económicas que afrontaría por el cierre.

De acuerdo con la vocera del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Patricia Ramírez, la medida de levantar la sanción se tomó en ley porque no se quieren afectar los intereses económicos del país, pero se seguirá en defensa de los recursos naturales. El alcalde del municipio de Estanzuela, Zacapa, Leandro Morales, dijo que es lamentable que los intereses económicos particulares se interpongan a los de la población.

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el problema es que la hidroeléctrica no acató las instrucciones proporcionadas en cuanto al manejo adecuado de sólidos, por lo que el daño causado es resultado de la liberación de lodos a los cauces del río Motagua.



En una entrevista para Prensa Libre del año 2008, los funcionarios de la hidroeléctrica, Javier Luengo, Julio Godoy y Martín Minondo, han negado cualquier responsabilidad, al afirmar que ellos no agregan nada a las contaminadas aguas del río Las Vacas, y que es más, parte del proyecto hidroeléctrico consiste en la reforestación de las áreas circunvecinas. Ellos interpretan el proyecto como uno de generación de energía limpia, y consideran que la acción del MARN de suspender las operaciones en enero, sólo desincentiva la inversión en ese tipo de proyectos.

Todo indica que el procedimiento de descarga masiva de los lodos acumulados en el embalse de la hidroeléctrica ha agudizado el problema de la contaminación del río Motagua, pese a los diferentes estudios ambientales realizados y que han contado con el aval de los organismos financieros.

Cabe recordar que el río Motagua recibe aguas residuales de 32 municipios y los desechos de industrias, rastros, textileras, viviendas. Hasta la fecha no se han construido las proyectadas plantas de tratamiento, bajo el argumento que no existe financiamiento.

Por ahora se desconoce cuáles han sido esos resultados y cuál será el accionar de la Procuraduría de Derechos Humanos (PDH) en este caso, que por segundo año consecutivo provocó una emergencia ambiental y de salud a lo largo del río Motagua. Las operaciones de la hidroeléctrica han provocado la protesta de los alcaldes de los municipios afectados, quienes consideran que las autoridades ambientales priorizan

aspectos económicos sobre el daño a la población. Hasta la fecha, los representantes del proyecto eléctrico han negado cualquier responsabilidad, aduciendo que trabajan con aguas ya contaminadas.



“Por otro lado, se encuentra otro caso desastroso para el medio ambiente guatemalteco, la mina a cielo abierto Marlin I, de la trasnacional canadiense Glamis Gold, va imponiendo su presencia con enormes tajos que dejan a la vista el esqueleto rocoso de las montañas. Con menos rapidez pero con igual persistente voluntad, a escala humana se ha ido conformando una alianza del movimiento indígena de la región amplia maya de México y Guatemala en defensa del territorio mam y contra la minería”.<sup>25</sup>

Sergio Sáenz, gerente de Operaciones de la Mina Marlin, ingeniero mexicano en minas, con estudios en Estados Unidos, explica que entre el municipio de San Miguel Ixtahuacán y el vecino de Sipakapa, departamento de San Marcos, queda enclavado el proyecto Marlin, que abarca 90 hectáreas, mismo que opera la filial de la Glamis, Montana Exploradora de Guatemala. Sáenz aseveró que es infundado el temor a la contaminación de suelo, aire y agua con el cianuro que se utiliza para extraer los cuatro millones de onzas de oro que se calcula atesora en sus entrañas esta porción de tierra a razón de 28.75 gramos por onza.

Sáenz sostuvo que el cianuro no sale de nuestra planta, es un circuito cerrado ciento por ciento, no sale ni a la represa. Además, dijo, esta sustancia se descompone

---

<sup>25</sup> *Ibid.* Pág. 90.

rápidamente al contacto con el oxígeno y la luz del sol y no se acumula, como el mercurio, en el organismo.



“Los argumentos de los opositores a la minería de oro (considerada por ambientalistas una de las actividades de por sí contaminantes por su alto costo medioambiental: basta con saber que para fabricar un solo anillo de oro de 18 kilates se generan 20 toneladas de desechos) corren en dos vías: por una parte evitar la contaminación y proteger sus recursos naturales. Por la otra, ejercer su derecho a decidir el destino y a disfrutar esos recursos naturales existentes en los territorios que ellos, como pueblos indígenas, han poseído, habitado y preservado por cientos de años”.<sup>26</sup>

La campaña *no al oro sucio*, lanzada en 2004 por mencionar el daño de las aguas subterráneas, los ríos cercanos, zonas marinas de alta biodiversidad, debido a la presencia de sustancias extraordinariamente dañinas en su proceso tecnológico, como es el caso del ácido sulfúrico que libera de las rocas elementos peligrosos para la salud, como el arsénico, cadmio, mercurio o plomo. En numerosas zonas de minería de oro; las aguas subterráneas muestran índices de acidez más altos que el ácido de baterías, constituyendo un peligro de contaminación prácticamente imposible de erradicar por muchas generaciones.

Después de que en la ciudad de San Marcos se realizara la segunda Conferencia Regional sobre la Minería y el Patrimonio de los Pueblos Indígenas, organizada por el Consejo Regional de Pueblos Indígenas (CRPI) guatemalteco, a la que asistieron

<sup>26</sup> Ramirez Lorenzana, Ednar Pável. **Evaluación de la planta de tratamiento de aguas de una industria farmacéutica nacional, según el Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos y propuesta para el aprovechamiento de desechos.** Pág. 29.



diversas organizaciones sociales mexicanas, tocó el turno a México de ser anfitrión. Los últimos días de julio del año 2008, en San Cristóbal de las Casas, Chiapas, recibieron a 36 delegados de cinco, de los seis departamentos de Guatemala que se consideran afectados por estas industrias, entre ellos, Huehuetenango, San Marcos, Quiché, Retalhuleu, Suchitepéquez y Quetzaltenango.

Los visitantes de la Conferencia Regional sobre la Minería y el Patrimonio de los Pueblos Indígenas, organizada por el Consejo Regional de Pueblos Indígenas (CRPI) hicieron relaciones con las juntas de buen gobierno zapatistas, con la Coordinación de Organizaciones Autónomas del Estado de Chiapas (COAECH), Organización Popular Emiliano Zapata, Organización Campesina Emiliano Zapata, las Regiones Autónomas Pluriétnicas, el magisterio de la sección 7 del Sindicato Nacional de Trabajadores de la Educación (CNTE), el Centro Agroecológico San Francisco de Asís. En la reunión se acordó apoyar a los compañeros guatemaltecos para construir una propuesta de ley indígena que llevarán a consulta a los pueblos mayas de Guatemala, y una vez consultada se enviará al Parlamento.

Posteriormente, se realizó una reunión en el ejido La Patria, municipio de Tapachula, en la que participaron 44 pueblos mames de cuatro municipios de la Sierra y cuatro del Soconusco. De Guatemala llegaron los alcaldes indígenas de San Miguel Ixtahuacán, Sipakapa y Comitancillo, así como integrantes del Movimiento de Trabajadores Campesinos de San Marcos y de Huehuetenango. Ahí acordaron participar en el acto internacional por la defensa del Territorio Mam en contra de la minería.

Se indicó que otros asuntos en los que se acordó trabajar conjuntamente, además de la minería, son el apoyo mutuo en problemas ambientales, de recursos naturales y laborales, especialmente en lo que respecta al trato que se da en México a los trabajadores indígenas guatemaltecos.



Respecto al proyecto Marlin I, Sáenz indicó que se espera iniciar la producción comercial a principios de 2006, quizá antes "si todo sigue marchando bien". Se calcula que el rendimiento aquí es de cinco gramos de oro por cada tonelada de tierra que se procese, "es un buen promedio", comentó. Alrededor de 5 mil toneladas serán extraídas diariamente, trituradas, pasadas por molinos, para ser depositadas en los tanques, lixiviadas (bañadas) por un periodo de 72 horas con una solución de cianuro. Luego, la solución ya enriquecida por el oro y la plata presentes pasa por la planta, donde se le extraen los metales, y la solución de cianuro vuelve a los tanques, donde está circulando todo el tiempo. El mineral o la roca que queda ya sin el oro, es pasado por un sistema de lavado a contracorriente "que está recuperando la mayor parte de la solución cianurada junto con los minerales, y los lodos son depositados en una represa de relave; antes que eso suceda pasan por una planta donde se destruye el cianuro restante". La mina utiliza 160 metros cúbicos de agua por hora; la planta trabaja las 24 horas del día, todo el año. Se le preguntó a Sáenz, cuál es la probabilidad de riesgo. Contestó: "obviamente en todo hay un proceso de riesgo; si usted va conduciendo un carro tiene un riesgo, ahora nosotros tenemos planes de contención, estamos planificando los posibles riesgos, estamos tomando medidas de prevención, etcétera. Creemos que no tenemos algo que no hayamos previsto..."



La mina tiene una vida programada de diez años, más otros tres de clausura ambiental después de parar toda la operación. "Nosotros le llamamos cierre de reparación ambiental, donde se reforesta, se restaura todo, se va cerrando todo para que quede, no en la misma forma, pero que el suelo quede en una mejor condición de lo que estaba, se distribuye el suelo orgánico de la mejor manera... todas las instalaciones que puedan servir para usos posteriores se van a dejar a las comunidades: oficinas, campamentos, si hubiera alguna universidad o alguien que esté interesado en poner una extensión universitaria o un programa agrícola, todo lo que sirva aquí se dejaría", aseveró el ingeniero chihuahuense.

Se le insistió en que los opositores a la minería del oro a cielo abierto advierten de que a largo plazo se ha registrado drenaje ácido de los residuos del mineral tratado, que después de cierto tiempo mandan metales pesados al subsuelo y pueden contaminar los mantos freáticos. Comentó que el drenaje ácido es uno de los problemas comunes de la minería hace 20 ó 30 años, cuando los minerales "que no tenían suficientes carbonatos" no se encapsulaban con arcilla. "En minería moderna es algo que se maneja con buena planificación" afirmó.

A Sergio Sáenz se le planteó que las comunidades cuestionan de qué les sirve el oro que otros se llevan. Comentó que hasta finales de mayo cerraron con 2 mil 239 empleados, la mayoría gente de la región, ahora que la mina está funcionando hay 300 empleos permanentes, cifra que puede llegar a duplicarse para los programas de reforestación. "Les puede preguntar a las personas que están mandando a sus hijos a



la universidad porque trabajan aquí. Hay personas que han cambiado de nivel económico, pero ha cambiado también la mentalidad de la gente. Hace dos años venían y me preguntaban si podía trabajar su hijo de 12 años... ahora ya no, ahora ese niño se va a San Marcos a estudiar allá, eso no se lo quita nadie."

Y si está así tan sensacional esta actividad, ¿tiene usted idea de por qué se prohibió en el estado de Montana, Estados Unidos? -se le preguntó. Porque hay muchos intereses como en muchos lados, pero Montana es sólo un estado de ese país, que tiene 50 estados, y en los otros se está utilizando este sistema.

