

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



**FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y LEGALES
DE UNA PROPUESTA DE MÉTODOS
ALTERNATIVOS DE DESINFECCIÓN DEL AGUA
POTABLE QUE CONSUME LA POBLACIÓN
GUATEMALTECA**

MARÍA ALEJANDRA MÁ VILLATORO

GUATEMALA, ABRIL DE 2009

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

**FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y LEGALES DE UNA PROPUESTA DE
MÉTODOS ALTERNATIVOS DE DESINFECCIÓN DEL AGUA POTABLE QUE
CONSUME LA POBLACIÓN GUATEMALTECA**

TESIS

**Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la
Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales
de la
Universidad de San Carlos de Guatemala**

Por

MARÍA ALEJANDRA MÁ VILLATORO

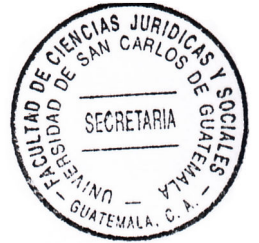
previo a conferírsele el grado académico de

LICENCIADA EN CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES

y los títulos profesionales de

ABOGADA Y NOTARIA

Guatemala, abril de 2009



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. Erick Rolando Huitz Enríquez
VOCAL IV: Br. Marco Vinicio Villatoro López
VOCAL V: Br. Gabriela María Santizo Mazariegos
SECRETARIO: Lic. Avidán Ortíz Orellana

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ
EL EXAMEN TÉCNICO PROFESIONAL

Primera Fase:

Presidente: Lic. Guillermo Rolando Díaz Rivera
Vocal: Licda. Aura Marina Chang Contreras
Secretaria: Licda. Rosa Herlinda Acevedo Nolasco de Zaldaña

Segunda Fase:

Presidente: Lic. Gerardo Prado
Vocal: Licda. Aura Marina Chang Contreras
Secretaria: Licda. Mayra Yojana Véliz 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 del Examen General Público).

Licenciado
Marco Tulio Castillo Lutín
Coordinador de la Unidad de Asesoría de Tesis
Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales
Ciudad Universitaria



Licenciado Castillo Lutín:

Muy atentamente y con las muestras de mi consideración y estima, me dirijo a Usted, a efecto de informarle que he procedido a asesorar directamente el proyecto de tesis presentado por la estudiante **MARÍA ALEJANDRA MÁ VILLATORO** con carné universitario No. 2000-10386 titulado **FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y LEGALES DE UNA PROPUESTA DE MÉTODOS ALTERNATIVOS DE DESINFECCIÓN DEL AGUA POTABLE QUE CONSUME LA POBLACIÓN GUATEMALTECA.**

Tal asesoría la he realizado de conformidad con el nombramiento recaído en mi persona de fecha dieciséis de agosto del año dos mil seis. Hago constar que la estudiante modificó acertadamente las correcciones que en su oportunidad le fueron planteadas, que la metodología y las técnicas de investigación utilizadas, así como la redacción, las conclusiones, las recomendaciones y la bibliografía consultada dieron forma lógica al trabajo presentado y cumplen con los requisitos necesarios, de conformidad con el artículo 32 del Normativo Para La Elaboración De Tesis De Licenciatura En Ciencias Jurídicas y Sociales y del Examen General Público.

Con base en lo anterior, considero que el trabajo presentado desarrolla una consideración interesante para mejorar la calidad del agua potable que consume la población y cumple con los requisitos por lo que emito **DICTAMEN FAVORABLE.**

Sin otro particular, me suscribo deferentemente,

Lic. Gustavo Adolfo Jerónimo Castillo
ABOGADO Y NOTARIO

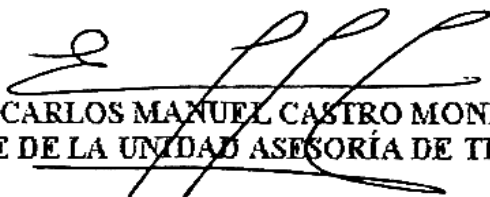
Lic. GUSTAVO ADOLFO JERÓNIMO CASTILLO
Colegiado 5741
1ª avenida 3-70 zona 3, Boca del Monte
Teléfono: 2448-0254



UNIDAD ASESORÍA DE TESIS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES. Guatemala, doce de agosto de dos mil ocho.

Atentamente, pase al (a la) LICENCIADO (A) CARLOS DE LEÓN VELASCO, para que proceda a revisar el trabajo de tesis del (de la) estudiante MARÍA ALEJANDRA MÁ VILLATORO, Intitulado: "FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y LEGALES DE UNA PROPUESTA DE MÉTODOS ALTERNATIVOS DE DESINFECCIÓN DEL AGUA POTABLE QUE CONSUME LA POBLACIÓN GUATEMALTECA".

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 el 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/slh





CORPORACION DE ABOGADOS

Licenciado Carlos Humberto de León Velasco



Guatemala, 22 de agosto de 2008.

Señor:

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



Licenciado Castro Monroy:

Respetuosamente me dirijo a Usted, con el objeto de manifestarle que, en cumplimiento de la resolución emitida por esa unidad de tesis, en donde se me nombra como Revisor de tesis de la Bachiller **MARÍA ALEJANDRA MÁ VILLATORO**, intitulada "FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y LEGALES DE UNA PROPUESTA DE MÉTODOS ALTERNATIVOS DE DESINFECCIÓN DEL AGUA POTABLE QUE CONSUME LA POBLACIÓN GUATEMALTECA". Para el efecto hago constar, que la sustentante tomó en cuenta las sugerencias realizadas a su trabajo de investigación, asimismo, realizó las investigaciones y correcciones que en el desarrollo de la revisión se formularon, obteniendo con ello, una investigación de suma importancia para la sociedad guatemalteca.

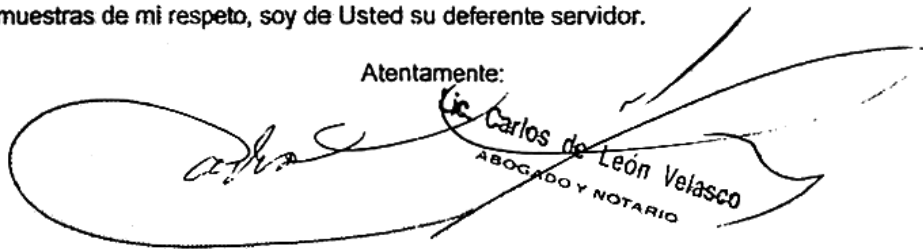
El contenido científico del trabajo que investiga es de carácter jurídico, en el cual se desarrolla lo concerniente al estudio del Derecho.

El trabajo desarrollado llena los requisitos técnicos que requiere una investigación de tal magnitud; se realizó con los métodos inductivo y deductivo, y la técnica de investigación documental está acorde al mismo, se revisó la redacción del trabajo, que las conclusiones y recomendaciones llenan su cometido, así como la bibliografía utilizada. Por la importancia del trabajo y su contribución al estudio del derecho y un análisis jurídico doctrinario concerniente a la Constitución Política de la República, el Código Municipal, el Código de Salud con relación al método de desinfección adecuado en el agua potable que consume la población guatemalteca.

Así mismo procedí a hacerle algunas modificaciones de forma y de fondo con el único objeto de mejorar el contenido de la investigación, por tal motivo considero que el trabajo correspondiente llena los requisitos del artículo 32 del Normativo para la Elaboración de Tesis de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales y del Examen General Público, estimando que el mismo puede ser aprobado, para los efectos consiguientes, emitiendo el presente **DICTAMEN FAVORABLE**.

Con las muestras de mi respeto, soy de Usted su deferente servidor.

Atentamente:


Lic. Carlos de León Velasco
ABOGADO Y NOTARIO

Lic. CARLOS HUMBERTO DE LEÓN VELASCO
ABOGADO Y NOTARIO
Colegiado No. 1,557.

11 Calle 8-14, Zona 1, 5to. Nivel, Oficina 52, Edificio Tecún * Tel.: 2-232 2258 * 2-230 6473

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, nueve de marzo del año dos mil nueve.

Con vista en los dictámenes que anteceden, se autoriza la Impresión del trabajo de Tesis del (de la) estudiante MARÍA ALEJANDRA MÁ VILLATORO, Titulado FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y LEGALES DE UNA PROPUESTA DE MÉTODOS ALTERNATIVOS DE DESINFECCIÓN DEL AGUA POTABLE QUE CONSUME LA POBLACIÓN GUATEMALTECA. Artículos 31, 33 y 34 del Normativo para la elaboración de Tesis de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales y del Examen General Público -

CMCM/sllh





DEDICATORIA

A mi madre, Sandra Eloísa:

Agradeciendo todo el tiempo y amor que me dedicó. Por llenar de amor cada día de mi vida. Por ser el mejor ejemplo de mujer, madre y profesional.

A mi hermano, Víctor Hugo:

Por el apoyo, paciencia y compañía en estos años.

**Al Doctor Luis Alexis Calderón
Maldonado:**

Por ser un padre para mí y un ejemplo digno de Abogado que ama su profesión, cree en la Justicia y vive el Derecho.

A S. L.

Por enseñarme un mundo verde de esperanza.

**Al asesor del presente trabajo,
Licenciado Gustavo Adolfo Jerónimo
Castillo:**

Por su apoyo y confianza en la elaboración del presente trabajo.

**Al revisor del presente trabajo,
Licenciado Carlos Humberto De León
Velasco:**

Por su apoyo y confianza en la elaboración del presente trabajo.



A los docentes de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales que marcaron una diferencia durante mi paso por ella, especialmente a los licenciados Valeska Ivonne Ruiz Echeverría, Saulo De León Estrada, Juan Carlos López Pacheco y Luis Rodolfo Polanco Gil:

Por su dedicación en la docencia y pasión por el Derecho.

Al Pueblo de Guatemala

Porque con su aporte me dio la oportunidad de recibir educación universitaria de alto nivel.

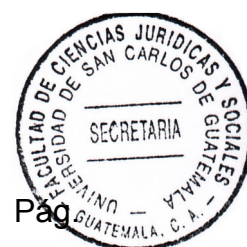
Por que algún día se haga realidad en nuestro bello país el lema de la Universidad de San Carlos de Guatemala "ID Y ENSEÑAD A TODOS".

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, especialmente a la Facultad de Ingeniería, por permitirme obtener el título de Licenciada en Ingeniería Química, y la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, por permitirme obtener el título de licenciada en Ciencias Jurídicas y Sociales y los títulos profesionales de Abogada y Notaria.



ÍNDICE

	Pág.
Introducción.....	i
CAPÍTULO I	
1. Agua potable	1
1.1. Definiciones.....	1
1.1. Características	2
1.1.1. Físicas	3
1.1.2. Químicas	5
1.1.3. Organolépticas	7
1.1.4. Microbiológicas.....	8
1.2. Calidad del agua	9
CAPÍTULO II	
2. Sistemas de agua potable.....	11
2.1. Aspectos generales de los sistemas sanitarios de agua potable	11
2.1.1. Captación	12
2.1.2. Conducción.....	14
2.1.3. Tratamiento	14
2.1.4. Almacenamiento	17
2.1.5. Distribución.....	17
2.2. Capacidad	18
CAPÍTULO III	
3. Desinfección de agua para potabilización	21
3.1. Desinfección.....	21
3.2. Tipos de desinfectantes	23
3.2.1. Calor.....	26



3.2.2.	Radiación.....	27
3.2.3.	Productos químicos	28
3.3.	Método de desinfección adecuado al medio guatemalteco	31

CAPÍTULO IV

4.	Análisis de legislación guatemalteca.....	33
4.1.	Constitución Política de la República	33
4.2.	Decreto 12-2002, Código Municipal	38
4.3.	Decreto 90-97 Código de Salud	41
4.4.	Norma COGUANOR NGO 29 001:99	47

CAPÍTULO V

5.	Análisis de legislación comparada	57
5.1.	Norma Oficial Mexicana	57
5.1.1.	Descripción general:	57
5.1.2.	Contenido:	60
5.1.3.	Órgano encargado de su cumplimiento:	61
5.1.4.	Aspectos relevantes:	62
5.1.5.	Actualización:.....	62
5.2.	Norma Salvadoreña obligatoria para la calidad del agua potable	63
5.2.1.	Descripción general:	63
5.2.2.	Contenido:	64
5.2.3.	Órgano encargado de su cumplimiento:	65
5.2.4.	Aspectos relevantes:	65
5.2.5.	Actualización:.....	65
5.3.	Otras normas.....	65

CAPÍTULO VI

6.	Órgano competente para dictar la norma que regule la calidad del agua potable	67
----	---	----



Pág

6.1. Aspectos generales	67
6.1.1. Proceso de creación de leyes	67
6.1.2. Tipo de norma jurídica que regule la purificación del agua potable para consumo de la población	72
6.2. Congreso de la República	73
6.3. Municipalidades.....	74
6.4. Comisión Guatemalteca de Normas.....	77
6.5. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social	81
CONCLUSIONES.....	85
RECOMENDACIONES	87
BIBLIOGRAFÍA	89



INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta un análisis sobre distintos métodos de potabilización y desinfección a que debe someterse el agua que consume la población guatemalteca, así como una exploración de las normas que regulan el agua potable, sus parámetros de calidad y los métodos de potabilización. Este tema de investigación fue seleccionado debido al impacto que tienen las leyes en la regulación de la calidad del agua potable, pero sobretodo, por tratarse del líquido sin el cual no habría vida tal como la conocemos.

El problema a raíz del cual surge la inquietud para realizar esta investigación es que el Código Municipal, Decreto 12–2002, en el Artículo 68 literal a) indica que es obligación de la Municipalidad suministrar a la población agua debidamente clorada, más no dice que se debe suministrar agua potable. La hipótesis del presente trabajo es que al sólo clorar el agua se limita la calidad de vida de la población, porque al hacerlo, ésta no necesariamente se potabiliza.

El principal objetivo de este documento es fundamentar si técnica y legalmente se puede proporcionar agua potable a la población desinfectándola y potabilizándola con un método alternativo al cloro. Para ello es necesario conocer en primera instancia qué es el agua potable y cómo se obtiene; qué métodos de desinfección y potabilización del



agua existen y cuáles son las normas guatemaltecas que regulan la calidad del agua potable.

El primer capítulo trata nociones generales sobre el agua potable y su calidad; el segundo capítulo describe los sistemas de agua potable, ya que es importante entender el proceso que conlleva transformar agua de fuente primaria en agua potable; el tercer capítulo trata sobre desinfección de agua para potabilización; el cuarto capítulo consiste en el análisis sobre la legislación guatemalteca que regula el agua potable; el quinto capítulo consiste en un análisis de legislación comparada; el sexto capítulo contiene el análisis sobre el órgano competente para dictar la norma que regule los métodos de potabilización y desinfección del agua en Guatemala.

Para la realización de este trabajo, se utilizó el método científico y el método sintético, realizando análisis jurídico deductivo e inductivo. Se empleó como técnica de investigación la bibliográfica, consultando diversas fuentes de información.

Lo planteado en este documento deberá seguirse desarrollando, hasta quedar plasmado en una norma jurídica que incida en la de vida de los guatemaltecos, porque el acceso a agua potable de buena calidad permite que la población mejore su calidad de vida.



CAPÍTULO I

1. Agua potable

1.1. Definiciones

Agua potable es aquella que tiene características de pureza deseadas y que generalmente se reconoce como apta para el consumo humano, es decir, aquella que al ingerirla no le hace daño alguno. El agua potable “debe encontrarse libre de organismos patógenos; de sustancias venenosas o fisiológicamente indeseables; y por otra parte debe ser atractiva a los sentidos.”¹ En términos específicos, se trata de agua “cuyas condiciones físicas y químicas y caracteres microbiológicos no sobrepasan ninguno de los límites establecidos como máximo o `tolerables’”² Estos límites están establecidos en las diversas legislaciones y se basan en estudios y análisis de calidad del agua.

Dentro del contexto normativo guatemalteco existe una definición de lo que es el agua potable. Para los fines del presente estudio, es importante partir desde lo que nos indica la ley. Para ello, se ha considerado que la definición más importante es la que establece la norma COGUANOR NGO 29 001:99, la cual indica que agua potable es “aquella que por sus características de calidad especificadas en esta norma, es adecuada para el consumo humano.”

¹ Fair, Gordon. **Ingeniería sanitaria y de aguas residuales: purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales.** Pág. 14.

² Catalán, José. **Diccionario técnico del agua.** Pág. 35.



La norma COGUANOR NGO 29 001:99 es la norma emitida por la Comisión Guatemalteca de Normas, dependencia del Ministerio de Economía, que fija los valores de las características que definen la calidad del agua potable para Guatemala. Cuando a lo largo de este trabajo se haga referencia a ella, debe entenderse que se trata de la primera revisión de dicha norma, año 1999.

A simple vista, o aún bajo los ojos de un experto, no se puede saber de forma certera si el agua es potable o no. Para ello, es necesario realizar pruebas de laboratorio específicas, medir los parámetros que determinan su calidad y compararlos con los valores de referencia establecidos en las normas. “La potabilidad (del agua) sólo se puede determinar por pruebas químicas y bacteriológicas de laboratorio”³. “El análisis químico indica si está contaminada (por sustancias químicas)..., por otro lado, las pruebas bacteriológicas se han diseñado de manera que sean muy sensibles y específicas para revelar cualquier contaminación (por carga bacteriana o microbiológica).”⁴

1.2. Características

Las particularidades que debe poseer el agua, para ser potable, se refieren exclusivamente a atributos deseables y / o permisibles para el ser humano. Para poder determinar las características de calidad para el agua potable se deben tener presente dos términos importantes; el límite máximo aceptable – LMA-, el cual, según el Artículo 3.3 de la Norma COGUANOR NGO 29 001:99, “es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad del agua, arriba de la cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, desde un punto de vista sensorial pero sin que implique un daño a la salud del consumidor”; y el límite máximo permisible – LMP- que,

³ Pelczar, Michael. **Microbiología**. Pág. 683.

⁴ **Ibid.**



según el Artículo 3.4 de la Norma COGUANOR NGO 29 001:99 “es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad del agua, arriba de la cual, el agua no es adecuada al consumo humano.”

La caracterización del agua se realiza captando muestras estadísticamente representativas y analizándolas en laboratorios especializados en análisis de calidad del agua. Dicha caracterización depende de los parámetros establecidos en las normas, y debe contener análisis de aspectos físicos, químicos y microbiológicos.

1.2.1. Físicas

Entre las propiedades físicas que determinan la calidad del agua, se encuentran la temperatura y el pH. Es importante anotar que estos parámetros afectan la solubilidad de componentes químicos, inclusive, de agentes contaminantes.

La temperatura es una “variable intensiva y función de estado que puede definirse como una medida de excitación de la materia o de lo caliente que ésta está...”⁵ En términos generales, la temperatura es “una manifestación del nivel térmico que tienen los cuerpos.”⁶ La temperatura adecuada que debe tener el agua para consumo humano está entre 15 °C y 25 °C, como límites máximos aceptables, y hasta un límite máximo permisible de 34 °C. La Norma COGUANOR NGO 29 001:99 toma este parámetro como característica química, y por ello en dicha norma los parámetros se encuentran en la tabla referente a las sustancias químicas y sus respectivos límites. Sin embargo, se trata de una característica física.

⁵ Valiente, Antonio. **Diccionario de ingeniería química.** Pág. 182.

⁶ Thema Equipo Editorial. **La biblia de la física y química.** Pág. 115.



