

## ¿Por qué continúa la contaminación de aguas en Guatemala?

Norman L. Siguí\*

Eco-ingeniería Consultiva, Guatemala

\*Autor al que se dirige la correspondencia: [ecoinco.gt@gmail.com](mailto:ecoinco.gt@gmail.com)

Recibido: 01 de agosto 2016 / Revisión: 01 de septiembre 2016 / Aceptado: 15 de noviembre 2016 / Disponible en línea: 13 de marzo 2017

### Resumen

Para la protección ambiental se han emitido en Guatemala tres reglamentos que se refieren al agua residual, y una ley de protección y mejoramiento del medio ambiente. El último reglamento emitido es el Acuerdo Gubernativo 236-2006, denominado Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, que derogó los reglamentos anteriores (Acuerdo Gubernativo del Reglamento de Requisitos Mínimos y sus Límites Máximos Permisibles de Contaminación para la Descarga de Aguas Servidas (1989) y Acuerdo Gubernativo del Reglamento de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores (2005)). El problema es que, el reglamento vigente tiene varias deficiencias y en muchos aspectos no mejoró lo que se había estipulado en los acuerdos previos, además al compararlo con los reglamentos equivalentes de México y Costa Rica, el reglamento guatemalteco es ineficaz. Entre las carencias se encuentra que; no diferencia los cuerpos de agua receptores, el plazo de cumplimiento es largo, no distingue tipos de industria, se redujeron las categorías de reúso de agua residual, disminuye el involucramiento del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, la periodicidad de muestreos es menor, no se considera la medición de demanda química de oxígeno, la medición de color en el agua no es la adecuada y no considera la presencia de parásitos en las descargas. En virtud de la protección ambiental que el país requiere, es necesario realizar una revisión al Acuerdo Gubernativo de 2006 del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, que debería concluir con la derogación del reglamento y la emisión de uno nuevo más completo, mejorado y que se base en investigación científica.

### Abstract

For the environmental protection in Guatemala there have been three regulations for discharge and reuse of wastewater and sludge disposal, and one law for environmental protection. The last regulation issued that is currently in force is the Environment Agreement 236-2006 "Regulation of Discharge and Reuse of Wastewater and Sludge Disposal", repealing the previous regulations (Government Agreement 60-1989 and 66-2005). But the regulation 236-2006 has many deficiencies and in many aspects did not improve what had been stipulated in the previous agreements, also when is compared with the regulations of Mexico and Costa Rica, Guatemala's regulations are ineffective. Among the deficiencies in 236-2006, it is observed that: there is not difference between receiving bodies, the compliance deadline is long, there is not difference for industries and their wastewater, the reuse categories for wastewater was reduced, there is less engagement of the Health Ministry, less frequency of sampling, it is not considered the measurement of chemical oxygen demand, color measurement in water is not adequate and there is not consideration for the presence of helminths in the treated wastewater. For the environmental protection that the country needs, it is necessary to perform a review of the Government Agreement 236-2006 and it should conclude with the repeal of regulation and issuance of a new one more complete, improved and based on scientific research.

Segundo lugar del Segundo Concurso de Ensayo Científico (2015) de la Dirección General de Investigación



## Introducción

Guatemala es un país que por su ubicación geográfica y topografía, cuenta con una alta diversidad de flora y fauna localizada en hábitats muy vulnerables que frente a las amenazas dadas por la actividad humana, corren alto riesgo de sufrir cambios irreversibles.

Toda acción que realiza el ser humano tiene un impacto en el medio ambiente. El comercio o industria que utiliza agua, genera desechos en forma de agua residual contaminada, y esta una vez depurada, genera lodos que contienen todas las impurezas sustraídas del agua.

Consciente de lo anterior, el Estado ha implementado políticas de protección ambiental y con este fin la **Constitución Política de la República de Guatemala**, establece en el artículo 97 que:

El estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico, que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación (1985).

En ese sentido, se han formulado leyes y reglamentos que contribuyan a alcanzar el mandato constitucional indicado, entre ellos tenemos el **Decreto de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (1986)** cuyo objetivo principal es “velar por el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente”. Esta ley en su artículo 15 considera los objetivos que debe tener todo reglamento que promueva la protección del recurso hídrico y de allí se deriva que en el año 2006 se aprobara el **Acuerdo Gubernativo del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos**.

A pesar que este reglamento tiene 10 años de estar vigente, la contaminación de los cuerpos de agua sigue en aumento ocasionando graves problemas sociales y ambientales, además de la necesidad de asignar una mayor cantidad de recursos financieros públicos y una institucionalidad fuerte para su solución. Es por ello que surge la pregunta; ¿qué hace falta? o probablemente la pregunta más acertada sea: ¿qué anda mal y qué debe mejorarse?