Agregó que la minería "es muy viable para países en desarrollo... el norte de México es minero, no se qué tanto conozcan; Chihuahua y Sonora fueron fundados por la minería, es probablemente la industria más regulada en el mundo, es algo que trae riqueza, especialmente a áreas deprimidas como ésta, donde no había caminos, a nadie le interesaba venir a esta área antes, si pregunta en la capital, los que escriben de esto, nadie conocía dónde era San Miguel Ixtahuacán. Ahora todo el mundo está contra el progreso, hay muchos intereses".

Información difundida en Internet sobre la prohibición de la minería por lixiviación con cianuro a cielo abierto consigna que en Montana, en 1998, se tomó esta determinación al votar la gente en favor de una iniciativa del Centro de Información Ambiental de ese estado por 53 por ciento de los votos contra 47 por ciento. Entre las razones para ello se consideró que estas minas "consistentemente contaminan los recursos acuíferos de



Montana con cianuro y otros contaminantes, poniendo en riesgo la salud de los humanos y el medio ambiente". Se indicó que desde 1982 se habían registrado escapes de cianuro en las minas de Montana, que liberaron millones de litros de solución de cianuro en la superficie y en los recursos de aguas subterráneas. El cianuro puede permanecer por periodos muy largos en las aguas subterráneas porque el sol y el oxígeno necesarios para descomponerlo en sustancias menos dañinas se encuentran ausentes. Además, los fondos que destinan las mineras para la recuperación de las zonas donde han operado han sido insuficientes, por lo que exponen a los ciudadanos que pagan impuestos a los costos de recuperación y dejan responsabilidades para las futuras generaciones.

De acuerdo a lo anterior se puede establecer que a los grandes empresarios les importa poco el cumplimiento de la normativa establecida en el Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos y a la par de todo esto, se encuentra la visible complicidad de las autoridades encargadas de velar por su efectiva aplicación. Se reconoce que no existen controles reales en el tratamiento de aguas y mucho menos en el tratamiento y descarga de lodos, pues a pesar que si existen plantas de tratamiento de aguas, no se le da seguimiento a los lodos resultantes, lo cual hace de alguna forma poco significativo el trabajo de la planta, pues si los lodos en lugar de ser reusados, que es el tratamiento menos dañino para el medio ambiente, y son actualmente revertidos en los afluentes de agua, simplemente se está contaminando mas las reservas hídricas.



Se tuvo conocimiento que aunque existe la reglamentación de realizar estudios técnicos de la toxicidad de los lodos provenientes de las plantas de tratamiento, no se ha realizado ninguno de estos desde el año 2006 en que entró en vigencia el citado reglamento, lo cual es sumamente preocupante. Las causas de esta despreocupación pueden ser muchas, pero se consideran como más importantes las que a continuación se detallan:

- No existe la infraestructura necesaria para realizar los exámenes químicos de las muestras de lodos, no posee el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales un laboratorio que pueda realizarlo, y el único que existe y podría realizar tal análisis es el laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, quien podría apoyar en ese asunto pero, para colmo no se encuentra certificado por la Organización Mundial de la Salud, para realizar tales exámenes, lo cual deja en cero las posibilidades de implementación del reglamento en ese aspecto.
- No existe voluntad política de adquirir el equipo necesario para realizar tales evaluaciones, actitud que es respaldada por el gobierno central quien al parecer no tiene ningún interés en involucrarse en problemas de ésta índole con las grandes empresas que ocasionan mayores descargas de lodos.
- Si no existe infraestructura, ni voluntad de crearla, será imposible que exista un efectivo control de las descargas de lodos, lo cual es un problema latente que irá poco a poco matando los ríos, lagos y accesos al mar que se tienen en Guatemala, pronosticando daños severos con el paso de los años.

## CONCLUSIONES



1. En Guatemala no existe un adecuado manejo, tratamiento y disposición final de lodos, debido a que éstos, son vertidos a cuerpos receptores o al alcantarillado público, rebasando los límites máximos permisibles de descargas de aguas residuales, contaminando así el ecosistema.
2. Las disposiciones contenidas en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, para ejercer el control de las aguas, no se cumplen, motivo por el cual, prevenir y determinar los niveles de contaminación de los ríos, lagos, mares y cualquier otra causa o fuente de contaminación hídrica, es casi nulo.
3. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, le compete la aplicación de las normas jurídicas que tienden a proteger y mejorar el medio ambiente, sin embargo, se evidencia la total despreocupación por parte de las autoridades, de darles seguimiento y cumplimiento.
4. En el tema de las descargas y reuso de aguas residuales, Guatemala se encuentra ante una problemática seria, ya que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, no se ha dado a la tarea de controlar el manejo de las mismas en las plantas de tratamiento existentes.



5. Las autorizaciones que otorga el Estado para la explotación de los recursos naturales, deja desprotegidas a las comunidades, a pesar de que éstas, han realizado múltiples esfuerzos, por conservar el equilibrio ecológico y su salud.



## RECOMENDACIONES

1. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales como ente protector del ecosistema debe implementar políticas tendientes a lograr un adecuado manejo, tratamiento y disposición final de los lodos, capacitando tanto a su personal como a los particulares, para crearles conciencia de lo peligroso que puede ser a la salud, el no acatar las disposiciones contenidas en el Acuerdo Gubernativo Número 236-2006, Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos.
2. El Estado debe colaborar con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, para que se cumpla el Acuerdo Gubernativo 236-2006, realizando una adecuada planificación y monitoreo constante, implementando la evaluación del grado de toxicidad de los lodos industriales que provienen de las empresas dedicadas a la explotación de recursos naturales para prevenir, controlar, determinar los niveles de contaminación de los ríos, lagos, mares y cualquier otra causa o fuente de contaminación hídrica.
3. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de acuerdo al Acuerdo Gubernativo 236-2006 debe sancionar a personas individuales o jurídicas que infrinjan los límites máximos permisibles de los parámetros para las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, cada ente generador deberá tomar a su costa como mínimo, dos muestras al año y efectuar los análisis que



correspondan de conformidad con los parámetros contenidos con el estudio técnico, debiendo llevar un registro de los resultados de estos análisis para su presentación al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales cuando les sea requerido.

4. Es necesario que la Unidad de Recursos Hídricos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales forme parte activa, coadyuvando al eficiente cumplimiento del reglamento que protege las descargas, reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos, contratando técnicos especializados en la materia, con el objeto de que la persona individual o jurídica, pública o privada responsable de generar o administrar aguas residuales que viertan éstas o no al alcantarillado público, tengan la obligación de preparar un estudio avalado por dichos técnicos a efecto de caracterizar efluentes, descargas, aguas para reuso y lodos, para mantener el estudio técnico a disposición de las autoridades del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales cuando sea requerido por razones de seguimiento y evaluación.
5. El Estado de Guatemala debe ser cauteloso en cada una de las autorizaciones para la explotación de los recursos naturales que emita a favor de empresas extranjeras y nacionales, puesto que en cada una de ellas debe de evidenciarse la protección de los recursos naturales existentes en el país y así preservar un equilibrio ecológico.



## ANEXOS



ANEXO I

TABLA I

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL LODO



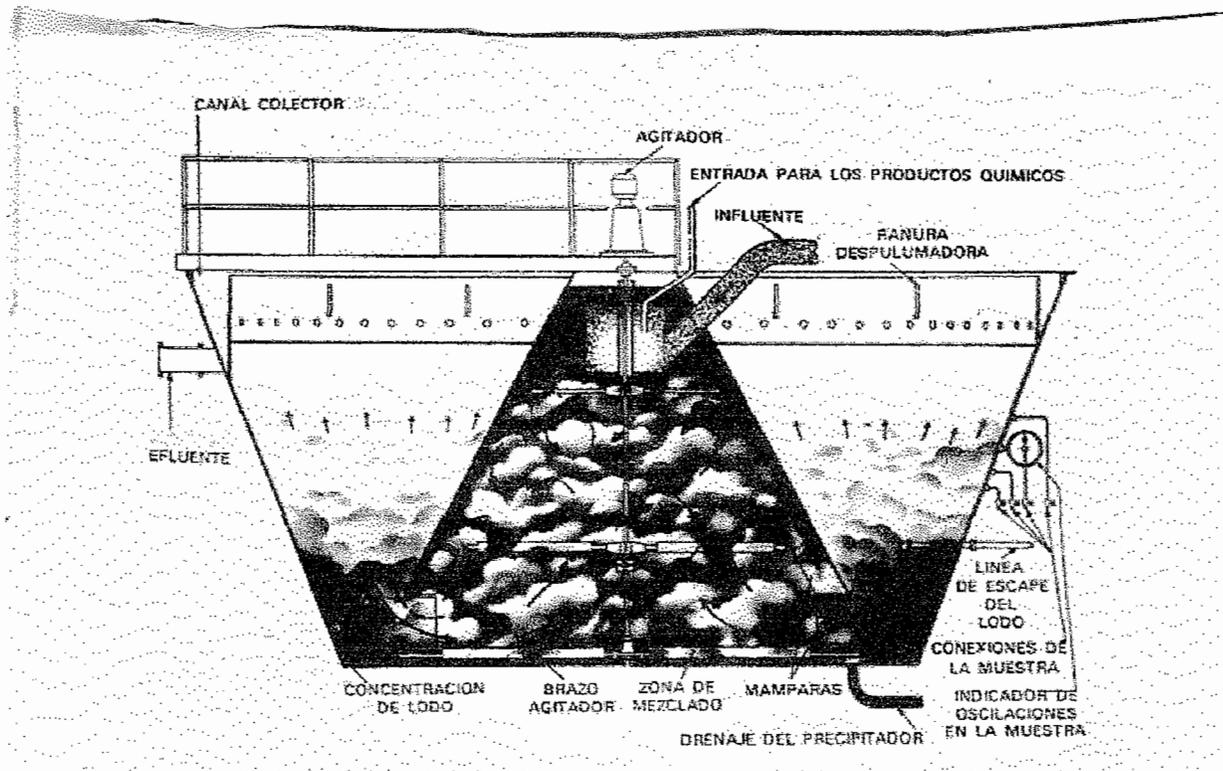
Sustancia	Concentración
Materia Orgánica	65 – 75 % Suelo seco
Nitrógeno	4%
Fósforo	3 – 4%
Zinc	1600 mg/kg ms
Cobre	700mg
Plomo	400mg
Níquel	150mg
Cadmio	15mg
Arsénico	5mg
Mercurio	10mg



## ANEXO II

### GRAFICA I.

#### DISECCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO



**Figura 9.11** Clarificador de colchón de lodo que proporciona un área mayor para la elevación del agua en el anillo externo, lo que resulta en una disminución de la velocidad para corresponder a la velocidad de asentamiento del lodo. (Cortesía de The Permutit Company.)