El pH es un valor que cuantifica el grado de alcalinidad o de acidez que tiene el agua. El potencial de hidrógeno, abreviado pH, es una “magnitud que caracteriza la acidez o basicidad de una solución.”⁷ Para el agua potable, éste debe mantenerse entre 6.5 y 8.5; límites máximos permisibles. Es importante recordar que el pH considerado neutral es 7.0. La Norma COGUANOR NGO 29 001:99 toma este parámetro como característica química, y por ello en dicha norma los parámetros se encuentran en la tabla referente a las sustancias químicas y sus respectivos límites. Sin embargo, se trata de una característica física.

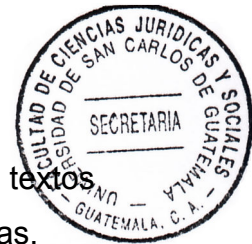
La turbiedad es otra de las características físicas que se debe determinar. Ésta se refiere a la cantidad de sustancias suspendidas en agua y que pueden ser determinadas por la disminución en la intensidad luminosa de un haz de luz.

La conductividad eléctrica es una propiedad física y que “es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como de la temperatura de la medición.”⁸ En términos sencillos, esta característica indica si una solución conduce o no electricidad.

Otras características de este tipo se refieren principalmente a la apariencia del agua: si ésta tiene olor y sabor agradable, si se nota la presencia de residuos y si es incolora o presenta algún tipo de pigmentación. Esta clasificación es parte de la Norma COGUANOR NGO 29 001:99, que toma como características físicas el color, el olor, el sabor, la turbiedad, así como la conductividad eléctrica, la cual debe ser de 100 $\mu\text{S} / \text{cm}$ a 750 $\mu\text{S} / \text{cm}$ a 25 °C. Estas características se desarrollarán en la sección 1.2.3 de

⁷ Angenault, Jaques. **Diccionario enciclopédico de química.** Pág. 366.

⁸ APHA, AWWA, WPCF. **Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales.** Pág. 2-63.



este capítulo por estar contenidas dentro de una categoría, a la cual según textos consultados, debe referirse de forma separada como características organolépticas.

1.2.2. Químicas

Químicamente el agua es el solvente universal y por ello, está propensa a contaminarse, ya “que todas las sustancias son de alguna manera solubles en agua.”⁹ Muchas sustancias son solubles en agua, sean éstas en forma sólida, líquida o gaseosa. El agua para consumo humano también debe contener algunas sustancias disueltas en ella, pero en determinadas cantidades. En las fuentes de agua para consumo, es muchas veces difícil controlar las sustancias que se mezclan con ella. Por ello es importante realizar análisis de composición previo a la etapa de distribución.

Para que el agua sea potable, el contenido de ciertos componentes químicos no debe sobrepasar los niveles establecidos por autoridades en la materia. Cada país fija sus parámetros y los recopila en leyes referentes al agua potable o a su calidad. También existen guías internacionales en donde se establecen parámetros recomendables, los cuales son revisados cada cierto tiempo y con base en nuevos estudios, se modifican los parámetros.

En Guatemala están regulados algunos compuestos químicos y la cantidad que puede contener el agua para consumo humano. De acuerdo a la legislación nacional vigente, es la norma COGUANOR NGO 29 001:99 la que establece los límites aceptable y permisible para sustancias químicas determinadas. Esta información está contenida en la tabla I:

⁹ Microsoft Corporation. **Biblioteca de consulta Microsoft® Encarta® 2005.** (versión electrónica).



Tabla I. Sustancias químicas con sus correspondientes límites máximos aceptables y límites máximos permisibles

Sustancia	LMA	LMP
Cloro residual libre	0.5 mg/L	1.0 mg/L
Cloruro	100.000 mg/L	250.00 mg/L
Conductividad	---	< de 1500 μ S/cm
Dureza total (CaCO ₃)	100.00 mg/L	500.000 mg/L
Potencial de hidrógeno	7.0 – 7.5	6.5 – 8.5
Sólidos totales disueltos	500.0 mg/L	1000.0 mg/L
Sulfato (SO ₄ ⁻)	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Temperatura	15.0 °C – 25.0 °C	34.0 °C
Aluminio (Al)	0.050 mg/L	0.100 mg/L
Calcio (Ca)	75.000 mg/L	150.000 mg/L
Cinc (Zn)	3.000 mg/L	70.000 mg/L
Cobre (Cu)	0.050 mg/L	1.500 mg/L
Magnesio (Mg)	50.000 mg/L	100.000 mg/L

Fuente: Ministerio de Economía, Norma COGUANOR NGO 29 001:99, primera revisión. 1999

La norma COGUANOR NGO 29 001:99 contempla además de las sustancias químicas contenidas en la tabla anterior, otros límites para sustancias tales como compuestos orgánicos dañinos para la salud, compuestos inorgánicos, biocidas, y otras sustancias no deseadas en el agua. Otras legislaciones tienen definidos los límites de estas y otras sustancias. Entre ellas cabe mencionar las de los países vecinos; la Norma



Salvadoreña obligatoria para la calidad del agua potable y la Norma oficial Mexicana “Salud ambiental, agua para uso y consumo humano – límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”.

1.2.3. Organolépticas

El término organoléptico se refiere a “las propiedades de los cuerpos que se pueden percibir por los sentidos.”¹⁰ En el caso de las propiedades del agua, se refiere a las propiedades que se pueden observar, degustar y oler. El agua potable debe “carecer de olor y sabor desagradables, de coloración, turbidez y sedimentos perceptibles.”¹¹ Como se mencionó anteriormente, estas características las contempla la Norma COGUANOR NGO 29 001:99 dentro de los parámetros físicos. Sus respectivos límites se resumen en la tabla II:

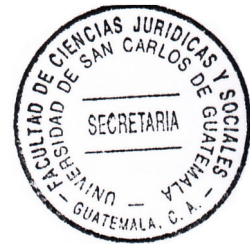
Tabla II. Características físicas. Límite máximo aceptable –LMA- y límite máximo permisible –LMP- que debe tener el agua potable

Característica	LMA	LMP
Color	5.0 u	35.0 u
Olor	No rechazable	No rechazable
Sabor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 UNT	15.0 UNT

Fuente: Ministerio de Economía, Norma COGUANOR 29 001:99, primera revisión. 1999

¹⁰ **Diccionario Ilustrado Océano de la Lengua Española.** Pág. 703.

¹¹ **Catalán. Diccionario...** Pág. 42.



1.2.4. Microbiológicas

Estas propiedades se refieren a la cantidad permisible de microorganismos que pueden estar presentes en el agua. Los principales agentes infecciosos que contiene el agua son todos aquellos que caen dentro de cualquiera de las tres siguientes categorías: virus, bacterias y parásitos eucarióticos. Éstos constituyen la preocupación principal, tanto en los países desarrollados como en los subdesarrollados,¹² en cuanto la determinación de la calidad del agua.

Para determinar el contenido de microorganismos, de conformidad con la norma COGUANOR NGO 29 001:99, se realizan pruebas para determinar la presencia del grupo coliforme¹³, de forma total, fecal y la presencia de *Escherichia coli*. El grupo coliforme “incluye no sólo a los organismos que se originan en el tubo intestinal de los seres de sangre caliente (coli fecales, principalmente la *Escherichia coli*), sino también a los organismos provenientes del suelo y de la vegetación (especialmente el *Aerobacter aerogenes*).

Las bacterias coliformes se utilizan como organismos indicadores en esta prueba {análisis utilizado para identificar microorganismos en el agua}. Aunque estos no son patógenos, se encuentran en el tracto intestinal de todos los animales de sangre caliente, de forma que su presencia es una indicación de que pueden estar presentes organismos patógenos. Una indicación más positiva de un peligro para la salud pública es la identificación posterior de algunas de éstas como bacterias coliformes fecales.”¹⁴

¹² World Health Organization. **Guidelines for drinking-water quality**. http://www.who.int/entity/water_sanitation_health/dwq/GDWQ2004web.pdf. Pág. XVI.

¹³ Fair. **Ingeniería...** Pág. 467.

¹⁴ Kemmer, Frank. **Manual del agua: su naturaleza, tratamiento y aplicaciones**. Pág.5-6.



Según esta norma, el grupo coliforme total se define de dos maneras, dependiendo del método de análisis empleado para su detección. Cuando se emplea el método de tubos múltiples de fermentación “son bacterias en forma de bacilos, aerobio y anaerobios facultativos, Gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y de gas a $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en un período de 24 a 48 h” y cuando se emplea el método de membrana de fermentación, son “todos los microorganismos que desarrollen una colonia rojiza con brillo metálico dorado en un medio tipo endo (u otro medio de cultivo reconocido internacionalmente) después de una incubación de 24 h a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ”

Otras legislaciones incluyen dentro de las características bacteriológicas, el recuento total de bacterias aerobias, la presencia de bacterias fecales, y gérmenes patógenos. Para ver los límites, refiérase al Código Alimentario Español o a la Norma Salvadoreña obligatoria para la calidad del agua potable.

1.3. Calidad del agua

Comúnmente se piensa que la calidad del agua puede medirse con un solo parámetro. Según lo explicado anteriormente, son muchos los factores que indican si el agua puede ser consumida, de forma segura, por los seres humanos o no. En teoría, cualquier agua puede transformarse en potable si es llevada a través de las etapas que eliminan o disminuyan el contenido de ciertos elementos hasta cantidades aceptables. Sin embargo, esto está muy alejado de la realidad, debido principalmente, a elevados costos de operación.

Hace tiempo que el agua que brota de las fuentes subterráneas y superficiales no es potable, aunque parezca, debido principalmente a focos de contaminación y a



problemas ambientales. Por contaminación se entiende “cualquier alteración física, química o biológica del aire, el agua o la tierra que produce daños a los organismos vivos.”¹⁵ Otra definición va más allá al decir que la contaminación, es “la impregnación del aire, el agua o el suelo con productos que afectan a la salud del hombre, la calidad de vida o el funcionamiento natural de los ecosistemas”¹⁶

Entre los problemas ambientales que afectan la calidad del agua se encuentra la lluvia ácida, fenómeno por el cual el agua se combina con sustancias tóxicas al evaporarse en la atmósfera y cae contaminada en forma de lluvia; ésta penetra en las fuentes de agua, tanto sobre como debajo de la superficie terrestre.

Otra contrariedad de este tipo lo constituye el deficiente manejo de aguas residuales. Éstas son fuente de contaminación de las aguas superficiales o subterráneas, ya que al no desecharlas adecuadamente se infiltran en las capas de la corteza terrestre o son desaguadas en ríos o lagos. En Guatemala existe un reglamento para el manejo de aguas residuales, el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos.

¹⁵ Echarri, Luis. **Ciencias de la tierra y del medio ambiente**. Libro electrónico. <http://www.ceit.es/asignaturas/ecología/hipertexto/00general/glosario.html>.

¹⁶ Microsoft Corporation. **Biblioteca...**



CAPÍTULO II

2. Sistemas de agua potable

2.1. Aspectos generales de los sistemas sanitarios de agua potable

El objetivo primordial de un sistema sanitario de agua potable es el de prestar un servicio de calidad aceptable por los consumidores. Es indispensable que el agua que llega a la población esté libre de contaminantes. Por ello, al referirse a un sistema de abastecimiento de agua, se entiende que es un “conjunto funcional de obras, instalaciones, tuberías equipos y accesorios destinados a producir y distribuir agua en cantidad, calidad regularidad y confiabilidad adecuados.”¹⁷

Para poder diseñar un sistema eficiente de distribución de agua potable hay que tomar en cuenta una serie de factores, tanto propios como ajenos al sistema. Desde el inicio se debe recolectar la mayor cantidad posible de información de cada una de las etapas, considerando factores internos y externos o ambientales. Esto permitirá la identificación de riesgos antes, durante y después de la puesta en marcha del sistema. La adecuada planificación permite el adecuado manejo del sistema, la identificación de las medidas de control, así como la correcta verificación y validación del mismo.

¹⁷ Organización Mundial de la Salud -OMS-. **Tesoro de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente.** Pág. 34.



Los sistemas de agua potable eficientes son “un conjunto de obras destinadas a dotar de agua apta para el consumo humano a los pobladores de una comunidad.”¹⁸ Dependiendo de las circunstancias, el sistema puede estar compuesto por varias unidades, entre las cuales están: la captación, la conducción, la etapa de tratamiento, el almacenamiento y la distribución.

2.1.1. Captación

La etapa de captación consiste en agenciarse del vital líquido de fuentes naturales, las cuales pueden estar en la superficie, en forma de nacimientos o encontrarse bajo la superficie, en nacimientos subterráneos. La calidad del agua de estas fuentes varía considerablemente. “Las aguas superficiales suelen ser más turbias y contener mayor cantidad de bacterias que las subterráneas, pero éstas tienen mayores concentraciones de productos químicos en disolución.”¹⁹ Para esta unidad en el sistema de distribución hay que considerar aspectos tales como la geología del terreno, la hidrología y la meteorología del lugar. Igualmente hay que agenciarse de información acerca de la vida silvestre en el lugar así como la forma e intensidad del uso de la tierra en el sector.²⁰

En el caso de nacimientos sobre la corteza terrestre, es necesario tomar medidas de prevención para evitar que el agua que brota se contamine antes de entrar en el sistema. Para ello generalmente se debe rodear el área donde se localizan los nacimientos, con el fin de evitar el paso de personas y animales que puedan representar una amenaza a la calidad del agua.

¹⁸ Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. **Guía para la identificación y formulación de proyectos de agua potable y saneamiento.** Pág. 9.

¹⁹ Microsoft Corporation. **Biblioteca...**

²⁰ *World Health Organization. Guidelines...* Pág. 54.



Las principales variables a considerar en el diseño en estas condiciones son: el tipo de fuente (manantial, río, etc.), las características de dicha fuente, tales como su tamaño, profundidad, ubicación, altitud y condiciones térmicas; el flujo, su constancia, los tiempos de retención requeridos, los constituyentes naturales del agua, tanto físicos, químicos como microbiológicos; el ambiente circundante, la forma de protección y finalmente, la forma de transporte que se empleará en la conducción.²¹

En cuanto al aspecto físico, en estos casos se construyen cajas de captación, que son obras construidas para facilitar y encaminar el flujo a la conducción deseada. En la entrada es recomendable la colocación de un filtro de malla, para evitar el paso de hojas, ramas o pequeñas basuras que puedan caer en la superficie del agua. La principal desventaja de agenciarse de agua de fuentes superficiales es que los cambios climáticos afectan la cantidad de agua a recolectar. Así, durante un verano con calor intenso o períodos de sequía, las fuentes superficiales pueden mermar.

Cuando se trata de fuentes subterráneas, para recolectar el agua es necesario llevar a cabo trabajos de excavación y posteriormente de bombeo. Para el diseño en estas circunstancias, se debe considerar al menos lo siguiente: la confinación del manto acuífero a explotar, la hidrología, el caudal del flujo, las áreas de recarga, la profundidad de la excavación, la protección del pozo y finalmente, la forma de transporte a emplear en la conducción.²² La principal ventaja de esta fuente de abastecimiento es que los cambios climáticos que afectan a la superficie, no modifican su cauce, aunque la inversión inicial resulta ser mucho mayor que al optar por las fuentes superficiales.

²¹ **ibid.**

²² **ibid.**



2.1.2. Conducción

La siguiente etapa en los sistemas de abastecimiento de agua es la de conducción, que no es más que un conjunto de tuberías que sirven para transportar el agua desde la captación hasta la siguiente etapa, que puede ser la de tratamiento o de almacenamiento.

Especial atención requiere esta etapa debido a dos circunstancias: primero, el tipo de tubería que se emplea y segundo, la composición topográfica del suelo por donde ésta fluye. En cuanto a la tubería, hay que considerar el material a emplear, el diámetro adecuado para el flujo y otros factores para su instalación. De no estar debidamente colocada la tubería, ésta puede colapsar debido a la presión, puede agrietarse por piedras u objetos cortantes dejados en el lugar de su instalación, o puede representar un punto de estancamiento del agua. La consideración de la elevación y topografía del suelo permite diseñar correctamente un sistema de conducción. El agua puede ser transportada por diferencias o caídas de presión, o en algún momento puede requerirse de equipo de bombeo, dependiendo si el agua fluye pendiente abajo o si es transportada de un punto a otro de mayor altitud.

2.1.3. Tratamiento

La etapa de tratamiento constituye una fase esencial en cualquier sistema de distribución municipal o público de agua. Entre los factores importantes a considerar para el diseño de esta etapa están: la definición de los procesos a llevar cabo, el equipo a emplear y el diseño de su operación, el equipo para monitoreo, los químicos a



emplear en los tratamientos y sus eficiencias, el grado de desinfección y eliminación de agentes patógenos, el tiempo de contacto y las concentraciones residuales.²³

Esta etapa puede estar precedida de un sistema de pre-tratamiento, que generalmente consiste en floculación y coagulación. Estas dos operaciones permiten eliminar una porción considerable de microbios y bacterias antes de llevar el agua a la etapa de desinfección. La floculación y coagulación se llevan a cabo agregando al agua compuestos químicos llamados floculantes y coagulantes. Los floculantes son agentes que unen partículas pequeñas para formar flóculos de mayor tamaño. Estos flóculos sedimentan más rápido que las partículas aisladas debido a su gran tamaño.

Los coagulantes funcionan eliminando la carga negativa de las partículas en suspensión. Esta carga es lo que permite que las partículas se mantengan suspendidas, ya que constantemente se repelen unas a otras por ser iguales. Al haber en suspensión partículas con carga negativa y otras con carga positiva, éstas se atraen y se unen, formando coloides, que luego precipitan.

Tanto en la coagulación como en la floculación se requiere de un tanque de mezclado y de un tanque de sedimentación. En el tanque de mezclado se agregan los agentes químicos y se agita durante al menos treinta minutos. El tiempo exacto depende de la turbidez del agua. La velocidad de agitación debe ser lenta, entre 0.5 y 1.5 pies por minuto (un pie por minuto equivale a 0.00508 metros por segundo). En el tanque de sedimentación, también llamado clarificador²⁴, entre más tiempo permanezca el agua y más volumen contenga, mayor cantidad de flóculos sedimentan. El tiempo mínimo que debe permanecer el agua es de cuatro horas.

²³ **Ibid.**

²⁴ **Ibid.**



Una técnica nueva que permite eliminar la etapa de floculación y coagulación se conoce como filtración en membranas. Éstas consisten en una “lámina fina de nitrocelulosa, acetato de celulosa, pergamino o polímeros sintéticos provistos de poros diminutos a través de los cuales pueden pasar moléculas pequeñas pero quedan retenidas las grandes.”²⁵ El empleo de esta técnica de filtración permite eliminar partículas de diferentes tamaños, según el tamaño de los poros en la membrana. No requiere de mezclado ni de tiempo de sedimentación, pero demanda el cambio de la membrana cuando ésta se satura.

Después de la floculación, coagulación y sedimentación, el agua debe ser filtrada. Normalmente se utilizan medios filtrantes granulares, entre los que están los lechos de arena o carbón triturado. El material retiene las partículas en suspensión que permanecen después de la etapa de pretratamiento. Éstas quedan atrapadas entre los poros del lecho de arena o carbón. Después de varios usos, se debe limpiar el filtro para que pueda seguir atrapando partículas. La regeneración del filtro se realiza mediante un retrolavado por medio del cual se hace pasar agua en dirección contraria a la del flujo de filtrado. Los remanentes de olores y sabores desagradables del agua se eliminan por oxigenación.

El diseño de la(s) etapa(s) de tratamiento dependen de las características del agua proveniente de las fuentes primarias. La variable principal requerida para diseñar el plan de tratamiento es la turbidez. Si el agua contiene muchas partículas en suspensión, requerirá mayor tratamiento que si contiene pequeñas cantidades.

²⁵ Valiente, Antonio. **Diccionario...** Pág. 124.