En los próximos apartados se pretende analizar el **Acuerdo Gubernativo de 2006 del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos**, haciendo énfasis en los aspectos que no considera o aquellos que tienen grandes deficiencias. Se intentará demostrar que la legislación en protección de los cuerpos de agua por vertido de aguas residuales, aún tiene muchas carencias que deberán ser ampliadas o corregidas para cumplir con los compromisos adoptados por el país en la ya lejana conferencia de las Naciones Unidas, celebrada en Estocolmo en 1972, integrándose a los programas mundiales para la protección y mejoramiento del medio ambiente.

## Contenido

Lo primero a destacar es que el **Acuerdo Gubernativo de 2006 del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos** entró en vigencia 20 años después que la Ley de Protección del Medio Ambiente; asimismo durante ese periodo se decretaron dos reglamentos, que incluyen el **Acuerdo Gubernativo del Reglamento de Requisitos Mínimos y sus Límites Máximos Permisibles de Contaminación para la Descarga de Aguas Servidas (1989)** y el **Acuerdo Gubernativo del Reglamento de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores (2005)**. El primero fue derogado por el segundo, el cual fue a su vez derogado por el actual.

Los tres reglamentos que se han promulgado mantuvieron el mismo objeto principal, y entre otras cosas, establecieron los límites máximos permisibles, que son el valor máximo permitido que deberá tener cada parámetro de calidad de agua residual, antes de ser descargada a cuerpos receptores o al alcantarillado público. Vale la pena mencionar que cuerpo receptor se refiere a todo cuerpo de agua superficial, subterráneo y costero (**Acuerdo Gubernativo del Reglamento de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores, 2005**), y que la contaminación se mide principalmente, por la cantidad de materia orgánica en el agua. Indudablemente el hecho de emitir un nuevo reglamento se asume que era para mejorar el anterior, pero como se explica a lo largo de este estudio, no todos los aspectos de cada reglamento fueron mejorados, es más, algunos aspectos indispensables en la protección ambiental fueron omitidos en las posteriores versiones.

El **reglamento** del año 1989 realmente era muy pobre, poco específico y dejaba muchos temas pendientes de resolver. Sin embargo, este se mantuvo sin

cambios por 16 años hasta la entrada en vigencia del [Acuerdo Gubernativo del Reglamento de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores \(2005\)](#). Eso fue mucho tiempo para mejorar y ampliar una normativa que trata un aspecto que se considera fundamental para el desarrollo social y económico del país ([Decreto de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, 1986](#)). Si bien es cierto que Guatemala tiene muchas necesidades y otros aspectos a resolver de gran urgencia, no hay excusa aceptable para retrasar más de una década el desarrollo de un nuevo reglamento que vendría a mejorar la calidad de vida de la población y a proteger la flora y la fauna del país.

De lo anterior se denota la falta de interés de las autoridades en cada gobierno desde 1989, en la legislación se evidencia la indiferencia del Estado a resolver problemas que en esos años no parecían tan evidentes. Cabe mencionar que hasta finales del siglo pasado, aún se podían encontrar muchos cuerpos de agua en muy buen estado, el recurso agua parecía ilimitado, la industria (que ahora genera la mayor contaminación) comenzaba su crecimiento exponencial y en general la vida aún era de buena calidad en términos de salud ambiental. Por lo tanto, no parecía tan importante y urgente dedicarse a resolver problemas ambientales, a pesar que sí lo era.

En el año 2005 con el nuevo reglamento en vigencia, se da un paso importante en la legislación para el vertido de aguas residuales. Este nuevo acuerdo gubernativo resultó ser bastante exigente en los límites máximos permisibles de cada parámetro de calidad. Si bien es cierto que tenía ciertas deficiencias, era un reglamento que realmente protegía el recurso hídrico y superaba en muchos aspectos a su reglamento sucesor, tal como se verá en los próximos apartados.