**ANEXO III**

**TABLA II**

**PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DEL AGUA Y LODOS**



<b>Peso promedio de lodos producidos</b>	<b>Periodicidad</b>
Entre 0 y 1500 kilogramos diarios	Trimestral
Entre 1501 y 3000 kilogramos diarios	Bimensual
Más de 3000 kilogramos diarios	Mensual



**ANEXO IV**  
**TABLA III**

**MODELO DE REDUCCIÓN PROGRESIVA DE CARGAS DE  
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO.**

<b>Etapa</b> Fecha máxima de cumplimiento	<b>Uno</b> Dos de mayo de dos mil once				
Duración, años	5				
Carga, kilogramos por día	3000?EG < 6000	6000?EG < 12000	12000?EG < 25000	25000?EG < 50000	50000?EG < 250000
Reducción porcentual	10	20	30	35	50
<b>Etapa</b> Fecha máxima de cumplimiento	<b>Dos</b> Dos de mayo de dos mil quince				
Duración, años	4				
Carga, kilogramos por día	3000?EG < 5500	5500?EG < 10000	10000?EG < 30000	30000?EG < 50000	50000?EG < 125000
Reducción porcentual	10	20	40	45	50
<b>Etapa</b> Fecha máxima de cumplimiento	<b>Tres</b> Dos de mayo de dos mil veinte				
Duración, años	5				
Carga, kilogramos por día	3000?EG < 5000	5000?EG < 10000	10000?EG < 30000	30000?EG < 65000	
Reducción porcentual	50	70	85	90	
<b>Etapa</b> Fecha máxima de cumplimiento	<b>Cuatro</b> Dos de mayo de dos mil veinticuatro				
Duración, años	4				
Carga, kilogramos por día	3000 < EG < 4000			4000?EG < 7000	
Reducción porcentual	40			60	

EG = carga del ente generador correspondiente, en kilogramos por día. Para efectos de la aplicación del presente modelo, el valor inicial de descarga estará determinado en el Estudio Técnico. Dicho valor inicial, se refiere a la carga expresada en kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno. Para los porcentajes de reducción de la etapa uno, se utilizará el valor inicial de descarga del Estudio Técnico y para cada una de las etapas siguientes, la carga inicial será el resultado obtenido de la reducción porcentual de la etapa anterior



ANEXO V

REGLAMENTO DE LAS DESCARGAS Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES Y DE LA DISPOSICIÓN DE LODOS

MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES
Ajuste complementario del acuerdo básico de cooperación científica y técnica entre el Gobierno de la República de Guatemala y el Gobierno de la República Federativa de Brasil...

YO, OSCAR BERGER PERDOMO
Presidente Constitucional de la República de Guatemala

DECLARO:

Que el Gobierno de la República de Guatemala, habiendo firmado con fecha 12 de septiembre de 2005 la "ENMIENDA AL AJUSTE COMPLEMENTARIO DEL ACUERDO BÁSICO DE COOPERACIÓN CIENTÍFICA Y TÉCNICA ENTRE EL GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA Y EL GOBIERNO DE LA REPÚBLICA FEDERATIVA DE BRASIL MODIFICADO POR ADENDUM DE FECHA VEINTIDÓS DE AGOSTO DE DOS MIL DOS, PARA LA PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO ALFABETIZACIÓN SOLIDARIA EN GUATEMALA", ratifica por el presente dicha Enmienda y se compromete a cumplir y aplicar fielmente las disposiciones que en ella figuran.

EN TESTIMONIO DE LO CUAL, firmo el presente instrumento.

Hecho en la Ciudad de Guatemala, a diez días del mes de febrero de dos mil seis.

[Signature of Oscar Berger Perdomo]

EL VICEMINISTRO DE RELACIONES EXTERIORES ENCARGADO DEL DESPACHO

[Signature of Juan José Cabrera Alonzo]

JUAN JOSÉ CABRERA ALONZO

[Signature of Juan José Cabrera Alonzo]

ENMIENDA AL AJUSTE COMPLEMENTARIO DEL ACUERDO BÁSICO DE COOPERACIÓN CIENTÍFICA Y TÉCNICA ENTRE EL GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA Y EL GOBIERNO DE LA REPÚBLICA FEDERATIVA DE BRASIL MODIFICADO POR ADENDUM DE FECHA VEINTIDÓS DE AGOSTO DE DOS MIL DOS, PARA LA PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO ALFABETIZACIÓN SOLIDARIA EN GUATEMALA

El Gobierno de la República de Guatemala

y
El Gobierno de la República Federativa de Brasil,

ACUERDAN:

ARTÍCULO I

Se modifica el apartado 2, del artículo II del Ajuste Complementario y Adendum, el cual queda así:

- El Gobierno de la República de Guatemala designa:
a) la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN) como responsable por la coordinación de las acciones resultantes del presente Ajuste Complementario; y el Ministerio de Educación como co-partícipe y responsable por la coordinación sectorial; y
b) el Comité Nacional de Alfabetización de Guatemala (CONALFA), como responsable por la ejecución de las acciones resultantes del presente Ajuste Complementario.

ARTÍCULO II

La presente enmienda entrará en vigor a partir de la fecha en que Guatemala comunique, por la vía diplomática, el cumplimiento de sus requisitos legales para el efecto.

Dado en la ciudad de Guatemala, el 12 de septiembre de 2005, en dos ejemplares originales, en español y portugués siendo ambos textos igualmente auténticos.

FOR EL GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA

FOR EL GOBIERNO DE LA REPUBLICA FEDERATIVA DE BRASIL

LA ENMIENDA AL AJUSTE COMPLEMENTARIO DEL ACUERDO BÁSICO DE COOPERACIÓN CIENTÍFICA Y TÉCNICA ENTRE EL GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA Y EL GOBIERNO DE LA REPÚBLICA FEDERATIVA DE BRASIL MODIFICADO POR ADENDUM DE FECHA VEINTIDÓS DE AGOSTO DE DOS MIL DOS PARA LA PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO ALFABETIZACIÓN SOLIDARIA EN GUATEMALA, fue ratificada por el Presidente de la República el 10 de febrero de 2006 y, de conformidad con lo establecido en el artículo II de la Enmienda, entró en vigor el 28 de marzo de 2006.

(07-376-3000-11-12-2006)

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
Acórdase emitir el REGLAMENTO DE LAS DESCARGAS Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES Y DE LA DISPOSICIÓN DE LODOS.
ACUERDO GUBERNATIVO NÚMERO 236-2006
Guatemala, 6 de mayo de 2006.
EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que por imperativo constitucional el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están 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.

CONSIDERANDO:

Que la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, tiene por objeto velar por el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país.

CONSIDERANDO:

Que de conformidad con la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, se deben emitir las disposiciones y reglamentos correspondientes para ejercer el 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.

CONSIDERANDO:

Que es necesario contar con un instrumento normativo moderno que ofrezca certeza jurídica para la inversión, permita la creación de empleo, propicie el mejoramiento progresivo de la calidad de las aguas y contribuya a la sostenibilidad del recurso hídrico; coordinando para el efecto los esfuerzos de los órganos de la administración pública con las municipalidades y la sociedad civil.



**POR TANTO:**

En uso de las funciones que le confieren el artículo 183 literal e) de la Constitución Política de la República de Guatemala,

**ACUERDA:**

Emítir el siguiente

**REGLAMENTO DE LAS DESCARGAS Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES Y DE LA DISPOSICIÓN DE LODOS**

**CAPÍTULO I**

**DISPOSICIONES GENERALES**

**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 lodos. 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.

**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; y
- e) Las personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos.

**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.

**CAPÍTULO II**

**DEFINICIONES**

**Artículo 4. 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, piletas, lavamanos, lavabos, lavado de ropa y otras similares, así como la mezcla de las mismas, que se conducen a través de un alcantarillado.

**ALCANTARILLADO PLUVIAL:** el conjunto de tuberías, conexiones y obras 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 AFLUENTE O UN AFLUENTE:** la determinación de características físicas, químicas y biológicas de las aguas, incluyendo causal, de los parámetros requeridos en el presente Reglamento.

**CARGA:** el resultado de multiplicar el caudal por la concentración determinados en un afluente y expresada en kilogramos por día.

**CAUDAL:** el volumen de agua por unidad de tiempo.

**COLIFORMES 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, quebrado, manantial, humedal, estero, 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 biológica 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 delitoral 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 robustas 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 consumen crudos o cocidos.

**HUMEDAL:** el sistema acuático natural o artificial, de agua dulce o salada, de carácter temporal o permanente, generalmente en ranso y de poca profundidad.

**INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL:** los documentos técnicos definidos en el Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, Acuerdo Gubernativo No. 23-2003 y sus reformas, contenidos en los Acuerdos Gubernativos No. 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.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



**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.

**PERSONA NUEVA QUE DESCARGA AL ALCANTARILLADO PÚBLICO:** la persona que descarga al alcantarillado público establecida posteriormente 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 concesionarios y que generan aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas.

**SISTEMA DE ALCANTARILLADO PRIVADO:** el conjunto de tuberías y obras accesorias para recolectar y conducir las aguas residuales de tipo especial, originadas por distintas personas individuales o jurídicas privadas, hasta su disposición a una planta de tratamiento de aguas residuales privada.

**TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES:** cualquier proceso físico, químico, biológico o una combinación de los mismos, utilizado para mejorar las características de las aguas residuales.

**CAPÍTULO III**

**ESTUDIO TÉCNICO**

**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 no en un cuerpo receptor o al alcantarillado público tendrán la obligación de preparar un estudio avalado por técnicos en la materia a efecto de caracterizar afluentes, descargas, aguas para reuso y lodos.

**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 contactado 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 efluente. 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 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 realizadas.

**Artículo 7. RESGUARDO DEL ESTUDIO TÉCNICO.** La persona individual o jurídica conservará el Estudio Técnico, manteniéndolo a disposición de las autoridades del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales cuando se lo requieran por razones de seguimiento y evaluación.

**Artículo 8. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL.** Para los efectos del cumplimiento del artículo 97 del Código de Salud, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales si aprobar un Instrumento de Evaluación Ambiental a los entes generadores nuevos, incluirá en la resolución el dictamen relacionado con la descarga de aguas residuales de conformidad con lo establecido en el presente Reglamento.

Para efectos de verificación y control del cumplimiento de este Reglamento, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales deberá utilizar los instrumentos contenidos en el Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental.

**Artículo 9. PLAZO PARA LA EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO Y CUMPLIMIENTO.** El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales deberá evaluar en forma permanente el desempeño ambiental y el cumplimiento de los planes contemplados en el numeral II Documento, literales c) y d) del artículo 8.

**Artículo 10. VIGENCIA DEL 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 deberá, cada cinco años, actualizar el contenido del estudio técnico estipulado en el presente Reglamento.

**Artículo 11. AMPLIACIÓN DEL ESTUDIO TÉCNICO.** En caso de que las autoridades del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales determinen que la información del artículo 6 se puede fortalecer adicionando datos, justificará por escrito su requerimiento.