2.1.4. Almacenamiento

La siguiente fase del sistema corresponde al almacenamiento. A esta etapa se suele pasar directamente después de la conducción. El agua que proviene de la conducción pasa a acumularse en grandes tanques. Para el diseño de esta etapa es importante considerar: los tiempos de retención, las variaciones con los cambios de estación, el acceso y la forma de protección de los tanques.²⁶

Uno de los objetivos principales de contener el agua en estanques es la de regular la presión para que ésta sea constante a lo largo del día. Normalmente es aquí donde ocurre la desinfección. Los detalles acerca de esta operación se tratan en el siguiente capítulo.

2.1.5. Distribución

La última etapa en el sistema es la de distribución. El agua ya potable pasa a través de la red de distribución, que generalmente está compuesta “de tuberías matrices y redes secundarias, que por lo general, son mallas o circuitos cerrados de diferentes diámetros y dotadas de los accesorios correspondientes, tales como: válvulas para cortar o regular el paso de agua por una tubería...”²⁷, y a través de ella es distribuida directamente a la población. El agua puede llegar a las casas o comercios si éstos cuentan con conexiones domiciliarias, o puede llegar a chorros comunales, a dónde debe acudir la población que carezca de conexión en su hogar.

²⁶ World Health Organization. **Guidelines...** Pág. 54.

²⁷ Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. **Guía...** Pág. 12.



Para diseñar adecuadamente esta etapa, se deben considerar: los lugares de distribución, las condiciones hidráulicas del sistema, las presiones a manejar, los flujos, la forma de protección contra retro-flujos, así como la acción residual del desinfectante empleado.²⁸

2.2. Capacidad

La capacidad de los sistemas de abastecimiento de agua potable debe determinarse de forma proporcional a la población. Para una población rural con tamaño máximo de 3,000 habitantes, usualmente se emplea un sistema de almacenamiento con capacidad de hasta 60 m³, mientras que para un área urbana ésta debe ser al menos de 150 m³, ya que en las ciudades se contempla un volumen para cobertura de incendios.²⁹

Otra forma de medir la capacidad del sistema es por medio del caudal de servicio, que indica la cantidad o volumen de agua que pasa por unidad de tiempo. Para una población de aproximadamente 10,000 habitantes, se recomienda que en áreas rurales el caudal sea entre 0.5 y 6 litros por segundo (L/s), y en áreas urbanas de 30 litros por segundo (L/s).³⁰

También, como forma de determinación de la capacidad de un sistema de agua potable, se ha empleado comúnmente el término dotación, que “es la cantidad de agua que se requiere para satisfacer la necesidad inmediata y futura de las personas y está en función del clima y del número de habitantes considerados como población

²⁸ World Health Organization. **Guidelines...** Pág. 54.

²⁹ Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. **Guía...** Pág. 13.

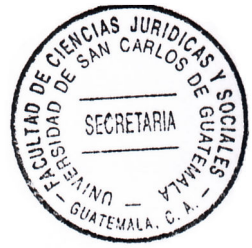
³⁰ **Ibid.**



proyecto.”³¹ “... la cual se expresa en cantidad de agua por unidad de tiempo y por persona... En sistemas rurales la dotación es del orden de 80 litros por habitante por día... En los sistemas urbanos se observan dotaciones de 100 a 200 litros por habitante por día (L/h/d)...”³²

³¹ Salguero, Manuel. “**Consejos del consultor: El agua potable**”. Prensa Libre. Guatemala, 27 de mayo de 2006.

³² **Ibid.**





CAPÍTULO III

3. Desinfección de agua para potabilización

3.1. Desinfección

Según el Diccionario de la Lengua Española, desinfectar es “quitar a algo la infección o la propiedad de causarla, destruyendo los gérmenes nocivos o evitando su desarrollo.”³³ El término también se refiere a la “destrucción de bacterias patógenas, generalmente con un antiséptico químico o desinfectante.”³⁴ Y un desinfectante “es un agente, por lo regular químico, capaz de matar las formas en desarrollo, pero no necesariamente las esporas resistentes de microorganismos patógenos.”³⁵

La característica esencial de la desinfección es que es selectiva, sólo tiene como objetivo eliminar o disminuir ciertos agentes específicos; los nocivos. Destruir selectivamente algunos organismos significa entonces que el agua debidamente desinfectada puede contener ciertos cuerpos o cierta cantidad de agentes nocivos, pero cuya proporción no es nociva para los seres humanos. La desinfección del agua es diferente a la esterilización, método por el cual se destruyen todos los organismos que contiene.

³³ Asociación de academias de la lengua española. **Diccionario de la lengua española**. Versión electrónica. <http://buscon.rae.es/diccionario/drae.htm>.

³⁴ Organización Mundial de la Salud -OMS-. **Tesauro...** Pág. 97.

³⁵ Pelczar, Michael. **Microbiología...** Pág. 364.



Existen algunos desinfectantes que sólo son efectivos para eliminar determinado patógeno, por lo que al seleccionar el desinfectante, se debe tomar esto en cuenta. Como se mencionó anteriormente, los patógenos que producen las peores consecuencias en la salud de los humanos son las bacterias, los virus y los quistes de amebas. Cualquiera de estos grupos representa el objetivo a eliminar.

El agua para consumo humano se desinfecta por dos motivos primordiales; primero, se desea destruir los agentes infectantes contenidos en el agua para evitar la transmisión de enfermedades, y segundo, se desea evitar cualquier esparcimiento de infecciones a través del agua que se bebe.

Las enfermedades hídricas comunes son: la fiebre tifoidea, el cólera la paratifoidea (salmonelosis), la disentería bacilar (shingelosis) , la tularemia y la diarrea hemorrágica; de ellas, sólo la tifoidea y el cólera son devastadoramente mortales.³⁶ De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, algunas de las enfermedades relacionadas con el agua son: Anemia, Arsenicosis, Ascariasis, Campilobacteriasis, Cólera, Toxinas Cianobacterianas, el Dengue y el Dengue Hemorrágico, Diarrea, Fluorosis, Enfermedad del Gusano de Guinea (dracunculiasis), Hepatitis, Encefalitis Japonesa, intoxicación por plomo, Leptospirosis, Malaria, Malnutrición, Metahemoglobinemia, Oncocercosis (ceguera de los ríos), Tiña (tinea), Escabiosis, Esquistosomiasis, Lesión de la medula espinal, Tracoma, Tifoidea y fiebres entéricas paratifoideas.³⁷

Las variables controlables en la operación de desinfección son: “1) la naturaleza y concentración del desinfectante, 2) el grado de agitación al que se sujete el agua, 3) el tiempo asegurado de contacto entre los organismos y el desinfectante.”³⁸

³⁶ Fair, Gordon. **Ingeniería...** Pág. 15.

³⁷ http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/diseasefact/es/index.html.

³⁸ Fair, Gordon. **Ingeniería...** Pág. 410.



3.2. Tipos de desinfectantes

Una clasificación sencilla de los desinfectantes separa los medios físicos de los medios químicos. Los principales medios de desinfección de agua empleados para potabilización son: “1) agentes químicos, 2) agentes físicos, 3) medios mecánicos, 4) radiación”³⁹ Entre los agentes químicos más comunes están los haluros, dentro de los cuales destaca el cloro, por su amplio uso a nivel mundial; el principal agente físico empleado es el calor; los medios mecánicos están constituidos por procesos individualizados de tratamiento; y la radiación, que generalmente se emplea en forma de radiación electromagnética.

La desinfección del agua para consumo humano se lleva a cabo especialmente de tres formas: 1) cloración 2) radiación ultravioleta (desinfección UV), 3) tratamiento con ozono (ozonización).

Cada método tiene sus características y forma de aplicación, pero en términos generales, todos desinfectan el agua eliminando de ella tres clases principales de organismos. Estos son: bacterias, parásitos eucarióticos y virus; considerados los tres principales agentes infecciosos que se encuentran en el vital líquido.

La forma en que los desinfectantes actúan, depende de varios factores, de los cuales varios autores destacan los siguientes: el grado de agitación, el tiempo de contacto, la concentración del agente químico empleado, la intensidad y naturaleza de los agentes

³⁹ Crites, Ron. **Sistemas de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados**. Pág. 840.



físicos, la temperatura del agua, el tipo de organismos, así como las características del agua residual.

La turbidez del agua es una característica importante a considerar puesto que afecta el proceso de desinfección. Cuando se emplean medios químicos de desinfección, la materia suspendida en el agua puede servir de protección a los microorganismos, al cubrirlos o al competir con ellos asimilando el agente desinfectante. En el caso del empleo de radiación para la desinfección, la materia suspendida que absorbe luz, interfiere en la absorción de la radiación por parte de bacterias.

Respecto a la cantidad de organismos patógenos presentes en el agua a desinfectar, el número de organismos presentes no es relevante, ya que “generalmente la concentración de los organismos pierde importancia, a menos que sea tan elevada que la oxidación de la materia celular constituyente compita con el desinfectante.”⁴⁰ Sin embargo, conocer la naturaleza de los mismos si es importante cuando se va a elegir un desinfectante, ya que cada organismo tiene resistencia variable a los diferentes agentes desinfectantes.

Considerar el tiempo de contacto entre el desinfectante y los agentes patógenos es importante ya que cada desinfectante requiere de un lapso mínimo para eliminar cada tipo de microorganismo. Respecto a este factor se dice que “a mayor tiempo, más amplia es la oportunidad para la destrucción.”⁴¹

La temperatura del agua es una condición que influye en la cinética química de la reacción de desinfección.⁴² En el empleo de agentes químicos, la reactividad del

⁴⁰ Fair, Gordon. **Ingeniería...** Pág. 409.

⁴¹ **Ibid.** Pág. 410.

⁴² En la cinética de desinfección, los efectos de la temperatura siguen la ley de van't Hoff. Para más detalles ver Gordon Fair. **Ingeniería...** Pág. 414.



desinfectante y la constante de ionización son los factores dependientes de la temperatura. A mayores temperaturas, más rápida es la desinfección.

El tiempo de contacto, la concentración del desinfectante y la temperatura del agua son los tres elementos que rigen la rapidez de desinfección. La cinética de desinfección química está regida por la ley de Chick, que establece que el número de organismos destruidos en la unidad de tiempo, es proporcional al número de organismos remanentes.⁴³

Teniendo en cuenta estos factores, los desinfectantes pueden eliminar los agentes infecciosos actuando de una o más de las siguientes maneras: 1) daño en las paredes de las células, 2) alteración la permeabilidad de las células, 3) alteración de la naturaleza coloidal del protoplasma, 4) inhibición de la actividad de las encimas, y 5) daño en el ADN y ARN de la célula.⁴⁴ (Para detalles de los diversos mecanismos de desinfección, ver Crites & Tchobanoglous, **Ob. Cit.** Pág. 841) Cuando se trata del uso de agentes químicos, se ha determinado que “la desinfección química procede teóricamente en dos etapas: 1) penetración de la pared de la célula, y 2) reacción con las enzimas celulares.”⁴⁵

Además de eliminar los agentes infecciosos no deseados, el desinfectante ideal debe cumplir con varios requisitos, entre los cuales están: 1) ser económico; ya que el método físico o químico empleado debe estar disponible en cantidad suficiente u operar, según el caso, a un costo accesible y justificable. 2) El factor de seguridad; el manejo de sustancias, así como la operación del procedimiento de desinfección debe estar libre de riesgos para la población circundante y para el operario o encargado, y por ningún motivo puede ser tóxico o representar algún riesgo para animales y seres

⁴³ Chick, Harriet. *Investigation of the laws of disinfection*, citado por Gordon Fair. *Ingeniería...* Pág. 411.

⁴⁴ Fair, Gordon. *Ingeniería...* Pág.409.



humanos. 3) La no interacción con otros componentes; tanto los orgánicos contenidos en el agua, así como con la tubería o tanques que la contienen. 4) Estabilidad; ya que debe formar soluciones homogéneas que no pierdan la acción germicida. 5) Tener características germicidas selectivas, que ataquen solamente a los tres tipos de organismos patógenos que representan riesgos para la salud.

La concentración necesaria para eliminar los patógenos del agua para cada uno de los desinfectantes se determina a través de medios físicos o químicos. Por otra parte, la eficiencia de los desinfectantes sólo se puede determinar observando muestras que contengan contaminantes, antes y después de agregar el desinfectante. La reducción de los organismos contaminantes, (generalmente del grupo coliforme, que son los indicadores más comunes) determinará en que porcentaje es eficaz el desinfectante empleado, y en último caso, si es que lo es.

3.2.1. Calor

Este método es bastante efectivo para eliminar los principales agentes patógenos contenidos en el agua. Consiste en agregar suficiente calor al agua para llevarla a ebullición. Para que la desinfección sea efectiva, debe considerarse la ebullición por un tiempo aproximado de veinte minutos. Durante este lapso se destruyen las principales bacterias contenidas en el agua, más no las esporas termoresistentes. Este método es muy efectivo pero su uso no es generalizado debido a que su principal desventaja es el elevado costo. Sin embargo, en casos de emergencias o desastres naturales, es el método de desinfección recomendado por el período que dure la mitigación de las consecuencias del desastre.



3.2.2. Radiación

Este método de desinfección puede llevarse a cabo de dos maneras; de forma natural, a través de la luz solar y por medio de una lámpara de rayos ultravioleta. En ambos casos se debe tener presente que la eliminación de patógenos se lleva a cabo dependiendo de la intensidad y el tiempo de exposición. La longitud de onda que tiene propiedades desinfectantes es de $2,537 \text{ \AA}$ (10^{-8} cm)⁴⁶.

Existen diversos tipos de lámparas para rayos UV, sin embargo, se ha comprobado que las lámparas más eficientes para la desinfección son las lámparas de presión media y alta intensidad, que “generan aproximadamente 15 a 20 veces más la intensidad germicida UV que las lámparas de baja presión y baja intensidad.”⁴⁷

Este método es bastante efectivo para la eliminación de agentes patógenos; de hecho, “es efectiva en la destrucción de todos los tipos de bacterias y de virus...”⁴⁸ La utilización germicida de los rayos UV se debe a que, en los sistemas de baja presión, la radiación “penetra la pared de las células de los microorganismos y es absorbida por los materiales celulares incluyendo el ADN y el ARN, lo cual previene que ocurra la replicación o causa la muerte de la célula.”⁴⁹

⁴⁶ **Ibid.** Pág. 406.

⁴⁷ Crites, Ron. **Sistemas...** Pág. 860.

⁴⁸ Mc Ghee, Terence. **Abastecimiento de agua y alcantarillado.** Pág. 236.

⁴⁹ **Ibid.** Pág. 863.



Una ventaja muy significativa de emplear radiación ultravioleta es que con la aplicación de este método hasta la fecha no se conocen impactos negativos en el ambiente. Tampoco se forman subproductos al estar el agente desinfectante en contacto con el agua.

Una gran desventaja para su aplicación es que el agua a tratar debe estar libre de partículas que absorban luz, ya que los rayos no pueden alcanzar las bacterias en aguas turbias. Las partículas suspendidas en el agua sirven de escudo a las bacterias y no permiten la penetración de los rayos ultravioleta. Esto puede arreglarse pasando el agua por una etapa previa de tratamiento, en la cual se reduzca la cantidad de partículas sólidas en suspensión, a través de filtración, por ejemplo.

En el caso de la radiación solar, el tiempo para lograr la eliminación de las bacterias suele ser mucho mayor que con el uso de otros desinfectantes. En cambio, el tiempo de contacto necesario con el uso de lámparas es mucho más corto que el requerido con otros desinfectantes. Otra desventaja de su uso es que tampoco tiene acción residual, por lo que al salir de la unidad de desinfección no se puede certificar que esté libre de agentes patógenos.

En cuanto a su costo, la opción natural, aprovechando la luz solar, no representa mayor inversión ni costos de mantenimiento elevados. En cuanto al empleo de luz ultravioleta, se deben tomar en cuenta los costos iniciales del equipo, así como el reemplazo periódico del bulbo.

3.2.3. Productos químicos

Antes de seleccionar un desinfectante químico, se debe tomar en cuenta el tiempo de retención y la concentración requerida para lograr la desinfección. Entre los principales



productos químicos empleados para desinfectar el agua están: agentes oxidantes, iones metálicos, ácidos, álcalis y detergentes.⁵⁰

Entre los agentes oxidantes comúnmente empleados para desinfectar agua, se encuentra el ozono (O₃). Este compuesto es un agente desinfectante al que frecuentemente se le da uso residencial. Su propiedad desinfectante se debe a que por ser altamente oxidante, desintegra las paredes de la célula. Además de las propiedades desinfectantes, tiene capacidad desodorante y decolorante.

Entre sus principales desventajas se tiene que a determinada concentración, es una sustancia tóxica, altamente corrosiva. También hay que considerar que por debajo de cierta concentración crítica, su efectividad desinfectante es nula, mientras que arriba de esta concentración, su efectividad es total. Para la desinfección de *Escherichia Coli*, el valor crítico de la concentración de ozono resulta ser 0.42 ppm.⁵¹

Además, se trata de un compuesto químicamente inestable, que se descompone en oxígeno rápidamente. “Como resultado, el ozono debe ser generado en el sitio, o cerca del punto donde se va a usar”⁵² lo cual puede resultar siendo un inconveniente. A la vez, es por ello que comercialmente se ha popularizado el uso de ozonificadores para desinfectar agua en casas particulares. Otra desventaja es que no hay forma inmediata de verificar si la desinfección fue exitosa, ya que no tiene efecto residual.

El cloro es el agente químico empleado para desinfección por excelencia. La comparación entre los costos de operación entre el uso de este agente y cualquier otro medio de desinfección determinan principalmente la selección. Este compuesto puede emplearse en forma gaseosa, líquida o sólida (en forma de hipoclorito de sodio o de

⁵⁰ Fair, Gordon. **Ingeniería...** Págs. 407 y 408.

⁵¹ **Ibid.** Pág. 416.

⁵² Crites, Ron. **Sistemas...** Pág. 876.



calcio). Sin embargo, hay que tomar en cuenta que cada una de estas formas tiene un poder desinfectante diferente. Por ejemplo, “la eficiencia germicida del HOCL {ácido hipocloroso} es significativamente mayor (hasta 100 veces) que la del OCL {hipoclorito}”⁵³ Aquí es donde juega un papel principal el tiempo de contacto, ya que con el tiempo de contacto adecuado, se puede lograr la desinfección en el mismo grado empleando cualquiera de los compuestos del cloro.

El pH es un factor determinante en la desinfección con cloro, ya que “a un pH de 7.0, aproximadamente el 80 % del cloro desinfectante se encuentra como HOCl ... (y) a pH de 10.7 casi 100 % del cloro desinfectante se encuentra presente como ion OCl-”⁵⁴

Otras de las ventajas del uso del cloro es que tiene acción desodorante, tiene alta capacidad de penetración en las superficies y es muy estable, es decir, no pierde fácilmente la acción germicida. Además, posee acción residual y es detectable fácilmente por pruebas colorimétricas.

La principal desventaja del uso de este compuesto consiste en que al combinar el cloro con ciertas sustancias se forman trihaluometanos – THM-, que son compuestos cancerígenos. “El principal sustrato para la formación de trihalometanos son los ácidos húmicos y fúlvicos, que contienen estructuras fenólicas.”⁵⁵ Para evitar esto, se ha fomentado el uso de cloro combinado, o cloraminas, debido a la menor reactividad de estos compuestos y a la disminución por ende, de la probabilidad de formación de los trihaluometanos –THM-. A nivel mundial, algunas legislaciones prohíben el uso de cloro.

⁵³ **Ibid.** Pág. 847.

⁵⁴ Fair, Gordon. **Ingeniería...** Pág. 422.

⁵⁵ http://www.consumaseguridad.com/web/es/sociedad_y_consumo/2003/09/04/8143.php. Mayo 2006.