Como primer punto el [Acuerdo Gubernativo del Reglamento de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores \(2005\)](#) dividía los cuerpos receptores en: (a) ríos, riachuelos y quebradas, (b) lagos, lagunas, y embalses naturales y artificiales, (c) aguas costeras, (d) subsuelo, (e) humedales y, (f) alcantarillado público; en cambio el [Acuerdo Gubernativo de 2006 del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos](#), asume todos los tipos de cuerpo receptor como iguales (excepto esteros), lo cual no es adecuado. El primer reglamento hace bien la división, dictando límites máximos permisibles distintos para cada tipo de cuerpo receptor. Por ejemplo, era más estricto el control para vertidos a lagos y lagunas, que para ríos; algo técnicamente lógico debido a que estos

últimos tienen una mayor autodepuración, es decir que tienen mayor capacidad de degradar la materia orgánica presente por medio de procesos naturales. Es de destacar que muchos de los límites máximos permitidos en el 2005, eran menores a los ahora vigentes, es decir que el [Acuerdo Gubernativo de del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos \(2006\)](#) exige menor calidad de agua del efluente final de cada ente generador de agua residual.

Otro punto importante de diferencia entre ambos acuerdos, es que aquel reglamento redactado en el 2005 solamente otorgaba seis años para su cumplimiento, dividido en nada más dos etapas de tres años cada una; es decir que para el 2011 todo ente generador de agua residual ya debía cumplir con las exigencias máximas. El reglamento actual, divide el cumplimiento en cuatro etapas, debiendo cumplir con los límites de forma progresiva con porcentajes de reducción estipulados en sus artículos. Probablemente solo dos etapas era algo complicado y costoso de cumplir, pero dividir en cuatro etapas donde la primera comenzó en el 2011 (5 años después de entrar en vigencia el acuerdo) y la última hasta el año 2024, es una meta muy poco exigente dada la importancia vital del tema.

A lo anterior se añade que en el 2015 mediante la [Reforma al Acuerdo Gubernativo del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos](#), el artículo 24 amplió en un plazo de dos años la obligación que todas las municipalidades del país tengan en operación, por lo menos sistemas de tratamiento primario de aguas residuales. Esto motivado porque en mayo del 2015 ya debían haber cumplido los municipios con el citado artículo, y se consideró que las autoridades ediles no eran capaces de lograr la meta, en virtud de la ausencia de recursos financieros y presupuestarios. Como si dos años de extensión no bastaran, en el 2016 se emite otra Reforma del [Acuerdo Gubernativo del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos](#), en el cual se amplía por dos años más la obligación de las municipalidades de tratar las aguas residuales de su municipio, nuevamente aduciendo la ausencia de recursos financieros y presupuestarios. Ambas prórrogas se pueden considerar un atropello a los intereses sociales en protección ambiental ya que se perdonó a las municipalidades, en dos ocasiones, por su falta de planificación e interés en conservar el recurso hídrico.

El primer reglamento, [Acuerdo Gubernativo del Reglamento de Requisitos Mínimos y sus Límites Máximos Permisibles de Contaminación para la Des-](#)

carga de Aguas Servidas (1989), también consideraba acciones muy importantes pero omitidas en los subsiguientes reglamentos. Allí se establecían límites máximos permisibles de descarga distintos para cada tipo de industria. El acuerdo dividía las actividades industriales en: (a) industria de alimentos, (b) industria del beneficiado húmedo del café, (c) industria de caña de azúcar, (d) industria procesadora de metales y otras que empleen sales metálicas, y (e) industria de la tenería. Esta división es interesante, porque efectivamente no todos los procesos industriales vierten los mismos contaminantes y en la misma concentración. De preferencia, no todas las empresas deben ser evaluadas de la misma forma, es por eso que la división en conjuntos de industrias con vertidos similares en calidad de agua, es significativa. Cabe mencionar que el [Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales de Costa Rica](#), también hace esa clasificación y la hace de manera mucho más detallada; inclusive, los costarricenses especifican parámetros de calidad a analizar complementarios para cada tipo de industria, distinguiendo más de 200 categorías de entes generadores de agua residual de tipo especial ([Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica \[Minae\], 2007](#)),

Otro punto es que el [Acuerdo Gubernativo de 2006 del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos dedica un capítulo a la reutilización de aguas residuales tratadas](#), esto significa aquellas que han llevado algún proceso de tratamiento o que si no han sido depuradas, es porque su calidad cumple con ciertos límites. Para esto se clasifica el reúso posible del agua en cuatro categorías, mientras que en la normativa del 2005 se distinguían siete categorías. Las más relevantes que fueron eliminadas son: (a) riego para uso urbano (parques, combate de incendios y lavado de inodoros, entre otros), y (b) reúso en la construcción (compactación de suelos, control de polvo y lavado de materiales). Ambos son usos donde se podría ahorrar consumo de agua potable y que ahora en la nueva normativa no se consideran. Asimismo en el 2005 no se daban límites máximos permisibles de calidad de agua para reúso, ya que debía ser el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (Marn) quien otorgará licencia para reusar aguas residuales previo a dictamen del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) y con pruebas del interesado en donde se demostrara que la reutilización del agua no provocaría daños a la salud de la población ([Acuerdo Gubernativo del Reglamento de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores, 2005](#)).