**Artículo 12. EXENCIÓN DE MEDICIÓN DE PARÁMETROS.** La exención de medición de parámetros procederá cuando se demuestre a través del Estudio al que se refiere el artículo 5 del presente Reglamento, que por las características del proceso productivo no se generan algunos de los parámetros establecidos en el presente Reglamento, aplicables a descarga de aguas residuales, reuso de aguas residuales y lodos.

**CAPÍTULO IV  
CARACTERIZACIÓN**

**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.

**Artículo 14. CARACTERIZACIÓN DE AGUAS PARA REUSO.** La persona individual o jurídica, pública o privada, que genere aguas residuales para reuso o las reuses, deberá realizar la caracterización de las aguas que genere y que desea aprovechar e incluir el resultado en el estudio técnico.

**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.

**CAPÍTULO V**

**PARÁMETROS PARA AGUAS RESIDUALES Y VALORES DE DESCARGA A CUERPOS RECEPTORES**

**Artículo 16. PARÁMETROS DE AGUAS RESIDUALES.** Los parámetros de medición para determinar las características de las aguas residuales son los siguientes:

- a) Temperatura,
- b) Potencial de hidrógeno,
- c) Grasas y aceites,
- d) Materia flotante,
- e) Sólidos suspendidos totales,
- f) Demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días a veinte grados Celsius,
- g) Demanda química de oxígeno,
- h) Nitrógeno total,
- i) Fósforo total,
- j) Azufre,
- k) Cadmio,
- l) Cianuro total,
- m) Cobres,
- n) Cromo hexavalente,
- o) Mercurio,
- p) Níquel,
- q) Plomo,
- r) Zinc,
- s) Color y
- t) Coliformes fecales.

**Artículo 17. MODELO DE REDUCCIÓN PROGRESIVA DE CARGAS DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO.** Los entes generadores existentes deberán reducir en forma progresiva la demanda bioquímica de oxígeno de las aguas residuales que descarguen a un cuerpo receptor, conforme a los valores y etapas de cumplimiento del cuadro siguiente:

		Uno				
		Dos de mayo de dos mil cinco				
Fecha máxima de cumplimiento		5				
Carga, kilogramos por día		30000EQ-10000	10000EQ-15000	15000EQ-20000	20000EQ-30000	30000EQ-200000
Reducción porcentual		10	20	30	35	50
		Dos				
Fecha máxima de cumplimiento		6				
Carga, kilogramos por día		30000EQ-30000	10000EQ-10000	10000EQ-30000	30000EQ-30000	30000EQ-120000
Reducción porcentual		10	20	40	45	50



Etapa	Tres			
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil veintiseis			
Dureza, sales	5			
Carga, miligramos por día	3000000-35000	5000000-10000	10000000-20000	30000000-40000
Reducción porcentual	50	70	85	90
Etapa	Cuatro			
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil veintiseis			
Dureza, sales	4			
Carga, miligramos por día	3000000-4000	4000000-7000		
Reducción porcentual	40	60		

EG = carga del ente generador correspondiente, se kilogramos por día.

Para efectos de la aplicación del presente modelo, el valor inicial de descarga estará determinado en el Estudio Técnico. Dicho valor inicial, se refiere a la carga expresada en kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno. Para los porcentajes de reducción de la etapa uno, se utilizará el valor inicial de descarga del Estudio Técnico y para cada una de las etapas siguientes, la carga inicial será el resultado obtenido de la reducción porcentual de la etapa anterior.

**Artículo 18. DETERMINACIÓN DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO.** Los entes generadores, en el Estudio Técnico, deberán incluir la determinación de la demanda química de oxígeno, a efecto de establecer su relación con la demanda bioquímica de oxígeno, mediante la siguiente fórmula: demanda química de oxígeno dividido entre la demanda bioquímica de oxígeno.

**Artículo 19. META DE CUMPLIMIENTO.** La meta de cumplimiento, al finalizar las etapas del modelo de reducción progresiva de cargas, se establece en tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno, con un parámetro de calidad asociado igual o menor que doscientos miligramos por litro de demanda bioquímica de oxígeno. Los entes generadores existentes que alcancen y mantengan estos valores habrán cumplido con la meta establecida en este artículo y con el modelo de reducción progresiva de cargas del artículo 17 del presente Reglamento.

Los entes generadores existentes que registren cargas menores o iguales a tres mil kilogramos por día, pero que registren valores mayores a doscientos miligramos por litro en el parámetro de calidad asociado, procederán a efectuar la reducción del valor de dicho parámetro de conformidad con los porcentajes correspondientes a la primera columna del lado izquierdo correspondiente a los rangos, en el modelo de reducción progresiva de cargas del artículo 17, del presente Reglamento.

Los entes generadores existentes de aguas residuales de tipo especial y ordinario que después de tratar dichas aguas, y que en cualesquiera de las etapas del modelo de reducción progresiva de cargas alcancen y mantengan valores en el parámetro de calidad asociado, iguales o menores que cien miligramos por litro en la demanda bioquímica de oxígeno, podrán realizar descargas mayores a tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno.

**Artículo 20. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A CUERPOS RECEPTORES.** Los límites máximos permisibles de los parámetros para las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores son:

Parámetros	Dimensionales	Valores Iniciales	Fecha máxima de cumplimiento			
			Etapa			
			Uno	Dos	Tres	Cuatro
Temperatura	Otros Celsios	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7
Grasas y aceites	Miligramos por litro	1500	100	50	25	10
Materia sólida	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	3500	600	400	150	100
Nitrógeno total	Miligramos por litro	1400	100	50	25	20
Fósforo total	Miligramos por litro	700	75	30	15	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6.99	6.99	6.99	6.99	6.99
Coliformos fecales	Número más probable en cien mililitros	< 1x10 <sup>6</sup>	< 1x10 <sup>6</sup>	< 1x10 <sup>6</sup>	< 1x10 <sup>6</sup>	< 1x10 <sup>6</sup>
Arsénico	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	1	0.4	0.1	0.1	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	6	3	1	1	1
Cobre	Miligramos por litro	4	4	3	3	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.1	0.1	0.02	0.02	0.01
Níquel	Miligramos por litro	6	4	2	2	2
Plomo	Miligramos por litro	4	1	0.4	0.4	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10	10	10	10	10
Color	Unidades plato cobalto	1500	1300	1000	750	500

TCR = temperatura del cuerpo receptor, en grados Celsius.

**Artículo 21. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA ENTE GENERADORES NUEVOS.** Los entes generadores nuevos deberán cumplir, desde el inicio de sus operaciones, con una meta de tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno, con un parámetro de calidad asociado igual o menor que doscientos miligramos por litro de demanda bioquímica de oxígeno. En el caso de que el parámetro de calidad asociado sea igual o menor a cien miligramos por litro en la demanda bioquímica de oxígeno, podrán realizar descargas mayores a tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno.

Adicionalmente, deberán cumplir los límites máximos permisibles de los parámetros siguientes:

Parámetro	Dimensionales	Límites máximos permisibles
Temperatura	Otros Celsios	TCR +/- 7
Grasas y aceites	Miligramos por litro	10
Materia sólida	Ausente	Ausente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	100
Nitrógeno total	Miligramos por litro	20
Fósforo total	Miligramos por litro	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9
Coliformos fecales	Número más probable en cien mililitros	< 1x10 <sup>6</sup>
Arsénico	Miligramos por litro	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	1
Cobre	Miligramos por litro	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.01
Níquel	Miligramos por litro	2
Plomo	Miligramos por litro	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10
Color	Unidades plato cobalto	500

TCR = temperatura del cuerpo receptor, en grados Celsius.

Cuando de conformidad con lo establecido en el artículo 8 de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente se requiera un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, el ente generador deberá cumplir con los valores de los límites máximos permisibles contenidos en el presente artículo.

El ente generador nuevo que, por razones técnicas debidamente justificadas, requiera de un período de estabilización productiva, definirá en el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental la necesidad y etapas de ajuste consecutivas dentro del período de estabilización, el cual no excederá de seis meses, contados a partir del inicio de operaciones del ente generador. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, establecerá en la resolución aprobatoria del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente, el plazo o plazos consecutivos de las etapas que fueren necesarias para dicho período de estabilización.

**Artículo 22. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES EN ESTEROS.** Cuando el cuerpo receptor sea un estero se aplicarán las siguientes disposiciones:

- a) Los entes generadores existentes deberán observar los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 20 del presente Reglamento. El parámetro de demanda bioquímica de oxígeno aplicable es el siguiente:

Parámetro	Dimensional	Valor Inicial	Fecha máxima de cumplimiento			
			Etapa			
			Uno	Dos	Tres	Cuatro
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	500	250	150	100	

- b) Los entes generadores nuevos deberán aplicar los límites máximos permisibles y la reducción de la última etapa del artículo 20 y del artículo 22 literal a).
- c) Para los entes generadores que descargan aguas residuales de tipo especial a esteros, los valores de las concentraciones de los parámetros establecidos en el presente Reglamento, se determinan de acuerdo a la diferencia entre la concentración del efluente y la del afluente. El resultado que se obtenga se utilizará como base para establecer si el ente generador cumple con los límites máximos permisibles de los artículos 20 y 22 literal a) del presente Reglamento.
- d) A los entes generadores regulados en el presente artículo no les serán aplicables los artículos 17 y 19, del presente Reglamento.

**Artículo 23. DEDUCCIÓN ESPECIAL DE VALORES EN PARÁMETROS.** A los entes generadores de aguas residuales de tipo especial que registren en sus afluentes valores mayores a los límites máximos permisibles de los parámetros de demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos, se aplicará el concepto de deducción especial. Dicha deducción especial consiste en restar el valor de cada parámetro del efluente del valor registrado en el afluente. El resultado que se obtenga se utilizará como base para establecer si el ente generador cumple con los límites máximos permisibles del presente Reglamento.