Otra desventaja consiste en que el cloro, aunque es totalmente efectivo contra las bacterias, tiene poco efecto sobre quistes y protozoos.⁵⁶ Por esta razón, se deben realizar análisis previos para determinar el tipo de microorganismos presentes en el agua y poder seleccionar el medio de desinfección que sea más eficaz de acuerdo a las características del agua.

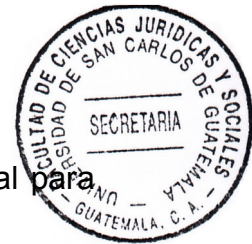
3.3. Método de desinfección adecuado al medio guatemalteco

Desde el punto de vista técnico, tanto el método de aplicación de cloro, radiación ultravioleta y ozono son efectivos y eficaces para desinfectar el agua para potabilización. Los tres métodos mencionados eliminan de forma adecuada los gérmenes patógenos que puede contener el agua.

Desde el punto de vista de la facilidad de operación, la aplicación de rayos ultravioleta y ozono son métodos muy fáciles y seguros de operar. Ninguno de los dos métodos requiere de un operario permanente. En cuanto a la aplicación de cloro, se requiere de un operador que aplique el cloro, ya sea de forma directa, o a través de un dosificador. Es recomendable que el operador tenga fuentes de protección, para la vista (lentes), para la piel (gabacha) y para las vías respiratorias (mascarilla), por tratarse de un agente oxidante muy fuerte que puede causarle daños a la salud.

En cuanto a la facilidad de instalación, los métodos de rayos ultravioleta y ozono son los más cómodos: requieren únicamente un pequeño espacio para colocar los equipos. Los equipos de filtración por medio de membranas también requieren un espacio pequeño a la salida de la tubería. Sin embargo, el método de aplicación de cloro, a

⁵⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/Water_purification. Julio 2005.



pesar que el equipo requiere un espacio pequeño, requiere de un local especial para almacenar el cloro, ya sea en presentación de tabletas o líquido.

Desde el punto de vista de la seguridad bacteriológica, el método de desinfección más adecuado para utilizar es la aplicación de cloro, en cualquier forma en que se aplique, ya que garantiza la desinfección del agua potable con un efecto residual. Ninguno de los otros tres métodos tiene efecto residual.



CAPÍTULO IV

4. Análisis de legislación guatemalteca

4.1. Constitución Política de la República

La Carta Magna de nuestro país asegura en su Artículo 1 y en primer lugar, que “el Estado de Guatemala se organiza para proteger a la persona y a la familia...” Continúa la Constitución Política indicando en el Artículo 3 que “el Estado garantiza y protege la vida humana desde su concepción, así como la integridad y la seguridad de la persona.” La protección a la que se refieren estos Artículos es en todo sentido, especialmente garantizando la protección de lo contenido en los derechos humanos.

No hay Derecho Humano más básico que la vida, pero existe un Derecho Humano que es un “requisito previo para la realización de otros derechos humanos”, “una precondition a la realización de todos los derechos humanos”; el derecho al agua potable. Fue hasta noviembre del año 2002 que el Comité de las Naciones Unidas de Derechos Económicos, Sociales y Culturales afirmó, en la Observación General Número 15,⁵⁷ que el acceso a cantidades suficientes de agua potable para usos personal y doméstico era un derecho humano fundamental de todas las personas.⁵⁸

⁵⁷ http://www.cedha.org.ar/es/iniciativas/derecho_al_agua/contenido/legislacion/internacional/onu_derecho_agua.pdf.

⁵⁸ <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/righttowater.html>.



Nuestra Constitución continúa indicando en su Artículo 2 que “es deber del Estado garantizarle a los habitantes de la República la vida...y el desarrollo integral de la persona.” La vida sin agua es inconcebible. Según la clasificación generacional de los Derechos Humanos, (la cual según las doctrinas jurídicas indican que consiste en clasificar los Derechos Humanos asociándolos a los tres grandes valores proclamados en la Revolución Francesa; libertad, igualdad y fraternidad) la calidad de vida es un derecho universal de todo ser humano. Igualmente lo es el acceso al agua, como se verá al final de este apartado.

Relacionado con el acceso al agua potable, encontramos dentro de la Constitución Política de la República en el Artículo 93, el Derecho a la Salud: “El goce de la salud es derecho fundamental del ser humano, sin discriminación alguna.” La salud está relacionada de muchas formas con el manejo del recurso hídrico. El agua puede ser un medio de propagación de enfermedades si no es tratada de forma adecuada, tanto el agua para consumo humano o industrial, como las aguas residuales.

Continuando con la tónica de la normativa constitucional, dicha normativa establece en su Artículo 94 la obligación del Estado sobre salud y asistencia social que literalmente dice: “El Estado velará por la salud y asistencia social de todos los habitantes. Desarrollará, a través de sus instituciones, acciones de prevención, promoción, recuperación, rehabilitación, coordinación y las complementarias pertinentes a fin de procurarles el más completo bienestar físico, mental y social.” Como se indicó anteriormente, la salud se relaciona con el acceso a agua potable con las características apropiadas. El agua se utiliza para consumo, para cocinar alimentos, para higiene personal, para riego, incluso para prácticas culturales. Por esto el agua potable constituye parte fundamental del bienestar integral de la persona.



Y entonces cabe preguntarse, ¿quién es el responsable de preservar la salud de la población? Respondiendo a esta interrogante, la Carta Magna establece en el Artículo 95 que “La salud de los habitantes de la Nación es un bien público. Todas las personas e instituciones están obligadas a velar por su conservación y restablecimiento.” De esta cuenta, todos los guatemaltecos somos responsables de cuidar por el mantenimiento y recuperación de la salud de todos.

Otro artículo de la Constitución Política de la República de Guatemala que tiene relación con el tema del agua potable es el Artículo 96. Establece que el Estado debe velar por “el mejoramiento de las condiciones de saneamiento ambiental básico de las comunidades menos protegidas.” El saneamiento ambiental básico se relaciona directamente con el agua potable ya que ésta constituye uno de los tres temas específicos que trata.

El término *saneamiento ambiental básico* se refiere al “conjunto de acciones técnicas y socioeconómicas de salud pública que tienen por objetivo alcanzar niveles crecientes de salubridad ambiental. Comprende el manejo sanitario del agua potable, las aguas residuales y excretas, los residuos sólidos y el comportamiento higiénico que reduce los riesgos para la salud y previene la contaminación. Tiene por finalidad la promoción y el mejoramiento de condiciones de vida urbana y rural”⁵⁹

En cuanto a la propiedad de las fuentes de agua, la norma de máxima jerarquía dentro de nuestro ordenamiento jurídico establece en su Artículo 121 que todas las fuentes de agua son propiedad del Estado. “Bienes del Estado. Son bienes del Estado: ... b) Las aguas de la zona marítima que ciñe las costas de su territorio, los lagos, ríos navegables y sus riberas, los ríos vertientes y arroyos que sirven de límite internacional

⁵⁹ Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) de la Organización Panamericana de la Salud. <http://www.cepis.org.pe/cepis/e/cepisacerca.html>.



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...” Esto significa que aunque a nivel nacional se aprovechen los particulares de las aguas, éstas pertenecen al Estado.

En el mismo sentido, el Artículo 127 de la norma citada indica lo siguiente: “Régimen de aguas. Todas las aguas son bienes de dominio público, inalienables e imprescriptibles. Su aprovechamiento, uso y goce, se otorgan en la forma establecida por la ley, de acuerdo con el interés social. Una ley específica regulará esta materia”. En este Artículo se indica nuevamente que todas las aguas son del dominio público. La norma Constitucional no hace diferenciación entre las aguas provenientes de fuentes superficiales o de fuentes subterráneas, todas, absolutamente todas valga la redundancia, son del Estado, y no pueden ser vendidas o cedidas por nadie a nadie. Solamente se pueden aprovechar, siempre y cuando su aprovechamiento se haga conforme a las limitaciones que establece la ley. Otro aspecto relevante contenido en este Artículo es que debe prevalecer el interés social cuando se aproveche este vital recurso.

Además, la Constitución Política de la República establece en su Artículo 142, que “El Estado ejerce plena soberanía, sobre: a) el territorio nacional integrado por su suelo, subsuelo, aguas interiores...” En este contexto, la soberanía se refiere a la “Autoridad suprema del poder público”⁶⁰

La temática relativa a la propiedad de las aguas y su aplicación se vuelve complicada. Derivado de ello es que hasta la fecha, no se haya podido emitir una normativa

⁶⁰ Real Academia de la Lengua Española. **Diccionario de la Lengua Española.**
http://buscon.rae.es/draeI/SrvltGUIBusUsual?TIPO_HTML=2&TIPO_BUS=3&LEMA=soberan%EDA.



ordinaria que regule el aprovechamiento de las mismas. Sin embargo, los Artículos Constitucionales citados son contundentes indicando que la propiedad de las aguas corresponde al Estado.

Además, la Constitución Política de la República determina en el Artículo 97 que el uso y aprovechamiento del agua debe hacerse de forma racional, y esto es una obligación del Estado: “adoptar las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales de forma eficiente...”, según el Artículo 119 c) de esta norma jurídica.

Aunque, como se ha visto en este apartado del presente capítulo, la Constitución Política de la República de Guatemala no contempla específicamente el derecho al agua o al acceso al agua potable, en noviembre de 2002, el Comité de las Naciones Unidas de Derechos Económicos, Sociales y Culturales afirmó que el acceso a cantidades suficientes de agua potable para usos personal y doméstico es un derecho humano fundamental de todas las personas.

A nivel internacional, este derecho queda plasmado en la observación general de aplicación número 15 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas, como se indicó anteriormente. Este Pacto Internacional indica al respecto: “...el derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico. Un abastecimiento adecuado de agua salubre es necesario para evitar la muerte por deshidratación, para reducir el riesgo de las enfermedades relacionadas con el agua y para satisfacer las necesidades de consumo y cocina, y las necesidades de higiene personal y doméstica”.⁶¹

⁶¹ Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas. **Observación General Número 15**, adoptada en Ginebra del 11 al 29 de noviembre de 2002. http://www.ubp.edu.ar/todoambiente/publicaciones/pdf_terra/adopcion_derecho_humano_agua.pdf#search=Observaci%C3%B3n%20General%20n%C3%BAmero%2015%22.



En su observación general N°. 15 sobre la aplicación de los Artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, el Comité señaló, como se vio al inicio de este capítulo, que el "derecho humano al agua es indispensable para vivir dignamente y es condición previa para la realización de otros derechos humanos." Aunque no es jurídicamente vinculante para los 146 Estados que han ratificado el Pacto Internacional, la observación general tiene por objetivo facilitar y promover la aplicación del Pacto y tiene el peso y la influencia del "derecho en gestación".⁶²

A nivel Centroamericano los países de la Región, en la Declaración Centroamericana del Agua, luego de reconocer que "El agua es el elemento primordial en la naturaleza. Es artífice de la biosfera y escultora de la Tierra. La Tierra es el planeta del agua. En consecuencia, el derecho fundamental a la vida supone el derecho fundamental al agua," han declarado que "El derecho al agua es un derecho fundamental, inherente a la vida y dignidad humanas. La población de la región centroamericana es titular del derecho fundamental al agua en adecuada cantidad y calidad."⁶³ La Declaración Centroamericana del Agua fue firmada en San José Costa Rica el 10 de julio de 1998. Sin embargo, es importante recordar que las Declaraciones en Derecho Internacional no son siempre jurídicamente vinculantes.⁶⁴

4.2. Decreto 12-2002, Código Municipal

El Decreto 12-2002, Código Municipal, es la normativa de creación más reciente dentro del ordenamiento jurídico guatemalteco que hace referencia al tema de agua potable. Esta ley fue aprobada por el Congreso de la República y entró en vigencia en el año 2002.

⁶² <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/righttowater.html>.

⁶³ <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsarg/e/fulltext/centroa/centroa.pdf>.

⁶⁴ Organización de Naciones Unidas. **Treaty reference guide**.
<http://untreaty.un.org/ENGLISH/guide.asp>.



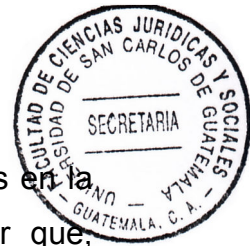
El Capítulo I, Competencias Municipales, del título V, Administración Municipal, establece, en el Artículo 68 de este Decreto, una lista de competencias propias del municipio dentro de las cuales está: “Las competencias propias deberán cumplirse por el municipio, por dos o más municipios bajo convenio, o por mancomunidad de municipios, y son las siguientes: a) abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; ...”

Es interesante destacar, que la obligación de abastecer del vital líquido recae en cada una de las municipalidades que conforman el país. Desde la perspectiva de la descentralización, que el Estado delegue esta función permite garantizar la cobertura y acceso en todo el territorio guatemalteco de un servicio básico y esencial para la vida como lo es agua. Es interesante también notar que esta es la primera, de quince competencias específicas que enumera la citada norma.

Pero lo más importante de resaltar del contenido del citado Artículo, es que la obligación que recae en las municipalidades es de proporcionar “agua potable debidamente clorada”. La norma no hace referencia a agua potable únicamente, sino indica que el método de desinfección a emplear es la utilización del químico cloro. Con este precepto, las municipalidades se excusan de utilizar otros medios de desinfección distintos al cloro, aun cuando una combinación de métodos permitiría proporcionar agua de mejor calidad a la población. Pero no debe darse una interpretación limitativa a este precepto. Aunque la ley enuncia únicamente “clorada”, la misma se refiere a agua potable, es decir, agua que ya cumple con los requisitos de calidad mínimos para no hacer daño a los seres humanos.

Este punto de controversia merece un poco más de atención. Volviendo a los efectos secundarios⁶⁵ del cloro como desinfectante del agua en la salud de los seres humanos,

⁶⁵ Algunos artículos interesantes sobre el tema son:



este compuesto y los que se formen con él⁶⁶ pueden producir efectos negativos en la salud de los seres humanos. Sin embargo, también es importante recalcar que, principalmente debido a su bajo costo de operación y baja complejidad de aplicación, (la cloración encabeza el ranking de complejidad (menor) y costo (menor) de los procesos de tratamiento de agua potable)⁶⁷ resulta más apropiado emplear este desinfectante y proporcionar agua libre de agentes patógenos a la población, que no utilizar otro método de desinfección, por su elevado costo, y proporcionar agua contaminada que pueda generar una epidemia o un número elevado de muertes no deseadas.

Dentro del Código Municipal también se establece en el título VII, Principios Reguladores de los Procedimientos Administrativos, en el Capítulo II, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Integral, Artículo 142, la responsabilidad que tiene la Municipalidad de verificar que toda urbanización, lotificación, parcelamiento o cualquier otra forma de desarrollo urbano o rural garantice, “sin excepción alguna, el establecimiento, funcionamiento y administración de los servicios públicos siguientes, sin afectar los servicios que ya se prestan a otros habitantes del municipio: ... b) agua potable y sus correspondientes instalaciones, equipos y red de distribución.”

La obligación contenida en el Artículo citado anteriormente, que implica garantizar este servicio público, es un requisito para contar con licencia o autorización municipal de urbanización. Este precepto tiene como finalidad asegurar que la población, de cualquier forma que esté asentada en determinado territorio, tenga acceso al agua

<http://www.lenntech.com/espanol/Desinfeccion-del-agua/desinfectantes-subproductos-efectos-salud.htm>
[http://www.ugr.es/~dpto_prev/revista/pdf/Hig%20Sanid%20Ambient%20%20280-290%20\(2008\).pdf](http://www.ugr.es/~dpto_prev/revista/pdf/Hig%20Sanid%20Ambient%20%20280-290%20(2008).pdf)
<http://db.doyma.es/cgi-bin/wdbcgi.exe/doyma/mrevista.fulltext?pidet=12003319>
<http://74.125.45.104/search?q=cache:dgDIQzWbnmIJ:www.cepis.ops-oms.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt049.html+relaci%C3%B3n+entre+cancer+y+trihalometanos&hl=es&ct=clnk&cd=10>

⁶⁶ Una lista detallada de los compuestos formados por el cloro en el agua se puede encontrar en [http://www.ugr.es/~dpto_prev/revista/pdf/Hig%20Sanid%20Ambient%20%20280-290%20\(2008\).pdf](http://www.ugr.es/~dpto_prev/revista/pdf/Hig%20Sanid%20Ambient%20%20280-290%20(2008).pdf).

⁶⁷ *World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality.* (Suiza: versión electrónica, 2004) http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_8.pdf. Tabla 8.11, pág. 166.



potable, pero no solamente al líquido *per se*, sino garantía que su abastecimiento y calidad tendrá continuidad en el tiempo.

4.3. Decreto 90-97 Código de Salud

Previo a entrar directamente en la temática del agua potable, es necesario comprender los principios fundamentales que rigen el tema de la salud, de conformidad con el Decreto 90,97, Código de Salud. En primer lugar, el Decreto 90-97, Código de Salud, inicia estableciendo en el Libro I, Disposiciones Generales, una serie de principios fundamentales, contenidos en el Capítulo I. Son siete los principios que se establecen: 1) Derecho a la Salud; 2) Definición (de salud); 3) Responsabilidad de los Ciudadanos; 4) Obligación del Estado; 5) Participación de la Comunidad; 6) Información Sobre Salud y Servicios; 7) Ley de Observancia General. Estos principios se relacionan todos con el tema del agua potable.

En concordancia con el Principio Constitucional, en el Decreto 90-97, Código de Salud, específicamente en el Artículo 1, se establece el Derecho a la Salud: “Todos los habitantes de la República tienen derecho a la prevención, promoción, recuperación y rehabilitación de su salud, sin discriminación alguna.” Este derecho es desarrollado a lo largo de todo el Decreto.

Es interesante destacar los momentos que contempla la ley para este derecho; en primer lugar, ex ante, la prevención. Es decir, previendo con anticipación el resguardo de las condiciones que permitan a la población tener salud, evitar de forma anticipada la modificación de estas condiciones en detrimento de salud. Luego la promoción, para procurar la salud de los habitantes. Esto se refiere a las iniciativas que den a conocer a la población los beneficios de estar saludables. Sin embargo, la ley contempla la etapa



en la cual ya se ha perdido la salud por lo que plasma la recuperación, que implica volver al estado de salud que ya se tenía o que se tuvo. Y finalmente, la rehabilitación o restitución de las condiciones de salud. Basado en el principio de igualdad, todos los guatemaltecos tenemos derecho a la salud.

Para entender mejor este derecho, se establece en la propia ley, Artículo 2 del Decreto 90-97, la definición de lo que debe entenderse por salud: “La salud es un producto social resultante de la interacción entre el nivel de desarrollo del país, las condiciones de vida de las poblaciones y la participación social, a nivel individual y colectivo, a fin de procurar a los habitantes del país el más completo bienestar físico, mental y social.”

Para comprender mejor esta definición es conveniente tomar en cuenta que la Organización Mundial de la Salud contempla varios aspectos que integran el concepto salud, entre ellos: salud ambiental, salud bucodental, salud de la mujer, salud de los adolescentes, salud del niño, salud materna, salud mental, salud ocupacional, salud reproductiva salud sexual.⁶⁸

La Salud se define a nivel internacional como el “estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades”⁶⁹. Ya en el análisis de los preceptos Constitucionales, se ha mencionado que el acceso al agua potable, en calidad y cantidad apropiada, es parte integral del bienestar físico, mental y social de las personas. Las personas pueden mejorar su bienestar físico utilizando agua para bañarse, para el aseo del hogar, para alimentarse, entre otras cosas. La salud de los habitantes de un país es una condición fundamental previa que permite el desarrollo integral de las personas.

⁶⁸ <http://www.who.int/topics/es/#S>.

⁶⁹ Organización Mundial de la Salud. **Constitución de la Organización Mundial de la Salud**. Principios básicos. http://www.who.int/governance/eb/who_constitution_sp.pdf.