De lo antes mencionado se entiende que en los reglamentos anteriores se contemplaba más participación del Marn y MSPAS, en el sentido de controlar y regular los vertidos de aguas negras, debiendo tener todo ente generador una Licencia Ambiental justificada en base a análisis de agua. Ambos ministerios debían realizar monitoreos y pruebas aleatorias a entes generadores por lo menos cada cuatro meses, pero el nuevo reglamento exime al MSPAS de esta labor y no define periodicidad al Marn para realizar los controles de descargas de agua residual. Además el reglamento pasado indicaba que todo ente generador debía realizar muestreos y análisis de calidad del agua trimestralmente y presentarlos al Marn en informe semestralmente ([Acuerdo Gubernativo del Reglamento de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores, 2005](#)). El Acuerdo Gubernativo de 2006 del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos únicamente requiere muestreos de agua cada seis meses. El hecho de no solicitar mayor frecuencia de toma de muestras y su análisis a lo largo del año, resulta en que una industria podría realizar su muestreo los dos días del año en que tenga menor producción, esto significa que sus resultados parecerán mucho más amigables al ambiente de lo que realmente pueden ser. Es un tema que no se analiza en ningún reglamento, pero si el Marn efectuara mayores esfuerzos en su control aleatorio de entes generadores de contaminantes, podría verificar si los resultados que estos presentan son representativos y verídicos.

Otro aspecto importante previo al reúso del agua residual en agricultura, es que al momento en que el agua se infiltra en el suelo, las características químicas del manto freático pueden ser alteradas ([Candela et al., 2007](#)). Resulta de gran importancia establecer la obligatoriedad a estudios de la profundidad del manto acuífero, ya que de esta depende el grado de contaminación que se pueda aportar por la infiltración de aguas residuales ([Wilson et al., 1995](#)) incluso después de ser depuradas.

En cuanto a la revisión que se debe hacer a los reglamentos, que es un artículo específico en cada uno, el [Acuerdo Gubernativo del Reglamento de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores \(2005\)](#) consideraba su revisión cada tres años, realizando las reformas que se consideraran necesarias, muy diferente al Acuerdo Gubernativo del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos (2006) que dicta revisión cada cuatro años, pero “respetando el principio de gradualidad en las etapas

de cumplimiento y considerando el grado de cumplimiento de los entes generadores y de las personas que descargan al alcantarillado público”. Se comprende que el nuevo reglamento cuida a los mayores entes generadores de contaminación por agua residual, en el sentido de no poder acortar los plazos de cumplimiento ni el modelo de reducción progresiva de sustancias contaminantes. Según lo ya descrito, se hace evidente que el [Acuerdo Gubernativo del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos \(2006\)](#) es mucho más flexible con los entes más contaminantes que el reglamento predecesor, que si bien era riguroso, no imponía metas irreales o inalcanzables.

Otro ejemplo para llegar a la conclusión anterior, es el parámetro de color en el efluente final de agua residual especial (aquella proveniente de uso industrial, agrícola, pecuario y hospitalario, entre otros) ([Pala & Tokat, 2002](#)). En el 2005 se establecía como límite máximo permisible 40 unidades de color en la escala platino-cobalto, sin establecer etapas de cumplimiento, es decir que debía de cumplirse en un plazo de seis años. En cambio en el reglamento del año 2006 el límite máximo permisible en la última etapa de cada artículo regulatorio del parámetro de color, es de 500 unidades. Además se debe considerar que el parámetro de color medido en escala de platino-cobalto no es el método adecuado para agua residual, en especial para la del tipo industrial; se debe de utilizar métodos más precisos como el espectrofotométrico posterior a filtración de la muestra para obtener el color real ([APHA, AWWA, & WEF, 2012](#)).

Otro parámetro valioso en el estudio del agua residual es la demanda química de oxígeno (DQO), que tiene relevancia sobre todo en aguas industriales, indicando en conjunto con la demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días ( $DBO_5$ ), la degradabilidad del agua por medios biológicos. Si una descarga es débilmente biodegradable el cociente entre DQO y  $DBO_5$  es mayor, indicando necesidad de depuración de materia orgánica por medios químicos, que son económicamente más costosos. Si bien el [Acuerdo Gubernativo de 2006 del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos](#) pide medir esta relación, en ningún momento establece un límite máximo permisible para DQO (como si lo hacía el [Acuerdo Gubernativo del Reglamento de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores, 2005](#)), consintiendo así que una industria pueda permitirse utilizar un tratamiento biológico (relativamente económico) y

reducir la  $DBO_5$ , pero no reducir significativamente la DQO que representa la cantidad de materia orgánica e inorgánica oxidable por vía química, y que es la más dañina al medio ambiente debido que será difícil o imposible degradar esa carga contaminante por medios naturales (autodepuración). Sin duda alguna es el costo de operación el gran motivo para pretender evitar utilizar tratamientos químicos.