**Artículo 24. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE DESCARGAS A CUERPOS RECEPTORES PARA AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES Y DE URBANIZACIONES NO CONECTADAS AL ALCANTARILLO PÚBLICO.** Las municipalidades o empresas encargadas del tratamiento de aguas residuales del alcantarillado público y las urbanizaciones existentes no conectadas al alcantarillado público, cumplirán con los límites máximos permisibles para descargar a cuerpos receptores, de cualesquiera de las formas siguientes:

- a) Con lo preceptuado en los artículos 17, 18, 19 y 20, de conformidad con los plazos establecidos en estos artículos del presente Reglamento.
- b) Con los límites máximos permisibles y plazos establecidos en el siguiente cuadro:



Parámetro	Dimensionales	Valores Iniciales	Fecha máxima de cumplimiento				
			Etapas				
			Uno	Dos	Tres	Cuatro	Cinco
Temperatura	Grados Celsius	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	
Grasas y aceites	Miligramos por litro	100	50	10	10	10	
Materia flotante	Ausente/ausente	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	700	200	100	100	100	
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	300	275	200	100	100	
Nitrógeno total	Miligramos por litro	160	160	70	20	20	
Fósforo total	Miligramos por litro	60	40	20	10	10	
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	< 1x10 <sup>6</sup>	< 1x10 <sup>6</sup>	< 1x10 <sup>6</sup>	< 1x10 <sup>6</sup>	< 1x10 <sup>6</sup>	
Arsénico	Miligramos por litro	1	0.1	0.1	0.1	0.1	
Cadmio	Miligramos por litro	1	0.1	0.1	0.1	0.1	
Cianuro total	Miligramos por litro	6	1	1	1	1	
Cobre	Miligramos por litro	4	3	3	3	3	
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	1	0.1	0.1	0.1	0.1	
Mercurio	Miligramos por litro	0.1	0.02	0.02	0.01	0.01	
Níquel	Miligramos por litro	6	4	2	2	2	
Plomo	Miligramos por litro	4	0.4	0.4	0.4	0.4	
Zinc	Miligramos por litro	10	10	10	10	10	
Color	Unidades patto color	1500	1000	750	500	500	

Todas las municipalidades deberán cumplir con tener en operación, por lo menos con sistemas de tratamiento primario al cumplirse a más tardar el dos de mayo del dos mil cinco.

Las municipalidades que reciben descargas de aguas residuales de tipo especial en el alcantarillado público, que contengan compuestos que no puedan ser tratados en un sistema de tratamiento primario, no estarán sujetas a los límites máximos permisibles de demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos, nitrógeno total y fósforo total en la etapa uno del cuadro anterior, del presente artículo, lo cual deberá ser acreditado en el Estudio Técnico.

La anterior disposición no exime a las municipalidades de cumplir con límites máximos permisibles de los parámetros del párrafo anterior en las etapas subsiguientes.

CAPITULO VI

PARÁMETROS PARA AGUAS RESIDUALES Y VALORES DE DESCARGA AL ALCANTARILLADO PÚBLICO

Artículo 25. **PARÁMETROS.** Los parámetros de medición para determinar las características de las aguas residuales vertidas al alcantarillado público son los siguientes:

- Temperatura.
- Potencial de hidrógeno.
- Grasas y aceites.
- Materia flotante.
- Demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días a veinte grados Celsius.
- Sólidos suspendidos totales.
- Nitrógeno total.
- Fósforo total.
- Arsénico.
- Cadmio.
- Cianuro total.
- Cobre.
- Cromo hexavalente.
- Mercurio.
- Níquel.
- Plomo.
- Zinc.
- Color y
- Coliformes fecales.

Artículo 26. **MODELO DE REDUCCIÓN PROGRESIVA DE CARGAS DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO PARA DESCARGAS AL ALCANTARILLADO PÚBLICO.** Las personas existentes que descargan al alcantarillado público deberán reducir en forma progresiva la demanda bioquímica de oxígeno, conforme a los valores y las etapas de cumplimiento del cuadro siguiente:

Etapas	Uno				
	Dos de mayo de dos mil once				
	Etapas				
Demanda bioquímica de oxígeno	3000(0-3000)	8000(0-10000)	12000(0-15000)	20000(0-25000)	30000(0-35000)
Reducción porcentual	10	20	30	35	50
Etapas	Dos				
Demanda bioquímica de oxígeno	Dos de mayo de dos mil quince				
Reducción porcentual	10	20	40	45	60

Etapas	Tres			
	Dos de mayo de dos mil veinte			
	Etapas			
Demanda bioquímica de oxígeno	3000(0-3000)	8000(0-10000)	10000(0-12000)	20000(0-25000)
Reducción porcentual	50	70	85	90
Etapas	Cuatro			
Demanda bioquímica de oxígeno	Dos de mayo de dos mil veintidós			
Reducción porcentual	40	60		

EQ = carga del ente generador correspondiente, en kilogramos por día.

Las personas existentes que descargan aguas residuales al alcantarillado público y que registren cargas menores o iguales a tres mil kilogramos por día, deben continuar con la reducción de la carga, hasta alcanzar el parámetro de valor asociado de cada etapa.

Para efectos de la aplicación del presente modelo, el valor inicial de descarga estará determinado en el Estudio Técnico; dicho valor inicial, se refiere a la carga expresada en kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno. Para los porcentajes de reducción de la etapa uno se utilizará el valor inicial de descarga del Estudio Técnico y para cada una de las etapas siguientes, la carga inicial será el resultado obtenido de la reducción porcentual de la etapa anterior.

Artículo 27. **PARÁMETRO DE CALIDAD ASOCIADO DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO.** Las personas que descarguen aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, deben cumplir con las etapas del modelo de reducción progresiva de cargas del artículo 25 y con los valores del parámetro de calidad asociado de demanda bioquímica de oxígeno, que se presentan en el siguiente cuadro:

Parámetro	Dimensional	Valor Inicial	Fecha máxima de cumplimiento				
			Etapas				
			Uno	Dos	Tres	Cuatro	Cinco
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	3500	1500	750	450	200	

Artículo 28. **LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES AL ALCANTARILLADO PÚBLICO.** Para la descarga de los efluentes residuales de tipo especial hacia un alcantarillado público, se deberá cumplir con los límites máximos permisibles de conformidad con las etapas de cumplimiento correspondientes establecidas en el cuadro siguiente:

Parámetros	Dimensionales	Valores Iniciales	Fecha máxima de cumplimiento				
			Etapas				
			Uno	Dos	Tres	Cuatro	Cinco
Temperatura	Grados Celsius	< 40	< 40	< 40	< 40	< 40	
Grasas y aceites	Miligramos por litro	1500	200	100	60	50	
Materia flotante	Ausente/ausente	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	3500	1500	700	400	200	
Nitrógeno total	Miligramos por litro	1400	160	160	80	40	
Fósforo total	Miligramos por litro	700	75	40	20	10	
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	< 1x10 <sup>6</sup>	< 1x10 <sup>6</sup>	< 1x10 <sup>6</sup>	< 1x10 <sup>6</sup>	< 1x10 <sup>6</sup>	
Arsénico	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1	
Cadmio	Miligramos por litro	1	0.4	0.1	0.1	0.1	
Cianuro total	Miligramos por litro	6	3	1	1	1	
Cobre	Miligramos por litro	4	4	3	3	3	
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	1	0.3	0.1	0.1	0.1	
Mercurio	Miligramos por litro	0.1	0.1	0.02	0.02	0.01	
Níquel	Miligramos por litro	6	4	2	2	2	
Plomo	Miligramos por litro	4	1	0.4	0.4	0.4	
Zinc	Miligramos por litro	10	10	10	10	10	
Color	Unidades patto color	1500	1300	1000	750	500	

Las personas que empleen colorantes no biodegradables en sus procesos productivos y que descarguen aguas residuales al alcantarillado público, deberán indicar en el estudio técnico los tratamientos utilizados para cumplir con los límites máximos permisibles de color en las etapas correspondientes, con el propósito de evitar su incorporación al cuerpo receptor.

Artículo 29. **DETERMINACIÓN DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO PARA LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES DE TIPO ESPECIAL AL ALCANTARILLADO PÚBLICO.** Las personas que descarguen aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, deberán incluir en el Estudio Técnico a que se hace referencia en el artículo 5 del presente Reglamento, la determinación de la demanda química de oxígeno a efecto de establecer su relación con la demanda bioquímica de oxígeno, mediante la siguiente fórmula: demanda química de oxígeno dividido entre la demanda bioquímica de oxígeno.

Artículo 30. **LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA PERSONAS NUEVAS QUE DESCARGUEN AGUAS RESIDUALES DE TIPO ESPECIAL AL ALCANTARILLADO PÚBLICO.** Cuando de conformidad con lo establecido en el artículo 8 de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, a las personas nuevas que descarguen aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, se les requiera un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, deberán cumplir con los valores de los límites máximos permisibles contenidos en el siguiente cuadro:



Parámetros	Dimensionales	Límites máximos permisibles
Temperatura	Grados Celsius	< 40
Grasas y aceites	Miligramos por litro	50
Materia floculante	Asumido	Asumido
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	200
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	200
Nitrógeno total	Miligramos por litro	40
Fósforo total	Miligramos por litro	10
Potencial de hidrogeno	Unidades de potencia de hidrogeno	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en diez mililitros	< 1x10 <sup>4</sup>
Arsénico	Miligramos por litro	0.3
Cadmio	Miligramos por litro	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	1
Cobre	Miligramos por litro	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.07
Níquel	Miligramos por litro	2
Plomo	Miligramos por litro	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10
Color	Unidades platino cobalto	500

La persona que, por razones técnicas debidamente justificadas, requiere de un período de estabilización productiva, definirá en el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental la necesidad y etapas de ajuste consecutivas dentro del período de estabilización, el cual no excederá de seis meses, contados a partir del inicio de operaciones del ente generador. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, establecerá en la resolución aprobatoria del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente, el plazo o plazos consecutivos de las etapas que fueren necesarias para dicho período de estabilización.

**Artículo 31. OPCIONES DE CUMPLIMIENTO DE PARÁMETROS PARA LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES DE TIPO ESPECIAL AL ALCANTARILLADO PÚBLICO.** Las personas individuales o jurídicas, públicas o privadas que se encuentren autorizadas por la municipalidad para descargar aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, podrán cumplir los límites máximos permisibles de cualesquiera de las formas siguientes:

- Estableciendo sistemas de tratamiento propios.
- Pagando a la municipalidad o a las empresas encargadas del tratamiento de aguas residuales del alcantarillado público, una tasa correspondiente al servicio que se presta, siempre y cuando dichas municipalidades cuenten con sistema de tratamiento para aguas residuales en operación.

Se exceptúan de la opción de cumplimiento contenida en el inciso b) del presente artículo, las personas que descarguen aguas residuales con metales pesados cuyos límites máximos permisibles excedan de los valores establecidos en los artículos 28 y 30.

**Artículo 32. EXENCIÓN DE PAGO POR SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.** Las personas que descarguen sus aguas residuales al alcantarillado público, cumpliendo con los límites máximos permisibles de la literal b) del artículo 24 del presente Reglamento, estarán exentas de todo pago por los servicios de tratamiento de aguas residuales brindado por las Municipalidades o las concesionarias.

**Artículo 33. CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE TARIFAS DE SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.** De acuerdo con el establecido en el artículo 3 del Código Municipal, y para efectos de este Reglamento, las municipalidades coordinarán con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales la determinación de los criterios técnicos que servirán de base para establecer las tarifas del servicio de tratamiento de aguas residuales, para lo cual se tomará en cuenta como mínimo lo siguiente:

- Los costos de operación, mantenimiento, mejoramiento de calidad y cobertura de servicios.
- Los límites máximos permisibles establecidos en este Reglamento.
- Los estudios técnicos cuyos valores y caracterización sean conocidos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y el que deba realizar la Municipalidad jurisdiccional.
- La tarifa será diferenciada atendiendo a las características de cada descarga.