Complementando lo que establece la Constitución Política de la República respecto a que la salud es un bien público, el Decreto 90-97 indica que “Todos los habitantes de la República están obligados a velar, mejorar y conservar su salud personal, familiar y comunitaria, así como las condiciones de salubridad del medio en que viven y desarrollan sus actividades.”

Este Artículo indica que la responsabilidad de procurar la salud es de todos los habitantes del país, y no solamente una obligación del Estado, aunque esta última obligación está contenida en el siguiente principio fundamental que contempla la ley. Tiene mucho sentido que se procure la salud a nivel general en la comunidad en la que se vive, ya que si una persona sana vive en un ambiente insalubre, estará en riesgo de perder su salud, por lo que es importante que además de su salud individual, procure la salud de su comunidad.

El siguiente principio fundamental contenido en el Artículo 5 del Decreto 90-97 establece que “El Estado garantizara 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.” Es importante que las comunidades se involucren y participen en procurar las condiciones que favorezcan su salud.

Si bien la ley no contempla del todo la autogestión, lo cual es lógico dado lo especializado del tema, si contempla la participación directa en la administración de los programas y sistemas de salud, y la ley lo establece como un deber de la comunidad. Cuando las comunidades se apropian de los programas, éstos tendrán éxito porque no sólo son aceptados, sino aplicados conforme a las circunstancias locales de la comunidad.



El siguiente principio fundamental que contiene la ley, se refiere al derecho que tienen los habitantes de estar informados sobre la salud, las enfermedades, los riesgos de pérdida de la salud, y los servicios a los cuales pueden acceder. Es importante destacar que la ley hace referencia a que esta información sea trasladada “en términos comprensibles”. Esto es de relevancia en el contexto que Guatemala es un país multiétnico, pluricultural y multilingüe, pero también un país en el cual, según datos del Instituto Nacional de Estadística –INE-⁷⁰, todavía el 28.8% de la población es analfabeta.

Finalizando el Capítulo sobre los principios fundamentales, el Decreto 90-97 establece que él mismo, es de observancia general. Además, establece que “en caso de existir dudas sobre la aplicación de las leyes sanitarias, las de seguridad social y otras de igual jerarquía, deberá prevalecer el criterio de aplicación de la norma que más beneficie la salud de la población en general.” Este principio es fundamental para la aplicación de las normas de salud, ya que coloca en primera instancia el interés social. En este principio se deja claro que el fin de la norma es buscar el beneficio de la población en general.

Entrando ya en la temática específica del agua potable, en el Capítulo IV, SALUD Y AMBIENTE, título II, AGUA POTABLE, del Decreto 90-97, Código de Salud, están contenidas una serie de normativas relacionadas con el agua potable. En primera instancia, se establece en el Artículo 78 que el acceso y la cobertura del vital líquido es universal, “El Estado, a través del Ministerio de Salud, en coordinación con el Instituto de Fomento Municipal y otras instituciones del sector, impulsará una política prioritaria y de necesidad pública, que garantice el acceso y cobertura universal de la población a los servicios de agua potable, con énfasis en la gestión de las propias comunidades,

⁷⁰ http://www.ine.gob.gt/images/stories/EstadisticaDeLaSemana/boletin93_alfabetismo.jpg.



para garantizar el manejo sostenible del recurso”. En Guatemala la población que tiene acceso a una fuente de agua mejorada es del 95%⁷¹

En esta misma normativa, en el Artículo 79 se establece el ente encargado de proporcionar el vital líquido a la población es la municipalidad, “Es obligación de las Municipalidades abastecer de agua potable a las comunidades situadas dentro de su jurisdicción territorial, conforme lo establece el Código Municipal y las necesidades de la población, en el contexto de las políticas de Estado en esta materia y consignadas en la presente ley.” Esta norma nos remite a la lo establecido en el Código Municipal, el cual, como se mencionó anteriormente, establece el abastecimiento domiciliario de agua potable como una de las competencias propias del municipio, en el Artículo 68 literal a).

El Código de Salud no solamente establece la obligación de suministrar el agua, sino también establece el fomento de la construcción de servicios que provean el abastecimiento de agua potable a la población; “El Ministerio de Salud en coordinación con las Municipalidades y la comunidad organizada, en congruencia con lo establecido en los Artículos 78 y 79 de la presente ley, fomentará la construcción de obras destinadas a la provisión y abastecimiento permanente de agua potable a las poblaciones urbanas y rurales.” Sin embargo, al ver los planes de inversión municipales, se puede observar que los montos dedicados a la construcción y mantenimiento de obras de abastecimiento de agua potable, es muy bajo.

La vigilancia de los sistemas de agua potable y de la calidad de la misma corresponde al Ministerio de Salud, en coordinación con las Municipalidades y la comunidad organizada; “El Ministerio de Salud establecerá las normas vinculadas a la

⁷¹ Programa de Naciones Unidas Para el Desarrollo –PNUD-. **Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008**. Pág. 255.



administración, construcción y mantenimiento de los servicios de agua potable para consumo humano, vigilando en coordinación con las Municipalidades y la comunidad organizada, la calidad del servicio y del agua de todos los abastos para uso humano, sean estos públicos y privados”, según el Artículo 86 del Decreto 90-97, Código de Salud. Es interesante destacar, que la competencia que establece la ley para la vigilancia de los sistemas de agua potable, es independiente de si los sistemas son públicos o privados, lo cual hace de ésta, una medida que realmente protege y beneficia a la población.

La misma norma, contempla en el siguiente Artículo, la obligación de purificar el agua. Este Artículo de esta ley es sumamente interesante para el objeto del presente estudio. La norma establece la obligación de purificar el agua potable que abastece a la población. Desde el punto de vista técnico, como se vio anteriormente, el agua potable ya debería estar purificada, pues según la definición reúne calidades suficientes para ser consumida sin que represente algún riesgo para la población.

Sin embargo, la ley hace énfasis en la *purificación del agua potable*. “Artículo 87. Purificación del agua. Las Municipalidades y demás instituciones públicas o privadas encargadas del manejo y abastecimiento de agua potable, tienen la obligación de purificarla, en base a los métodos que sean establecidos por el Ministerio de Salud.” Esta última frase es, sin embargo, derecho vigente más no positivo. El Ministerio de Salud no ha establecido en ninguna normativa, los métodos de purificación del agua para los sistemas de abastecimiento de agua potable.

El citado Artículo continúa “El Ministerio deberá brindar asistencia técnica a las Municipalidades de una manera eficiente para su cumplimiento. La transgresión a esta disposición, conllevará sanciones que quedarán establecidas en la presente ley, sin detrimento de las sanciones penales en que pudiera incurrirse.” Las sanciones que



indica este Artículo están desarrolladas en el Artículo 219 de la misma ley, dentro de las cuales se establecen: apercibimiento escrito, multa, cierre temporal del establecimiento, cancelación del registro sanitario, clausura definitiva del establecimiento, comiso, prohibición de ejercer temporalmente alguna actividad, publicación de la resolución en donde consta la sanción impuesta en los diarios de mayor circulación.

Para reforzar lo establecido en el Artículo 87, la norma contempla la emisión de un certificado de calidad. “Artículo 88. Certificado de calidad. Todo proyecto de abastecimiento de agua, previo a su puesta en ejecución, deberá contar con un certificado extendido de manera ágil por el Ministerio de Salud en el cual se registre que es apta para consumo humano.”

4.4. Norma COGUANOR NGO 29 001:99

Dentro del ordenamiento jurídico guatemalteco, existe una norma guatemalteca obligatoria que regula las especificaciones que debe tener el agua potable que fue emitida por la Comisión Guatemalteca de Normas. La Norma COGUANOR NGO 29 001 fue publicada en el Diario Oficial el 18 de octubre de 1985. Después, el 04 de febrero de 2000, se publicó en el mismo diario, la 1ª revisión, elaborada en el año 1999. De allí que su nombre oficial haya cambiado a Norma COGUANOR NGO 29 001:99. Esta versión de la norma sustituyó la versión original publicada en el año 1985.

Esta norma tiene como objeto “fijar los valores de las características que definen la calidad del agua potable”. Se divide en once apartados; 1) objeto, 2) normas COGUANOR a consultar; 3) definiciones; 4) características y especificaciones físicas y químicas; 5) características bacteriológicas; 6) método de análisis; 7) muestreo; 8)



correspondencia; 9) anexos; 10) productos secundarios de desinfección y 11) aspectos relativos a radiación nuclear.

En el apartado segundo, sobre normas COGUANOR a consultar, la norma contiene una tabla identificando doce normas que se relacionan con la NGO 29 001:99. Una de estas doce se refiere a la aplicación del Sistema Internacional de Unidades (SI). Cabe destacar que en el Decreto 2-89, Ley del Organismo Judicial, Artículo 20 establece según reforma contenida en el Artículo 88 del Decreto 78-2005, Ley del Sistema Nacional de Calidad: “Artículo 20. Sistema Internacional de Unidades. El Sistema Internacional de Unidades (SI) es el sistema oficial de uso obligatorio en todo el territorio nacional.” Las otras nueve normas relacionadas, establecen los métodos analíticos de referencia para la determinación del contenido de sustancias químicas y dos que contienen métodos de referencia sobre ensayos físicos para la determinación de color y turbiedad.

Luego, el tercer apartado de la norma contiene una serie de definiciones de términos que se emplean en la misma. La lista de definiciones consta de ocho conceptos que son desarrollados: agua potable, cloro, límite máximo aceptable (LMA), límite máximo permisible (LMP), características físicas, características químicas, características bacteriológicas y *Escherichia coli*.

En el cuarto apartado, características y especificaciones físicas, la norma contiene una serie de parámetros y sus respectivos límites máximos aceptables y permisibles. Dentro de las características físicas, la norma incluye las características sensoriales, estas últimas también denominadas características organolépticas, (el color, olor, sabor y turbiedad) y la conductividad eléctrica. Dentro de las características químicas, la norma establece límites máximo aceptable y máximo permisible para cloro residual libre, cloruro, conductividad, dureza total, potencial de hidrógeno, sólidos totales



disueltos, sulfato, temperatura, aluminio, calcio, cinc, cobre y magnesio. Como se mencionó en un capítulo anterior, la temperatura debería encontrarse con las características físicas y no químicas.

Dentro de este mismo apartado, la Norma COGUANOR NGO 29 001:99, sección 4.3 hace referencia al agua clorada indicando: “La cloración de los abastecimientos públicos de agua representa el proceso más importante usado en la obtención de agua de calidad sanitaria segura, potable. La desinfección por cloro y sus derivados significa una disminución de bacterias y virus hasta una concentración inocua, ...” La norma se refiere al proceso más importante, entre varios otros, de desinfección que permiten obtener agua potable libre de agentes que dañen la salud de los seres humanos. Es interesante resaltar que, aunque la norma se refiere específicamente al método de cloración, no excluye el uso de otros medios de desinfección.

En el mismo apartado la norma contempla una serie de nueve compuestos inorgánicos, para los cuales establece un límite máximo permisible, los cuales son: arsénico, bario, boro, cadmio, cianuro, cromo, mercurio, plomo, selenio. Aunque podría considerarse que estas sustancias no se encuentran contenidas en las aguas guatemaltecas, algunas de estas pueden llegar a ellas debido a la generación de efluentes industriales que pueden contaminar las aguas subterráneas y las superficiales empleadas para abastecer agua potable.

Luego, la norma establece límites máximos permisibles para sustancias biocidas entre los cuales se enumeran una serie de compuestos pertenecientes a los siguientes grupos: insecticidas organoclorados, ácidos fenoxi, fumigantes, triazinas, acetanilidas, carbamatos, piretroides, amidas y órgano fosforados. Algunas de estas sustancias son altamente tóxicas y están prohibidas (por ejemplo, el dicloro-difenil-tricloroetano -DDT-). Cabe recordar que las sustancias biocidas son compuestos que destruyen las formas



vivientes y dentro de éstos están los agroquímicos, pesticidas, herbicidas, defoliantes, insecticidas, etc. Estas sustancias no sólo se impregnan en el suelo y corren en las aguas, sino que se trasladan a través de la cadena alimenticia y llegan al hombre.

En cuanto al contenido de pesticidas, éstos afectan negativamente la calidad del agua, son difíciles de detectar y los costos de monitoreo y tratamiento son excesivamente altos. En países donde la calidad del agua potable es sumamente importante, los costos de tratamiento y remoción de pesticidas representan incluso, entre el 15 y el 20% del costo total de distribución de agua potable. Como ejemplo está Holanda, que califica entre los países que mejor presta el servicio de agua potable, y cuyos costos para eliminación de pesticidas llegan inclusive al 20 % del costo total del servicio.⁷²

La norma citada establece en el mismo apartado, límites máximos aceptables y límites máximos permisibles para lo que la ley denomina “sustancias no deseadas” (ver la tabla 5 de la sección 4 de la Norma COGUANOR NGO 29 001:99). Las sustancias enumeradas en esta sección son: fluoruro, hierro total, manganeso, nitrato y nitrito. Algunas de estas sustancias, como los nitratos y nitritos provienen de prácticas agrícolas, ya que estos compuestos se encuentran presentes en fertilizantes.

Para finalizar en esta sección, la norma enumera veinte sustancias orgánicas que pueden afectar la salud de los seres humanos, por lo que establece límites máximos permisibles. Las sustancias que enumera la norma son: benceno, cloruro de vinilo, detergentes aniónicos, o-diclorobenceno, pdiclorobenceno, 1,2 – dicloroetano, 1,1-dicloroetileno, cis-1,2-dicloroetileno, 1,2-dicloropropano, estireno, etilbenceno, monoclorobenceno, sustancias fenólicas, tetracloruro de carbono, tetracloroetileno, tolueno, 1,1,1-tricloroetano, tricloroetileno, xileno.

⁷² <http://www.waterland.net/index.cfm/site/Water%20in%20the%20Netherlands/pageid/EF58624A-E318-D858-36A7DFA8DFBA333E/index.cfm>.



El quinto apartado de la norma establece las características bacteriológicas que debe tener el agua, medido en función del número permisible de microorganismos coliformes, y fecales. Para la obtención de medición de estos parámetros, la norma establece dos métodos de determinación: 1) métodos de los tubos múltiples de fermentación, con las alternativas siguientes: para sistemas nuevos de introducción de agua o análisis anual: prueba de 15 y prueba de 9 tubos, mientras que para determinación de seguimiento con historial de muestreo: 5 y 10 tubos, todos con muestra de 10 mL de agua. 2) método por membrana de filtración. Para cada uno de los métodos propuestos, la norma establece un número límite de resultados que detecten la presencia del grupo coliforme.

En esta misma sección, la norma establece a través de una tabla, el número mínimo de muestras anuales y sus respectivos análisis, que se deben realizar en función de la población servida. De esta cuenta, la norma establece el rango mínimo de habitantes que es de 1 a 500, y el rango máximo que es de 1,000,001 a 5,000,000 de habitantes.

En función del rango mínimo de habitantes, el mínimo de muestras que se deben tomar para el análisis básico de agua es 2, para el análisis normal es de 1, y para el análisis avanzado es 1. En función del rango máximo de habitantes, el mínimo de muestras anuales que se deben tomar para el análisis básico de agua es 360, para el análisis normal es de 120, y para el análisis avanzado es de 20.

La norma considera: a) análisis básico el que determina solamente el grupo coliforme fecal y el cloro residual; b) análisis normal el que determina lo del análisis básico y olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, pH, conductividad, cloruros, dureza, sulfatos, calcio, magnesio, nitratos, nitritos, hierro, manganeso; c) análisis avanzado el que analiza además de lo del análisis normal, determinación de aluminio, cobre, sodio, potasio, amonio, fluoruro, arsénico, cadmio, cianuro, cromo, mercurio, níquel,



antimonio, plomo, selenio, sulfuro de hidrógeno, zinc, sólidos totales disueltos, desinfectantes, subproductos de la desinfección y sustancias orgánicas (plaguicidas) de significado para la salud.

En la sexta sección, métodos de análisis, la norma hace referencia a las normas que regulan lo relativo a la determinación de las características físicas y químicas del agua, para lo cual deben tomarse en cuenta lo establecido en las normas COGUANOR enumeradas en la sección segunda de la Norma COGUANOR 29 001:99 y “en ausencia de normas COGUANOR podrán emplearse los métodos de la American Water Works Association”.

La *American Water Works Association –AWWA-* es una organización internacional no lucrativa, que reúne a profesionales dedicados al estudio y mejora de los suministros de agua potable y su calidad. Surgió en 1881 por 22 hombres de distintos Estados, con la finalidad de intercambiar información pertinente al manejo de sistemas de agua potable, para mejorar a favor de los consumidores y de las compañías de agua y con el propósito de asegurar la economía y uniformidad de los sistemas de agua potable.⁷³ Sus oficinas centrales se encuentran en Denver, Colorado, Estados Unidos. Actualmente reúne a profesionales de más de 100 países.

Las normas que ha dictado esta entidad son más de 140, aumentando cada año en aproximadamente 20 unidades. Entre las principales normas relacionadas con el agua, esta entidad ha establecido requisitos mínimos para el diseño, instalación, rendimiento y producción de productos utilizados en la industria del agua, incluyendo tubería, químicos, tanques de almacenamiento, tubería y válvulas. Algunas normas específicas para la determinación de características físicas y químicas son: control de olor y sabor, químicos desinfectantes, filtrado, aguas subterráneas y superficiales, entre otras.

⁷³ <http://www.awwa.org/About/Content.cfm?ItemNumber=3885&navItemNumber=1638>



Además de las normas, ha elaborado una serie de manuales sobre prácticas en los sistemas de agua. Dentro de este grupo de manuales, y de interés para esta sección de la Norma COGUANOR NGO 29 001:99, se encuentran: fundamentos y control de la nitrificación en sistemas de distribución de agua potable, cloración de agua: principios y prácticas, patógenos acuáticos, microfiltración y ultrafiltración con membranas, principios y prácticas del uso de flúor en sistemas de agua potable municipal, agua subterránea, identificación y tratamiento de organismos no patógenos en agua, procedimientos simplificados de laboratorio para el análisis de agua, control y operacional de los procesos de coagulación y filtración, electrodiálisis y filtración.

Continuando con el análisis, en la séptima sección de la Norma COGUANOR NGO 29 001:99 se regula lo relativo al muestreo, para lo cual deben aplicarse las normas COGUANOR establecidas en la sección 2 de la Norma COGUANOR NGO 29 001:99. Igual que en la sección anterior, en ausencia de normas COGUANOR, se podrán emplear los métodos de la American Water Works Association. Este último punto fue explicado en el análisis de la sección anterior, por lo que igualmente se aplica.

La sección octava, correspondencia, enumera una lista de documentos que sirvieron para elaborar la versión revisada de la Norma COGUANOR NGO 29 001:99. Es interesante destacar que el punto de partida de esta revisión lo constituye la versión de 1985 de la Norma COGUANOR NGO 29 001 referente a las especificaciones del agua potable. Además se emplearon los métodos estándares para el análisis de agua de la APHA y las guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud –OMS- o WHO, por sus siglas en inglés.

Cabe resaltar que en cuanto a las normas estadounidenses, no se tomaron en cuenta las normas dictadas por la Agencia de Protección Ambiental - EPA- por sus siglas en inglés, que es la máxima autoridad en la materia en Estados Unidos. En ese país la



principal ley que regula la seguridad del agua potable es el Acta de Seguridad del Agua Potable (SDWA, por sus siglas en inglés), la cual fue promulgada en 1974 y enmendada en los años 1986 y 1996. Bajo esta ley general, la Agencia de Protección Ambiental –EPA- está autorizada a establecer las reglamentaciones generales necesarias para asegurar la salubridad y calidad del agua potable, las cuales son válidas para todo el territorio.