Los parásitos en el agua como parámetro de calidad, no se tomaron en cuenta por el reglamento vigente para el análisis del agua residual. Se tiende a pensar que el principal aspecto a evaluar para evitar las enfermedades más comunes es la cantidad de coliformes fecales en el agua, pero en Guatemala se ha dejado de lado la presencia de helmintos. Estos son gusanos parásitos en los seres vivos que se encuentran muy frecuentemente en el agua residual ([Mahvi & Kia, 2006](#)). En la potabilización del agua, los huevos de helmintos suelen eliminarse levemente por decantación, pero principalmente por filtración en lechos de arena y antracita ([Mahvi & Kia, 2006](#)). En el tratamiento de agua residual, resulta más difícil su eliminación debido a que la filtración —si la hay—, es en medios más porosos y la sedimentación no es tan efectiva como en procesos de potabilización de agua para consumo humano.

El hecho que el reglamento actual en Guatemala no contemple la cantidad de helmintos u otros parásitos en el agua residual tratada, es un grave error. [La Organización Mundial de la Salud \(OMS\)](#) indica que muchas infecciones tienen como causa helmintos como *Enterobius vermicularis* (lombriz intestinal) e *Hymenolepis nana* (tenia enana), expulsados en las excretas humanas ([Duncan & Cairncross, 1990](#)). Es importante controlar este parámetro sobre todo cuando el agua pretende ser reutilizada en agricultura con riego no restringido o acuicultura ([Rivera, 2011](#)). Como la desinfección por cloro no mata a la mayoría de estos parásitos ([Duncan & Cairncross, 1990](#)), si logran pasar los procesos de sedimentación y filtración, lo cual tiene alta probabilidad de ocurrencia, el agua tratada estará contaminada por helmintos ([Gupta, Khan, & Santra, 2009](#)).

El reglamento del 2005 sí consideraba este aspecto de los parásitos, así como también lo hacen los reglamentos de México y Costa Rica ([Minae, 2007](#); [Norma Oficial Mexicana que Establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales, 1997](#)). El Acuerdo Gubernativo de Guatemala prohibía la descarga de aguas residuales al suelo que contengan un huevo de helminto por litro, y cinco huevos

de helminto por litro para riego restringido ([Acuerdo Gubernativo del Reglamento de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores, 2005](#)). Se observa que alguna vez los gobernantes se interesaron por proteger la salud pública de infecciones causadas por este tipo de parásitos, pero curiosamente y por razones desconocidas, esa restricción fue eliminada un año después en el actual reglamento.

La eliminación de helmintos para cumplir los límites máximos dados en algunos reglamentos es complicada. Tal como lo indica la OMS, los sistemas ordinarios para tratamiento de aguas residuales no son en general eficaces para eliminar huevecillos de helmintos ([Duncan & Cairncross, 1990](#)). Los procesos de sedimentación más utilizados no suelen dar el tiempo necesario para permitir que los huevos se depositen en el fondo, algo que si ocurre en lagunas o humedales ([Molleda, Blanco, Ansola, & de Luis, 2008](#)) pero que son tecnologías poco utilizadas por el área que ocupan. Remover huevos de helmintos requiere de mayor inversión en áreas de tratamiento o uso de otros procesos que generen altas temperaturas o utilización de productos que impliquen mayor costo de tratamiento. El alto costo de eliminar estos parásitos no justifica la falta de regulación; es un tema de salud pública, que es un derecho fundamental del ser humano, sin discriminación alguna ([Constitución Política de la República de Guatemala, 1985](#)).

El [Acuerdo Gubernativo del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos \(2006\)](#) establece límites para la presencia de coliformes fecales en el agua residual, pero estos no son el principal indicador de contaminación fecal en el agua. La bacteria *Escherichia coli* se encuentra en todas las heces fecales de mamíferos, y ha sido demostrado que es el mejor indicador de contaminación fecal ([Baudišová, 1997; Edberg, Rice, Karlin, & Allen, 2000](#)).