Las Municipalidades establecerán las tarifas o tasas respectivas de conformidad con el propio Código Municipal.

**CAPÍTULO VII**

**PARÁMETROS DE AGUAS PARA REUSO**

**Artículo 34. AUTORIZACIÓN DE REUSO.** El presente Reglamento autoriza los siguientes tipos de reuso de aguas residuales, que cumplan con los límites máximos permisibles que a cada uso correspondan.

**TIPO I: REUSO PARA RIEGO AGRÍCOLA EN GENERAL:** uso de un efuente que debido a los nutrientes que posee se puede utilizar en el riego extensivo e intensivo, a manera de fertilizante, para recuperación y mejoramiento de suelos y como fertilizante en plantaciones de cultivos que, previamente a su consumo, requieren de un proceso industrial, de conformidad con los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 35. Se exceptúa de este reuso los cultivos considerados en el tipo II.

**TIPO II: REUSO PARA CULTIVOS COMESTIBLES:** con restricciones en el riego de áreas con cultivos comestibles que se consumen crudos o precocidos, como hortalizas y frutas. Para el caso de coliformes fecales y demanda bioquímica de oxígeno, deberá cumplirse de conformidad con los límites máximos permisibles del artículo 35. Adicionalmente, para otros parámetros, deberán cumplir los límites máximos permisibles presentados en el cuadro del artículo 21 del presente Reglamento, a excepción de sólidos en suspensión, nitrógeno total y fósforo total.

**TIPO III: REUSO PARA ACUICULTURA:** uso de un efuente para la piscicultura camaronicultura, de conformidad con los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 35.

**TIPO IV: REUSO PARA PASTOS Y OTROS CULTIVOS:** con restricciones en el riego de áreas de cultivos no alimenticios para el ser humano como pastos, forrajes, fibras, semillas y otros, de conformidad con los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 35.

**TIPO V: REUSO RECREATIVO:** con restricciones en el aprovechamiento para fines recreativos en estanques artificiales donde el ser humano sólo puede tener contacto incidental, incluido el riego en áreas verdes, donde el público tenga contacto o no, de conformidad con los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 35. Cualquier otro reuso no contemplado en el presente artículo deberá ser autorizado previamente por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

**Artículo 36. PARÁMETROS Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA REUSO.** El agua residual para reuso deberá cumplir con los límites máximos permisibles del siguiente cuadro:

Tipo de reuso	Demanda bioquímica de oxígeno, miligramos por litro	Coliformes fecales, número más probable por cien mililitros
Tipo I	No aplica	No aplica
Tipo II	No aplica	< 2x10 <sup>4</sup>
Tipo III	200	No aplica
Tipo IV	No aplica	< 1x10 <sup>4</sup>
Tipo V	200	< 1x10 <sup>4</sup>

**Artículo 38. METALES PESADOS Y CIANUROS.** Los límites máximos permisibles de metales pesados y cianuros en las aguas para reuso son los presentados en el cuadro del artículo 21 del presente Reglamento.

**Artículo 37. RECIRCULACIÓN INTERNA DE AGUA.** Todo ente generador podrá recircular las aguas residuales antes de que las mismas se viertan al cuerpo receptor. Dicha recirculación no se considerará como reuso ni estará sujeta a las disposiciones del presente Reglamento.

**CAPÍTULO VIII**

**PARÁMETROS PARA LODOS**

**Artículo 38. OBLIGATORIEDAD.** Todos los lodos producidos como consecuencia del tratamiento de aguas residuales que representen un riesgo para el ambiente y la salud y seguridad humana deben cumplir los límites máximos permisibles para su disposición final del presente Reglamento.

**Artículo 39. APLICACIÓN.** Los lodos que se regulan en el presente Reglamento son aquellos generados por el tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario o especial.

**Artículo 40. TECNOLOGÍA Y SISTEMAS PARA EL TRATAMIENTO DE LODOS.** Se permite el tratamiento de los lodos por medio de la tecnología o los sistemas que el ente generador considere más adecuados a sus condiciones particulares, incluyendo la incineración a temperaturas mayores de mil quinientos grados Celsius.

**Artículo 41. DISPOSICIÓN FINAL.** Se permite efectuar la disposición final de lodos, por cualesquiera de las siguientes formas:

- Aplicación al suelo: acondicionador, abono o compost;
- Disposición en rellenos sanitarios;
- Confinamiento o aislamiento; y,
- Combinación de las antes mencionadas.

**Artículo 42. PARÁMETROS Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LODOS.** Para poder efectuar la disposición final de lodos de acuerdo a las formas descritas en el artículo 41 del presente Reglamento, los valores de sus propiedades fisicoquímicas no deben exceder los límites máximos permisibles descritos en el siguiente cuadro:

Disposición Final	Dimensionales	Aplicación al suelo	Disposición en rellenos sanitarios	Confinamiento o aislamiento
Arsénico	Miligramos por kilogramo de materia seca a ciento sesenta grados Celsius	50	100	> 100
Cadmio	Miligramos por kilogramo de materia seca a ciento sesenta grados Celsius	50	100	> 100
Cromo	Miligramos por kilogramo de materia seca a ciento sesenta grados Celsius	1500	3000	> 3000
Mercurio	Miligramos por kilogramo de materia seca a ciento sesenta grados Celsius	25	50	> 50
Plomo	Miligramos por kilogramo de materia seca a ciento sesenta grados Celsius	500	1000	> 1000

Los expresados en el cuadro anterior son los límites máximos permisibles para suelos con potencial de hidrógeno menor que siete unidades. En los suelos que posean potencial de hidrógeno mayor o igual que siete unidades se podrán disponer lodos hasta un cincuenta por ciento más de los valores presentados como límites máximos permisibles.

**Artículo 43. APLICACIÓN AL SUELO.** Los lodos que presentan metales pesados y que se ajustan a los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 42, podrán disponerse como acondicionador del suelo, en cuyo caso se permitirá disponer hasta doscientos mil kilogramos por hectárea por año. En caso de que la aplicación sea como abono se permitirá disponer hasta cien mil kilogramos por hectárea por año.

**Artículo 44. DISPOSICIÓN HACIA RELLENOS SANITARIOS.** Se permitirá la disposición en un relleno sanitario de los lodos que no sean bioinfectuosos, que no requieren confinamiento y que cumplen con los límites máximos permisibles del artículo 42 del presente Reglamento.

Los rellenos sanitarios deberán contar con autorización del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y con aval del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



**Artículo 45. CONFINAMIENTO O AISLAMIENTO.** Los lodos que en su estructura posean compuestos que requieran confinamiento o aislamiento para evitar el impacto adverso del maná freático, las fuentes de suministro de agua superficiales y subterráneas, el suelo, subsuelo y el aire, deben disponerse en recintos que posean autorización del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y el aval de los Ministerios de Salud Pública y Asistencia Social y de Energía y Minas.

**Artículo 46. COMERCIALIZACIÓN.** La comercialización de los lodos producidos es libre, siempre que los mismos se caractericen y se cumple con los tratados y convenios internacionales que rigen en la materia ratificados por Guatemala y con lo siguiente:

- a) No debe permitirse el contacto humano directo con los lodos.
- b) Los lodos deben cumplir las especificaciones descritas en el artículo 42.
- c) El transporte de lodos debe realizarse en recipientes y vehículos acondicionados para evitar fugas y derrames.
- d) Los recintos para su almacenamiento transitorio deben ser autorizados para el efecto por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- e) Las empresas que presten los servicios de extracción, manejo o disposición final deben contar con la autorización del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, y si es aplicable del Ministerio de Energía y Minas.

**Artículo 47. CONTRATACIÓN DE SERVICIOS.** Las empresas que presten los servicios de extracción, manejo o disposición final de lodos deberán cumplir lo dispuesto en los artículos 41, 42, 43, 44, 45 y 46 del presente Reglamento. En el caso de la contratación de cualquiera de los servicios establecidos en este artículo, el ente generador queda exento de responsabilidad.

**Artículo 48. VIGILANCIA DE CUMPLIMIENTO.** El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales coordinará a través de sus dependencias la realización, a su costa, de muestreo aleatorios de los lodos de lodos que sean dispuestos, a efecto de verificar el cumplimiento de los parámetros del artículo 42 del presente Reglamento, cuando sea aplicable.

**CAPÍTULO IX**

**SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN**

**Artículo 49. DE LA FRECUENCIA DE TOMA DE MUESTRAS.** Para el seguimiento y evaluación de aguas residuales y de aguas para reuso, los entes generadores deberán tomar a su costa, como mínimo, dos muestras al año y efectuar los análisis que correspondan de conformidad con los parámetros contenidos en el estudio técnico.

Para el seguimiento y evaluación de lodos, los entes generadores deberán tomar a su costa, como mínimo, dos muestras al año y efectuar los análisis que corresponden de conformidad con los parámetros contenidos en el estudio técnico. En el caso de las entidades contratadas para prestar los servicios de extracción, manejo y disposición final de lodos, éstas tendrán que realizar su toma de muestras de acuerdo al siguiente cuadro:

Peso promedio de lodos producidos	Periodicidad
Entre 0 y 1500 kilogramos diarios	Trimestral
Entre 1501 y 3000 kilogramos diarios	Bimensual
Más de 3000 kilogramos diarios	Mensual

Los entes generadores deberán llevar un registro de los resultados de estos análisis y conservarlos durante un plazo de cinco años posteriores a su realización, para su presentación al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales cuando le sea requerido por razones de seguimiento y evaluación.

El número de muestras simples requeridas para conformar una muestra, se indica en el cuadro siguiente:

Horas por día que opere la actividad que genera la descarga de aguas residuales	Número mínimo de muestras simples para conformar una muestra compuesta	Intervalo máximo en horas entre toma de muestras simples
Menor que 6	2	2
De 6 a 12	3	3
Mayor que 12	4	3

**Artículo 50. MEDICIÓN DE CAUDAL.** En la toma de cada muestra simple se hará una medición de caudal, para poder relacionarla con la concentración y así determinar la carga.

**Artículo 51. VIGILANCIA DE CUMPLIMIENTO.** El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales vigilará que se cumplan con todos los requisitos y procedimientos, establecidos en el presente Reglamento para los entes generadores y para las personas que descargan aguas residuales al alcantarillado público. Asimismo,

coordinará a través de sus dependencias competentes, la realización de muestreo aleatorios en los cuerpos receptores y en los dispositivos para toma de muestras, para evaluar el mejoramiento de la calidad del recurso hídrico y el cumplimiento del presente Reglamento.

**Artículo 52. CONSTRUCCIÓN DE DISPOSITIVOS PARA TOMA DE MUESTRAS.** Los entes generadores deberán contar, en todos los puntos de descarga, con un dispositivo para facilitar la toma de muestras y la medición de caudales; dichos dispositivos deberán estar ubicados en lugares accesibles para la inspección. En el caso de los entes generadores a los cuales se aplique el artículo 22 y 23 contarán con el dispositivo para la toma de muestras del afluente.