En cuanto a las normas de la Organización Mundial de la Salud, se emplearon las guías de la segunda edición, publicadas en 1995. Están ya publicadas las normas revisadas de la tercera edición, y un grupo de consultores expertos está trabajando la cuarta edición. El segundo addendum de la tercera edición fue finalizado en mayo de 2007.⁷⁴

Luego, la sección nueve de la norma contiene una serie de anexos, dentro de los cuales el primero contiene los límites de concentración de flúor en el agua. El flúor se utiliza como inhibidor de la caries dental. La fluoración de los suministros públicos de agua ha sido practicada desde 1945 y apoyada durante aproximadamente cincuenta años como una política pública por el Gobierno de los Estados Unidos. “Pocas medidas públicas de salubridad han sido acordadas con mejor investigación de laboratorio, estudios epidemiológicos, pruebas clínicas y atención pública que la fluoración del agua.”⁷⁵

Para la aplicación de flúor, existe un nivel óptimo de concentración en agua que es “el nivel que produce la mayor protección contra las caries con el menor riesgo de fluorosis.”⁷⁶ Sin embargo en Guatemala, no existe una norma o política para la aplicación del flúor en el agua. En cambio, se utiliza un método alternativo, menos

⁷⁴ http://www.who.int/water_sanitation_health/gdwqrevision/gdwq04.pdf.

⁷⁵ *APHA. Métodos...* Pág. 977 -983.

⁷⁶ *Ibid.* Pág. 985.



eficaz y más costoso para la reducción en la incidencia de la caries dental en la población: se fortifica la sal con yodo y flúor, lo cual está regulado en el Acuerdo Gubernativo 29-2004, Reglamento Para la Fortificación de la Sal con Yodo y Sal con Yodo y Flúor.

El segundo, tercer y cuarto anexo contienen tablas para establecer el número más probable para diversas combinaciones de resultados negativos y positivos en el método de tubos de fermentación para la determinación de la presencia de la *Escherichia coli*. Finalmente, el quinto anexo contiene los límites máximos permisibles de catorce sustancias orgánicas volátiles.

La décima sección de la norma regula lo relativo a los productos secundarios de desinfección. En este apartado se presenta una tabla con límites máximos permisibles para los productos secundarios de la cloración, los trihalometanos. Se establecen valores para cuatro sustancias: el bromoformo, el bromoclorometano, el bromodichlorometano y el cloroformo.

La última sección de la Norma COGUANOR NGO 29 001:99, sección 11, contiene aspectos relativos a radiación nuclear. Este apartado se subdivide en tres temas. El primero contiene una serie de definiciones específicas a la radiación nuclear. El segundo se refiere a los aspectos radiológicos (medición de actividad alfa total, medición de actividad beta total y la evaluación del agua si la concentración de la actividad alfa y/o beta es superior al límite recomendado).

El último subtema de esta sección establece una serie de referencias para los procedimientos analíticos recomendados. En general, el documento y procedimientos a emplear están contenido en el manual de procedimientos radioquímicos de la



Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. La norma hace referencia a otros manuales, pero no indica claramente si son de la Agencia de Protección Ambiental o del Departamento de Salud, Educación y Bienestar de los Estados Unidos.



CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS DE LEGISLACIÓN COMPARADA

Para realizar un análisis de legislación comparada se han seleccionado las normas mexicana y salvadoreña que regulan la calidad del agua potable. A pesar que se estudiaron más leyes respecto a este tema, se consideró incluir solamente estas dos normas para su análisis detallado ya que se trata de regulaciones de dos de los países con los que Guatemala comparte, no sólo frontera, sino cuencas hidrográficas. Con México Guatemala comparte la Vertiente del Pacífico al Este y la Vertiente del Golfo de México al Noroeste. Con El Salvador, Guatemala comparte la Vertiente del Pacífico, pero al Oeste.

Además del análisis detallado de cada norma, se han puesto en evidencia las diferencias y similitudes que tienen las normas con la norma guatemalteca que regula la calidad del agua potable.

5.1. Norma Oficial Mexicana

5.1.1. Descripción general:

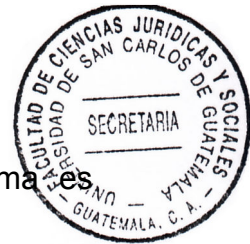
La norma que regula la calidad del agua potable en México es la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. Se denomina “Salud Ambiental, Agua Para Uso Y



Consumo Humano – Límites Permisibles De Calidad Y Tratamientos A Que Debe Someterse El Agua Para Su Potabilización”. Es interesante que desde su identificación, la norma indica que el agua, para que se le considere potable, debe someterse a tratamientos.

La autoridad competente que dicta esta norma es el Director General de Salud Ambiental. Para la elaboración de dicha norma participaron distintas instituciones, entre ellas: a) la Secretaría de Salud con funcionarios de la Dirección General de Salud Ambiental, del Laboratorio Nacional de Salud Pública, de la Dirección General de Epidemiología, y de la Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios. B) El Gobierno del Distrito Federal, a través de la Dirección General de la Construcción y Operación Hidráulica. C) El Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de la Zona Metropolitana de Guadalajara. D) La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través de la Comisión Nacional del Agua, la Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y el Instituto Nacional de Ecología. E) La Comisión Federal de Electricidad, a través de la Gerencia de Protección Ambiental. F) El Instituto Nacional de Nutrición, a través del Departamento de Medicina Nuclear y Tiroides. G) La Comisión Nacional del Agua, a través de la Gerencia de Agua Limpia, la Subgerencia de Ingeniería Sanitaria Ambiental y la Gerencia de Ingeniería Básica y Normas Técnicas. H) El Instituto Politécnico Nacional, a través del Centro de Investigaciones Avanzadas. I) La Comisión de Aguas del Estado de México. J) La Organización Panamericana de la Salud. K) El Instituto Nacional de Salud Pública. L) La Universidad Autónoma de México, a través de las Facultades de Medicina y Química, así como el Instituto de Geofísica. M) La Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación, a través de Protección Ambiental y N) algunas instituciones privadas relacionadas con la temática.

Como se puede apreciar, la lista de participantes en la elaboración de la norma es extensa y bastante representativa. La participación de las instituciones estatales



relacionadas con la temática es de significativa relevancia, ya que la norma es consensuada con todas las instituciones relacionadas.

La norma fue elaborada y rubricada el 30 de noviembre de 1995. Fue publicada el 18 de enero del año 1996. Está vigente desde el 19 de enero del año 1996⁷⁷, día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación. Esta norma es de cumplimiento obligatorio para los sistemas de abastecimiento de agua potable, tanto públicos como privados, y para cualquier persona, individual o jurídica que distribuya el vital líquido. Rige para todo el territorio mexicano.

La norma fue modificada en el año 2000. Cambio su nombre oficial a “MODIFICACIÓN A LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, SALUD AMBIENTAL. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO. LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACIÓN” La modificación fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre del año 2000. Entró en vigencia a los noventa días siguientes a partir de la publicación.

En cuanto a su relación con el ordenamiento jurídico y legislación mexicanos, la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 se fundamenta en la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la Ley General de Salud, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios y el Reglamento Interior de la Secretaría de Salud.

⁷⁷ <http://www.economia-noms.gob.mx>.



5.1.2. Contenido:

En cuanto al contenido de la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, ésta está desarrollada en once apartados. Originalmente, la norma contenía diez apartados: 0) introducción; 1) objetivo y campo de aplicación; 2) referencias; 3) definiciones, 4) límites permisibles de calidad del agua; 5) tratamientos para la potabilización del agua; 6) bibliografía; 7) concordancia con normas internacionales, 8) observancia de la norma; 9) vigencia. La Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM -127-SSA1-1994 agrega entre los apartados 5 y 6, un Capítulo sobre métodos de prueba, por lo que al final, son once apartados que regulan la calidad del agua potable.

En los primeros apartados se describe la finalidad de la norma, la importancia de regular la calidad del agua para consumo humano, una lista de leyes de referencia relacionados con el tema del agua potable y su calidad, se enlista una serie de definiciones relevantes a la temática del agua potable y su calidad, y se establecen límites máximos permisibles de características bacteriológicas, físicas y organolépticas, químicas y radiactivas. Para estos límites, la norma establece en una serie de tablas, en el orden anteriormente indicado, los valores para los límites permisibles.

Además, la norma contiene un apartado sobre distintos métodos de potabilización. Es de cumplimiento obligatorio aplicar los tratamientos que contiene dicha norma cuando los límites máximos permisibles para cada parámetro que la misma establece son sobrepasados. Este punto es de relevancia para el presente estudio, ya que la norma sobre calidad del agua potable determina los métodos de potabilización a emplear. En una sola ley se norman dos aspectos que la legislación guatemalteca considera deben regularse en dos normas distintas; límites de calidad y métodos de potabilización.



La norma mexicana detalla los tratamientos que se deben aplicar para eliminar la contaminación biológica, las características físicas y organolépticas y los constituyentes químicos. Respecto a este último punto es interesante resaltar que la norma enumera tratamientos específicos para diecinueve compuestos químicos. Nuevamente es importante destacar que la norma sobre calidad del agua potable determina qué tipo de tratamiento es el más adecuado según el tipo de característica que se desea eliminar.

Entre los tratamientos que establece la norma están: desinfección con cloro, compuestos de cloro, ozono o luz ultravioleta, coagulación, floculación, precipitación, filtración, adsorción en carbón activado, oxidación, intercambio iónico, ósmosis inversa, destilación, desorción en columna, neutralización y la utilización de carbón activado en distintas presentaciones. Es decir que la norma mexicana enumera tratamientos para lograr determinada calidad del agua, tanto físicos, químicos, como mecánicos.

5.1.3. Órgano encargado de su cumplimiento:

Además, esta norma señala el ente encargado de darle cumplimiento a su contenido, siendo los órganos correspondientes la Secretaría de Salud y los Gobiernos de las entidades federativas en coordinación con la Comisión Nacional del Agua, de conformidad con los respectivos ámbitos de competencia. En este aspecto, la legislación mexicana es muy similar a la guatemalteca, ya que en Guatemala el ente encargado es el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, en coordinación con las Municipalidades, como se verá en el análisis del Código de Salud Guatemalteco en otro apartado del presente trabajo.



5.1.4. Aspectos relevantes:

Un aspecto interesante es que la norma enumera una serie de bibliografía relacionada con el tema. Este punto llama la atención ya que se trata de textos, documentos y manuales que contienen información científica y normativa que pueden ser consultados en caso de querer ampliar más sobre determinado tema que norma la ley. Las leyes guatemaltecas no contienen sugerencias de bibliografía. En el caso de la norma sobre calidad del agua potable, la Norma COGUANOR NGO 29 001:99 no indica de qué textos o referencias fueron extraídos los parámetros contenidos en ella.

5.1.5. Actualización:

Al momento de la realización del presente trabajo, la Secretaría de Salud Mexicana realiza un análisis y revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, debido a las nuevas recomendaciones que hiciera la Organización Mundial de la Salud. (Se refiera a las Guías para la Calidad del Agua Potable, tercera edición, recomendadas por la Organización Mundial de la Salud.)

Para llevar a cabo la actualización, al momento de la realización de este trabajo, la Comisión Federal de Mejora Regulatoria –Comefer- realiza una revisión del proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-SSA1-250-2007. Este proyecto de ley aumenta los parámetros para evaluar la calidad del agua potable. La norma vigente regula 48 parámetros (incluidos físicos, químicos, organolépticos, microbiológicos y radiactivos), mientras que la nueva norma contempla 111 parámetros.⁷⁸

⁷⁸ <http://noticiasdelaagua.blogspot.com/2008/01/buscan-norma-para-agua-potable.html>



Para la presentación del proyecto de ley, la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios – Cofepris - indicó que “es necesario contar con un instrumento actualizado que regule y sirva como guía en el establecimiento de las características que debe contener el agua que se distribuye a la población”⁷⁹

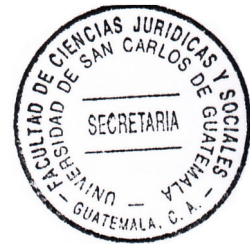
5.2. Norma Salvadoreña obligatoria para la calidad del agua potable

5.2.1. Descripción General:

La norma que regula la calidad del agua potable en El Salvador es la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. La norma está vigente desde el 23 de noviembre del año 2000. Esta norma es de cumplimiento obligatorio y considera los todos los sistemas de abastecimiento, tanto públicos, municipales o privados, y rige en todo el territorio salvadoreño.

El órgano encargado de dictar esta norma es el Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CONACYT -. En cuanto a la relación de esta normativa con el resto de legislación salvadoreña, la norma no hace referencia a la concordancia con otras leyes, de la misma o distinta naturaleza.

⁷⁹ **Ibid.**



5.2.2. Contenido:

Esta norma está dividida en 9 apartados; En cuanto al contenido de la norma, ésta contiene una serie de definiciones y establece límites máximos permisibles para establecer los requisitos de calidad microbiológica y calidad fisico-química. La norma guatemalteca también contiene una serie de definiciones así como límites permisibles.

Esta norma es muy peculiar en cuanto a los parámetros que establece. Para las características microbiológicas, establece parámetros para tres distintas técnicas de determinación; filtración por membranas, tubos múltiples y placa vertida. Para las características fisico-químicas separa a través de tablas, los parámetros físicos, las sustancias químicas, las sustancias químicas orgánicas de riesgo para la salud, características bacteriológicas, físicas y organolépticas, químicas, radiactivas.

Además, la norma contiene un apartado sobre distintos métodos de potabilización. Es de cumplimiento obligatorio aplicar los tratamientos que contiene dicha norma, cuando los límites máximos permisibles para cada parámetro que la misma establece son sobrepasados. La norma detalla los tratamientos que se deben aplicar para eliminar la contaminación biológica, las características físicas y organolépticas, los constituyentes químicos. Respecto a este último punto es interesante resaltar que la norma enumera tratamientos para diecinueve compuestos químicos.

Entre los tratamientos propuestos están: desinfección con cloro, compuestos de cloro, ozono o luz ultravioleta, coagulación, floculación, precipitación, filtración, adsorción en carbón activado, oxidación, intercambio iónico, ósmosis inversa, destilación, desorción en columna, neutralización y la utilización de carbón activado en distintas presentaciones.



5.2.3. Órgano encargado de su cumplimiento:

Además, esta norma señala el ente encargado de darle cumplimiento a su contenido, siendo los órganos correspondientes la Secretaría de Salud y los gobiernos de las entidades federativas en coordinación con la Comisión Nacional del Agua, de conformidad con los respectivos ámbitos de competencia.

5.2.4. Aspectos Relevantes:

Un aspecto interesante es que la norma enumera una serie de bibliografía relacionada con el tema.

5.2.5. Actualización:

La Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua, del año 2004, es una revisión de la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:97. La nueva Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua, contiene muchos elementos que no contenía la versión del año 1997.

5.3. Otras normas

Algunas normativas contienen restricciones específicas para los subproductos de la desinfección. En Estados Unidos existe una norma especial que contiene límites



permisibles de trihalometanos – THM- y ácidos haloacéticos –HAA-, la “*Stage 2 Disinfectants and Disinfection Byproduct Rule (Stage 2 DBP rule)*”.⁸⁰

⁸⁰ <http://www.epa.gov/safewater/disinfection/stage2/regulations.html>.



CAPÍTULO VI

6. Órgano competente para dictar la norma que regule la calidad del agua potable

6.1. Aspectos Generales

6.1.1. Proceso de creación de leyes

Aunque no es el objeto del presente trabajo desarrollar el procedimiento de creación de leyes, veremos algunos aspectos generales del proceso de creación de normas jurídicas y las competencias asignadas por la ley a distintos órganos de la Administración Pública, con el fin de determinar cuál es el órgano que debe emitir la norma que regule los distintos medios de desinfección del agua potable que consume la población guatemalteca.

De conformidad con lo que establece la Constitución Política de la República de Guatemala, al tenor de lo establecido en la sección tercera, Formación Y Sanción de la Ley, del Capítulo II, Organismo Legislativo, del Título III, El Estado, existe un procedimiento específico y riguroso para la creación de leyes ordinarias.

Recordando, hay leyes que son aprobadas por el Congreso de la República y sancionadas por el Presidente, hay leyes que emite el Presidente, en ocasión de sus



facultades normativas y hay leyes que son elaboradas por otras entidades del gobierno conforme a las facultades que les otorga la ley.

Para entender mejor esto, veamos lo que Jorge Mario Castillo nos indica al respecto. **“Las leyes ordinarias pueden ser: formales y materiales. “Formales”,** las que dicta el Congreso de la República, observando el procedimiento previsto en la Constitución Política. **“Materiales”,** las que dicta el Presidente de la República, unas autorizado por la Constitución y otras, basado en su poder reglamentario, y las que, además, dictan las autoridades superiores de los organismos del Estado y de todas sus organizaciones centralizadas, descentralizadas y autónomas. *Las leyes formales se denominan:* decretos o leyes. *Las leyes materiales se denominan:* decretos gubernativos, acuerdos gubernativos y reglamentos. Las leyes formales y las leyes materiales se caracterizan por contener *reglas o normas jurídicas de observancia general obligatoria.*”⁸¹ Por lo tanto, no todas las leyes en Guatemala son emitidas por el mismo ente, ya que la misma ley le otorga facultades normativas a distintas instituciones de Gobierno.

El procedimiento formal de creación de las leyes tiene varias etapas, según lo estipulado en la Carta Magna en los Artículos 174 al 180. Se inicia el proceso con la **iniciativa**, la cual es **presentada** al Congreso de la República. “Para la formación de las leyes tienen iniciativa los diputados al Congreso, el Organismo Ejecutivo, la Corte Suprema de Justicia, la Universidad de San Carlos de Guatemala y el Tribunal Supremo Electoral”. Estas son las personas que tienen iniciativa de ley de conformidad con el Artículo 174 de la Constitución Política de la República. Ya en el Congreso, la iniciativa propuesta es **discutida** por los Diputados a través de tres sesiones, al final de las cuales, si corresponde, es **aprobada**.

⁸¹ Castillo, Jorge. **Constitución Política de la República de Guatemala. Comentarios, explicaciones, interpretación (sic.) jurídica, documentos de apoyo opiniones y sentencias de la Corte de Constitucionalidad.** Pág. 310.



Cuando el proyecto de ley ha sido aprobado, la Junta Directiva del Congreso la envía al Organismo Ejecutivo para su **sanción, promulgación y publicación**. La sanción se refiere a la “decisión solemne por la cual el Presidente de la República confirma y da pase a una ley”⁸², la promulgación es la orden que emana del Presidente a través de las palabras “*publíquese y cúmplase*”, para que la ley sea publicada de forma íntegra en el Diario Oficial y pueda entrar en **vigencia**. De forma general, las leyes empiezan a regir en el término de ocho días, después de haber sido publicada. La Constitución Política de la República indica: “Artículo 180. Vigencia. La ley empieza a regir en todo el territorio nacional ocho días después de su publicación íntegra en el Diario Oficial, a menos que la misma ley amplíe o restrinja dicho plazo o su ámbito territorial de aplicación.”

Además de estar descrito en la Constitución Política de la República, el procedimiento legislativo está contemplado y desarrollado en el Decreto 63-94, Ley Orgánica del Organismo Legislativo, en el título V, De la Actividad Legislativa, en los Artículos 109 a 133. Específicamente, el procedimiento inicia en el Artículo 109 de la citada ley, estableciendo la forma en que deben presentarse las iniciativas de ley. A la iniciativa presentada, se le asigna un número de identificación para poder individualizarla en el registro creado para dichas iniciativas.

Seguidamente, se procede a dar lectura en el Pleno del Congreso, y se pasa a una de las Comisiones que conforman el Congreso, la que corresponda según la temática de la iniciativa, para que ésta, después del estudio del proyecto, emita un dictamen.