Por otro lado, reducir la cantidad de coliformes fecales hasta los valores establecidos en el reglamento, no es posible con los tratamientos de agua residual primario y secundario, sino que es necesario añadir una etapa de desinfección. En Guatemala, por motivos de eficiencia y costo, este proceso suele hacerse por adición de cloro o compuestos de este elemento. El problema es que al combinar cloro con materia orgánica (que siempre permanecerá cierta cantidad en el agua residual tratada) forma compuestos llamados trihalometanos que son considerados cancerígenos ([Panyakapo, Soontornchai, & Paopuree, 2008](#)). A esto se le suma que el

cloro residual en el agua es dañino para la vida acuática ([Helz & Nweke, 1995](#)). Por lo anterior, es necesario que la normativa contemple la eliminación de cloro en la descarga de agua residual a cuerpos receptores ([United States Environmental Protection Agency, 2000](#)) tal y como se hace en otros países.

Al revisar la normativa mexicana en el aspecto del agua residual, se encuentra que los límites máximos permisibles, se dividen en promedio diario (PD) y promedio mensual (PM). El PD se refiere al valor que resulta del análisis de una muestra compuesta. En el caso de grasas y aceites, es el promedio ponderado en función del caudal, y la media geométrica para los coliformes fecales, de los valores que resulten del análisis de cada una de las muestras simples tomadas para formar la muestra compuesta ([Norma Oficial Mexicana que Establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales, 1997](#)).

De forma similar la normativa mexicana define el PM como el valor que resulte de calcular el promedio ponderado en función del caudal, de los valores que resulten del análisis de al menos dos muestras compuestas ([Norma Oficial Mexicana que Establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales, 1997](#)). La distinción de PD y PM para establecer distintos límites para las descargas de agua residual, es un aspecto de importancia considerando que una muestra no siempre es representativa. Por ejemplo, en un día de producción puede darse un caudal con una concentración atípica de contaminantes, y que esa muestra no represente la realidad de las descargas normales de un ente generador. Es por eso que el PM siempre es un límite permisible más fuerte, ya que es el más representativo del vertido. Así la norma mexicana contempla no perjudicar al ente generador, pero sin descuidar en ningún momento el resguardo al recurso hídrico.

Como se dijo a lo largo de los apartados anteriores, el [Acuerdo Gubernativo del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos \(2006\)](#) de Guatemala como nuevo reglamento en materia de agua residual y lodos, resulta ser poco riguroso y pareciera beneficiar a ciertos sectores, o por lo menos pareciera no intentar afectarlos enormemente aunque esto signifique sacrificar el cuidado ambiental de interés social. Otro ejemplo es que la normativa establece como límite máximo permisible de  $DBO_5$  en las descargas a cuerpos receptores (excepto esteros) y al alcantarillado público, en su última etapa o para entes

generadores nuevos, un valor de 200 mg/l. Este dato es relativamente fácil de alcanzar para aguas residuales de tipo ordinario por medio de un tratamiento habitual de agua residual (pretratamiento, tratamiento primario y secundario). Es más, el valor típico de este parámetro para agua residual doméstica sin tratamiento se encuentra entre 200 y 300 mg/l, es decir que un tratamiento con un 35% de eficiencia es suficiente para cumplir la regulación. El que sea una meta fácil de conseguir, significa que no se requiere gran inversión en procesos de tratamiento para lograr el objetivo, permitiendo así el vertido de un agua residual “poco tratada” y que aún tiene gran cantidad de materia orgánica que sumada a un caudal diario grande, deriva en mucha contaminación expresada en kilogramos de  $\text{DBO}_5$  por día. En resumen, con esta norma en cierta forma aún es permitido contaminar los afluentes naturales.

Como primera ley en materia ambiental, el **Decreto de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (1986)** en su artículo número 15, indica que el Gobierno velará por el mantenimiento de la cantidad del agua para el uso humano y otras actividades cuyo empleo sea indispensable; y dicta los objetivos por los cuales deberán velar los reglamentos futuros para cumplir con el mandato anterior. De tales objetivos mencionaré tres que a criterio propio, son los más olvidados: (a) evaluar la calidad de las aguas y sus posibilidades de aprovechamiento mediante análisis periódicos sobre sus características físicas, químicas y biológicas; (b) ejercer control para que el aprovechamiento y uso de las aguas no cause deterioro ambiental; y (c) revisar permanentemente los sistemas de disposición de aguas servidas o contaminadas para que cumplan con las normas de higiene y saneamiento ambiental, y fijar los requisitos (**Decreto de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, 1986**). Esta reflexión se puede resumir en la falta de control y monitoreo por parte de las autoridades, que por sus funciones deben ser el MSPAS y el Marn.