**Artículo 53. LUGARES EXCLUSIVOS PARA TOMA DE MUESTRAS.** El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y otras entidades de gobierno, incluidas las descentralizadas y autónomas, de acuerdo con las competencias asignadas por la Ley, a través de sus dependencias respectivas, coordinarán las acciones para la toma de muestras, exclusivamente en lugares donde se encuentran ubicados los dispositivos de descarga mencionados en el artículo 52.

**Artículo 54. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y MUESTREO.** Para los efectos de lo previsto en el presente Reglamento, los laboratorios estatales, universitarios, privados legalmente constituidos, o los laboratorios establecidos por los entes generadores, emplearán los métodos de análisis y muestreo establecidos por la Comisión Guatemalteca de Normas, o en su defecto por entidades como:

- a) Asociación Americana de Salud Pública, Asociación Americana de Obras de Agua y Federación de Ambientes Acuáticos en los Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales;
- b) Organizaciones técnicas reconocidas en el ámbito nacional e internacional, y
- c) Especificaciones del fabricante de los equipos que se utilicen.

Los informes de los resultados de los análisis de laboratorio, deberán ser firmados por profesional colegiado activo especializado en la materia.

**CAPÍTULO X**

**PROHIBICIONES Y SANCIONES**

**Artículo 55. PROHIBICIÓN DE DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES.** Se prohíbe terminantemente la disposición de aguas residuales de tipo ordinario a flor de tierra, en canales abiertos y en alcantarillado pluvial.

**Artículo 56. PROHIBICIÓN DE DESCARGA DIRECTA.** Se prohíbe descargar directamente aguas residuales no tratadas al maná freático.

**Artículo 57. PROHIBICIÓN DE DILUIR.** Se prohíbe el uso de cualquier tipo de aguas ajenas al ente generador, con el propósito de diluir las aguas residuales. Ninguna meta contemplada en el presente Reglamento se puede alcanzar diluyendo.

**Artículo 58. PROHIBICIÓN DE REUSOS.** Se prohíbe el reuso de aguas residuales en los siguientes casos:

- a) En las zonas núcleo de las áreas protegidas siguientes: parque nacional, reserva biológica, biotopo protegido, monumento natural, área recreativa natural, manantial y refugio de vida silvestre;
- b) En las zonas núcleo de los sitios Ramsar, declarados en el marco de la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas;
- c) En otras áreas donde se ponga en riesgo la biodiversidad y la salud y seguridad humana;
- d) Para el uso con fines recreacionales exceptuando el tipo V, indicado en el artículo 34.

**Artículo 59. PROHIBICIÓN DE DISPOSICIÓN DE LODOS.** Se prohíbe terminantemente efectuar la disposición final de lodos en alcantarillados o cuerpos de agua superficiales o subterráneos.

Además, se prohíbe la disposición de lodos como abono para cultivos comestibles que se pueden consumir crudos o precocidos, hortalizas y frutas, sin haber efectuado su estabilización y desinfección respectiva ni haber determinado la ausencia de metales pesados y que no excedan las dos mil unidades formadoras de colonia por kilogramo de coliformes fecales.

**Artículo 60. APLICACIÓN DE SANCIONES.** Las infracciones a este Reglamento darán lugar a la aplicación de cualesquiera de las sanciones establecidas en la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, según el grado de incumplimiento de límites máximos permisibles observando:

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



**Artículo 45. CONFINAMIENTO O AISLAMIENTO.** Los lodos que en su estructura poseen compuestos que requieran confinamiento o aislamiento para evitar el impacto adverso del manto freático, las fuentes de suministro de agua superficiales y subterráneas, el suelo, subsuelo y el aire, deben disponerse en recintos que posean autorización del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y el aval de los Ministerios de Salud Pública y Asistencia Social y de Energía y Minas.

**Artículo 46. COMERCIALIZACIÓN.** La comercialización de los lodos producidos es libre, siempre que los mismos se caractericen y se cumpla con los tratados y convenios internacionales que rijan en la materia ratificados por Guatemala y con lo siguiente:

- No debe permitirse el contacto humano directo con los lodos.
- Los lodos deben cumplir las especificaciones descritas en el artículo 42.
- El transporte de lodos debe realizarse en recipientes y vehículos acondicionados para evitar fugas y derrames.
- Los recintos para su almacenamiento transitorio deben ser autorizados para el efecto por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- Las empresas que presten los servicios de extracción, manejo o disposición final deben contar con la autorización del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, y si es aplicable del Ministerio de Energía y Minas.

**Artículo 47. CONTRATACIÓN DE SERVICIOS.** Las empresas que presten los servicios de extracción, manejo o disposición final de lodos deberán cumplir lo dispuesto en los artículos 41, 42, 43, 44, 45 y 46 del presente Reglamento. En el caso de la contratación de cualquiera de los servicios establecidos en este artículo, el ente generador queda exento de responsabilidad.

**Artículo 48. VIGILANCIA DE CUMPLIMIENTO.** El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales coordinará a través de sus dependencias la realización, a su costa, de muestreos aleatorios de los lodos que sean dispuestos, a efecto de verificar el cumplimiento de los parámetros del artículo 42 del presente Reglamento, cuando sea aplicable.

**CAPÍTULO IX  
SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN**

**Artículo 49. DE LA FRECUENCIA DE TOMA DE MUESTRAS.** Para el seguimiento y evaluación de aguas residuales y de aguas para reúso, los entes generadores deberán tomar a su costa, como mínimo, dos muestras al año y efectuar los análisis que correspondan de conformidad con los parámetros contenidos en el estudio técnico.

Para el seguimiento y evaluación de lodos, los entes generadores deberán tomar a su costa, como mínimo, dos muestras al año y efectuar los análisis que correspondan de conformidad con los parámetros contenidos en el estudio técnico. En el caso de las entidades contratadas para prestar los servicios de extracción, manejo y disposición final de lodos, éstas tendrán que realizar su toma de muestras de acuerdo al siguiente cuadro:

Peso promedio de lodos producidos	Periodicidad
Entre 0 y 1500 kilogramos diarios	Trimestral
Entre 1501 y 3000 kilogramos diarios	Bimensual
Más de 3000 kilogramos diarios	Mensual

Los entes generadores deberán llevar un registro de los resultados de estos análisis y conservarlos durante un plazo de cinco años posteriores a su realización, para su presentación al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales cuando la sea requerido por razones de seguimiento y evaluación.

El número de muestras simples requeridas para conformar una muestra, se indica en el cuadro siguiente:

Número de muestras simples para conformar una muestra compuesta e intervalos por muestreo	Horas por día que opera la actividad que genera la descarga de aguas residuales	Número mínimo de muestras simples para conformar una muestra compuesta	Intervalo mínimo en horas entre tomas de muestras simples
Menor que 8	De 0 a 12	2	2
De 8 a 12		3	3
Mayor que 12		4	3

**Artículo 50. MEDICIÓN DE CAUDAL.** En la toma de cada muestra simple se hará una medición de caudal, para poder relacionarla con la concentración y así determinar la carga.

**Artículo 51. VIGILANCIA DE CUMPLIMIENTO.** El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales vigilará que se cumplan con todos los requisitos y procedimientos, establecidos en el presente Reglamento para los entes generadores y para las personas que descargan aguas residuales al alcantarillado público. Asimismo,

coordinará a través de sus dependencias competentes, la realización de muestreos aleatorios en los cuerpos receptores y en los dispositivos para toma de muestras, para evaluar el mejoramiento de la calidad del recurso hídrico y el cumplimiento del presente Reglamento.

**Artículo 52. CONSTRUCCIÓN DE DISPOSITIVOS PARA TOMA DE MUESTRAS.** Los entes generadores deberán contar, en todos los puntos de descarga, con un dispositivo para facilitar la toma de muestras y la medición de caudales; dichos dispositivos deberán estar ubicados en lugares accesibles para la inspección. En el caso de los entes generadores a los cuales se aplique el artículo 22 y 23 contarán con el dispositivo para la toma de muestras del efluente.

**Artículo 53. LUGARES EXCLUSIVOS PARA TOMA DE MUESTRAS.** El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y otras entidades de gobierno, incluidas las descentralizadas y autónomas, de acuerdo con las competencias asignadas por la Ley, a través de sus dependencias respectivas, coordinarán las acciones para la toma de muestras, exclusivamente en lugares donde se encuentran ubicados los dispositivos de descarga mencionados en el artículo 52.

**Artículo 54. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y MUESTREO.** Para los efectos de lo previsto en el presente Reglamento, los laboratorios estatales, universitarios, privados legalmente constituidos, o los laboratorios establecidos por los entes generadores, emplearán los métodos de análisis y muestreo establecidos por la Comisión Guatemalteca de Normas; o en su defecto por entidades como:

- Asociación Americana de Salud Pública, Asociación Americana de Obras de Agua y Federación de Ambientes Acuáticos en los Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales;
- Organizaciones técnicas reconocidas en el ámbito nacional e internacional, y
- Especificaciones del fabricante de los equipos que se utilicen.

Los informes de los resultados de los análisis de laboratorio, deberán ser firmados por profesional colegiado activo especializado en la materia.

**CAPÍTULO X  
PROHIBICIONES Y SANCIONES**

**Artículo 55. PROHIBICIÓN DE DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES.** Se prohíbe terminantemente la disposición de aguas residuales de tipo ordinario a hor de tierra, en canchales abiertos y en alcantarillado pluvial.

**Artículo 56. PROHIBICIÓN DE DESCARGA DIRECTA.** Se prohíbe descargar directamente aguas residuales no tratadas al manto freático.

**Artículo 57. PROHIBICIÓN DE DILUIR.** Se prohíbe el uso de cualquier tipo de aguas ajenas al ente generador, con el propósito de diluir las aguas residuales. Ninguna meta contemplada en el presente Reglamento se puede alcanzar diluyendo.

**Artículo 58. PROHIBICIÓN DE REUSOS.** Se prohíbe el reúso de aguas residuales en los siguientes casos:

- En las zonas núcleo de las áreas protegidas siguientes: parque nacional, reserva biológica, biotopo protegido, monumento natural, área recreativa natural, manantial y refugio de vida silvestre;
- En las zonas núcleo de los sitios Ramsar, declarados en el marco de la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas;
- En otras áreas donde se ponga en riesgo la biodiversidad y la salud y seguridad humana;
- Para el uso con fines recreacionales exceptuando el tipo V, indicado en el artículo 34.

**Artículo 59. PROHIBICIÓN DE DISPOSICIÓN DE LODOS.** Se prohíbe terminantemente efectuar la disposición final de lodos en alcantarillados o cuerpos de agua superficiales o subterráneos.

Además, se prohíbe la disposición de lodos como abono para cultivos comestibles que se pueden consumir crudos o precocidos, hortalizas y frutas, sin haber efectuado su estabilización y desinfección respectiva ni haber determinado la ausencia de metales pesados y que no excedan las dos mil unidades formadoras de colonia por kilogramo de coliformes fecales.