Luego, en el Capítulo II de este mismo título, se establece el procedimiento de discusión del proyecto de ley en el Congreso, por medio del cual se lee el dictamen de la comisión respectiva en primero, segundo y tercer debate. Esto está reflejado en el

⁸² Castillo, Jorge. **Constitución...** Pág. 315.



Artículo 112 del Decreto 63-94, Ley Orgánica del Organismo Legislativo de la siguiente forma: “El Debate sobre el proyecto de ley y dictamen se efectuará en tres sesiones diferentes celebradas en distintos días y no podrá votarse hasta que se tenga por suficientemente discutido en su tercer debate. Se exceptúan aquellos casos en que el congreso declare el proyecto de urgencia nacional. El voto favorable al proyecto obliga a que se continúe con la discusión de la ley por artículos y el voto en contra desechará el proyecto de ley. Si el dictamen fuere desfavorable se pondrá a discusión en una sola lectura y la votación resolverá lo procedente”

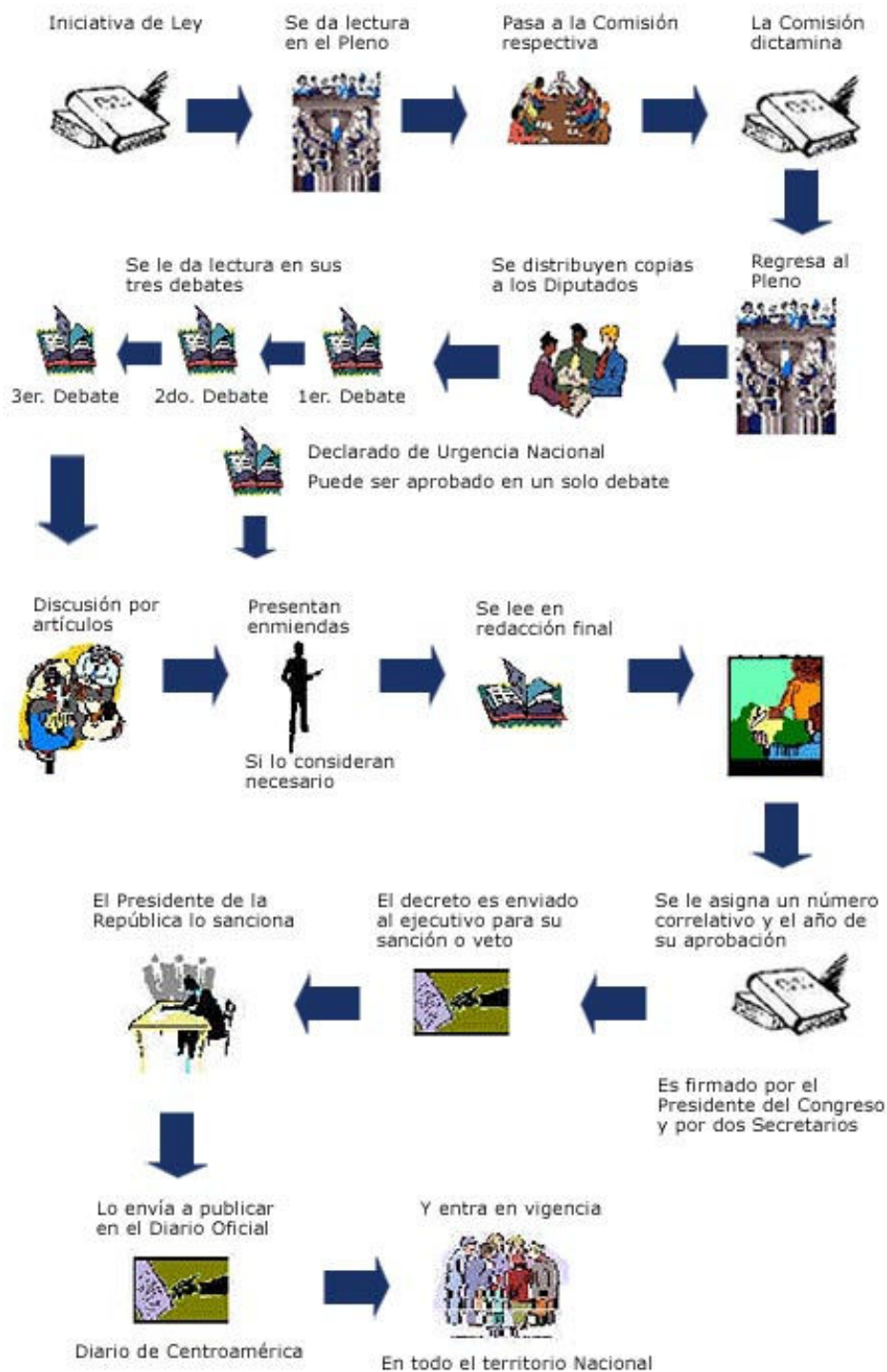
Después de discutido el proyecto de ley, y que éste ha sido aprobado por el voto favorable de los diputados, se procede a dar lectura para hacer observaciones sobre la redacción final del mismo. Si hubiere correcciones, éstas se efectúan, y se entrega una copia a cada diputado, para que dentro de cinco días hagan las observaciones pertinentes. Dentro de este período, cada uno de los legisladores tiene la oportunidad de señalar inconformidades o sugerencias que tenga sobre la forma de cómo fue redactada la propuesta de ley. Si ya no hay objeciones sobre la redacción del proyecto de ley, éste es enviado al Organismo Ejecutivo para su sanción y publicación.

La etapa de sanción de las leyes le corresponde al Presidente de la República. Es él quien decide sancionar y promulgar la ley. Una vez dada la orden de publicación, ésta se manda a hacer en el Diario de Centroamerica, Diario Oficial de la República de Guatemala.

En la siguiente imagen⁸³ se resume de forma esquemática el proceso legislativo:

⁸³ http://www.congreso.gob.gt/gt/proceso_legislativo.asp.

Figura 1. Proceso legislativo



Fuente: Congreso de la República



6.1.2. Tipo de norma jurídica que regule la purificación del agua potable para consumo de la población

Actualmente, dentro del ordenamiento jurídico guatemalteco no existe una norma que regule la aplicación de los distintos métodos de purificación y desinfección del agua potable que consume la población. Como se vio anteriormente, ya existe una norma general que regula lo relativo al agua potable, el Decreto 90-97, Código de Salud. Para regular específicamente lo relativo a los métodos de purificación y desinfección, debe emitirse un reglamento que desarrolle lo establecido en la normativa ordinaria, o bien un reglamento técnico.

Los reglamentos son por definición “un acto unilateral de voluntad de la Administración Pública que contienen normas jurídicas generales y obligatorias que regulan situaciones impersonales, abstractas u objetivas y que producen efectos generales. Son normas jurídicas dictadas por la Administración y con valor subordinado al de la ley.”⁸⁴ Mientras que el Reglamento Técnico es el “documento en el cual se establecen las características de un producto o servicio y los procesos y métodos de producción con ellos relacionados, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables, cuya observancia es obligatoria⁸⁵ (Esta definición está consensuada a nivel regional según lo establecido en la Resolución No. 162-2006 del Consejo de Ministros de Integración Económica –COMIECO-, en el Artículo 2.11 está definido este término exactamente de la misma manera que lo hace la legislación nacional)... Las características o requisitos técnicos pueden establecerse directamente o mediante referencia la contenido de una norma nacional, regional o internacional.”⁸⁶

⁸⁴ Morales Aguilar, Maria Regina. **Fuentes del Derecho administrativo (II): el reglamento.** Pág. 85.

⁸⁵ Para más detalles ver la resolución en http://www.sieca.org.gt/publico/Marco_legal/Resoluciones/COMIECO/162_Modi_Anexo_2_COMIECO_X_XXVI.pdf.

⁸⁶ http://coguanor.org/Descargas/Decreto_78-2005_Ley_del_Sistema_Nacional_de_la_Calidad.pdf.



Como se ha visto anteriormente, la Norma Guatemalteca Obligatoria NGO 29 00199 fue emitida por la Comisión Guatemalteca de Normas –COGUANOR-. Dicha norma establece una serie de parámetros para las características que debe tener el agua potable que recibe la población.

Dado que los procesos de purificación y desinfección del agua potable afectan las características establecidas en la norma sobre calidad de agua potable, cabe entonces preguntarse si el ente encargado de emitir la norma que regule los medios de purificación y desinfección del agua potable es también la Comisión Guatemalteca de Normas –COGUANOR- o si la emisión de esta norma corresponde a otro ente. Para responder esta interrogante, veremos las competencias que establece el ordenamiento jurídico guatemalteco al respecto.

6.2. Congreso de la República

Dentro de los tres organismos que conforman el Estado de Guatemala, el Organismo Legislativo es a quien compete el poder legislativo. De conformidad con lo que establece la Constitución Política de la República de Guatemala, al Congreso le compete la potestad legislativa. “Artículo 157. Potestad legislativa e integración del Congreso de la República. La potestad legislativa corresponde al Congreso de la República, compuesto por diputados electos directamente por el pueblo en sufragio universal y secreto, por el sistema de distritos electorales y lista nacional, para un período de cuatro años, pudiendo ser reelectos.”

Por potestad debemos entender el “dominio, poder, jurisdicción o facultad que se tiene sobre algo”⁸⁷ El término legislativo viene de legislar, y el término se refiere al “derecho

⁸⁷ Real Academia Española. **Diccionario de la Lengua Española.**



o potestad de hacer leyes”⁸⁸ Por lo tanto, el Congreso es, dentro de la estructura organizativa del Estado de Guatemala y de conformidad con lo establecido en la Carta Magna, el ente encargado de hacer las leyes.

Esto mismo establece el Decreto 63-94, Ley Orgánica del Organismo Legislativo, en su Artículo 1: “Objetivo y potestad legislativa. ... La potestad legislativa corresponde al Congreso de la República, integrado por diputados electos directamente por el pueblo en sufragio universal, por el sistema de lista nacional y de distritos electorales.”

De conformidad con este breve análisis, correspondería al Congreso de la República emitir una ley que regule la calidad del agua potable. Sin embargo, como se estableció anteriormente, no es necesaria una ley formal general, ya que el tema del agua potable ya está cubierto en una ley vigente, el Decreto 90-97, Código de Salud. Basta la emisión de un reglamento que desarrolle los aspectos técnicos de los métodos de purificación del agua potable. Por lo tanto, a menos que fuera a elaborarse una ley formal específica sobre el agua potable, no le corresponde al Congreso de la República su elaboración.

6.3. Municipalidades

De conformidad con lo que establece el Decreto 12-2002, Código Municipal, las Municipalidades del país son entidades autónomas. Esto quiere decir, según la misma ley, que cada uno de los municipios “elige a sus autoridades y ejerce por medio de ellas, el gobierno y la administración de sus intereses, obtienen y dispone de sus recursos patrimoniales, atiende los servicios públicos locales, el ordenamiento territorial

http://buscon.rae.es/draeI/SrvltGUIBusUsual?TIPO_HTML=2&TIPO_BUS=3&LEMA=potestad.

⁸⁸ Real Academia Española. **Diccionario de la Lengua Española.**

http://buscon.rae.es/draeI/SrvltGUIBusUsual?TIPO_HTML=2&TIPO_BUS=3&LEMA=legislativa.



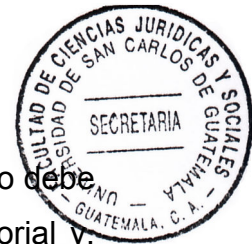
de su jurisdicción, su fortalecimiento económico y la emisión de sus ordenanzas y reglamentos”, según lo establecido en el Artículo 3 del Decreto 12-2002, Código Municipal. En este Artículo, el Código Municipal establece que es el municipio quien atiende la prestación de los servicios públicos. Como se vio anteriormente, es una competencia específica del municipio la prestación del servicio de agua potable.

Pero de relevancia para este apartado, es que la misma norma establece que el municipio puede establecer sus ordenanzas y reglamentos. Por ordenanzas se entiende el “conjunto de preceptos referentes a una materia. Mandato, disposición, arbitrio y voluntad de alguien. Método, orden y concierto en las cosas que se ejecutan”⁸⁹ Y reglamento es la “colección ordenada de reglas o preceptos, que por la autoridad competente se da para ejecución de una ley o para el régimen de una corporación, una dependencia o un servicio”⁹⁰ No se trata de leyes ordinarias, puesto que la ley no puede otorgar esta facultad al Municipio por corresponder la potestad legislativa exclusivamente al Congreso de la República por mandato Constitucional.

Entonces es el municipio quien regula, a través de ordenanzas y reglamentos que emite la autoridad correspondiente, las actividades que se lleven a cabo dentro del territorio de su jurisdicción, y que no estén reguladas en otra norma de jerarquía superior. Cabe recordar que para la emisión de un reglamento, el municipio debe respetar el principio de jerarquía normativa, la cual está establecida en el Artículo 9 del Decreto 2-89, Ley del Organismo Judicial, el cual establece que dentro del ordenamiento jurídico guatemalteco debe respetarse la supremacía de la Constitución Política de la República, y que las leyes o tratados prevalecen sobre los reglamentos. “Carecen de validez las disposiciones que contradigan una norma de jerarquía superior.”

⁸⁹ Real Academia Española. **Diccionario de la lengua española.**
http://buscon.rae.es/drae/SrvltGUIBusUsual?TIPO_HTML=2&TIPO_BUS=3&LEMA=ordenanza.

⁹⁰ Real Academia Española. **Diccionario de la lengua española.**
http://buscon.rae.es/drae/SrvltGUIBusUsual?TIPO_HTML=2&TIPO_BUS=3&LEMA=reglamento.



También está establecido en el Artículo 72 del Decreto 12-2002 que “el municipio debe regular y prestar los servicios públicos municipales de su circunscripción territorial y, por lo tanto, tiene competencia para establecerlos, mantenerlos, ampliarlos y mejorarlo, en los términos indicados en los artículos anteriores, garantizando un funcionamiento eficaz, seguro y continuo y, en su caso, la determinación y cobro de tasas y contribuciones equitativas y justas. Las tasas y contribuciones deberán ser fijadas atendiendo los costos de operación, mantenimiento y mejoramiento de calidad y cobertura de servicios.”

Lo anterior quiere decir que el municipio puede regular (emitir la normativa jurídica correspondiente) para mejorar el servicio y la calidad del agua potable. También en cuanto a esta materia, se debería regular lo relativo a la administración del sistema de abastecimiento de agua potable y al cobro por la prestación del servicio, ya que se trata de un recurso natural, aunque renovable, escaso, y que por ende, tiene un costo que el beneficiario debe asumir. Sin embargo, el tema de los costos y cobro del servicio del agua potable no es objeto del presente estudio.

Entonces, al tenor de lo establecido en el Código Municipal, todas las municipalidades del país (333 hasta la fecha) están en la facultad de emitir las normas y reglamentos para regular la calidad y el servicio de agua potable dentro de su jurisdicción. De ser así, podríamos tener en Guatemala hasta la fecha, 333 reglamentos distintos sobre los servicios de agua potable y la calidad de la misma, lo cual no sería de utilidad dentro del ordenamiento jurídico nacional. Estas normas tendrían validez y serían obligatorias, solamente dentro de determinado territorio; el de cada jurisdicción municipal y su cumplimiento no sería de carácter general en el territorio nacional. Por lo tanto, no debe corresponder a los municipios la facultad de emitir una normativa de cumplimiento general en todo el país, que establezca los métodos de purificación para el agua potable que consume la población guatemalteca.



6.4. Comisión Guatemalteca de Normas

La Comisión Guatemalteca de Normas –COGUANOR– es el Organismo Nacional de Normalización, según lo establecido en el Decreto 1523⁹¹, de fecha 25 de marzo de 1962, publicado el 7 de mayo del mismo año. Es una entidad adscrita al Ministerio de Economía. Conforme a lo establecido en este Decreto, la Comisión Guatemalteca de Normas –COGUANOR– tenía las funciones de: a) dirección de actividades en materia de fijación de normas en el país; b) proposición de adopción de normas; c) vigilancia de la aplicación de las normas.

Anteriormente, bajo el amparo del Decreto 1523, la Comisión Guatemalteca de Normas –COGUANOR– emitía dos clases de normas: las Normas Guatemaltecas Recomendadas (aproximadamente el 8% de las 698⁹² emitidas por la Comisión Guatemalteca de Normas –COGUANOR– hasta el año 2002 bajo el amparo del Decreto 1523), que inician su identificación con las siglas NGR, y; las Normas Guatemaltecas Obligatorias (el restante 92%), que inician su identificación con las siglas NGO. Las Normas Guatemaltecas recomendadas eran de cumplimiento voluntario para la industria, pero el Estado no podía adquirir bienes y servicios si los productos no cumplían con estas normas.

El único Artículo del Decreto 1523 que continúa vigente es el Artículo 1, el cual crea la Comisión Guatemalteca de Normas, como ente adscrito al Ministerio de Economía.

⁹¹ El único Artículo del Decreto 1523 que continúa vigente es el Artículo 1, el cual crea la Comisión Guatemalteca de Normas, como ente adscrito al Ministerio de Economía. Los Artículos 2 al 14 fueron derogados expresamente por el Artículo 87 del Decreto 78-2005, Ley del Sistema Nacional de la Calidad.

⁹² Comisión Guatemalteca de Normas. **Trifoliar informativo sobre el Día Mundial de la Normalización: “Las Normas y la Evaluación de la Conformidad: Una Norma, un Ensayo, aceptado en todo el mundo”**. <http://www.mineco.gob.gt/mineco/calidad/normalizacion/dia%20de%20la%20normalizacion.pdf>.



Los Artículos 2 al 14 fueron derogados expresamente por el Artículo 87 del Decreto 78-2005, Ley del Sistema Nacional de la Calidad.

Actualmente, la Comisión Guatemalteca de Normas – COGUANOR-, según lo establecido en el Artículo 4 de la nueva Ley del Sistema Nacional de la Calidad, “tiene como objeto desarrollar actividades de normalización que contribuyan a mejorar la competitividad de las empresas nacionales y elevar la calidad de los productos y servicios que dichas empresas ofertan en el mercado nacional e internacional. Su ámbito de actuación abarca todos los sectores económicos.” Aquí es importante resaltar que el Decreto 78-2005, Ley del Sistema Nacional de la Calidad, surge en el contexto del mercado mundial globalizado, de la reciente firma del Tratado de Libre Comercio entre Centroamérica, Estados Unidos y República Dominicana, de allí el nuevo objeto de esta institución.

Entre las funciones actuales de la Comisión Guatemalteca de Normas están: “a) Elaborar, adoptar y promover la utilización de normas técnicas en el territorio nacional. ... d) Revisar las normas en uso e introducir las modificaciones necesarias a medida que la experiencia, el progreso científico y tecnológico y el mercado nacional e internacional lo exijan. e) Asegurar que en el proceso de elaboración de los reglamentos técnicos se utilicen normas técnicas nacionales, regionales o internacionales. f) Mantener un registro actualizado de las normas emitidas, con indicación de las normas aprobadas y las normas anuladas, así como de las normas que se encuentren en proceso de elaboración o revisión...”, según lo establece el Artículo 6 del Decreto 78-2003, Ley del Sistema Nacional de la Calidad. Estas funciones son distintas a las que le fueron concedidas en el momento de su creación.



Para elaborar las Normas COGUANOR existen dos procedimientos⁹³; el primero a través de Comités Técnicos de Trabajo (integrados por todos los sectores interesados: industria, comercio, académico, científico y consumidor) que elaboran una propuesta de proyecto de norma; y el segundo, el de encuesta pública, por medio del cual se les hace llegar a los sectores interesados una propuesta, para que dentro de 60 días se pronuncien si tienen comentarios de fondo respecto a la norma. Por cualquiera de estos dos procedimientos se pueden aprobar las propuestas de norma, las cuales son luego adoptadas por el Consejo Directivo de la Comisión Guatemalteca de Normas – COGUANOR-, quien las envía al Organismo Ejecutivo para su aprobación y publicación.