En el país se demuestra constantemente que la falta de control y vigilancia ambiental en la calidad del agua, resulta en el incumplimiento de deberes y obligaciones de empresas y personas individuales que debiera ser penado por la ley. La falta de personal de los ministerios mencionados, recolectando muestras para análisis de calidad de agua físico-química y bacteriológica, deriva en la ausencia de la imposición de las sanciones que estipula la ley. Finalmente, sin sanciones, difícilmente habrá cumplimiento de las normas.

Respecto a las sanciones, la **Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (1986)** define ciertas ordenanzas, pero aclara que el Código Penal de Guatemala es quien emite las principales sanciones. En ese código, **Decreto del Código Penal de Guatemala (1973)**, en su capítulo IV “Delitos contra la salud pública” establece el artículo 302 que dice lo siguiente: “quien, de propósito, envenenare, contaminare, o adulterare, de modo peligroso para la salud, agua de uso común o particular, o sustancia alimenticia o medicinal destinadas al consumo humano, será sancionado con prisión de dos a ocho años”. En materia ambiental, el Código Penal no termina allí. Entre otros muchos artículos está el 347 B que establece lo siguiente: “se impondrá prisión de dos a diez años y multa de tres mil a diez mil quetzales, al Director, Administrador, Gerente, Titular o Beneficiario de una explotación industrial o actividad comercial que permitiere o autorizare, en el ejercicio de la actividad industrial, la contaminación del aire, el suelo o las aguas, mediante emanaciones tóxicas, ruidos excesivos, vertiendo sustancias peligrosas o desechando productos que puedan perjudicar a las personas, a los animales, bosques o plantaciones...” (**Decreto del Código Penal de Guatemala, 1973**) Ambos son artículos bastante fuertes, que lamentablemente parecen ser desconocidos.

Por su lado, la **Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (1986)** establece sanciones como: advertencias, tiempo para la corrección de los factores que deterioran el medio ambiente, suspensiones, comiso de materias primas y otros elementos, modificación o demolición de construcciones violatorias a la ley, y establecimiento de multas económicas valoradas por la magnitud de la violación (**Congreso de la República de Guatemala, 1986**).

La población tiene derecho a saber la importancia del cuidado del recurso hídrico en el tema de las descargas de agua residual, haciendo énfasis en el impacto que estas tienen en la salud humana y en los ecosistemas, de los cuales gran parte de las comunidades subsisten. Cada persona debe estar informada que las leyes conceden acción popular para realizar denuncias ante las autoridades sobre hechos que generen contaminación, para que estas puedan proceder con evaluaciones, controles y sanciones de conformidad a la ley (**Congreso de la República de Guatemala, 1986**). El pueblo también debe conocer la relevancia que pueden tener sus denuncias, y así vencer el miedo a evidenciar industrias poderosas del país e incluso municipalidades.

Por último, el modelo de reducción progresiva de cargas de  $DBO_5$  del **Acuerdo Gubernativo del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos (2006)**, no exige grandes inversiones a los entes generadores para el tratamiento de aguas residuales, ya que la reducción se suponía en un período total de 13 años, pero que ahora con la última prórroga otorgada a las municipalidades, la última etapa de reducción entra en vigencia en el año 2031. Solamente 5 años es tiempo suficiente para: destruir un ecosistema, acabar con alguna especie acuática, mantener alta la morbilidad de una población, y en general, para dañar el medio ambiente.

### Conclusiones

A manera de conclusión y considerando lo descrito a lo largo de este ensayo, se debe hacer una revisión profunda al **Acuerdo Gubernativo del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos (2006)**, finalizando en la derogación del mismo y la creación de un nuevo reglamento de descargas y reúso de agua residual y la disposición de lodos; tomando como base los primeros reglamentos formulados en Guatemala y seguir el ejemplo de países vecinos como México y Costa Rica, países que comparten grandes similitudes en ecosistemas y que sí se han preocupado por protegerlos y sobre todo, por velar por la salud de su población como fin principal del Estado.

La ausencia de legislación clara, con metas e indicadores ambientales muy bien definidos y estrictos, es una de las causas fundamentales por las cuales se contaminaron las aguas en Guatemala. Aun estamos a tiempo de revertir el daño, un nuevo reglamento de aguas servidas debe establecerse, pero basado en investigación científica. Solo así se podrán cumplir los objetivos y metas del Plan de Desarrollo Nacional *K'atun*: Nuestra Guatemala 2032, el cual tiene entre sus prioridades la gestión sostenible de los recursos hídricos para el logro de objetivos sociales, económicos y ambientales (**Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural & Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2014**) de lo contrario, año con año se irá deteriorando esa riqueza natural que caracteriza a este hermoso país.