**Artículo 60. APLICACIÓN DE SANCIONES.** Las infracciones a este Reglamento darán lugar a la aplicación de cualesquiera de las sanciones establecidas en la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, según el grado de incumplimiento de límites máximos permisibles observando:

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



- a) La mayor o menor gravedad del impacto ambiental, según el tipo de incumplimiento de que se trate.
- b) La trascendencia del perjuicio a la población.
- c) Las condiciones en que se produce, y
- d) La reincidencia del infractor.

La omisión del cumplimiento de alguno de los requerimientos establecidos en el artículo 6 del presente reglamento, dará lugar a que el Ministerio de Ambiente y de Recursos Naturales, de conformidad con lo estipulado en el artículo 28, 31 y 34 de la Ley de la Protección y Mejoramiento de Medio Ambiente, inicie el proceso administrativo correspondiente.

**CAPÍTULO XI**

**DISPOSICIONES FINALES**

**Artículo 61. EXCEPCIÓN DE LA PREPARACIÓN DEL ESTUDIO TÉCNICO.** Se exceptúan de la preparación del estudio técnico contemplado en el artículo 5 como ente generador toda vivienda unifamiliar y aquellas edificaciones, públicas y privadas, que generen solamente aguas residuales de tipo ordinario y que cuenten con acometida autorizada hacia el alcantarillado público o de entes administradores de servicios de tratamiento de aguas residuales.

Esta excepción no aplica para las municipalidades ni las empresas que tienen concesionados los servicios de recolección, transporte, manejo o disposición de aguas residuales; ni las plantas de tratamiento de urbanizaciones que no estén conectadas a una acometida municipal; porque de conformidad con lo estipulado en el artículo 5 del presente Reglamento, son generadores de aguas residuales.

**Artículo 62. LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE DE FÓSFORO.** Quiénes efectúen descargas hacia cuencas de lagos, lagunas o embalses naturales, tendrán obligación de cumplir con cinco miligramos por litro de fósforo total al finalizar la cuarta etapa. Asimismo, en el caso de los entes generadores nuevos deberán cumplir con cinco miligramos por litro de fósforo total al inicio de sus operaciones.

**Artículo 63. INCUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES Y SUS ETAPAS CORRESPONDIENTES.** Se entenderá que hay contaminación cuando los entes generadores existentes y las personas existentes que descargan aguas residuales al alcantarillado público, incumplan con los límites máximos permisibles establecidos en las etapas correspondientes del artículo 17 y, también, cuando incumplan con las consideraciones de los artículos 19, 20, 22, 26, 27 y 28.

Se entenderá que existe contaminación cuando los entes generadores nuevos y las personas nuevas que descargan aguas residuales al alcantarillado público, incumplan con los límites máximos permisibles en las etapas de cumplimiento correspondientes y las consideraciones contempladas en los artículos 17, 19, 20, 22, 26, 27 y 28, siempre y cuando los valores de sus descargas excedan los límites máximos permisibles que en el momento tengan autorizados los entes generadores existentes.

El incumplimiento de los límites máximos permisibles por parte de los entes generadores nuevos y las personas nuevas que descargan aguas residuales al alcantarillado público, de conformidad con los artículos 21 y 22, y 30, respectivamente, con valores que no excedan los límites máximos permisibles autorizados para los entes generadores existentes, conforme a los artículos 17, 19, 20 y 22 y las personas existentes que descargan aguas residuales al alcantarillado público, conforme a los artículos 26, 27 y 28, en las etapas de cumplimiento uno, dos y tres, dará lugar a la aplicación de las sanciones administrativas que contempla la ley.

Para todos los efectos legales, el periodo de estabilización otorgado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales a un ente generador nuevo o a una persona nueva que descarga aguas residuales al alcantarillado público, se considerará como una situación de caso fortuito o desastres naturales, y en consecuencia cualquier incumplimiento dentro de dicho periodo estará excluido de responsabilidad penal o administrativa.

**Artículo 64. REVISIÓN DEL REGLAMENTO DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES.** La revisión del presente Reglamento deberá hacerse cada cuatro años, respetando el principio de gradualidad en las etapas de cumplimiento y considerando el grado de cumplimiento de los entes generadores y de las personas que descargan al alcantarillado público.

**Artículo 65. CUMPLIMIENTO DE LAS MUNICIPALIDADES.** Las Municipalidades que opten por cumplir lo prescrito 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 diechocho años.

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

**Artículo 66. CUMPLIMIENTO DE PERSONAS PRIVADAS QUE DESCARGAN A SISTEMAS DE TRATAMIENTO PRIVADOS.** Las personas individuales o jurídicas privadas que descargan aguas residuales de tipo especial a un sistema de alcantarillado privado para conducir dichas aguas a la planta de tratamiento de aguas residuales privada en operación no se consideran entes generadores de aguas residuales o personas que descargan aguas residuales de tipo especial al alcantarillado

público, porque para los efectos de aplicación del presente Reglamento, la persona individual o jurídica responsable de administrar la planta de tratamiento, será considerada el ente generador o la persona que descarge aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público para todos los efectos del presente Reglamento. El único punto de referencia para el control de la descarga en estos casos es el efluente de la planta de tratamiento.

**Artículo 67. EPÍGRAFES.** Los epígrafes que preceden a los artículos del presente Reglamento, no tienen validez interpretativa y no pueden ser citados con respecto al contenido y alcances de esta norma.

**CAPÍTULO XII**

**DISPOSICIONES TRANSITORIAS**

**Artículo 68. PLAZO PARA LA REALIZACIÓN DEL 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 no a un cuerpo receptor o al alcantarillado público deberá realizar el estudio técnico estipulado en el presente Reglamento, en el plazo de un año, contado a partir de la vigencia del mismo.

**Artículo 69. EXPEDIENTES EN TRÁMITE.** Las personas individuales o jurídicas, públicas o privadas que vierten las aguas residuales a cuerpos receptores cuya solicitud de aprobación de instrumentos de evaluación ambiental se encuentre en trámite antes de la vigencia del presente Reglamento, se considerarán entes generadores existentes para todos los efectos de su aplicación, de acuerdo a los artículos 17, 19, 20 y 22.

Asimismo a las personas individuales o jurídicas, públicas o privadas que vierten sus descargas al alcantarillado público y cuya solicitud de aprobación de instrumentos de evaluación ambiental se encuentre en trámite antes de la vigencia del presente Reglamento, les será aplicable lo prescrito en los artículos 26, 27, 28 y 29 del mismo.

**Artículo 70. LÍMITES APROBADOS EN ESTUDIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.** Cuando en la resolución del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, se hayan aprobado límites con valores menores que los contenidos en el presente Reglamento, dichos límites continuarán siendo aplicables a ese ente generador existente. En caso de que los valores de los límites aprobados en la resolución del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental sean mayores a los establecidos en los artículos 17, 19, 20, 22, 26, 27 y 28, ese ente generador o persona que descarge aguas residuales al alcantarillado público, deberá cumplir con lo dispuesto en las etapas y las fechas máximas de cumplimiento que correspondan a los artículos mencionados.

**Artículo 71. MODELO DE REDUCCIÓN PROGRESIVA DE CARGAS DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO.** Los resultados que se obtengan en los Estudios Técnicos, servirán de base para elaborar, en un plazo no mayor de diechocho meses a partir de la vigencia del presente Reglamento, el modelo de reducción progresiva de cargas correspondiente a la demanda química de oxígeno.

**Artículo 72. OTROS PARÁMETROS.** Otros parámetros que en el futuro se identifiquen como materia de este Reglamento serán agregados al presente cuerpo normativo si determinarse los mismos.

**Artículo 73. MANUALES.** El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales queda facultado para que, en el plazo de un año a partir de la vigencia del presente Reglamento, elabore el Manual General que contenga, entre otros temas, los siguientes:

- a) Toma de muestras de aguas residuales, aguas para reuso y lodos.
- b) Cálculo de cargas.
- c) Aplicación del modelo de reducción progresiva de cargas.
- d) Deducción especial de valores en parámetros.

**Artículo 74. DEROGATORIA.** Se deroga el Acuerdo Gubernativo número 66-2005 de fecha 17 de febrero de 2005, que contiene el Reglamento de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y cualquier otra disposición que se oponga al presente Reglamento.

**Artículo 75. VIGENCIA.** El presente Acuerdo empezará a regir el día siguiente de su publicación en el Diario de Centro América.

COMUNIQUESE.

*[Firma]*  
 OSCAR BERRIO



## BIBLIOGRAFÍA



DOMENECH, Xavier. **Química ambiental. El impacto ambiental de los residuos.** Obra divulgativa sobre los residuos en el agua, suelo y atmósfera. 2ª ed.; Madrid, España: Ed. Miraguano, 1993.

**Enciclopedia Jurídica Omeba.** t7.; 3ª ed.; Buenos Aires, Argentina: Ed. Bibliográfica, 1968

GARFIELD, Roberth. **Las verdades y mentiras de Bagdad.** 1ª ed.; UNICEF, (s.e.), (s.l.i.). 2003.

FUENTES SAQUICH, Hector Federico. **Cuantificación de la presencia de glufosinato en los lodos activados, para el mejoramiento de la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales,** Tesis de Grado de la Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala: (s.e.), 2008.

HACKWORTH, Donald. **Las verdades escondidas de la guerra,** 1ª ed.; UNICEF, Bogotá, Colombia: (s.e.), 2005.

LÓPEZ NAVARRO, Juan Antonio. **Caracterización de las aguas residuales de una industria de fabricación de fragancias y propuesta de tratamiento y disposición de las mismas.** Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: ( s.e.), 2002.

MIRANDA, Freddy. **Reformas económicas, medio ambiente y urbanismo.** Copyright Naciones Unidas, (s.e.), (s.l.i.), 2003.

RAMÍREZ LORENZANA, Ednar Pável. **Evaluación de la planta de tratamiento de aguas de una industria farmacéutica nacional, según el Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos y propuesta para el aprovechamiento de desechos.** Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: (s.e.), 2007.

OSSORIO, Manuel, 1987. **Diccionario de Ciencias Jurídicas, Políticas y Sociales**, 3t.; 5ª ed.; Buenos Aires, Argentina: Ed. Heliasta S.R.L., 2002.



### **Legislación:**

**Constitución Política de la República de Guatemala.** Asamblea Nacional Constituyente, 1996.

**Código Penal.** Congreso de la República de Guatemala, Decreto número 17-73, 1973.

**Código Procesal Penal.** Congreso de la República de Guatemala, Decreto No. 51-92, 1992.

**Ley del Organismo Judicial.** Congreso de la República de Guatemala, Decreto Número 2-89, 1989.

**Declaración de Helsinki.** XVIII Asamblea Médica Mundial, Helsinki, Finlandia, 1964.

**Convención Americana de Derechos Humanos.** Pacto de San José Costa Rica, 1978.

**Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos.** Acuerdo Gubernativo 236-2006, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.