Si revisamos con atención las funciones otorgadas por la ley en lo establecido en la literal d) antes citada, vemos que a la Comisión Guatemalteca de Normas – COGUANOR- le compete la revisión de la Norma Guatemalteca Obligatoria NGO 29 001:99. La revisión de las normas de calidad de agua potable debería realizarse al menos cada cinco años. Como se vio anteriormente, la revisión de la norma vigente data desde el año 1999, por lo que al momento han pasado ya nueve años sin que la misma haya sido revisada nuevamente.

Tomando en cuenta lo que estipula la ley, la revisión de la norma debe introducir las modificaciones necesarias, derivadas de investigaciones científicas y de los avances tecnológicos relacionados con las normas. En el caso de la calidad de agua potable, ya existen estudios científicos y experiencias internacionales, recopiladas en las recomendaciones de las guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud -OMS-, las cuales si son revisadas periódicamente y en las cuales se incorporan aspectos de reciente investigación científica o de avances técnicos novedosos en la materia. De tal manera, en la norma guatemalteca se deben introducir las modificaciones propuestas a nivel internacional por la Organización

⁹³ **Ibid.**



Mundial de la Salud – OMS- en sus recomendaciones de las Guías para la calidad del agua potable, las cuales ya han sido implementadas en otras legislaciones.

Sin embargo, al momento de hacer una revisión a la Norma Guatemalteca Obligatoria NGO 29 001:99 hay que tomar en cuenta lo que establece el Artículo 4 del Decreto 78-2005, Ley del Sistema Nacional de la Calidad: “Las normas técnicas que elabore, publique y difunda la Comisión Guatemalteca de Normas son de observancia, uso y aplicación voluntarios.” Esta *voluntariedad*, o mejor dicho, la falta de obligatoriedad, es una incorporación reciente establecida en el Decreto 78-2005, Ley del Sistema Nacional de la Calidad, que no existía con el Decreto 1523. Anteriormente, las normas dictadas por la Comisión Guatemalteca de Normas –COGUANOR- eran, en principio, de cumplimiento obligatorio dentro del territorio nacional. Excepcionalmente se crearon normas de aplicación voluntaria.

Para los fines del presente trabajo es importante resaltar entonces, que si la Comisión Guatemalteca de Normas – COGUANOR- realiza una revisión de la Norma COGUANOR NGO 29 001:99, actualmente vigente y obligatoria, para incluir en la nueva versión las modificaciones técnicas pertinentes, la norma revisada resultante será de cumplimiento voluntario y por lo tanto, no habrá ninguna obligación contenida en un precepto legal en cuanto a la regulación de la calidad del agua potable que consume la población en Guatemala. Se estaría creando un vacío legal sobre algo que actualmente si está regulado.

Si la mencionada entidad decide emitir una nueva norma que regule los aspectos de calidad del agua potable, tampoco es de cumplimiento obligatorio, sino de *observancia voluntaria*, indica la ley. Esta situación tiene consecuencias graves para la salud de la población. No debe suceder bajo ninguna circunstancia, porque se limitaría la calidad



de vida, e incluso, se pondría en riesgo la salud, al no regular la calidad del agua que consumimos los guatemaltecos.

Por lo tanto, a manera de conclusión preliminar, la Comisión Guatemalteca de Normas –COGUANOR- es el ente encargado de emitir una revisión a la Norma COGUANOR NGO 29 002:99, sin embargo, la Norma COGUANOR resultante sería de cumplimiento voluntario y no obligatoria. La Comisión Guatemalteca de Normas –COGUANOR- tampoco puede emitir una nueva norma que contenga los parámetros de calidad del agua potable y que sea de cumplimiento obligatorio.

6.5. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

De conformidad con lo que establece el Artículo 9 del Decreto 114-97, Ley del Organismo Ejecutivo, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social “tiene a su cargo la rectoría del Sector Salud, entendida esta rectoría como la conducción, regulación, vigilancia, coordinación y evaluación de las acciones e instituciones de salud a nivel nacional. El Ministerio de Salud tendrá, asimismo, la función de formular, organizar, dirigir la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos para la entrega de servicios de salud a la población. Para cumplir con las funciones anteriores, el Ministerio de Salud tendrá las más amplias facultades para ejercer todos los actos y dictar todas las medidas conforme a las leyes, reglamentos y demás disposiciones del servicio, competen al ejercicio de su función.”

Esta ley le otorga facultades al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social para normar y regular lo relativo a la salud en todo el territorio nacional. Como se vio al inicio de este Capítulo, la ley puede otorgar expresamente la facultad de crear normas jurídicas a determinados entes del Gobierno. Estas facultades otorgadas por la ley a



este Ministerio tienen su fundamento en lo establecido en la Ley del Organismo Ejecutivo, por lo que el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social puede regular las actividades que tengan que ver con la salud de la población guatemalteca. Además, tiene como función propia, la de proponer la normativa de saneamiento ambiental, de acuerdo a lo establecido en el Artículo 39 c) del Decreto 114-97, Ley del Organismo Ejecutivo. Ya se discutió con anterioridad la relación que tiene el agua potable con la salud y el saneamiento ambiental.

Con más detalle, y sobre la materia específica, el Decreto 90-97, Código de Salud, establece claramente en su Artículo 87 que el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social establecerá los métodos de purificación de agua potable. Esto lo puede realizar dicha entidad a través de un Acuerdo Ministerial, un Acuerdo Gubernativo, con el apoyo del Presidente de la República en Consejo de Ministros o a través de una resolución administrativa. Dado que el mandamiento de establecer los métodos de purificación de agua potable viene de una ley ordinaria, la forma adecuada de hacerlo sería a través de un reglamento.

Los reglamentos son, como se vio anteriormente, por definición “un acto unilateral de voluntad de la Administración Pública que contienen normas jurídicas generales y obligatorias que regulan situaciones impersonales, abstractas u objetivas y que producen efectos generales. Son normas jurídicas dictadas por la Administración y con valor subordinado al de la ley.”⁹⁴ En este caso, se trata de una ordenanza que proviene de un órgano de la Administración Pública, un Ministerio del Gobierno Central, que ejerce los poderes propios, a través de las atribuciones que por ley corresponden, de la Administración.

⁹⁴ Morales, María. **Fuentes...** Pág. 85.



De conformidad con lo que establece el Artículo 27 literal j) del Decreto 114-97, Ley del Organismo Ejecutivo, el Ministro correspondiente, en este caso el Ministro de Salud Pública y Asistencia Social, deberá elaborar la propuesta de Reglamento, presentar luego el proyecto al Presidente de la República, y refrendar el mismo previo a ser dictado por el Presidente, a través de un Acuerdo Gubernativo.

Cabe recordar lo mencionado con anterioridad en este mismo capítulo: para la emisión de un reglamento, se debe respetar el principio de jerarquía normativa, establecido en el Artículo 9 del Decreto 2-89, Ley del Organismo Judicial, el cual establece que dentro del ordenamiento jurídico guatemalteco debe respetarse la supremacía de la Constitución Política de la República, y que las leyes o tratados prevalecen sobre los reglamentos. “Carecen de validez las disposiciones que contradigan una norma de jerarquía superior.”

Además, si el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social emite un reglamento en el que desarrolle lo establecido en el Decreto 90-97, Código de Salud, y establezca los métodos de purificación y desinfección del agua potable que se distribuye a la población, entonces deberá cumplir con lo establecido en el Decreto 78-2005: “Artículo 77. Reglamentos técnicos. Los Ministerios y las instituciones del Estado que emitan reglamentos técnicos, en relación con productos o servicios que se elaboren o comercialicen en el país, para la protección de la vida y la salud humana, animal y vegetal, el medio ambiente, la seguridad, el consumidor y cualquier otro aspecto que el Estado considere necesario para la consecución de sus objetivos, están obligados a observar las disposiciones de esta Ley.”

De lo contenido en el mismo Artículo de la norma arriba citada es importante señalar lo que establece el último párrafo: “Cuando los Ministerios y las instituciones de Estado elaboren reglamentos técnicos deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría



Técnica de la CRETEC...” La Comisión Nacional de Reglamentación Técnica (CETREC) es un ente consultivo y asesor en materia de reglamentación técnica y está adscrito al Ministerio de Economía. Las funciones de la Secretaría Técnica de la CRETEC están enumeradas en el Artículo 70 del Decreto 78-2005.



CONCLUSIONES

1. La etapa de tratamiento o potabilización de todo sistema de agua potable es vital para garantizar la calidad del agua, ya que permite mejorar sus características y proporcionar agua de calidad óptima a la población. El agua potable puede obtenerse a partir de agua de cualquier calidad, si se le aplica el tratamiento adecuado pueden eliminarse sus características físicas, químicas, microbiológicas y organolépticas indeseadas.
2. De acuerdo al análisis de legislación realizado, el agua que toma la población guatemalteca no está sujeta a la aplicación de métodos de potabilización. Únicamente se trata de agua clorada.
3. En Guatemala no existe una normativa que regule los distintos tipos de tratamiento que se deben aplicar al agua potable que recibe la población, a pesar que el Decreto 90-97, Código de Salud indica que se dictará una norma que regule los distintos métodos de potabilización para el agua.
4. De acuerdo al análisis de legislación internacional realizado, los parámetros que contempla la norma guatemalteca sobre calidad de agua potable no cubren los estándares internacionales en cuanto al contenido de algunos compuestos orgánicos que se encuentran presentes en aguas del territorio nacional. Dichos parámetros no han sido actualizados conforme a las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud, ya que la última revisión de dichos parámetros fue realizada en el año 1999.



5. Si la Comisión Guatemalteca de Normas – COGUANOR- realiza una revisión de la Norma COGUANOR NGO 29 001:99, actualmente vigente y obligatoria, incluye en la nueva versión las modificaciones técnicas pertinentes, la norma revisada resultante será de cumplimiento voluntario y no obligatoria. Por lo tanto, no habrá ninguna obligación contenida en un precepto legal en cuanto a la regulación de la calidad del agua potable que consume la población en Guatemala. La Comisión Guatemalteca de Normas –COGUANOR- tampoco puede emitir una nueva norma que contenga los parámetros de calidad del agua potable y que sea de cumplimiento obligatorio.



RECOMENDACIONES

1. Los prestadores del servicio de agua potable en el país, deben tratar el agua primaria con una combinación de métodos que permitan eliminar del agua todas sus características físicas, químicas, microbiológicas y organolépticas indeseadas, para que la población guatemalteca obtenga agua debidamente potabilizada y desinfectada.
2. Cuanto antes el órgano competente debe regular los distintos métodos de potabilización y desinfección para el agua, para que la población guatemalteca reciba agua debidamente potabilizada. Hasta que esté vigente la nueva norma, la población seguirá recibiendo agua clorada.
3. De acuerdo a las competencias establecidas en las diferentes leyes, es el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social quien deberá emitir la norma reglamentaria correspondiente, que identifique los medios de potabilización del agua que considere apropiados para el medio guatemalteco, según lo que establece el Artículo 87 del Decreto 90-97, Código de Salud. La finalidad de este reglamento será establecer el fundamento técnico que obligue a los entes que prestan el servicio de agua potable, a tratar el agua primaria debidamente para que la población reciba agua debidamente potabilizada y no sólo clorada.
4. Con base en los parámetros recomendados por la Organización Mundial de la Salud, un Comité Técnico Especializado Ad-hoc que sea convocado por la Comisión Guatemalteca de Normas – COGUANOR-, deberá realizar una revisión de la Norma COGUANOR 29 001:99, y establecer si es necesaria su modificación.



5. Para obligar a cumplir con los parámetros que determinan la calidad del agua potable, éstos tendrán que establecerse en un reglamento del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, el cual deberá ser revisado periódicamente para incluir las recomendaciones internacionales dictadas por órganos internacionales especializados en el tema.



BIBLIOGRAFÍA

ANGENAULT, Jaques. **Diccionario enciclopédico de química** (México: Compañía Ed. Continental S. A. (CECSA), 1999.

APHA, AWWA, WPCF. **Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales**. España: Ediciones Díaz de Santos, 1989.

Asociación de academias de la lengua española. **Diccionario de la lengua española**. Vigésima segunda edición. Versión electrónica. <http://buscon.rae.es/diccionario/drae.htm>.

CASTILLO GONZÁLEZ, Jorge Mario. **Constitución Política de la República de Guatemala. Comentarios, explicaciones, interpretación (sic.) jurídica, documentos de apoyo opiniones y sentencias de la Corte de Constitucionalidad**. Quinta edición actualizada al año 2003 (Guatemala: Ed. Impresiones Gráficas de Guatemala, 2003).

CATALÁN LAFUENTE, José. **Diccionario técnico del agua**. España: Ed. Bellisco, 1977.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) de la Organización Panamericana de la Salud. <http://www.cepis.org.pe/cepis/e/cepisacerca.html>

Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas. **Observación general número 15**, adoptada en Ginebra del 11 al 29 de noviembre de 2002. http://www.ubp.edu.ar/todoambiente/publicaciones/pdf_terra/adopcion_derecho_humano_agua.pdf#search=%22Observaci%C3%B3n%20General%20n%C3%BAmero%2015%22

CRITES Ron y George TCHOBANOGLIOUS. **Sistemas de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados** (Colombia: Ed. McGraw Hill, 2000).



Diccionario ilustrado Océano de la lengua española. España: Grupo Editorial Océano.

ECHARRI PRIM, Luis. **Ciencias de la tierra y del medio ambiente.** Libro electrónico.
<http://www.ceit.es/asignaturas/ecología/hipertexto/00general/glosario.html>

FAIR, Gordon Maskew *et. al.* **Ingeniería sanitaria y de aguas residuales: Vol. 1 abastecimiento de aguas y Vol. 2 purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales.** México: Ed. Limusa, 1971.

<http://74.125.45.104/search?q=cache:dgDIQzWbnmIJ:www.cepis.ops-oms.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt049.html+relaci%C3%B3n+entre+cancer+y+trihalometanos&hl=es&ct=clnk&cd=10>

http://coguanor.org/Descargas/Decreto_78-2005_Ley_del_Sistema_Nacional_de_la_Calidad.pdf

<http://db.doyma.es/cgi-bin/wdbcgi.exe/doyma/mrevista.fulltext?pident=12003319>

<http://noticiasdelaagua.blogspot.com/2008/01/buscan-norma-para-agua-potable.html>

<http://www.awwa.org/About/Content.cfm?ItemNumber=3885&navItemNumber=1638>

http://www.cedha.org.ar/es/iniciativas/derecho_al_agua/contenido/legislacion/internacional/onu_derecho_agua.pdf

<http://www.cepis.ops-oms.org/bvsarg/e/fulltext/centroa/centroa.pdf>

http://www.congreso.gob.gt/gt/proceso_legislativo.asp

http://www.consumaseguridad.com/web/es/sociedad_y_consumo/2003/09/04/8143.php.
Mayo 2006.

<http://www.economia-noms.gob.mx/>



<http://www.epa.gov/safewater/disinfection/stage2/regulations.html>

http://www.ine.gob.gt/images/stories/EstadisticaDeLaSemana/boletin93_alfabetismo.jpg

<http://www.lenntech.com/espanol/Desinfeccion-del-agua/desinfectantes-subproductos-efectos-salud.htm>

<http://www.mineco.gob.gt/mineco/calidad/normalizacion/dia%20de%20la%20normalizacion.pdf>

http://www.paho.org/spanish/dd/ais/cp_320.htm

http://www.sieca.org.gt/publico/Marco_legal/Resoluciones/COMIECO/162_Modi_Anexo_2_COMIECO_XXXVI.pdf

[http://www.ugr.es/~dpto_prev/revista/pdf/Hig%20Sanid%20Ambient%208%20280-290%20\(2008\).pdf](http://www.ugr.es/~dpto_prev/revista/pdf/Hig%20Sanid%20Ambient%208%20280-290%20(2008).pdf)

<http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/righttowater.html>

<http://www.waterland.net/index.cfm/site/Water%20in%20the%20Netherlands/pageid/EF58624A-E318-D858-36A7DFA8DFBA333E/index.cfm>

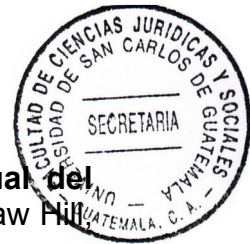
http://www.who.int/governance/eb/who_constitution_sp.pdf

<http://www.who.int/topics/es/#S>

http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/diseasefact/es/index.html

http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_8.pdf

http://www.who.int/water_sanitation_health/gdwqrevision/gdwq04.pdf



KEMMER, Frank y John MC CALLION, NALCO Chemical Company. **Manual del agua: su naturaleza, tratamiento y aplicaciones.** México: Ed. Mc Graw Hill, 1989.

MC GHEE, Terence. **Abastecimiento de agua y alcantarillado.** Colombia: Ed. Mc Graw Hill, 1999.

Microsoft Corporation. **Biblioteca de consulta microsoft ® encarta ®** Versión electrónica. 2005.

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. **Guía para la identificación y formulación de proyectos de agua potable y saneamiento.** S.d.e.

MORALES AGUILAR, Maria Regina. **Fuentes del derecho administrativo (II): el reglamento.** Manual de Derecho Administrativo. España: Marqués Talleres Gráficos.

Organización Mundial de la Salud. **Constitución de la Organización Mundial de la Salud.** http://www.who.int/governance/eb/who_constitution_sp.pdf

PELCZAR, Michael J. **Microbiología.** 4ª ed.; México: Ed. McGraw Hill, 1995.

Programa de Naciones Unidas Para el Desarrollo –PNUD–. **Informe sobre desarrollo humano 2007-2008. La lucha contra el cambio climático: solidaridad frente a un mundo dividido.** Nueva York, Estados Unidos: Ed. Mundiprensa, 2007.

SALGUERO ESPAÑA, Manuel. “Consejos del consultor: el agua potable”. **Prensalibre.** Guatemala, 27 de mayo de 2006.

Thema Equipo Editorial. **La biblia de la física y química.** España: Lexus Editores, 2003.

VALIENTE BANDERAS, Antonio. **Diccionario de ingeniería química.** México: Longman Editores, 1990.

Water purification. http://en.wikipedia.org/wiki/Water_purification



World Health Organization. **Guidelines for drinking-water quality**. 3^a Edición, versión electrónica. Suiza, 2004.
http://www.who.int/entity/water_sanitation_health/dwq/GDWQ2004web.pdf

ZANDIN, Kjell. **Maynard manual del ingeniero industrial**. 5a. ed.; México: Ed. McGraw Hill, 2005.

Legislación

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

Decreto 1523, Ley de Creación de la Comisión Guatemalteca de Normas. Congreso de la República.

Decreto 2-89, Ley del Organismo Judicial. Congreso de la República.

Decreto 63-94, Ley Orgánica del Organismo Legislativo. Congreso de la República.

Decreto 90-97, Código de Salud. Congreso de la República.

Decreto 114-97, Ley del Organismo Ejecutivo. Congreso de la República.

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

Decreto 78-2005, Ley del Sistema Nacional de la Calidad. Congreso de la República.

Acuerdo Gubernativo 986-1999, Norma COGUANOR NGO 29 001:99. Ministerio de Economía.



Acuerdo Gubernativo 29-2004, Reglamento Para la Fortificación de la Sal con Yodo y Sal con Yodo y Flúor. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

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

Norma Salvadoreña obligatoria para la calidad del agua potable. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). El Salvador, 1999.

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización." Dirección General de Salud Ambiental. México, 1995.