### Referencias

- APHA, AWWA, & WEF. (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (22nd ed.). Washington, DC: American Water Works Association.
- Baudišová, D. (1997). Evaluation of *Escherichia coli* as the main indicator of faecal pollution. *Water Science and Technology*, 35(11-12), 333–336. doi:10.1016/S0273-1223(97)00281-3
- Acuerdo Gubernativo del Reglamento de Requisitos Mínimos y sus Límites Máximos Permisibles de Contaminación para la Descarga de Aguas Servidas, 60-89. Diario de Centro América. (1989).
- Acuerdo Gubernativo del Reglamento de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores, 66-2005. Diario de Centro América. (2005).
- Acuerdo Gubernativo del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, 236-2006. Diario de Centro América. (2006).
- Candela, L., Fabregat, S., Josa, A., Suriol, J., Vigués, N., & Mas, J. (2007). Assessment of soil and groundwater impacts by treated urban wastewater reuse. A case study: Application in a golf course (Girona, Spain). *Science of the Total Environment*, 374(1), 26–35. doi:0.1016/j.scitotenv.2006.12.028
- Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, & Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2014). *Resumen ejecutivo Plan Nacional de Desarrollo K'atun: Nuestra Guatemala 2032*. Guatemala: Segeplan.
- Decreto del Código Penal de Guatemala, 17-73. Diario de Centro América. (1973).
- Constitución Política de la República de Guatemala. Diario de Centro América. (1985).
- Decreto de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, 68-86. Diario de Centro América. (1986).
- Duncan, M., & Cairncross, S. (1990). *Directrices para el uso sin riesgos de aguas residuales y excretas en agricultura y acuicultura*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- Edberg, S. C., Rice, E. W., Karlin, R. J., & Allen, M. J. (2000). *Escherichia coli*: the best biological drinking water indicator for public



- health protection. *Symposium Series (Society for Applied Microbiology)*, 29, 106S–116S. doi:10.1111/j.1365-2672.2000.tb05338.x
- Gupta, N., Khan, D. K., & Santra, S. C. (2009). Prevalence of intestinal helminth eggs on vegetables grown in wastewater-irrigated areas of Titagarh, West Bengal, India. *Food Control*, 20(10), 942–945. doi:10.1016/j.foodcont.2009.02.003
- Helz, G., & Nweke, A. (1995). Incompleteness of wastewater dechlorination. *Environmental Science & Technology*, 29(4), 1018–1022.
- Mahvi, A. H., & Kia, E. B. (2006). Helminth eggs in raw and treated wastewater in the Islamic Republic of Iran. *Eastern Mediterranean Health Journal*, 12(1-2), 137–143.
- Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica. (2007). *Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales*. Costa Rica: La Gaceta.
- Molleda, P., Blanco, I., Ansola, G., & de Luis, E. (2008). Removal of wastewater pathogen indicators in a constructed wetland in Leon, Spain. *Ecological Engineering*, 33(3-4), 252–257. doi:10.1016/j.ecoleng.2008.05.001
- Norma Oficial Mexicana que Establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales, NOM-001-SEMARNAT-1996. Diario Oficial de la Federación. (1997).
- Pala, A., & Tokat, E. (2002). Color removal from cotton textile industry wastewater in an activated sludge system with various additives. *Water Research*, 36(11), 2920–2925.
- Panyakapo, M., Soontornchai, S., & Paopuree, P. (2008). Cancer risk assessment from exposure to trihalomethanes in tap water and swimming pool water. *Journal of Environmental Sciences*, 20, 372–378.
- Reforma al Acuerdo Gubernativo del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, número 236-2006 de fecha cinco (5) de mayo del año dos mil seis (2006). Diario de Centro América. (2015).
- Reforma al Acuerdo Gubernativo del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, 236-2006 de fecha cinco de mayo del año dos mil seis. Diario de Centro América. (2016).
- Rivera, E. (2011). *Informe para el programa de uso seguro de aguas residuales para la agricultura*. Guatemala: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
- United States Environmental Protection Agency. (2000). Wastewater Technology Fact Sheet Dechlorination. *Environmental Protection Agency*, 1–7. doi:EPA 832-F-99-062
- Wilson, L. G., Amy, G. L., Gerba, C. P., Gordon, H., Johnson, B., & Miller, J. (1995). Water quality changes during soil aquifer treatment of tertiary effluent. *Water Environment Research*, 67(3), 371–376. doi:10.2175/106143095x131600