

La importancia del control y monitoreo de la calidad del agua del Río Paraguay para el desarrollo y la defensa nacional

The importance of the control and monitoring of the water quality of the Paraguay River for development and national defense

Carlos Cañete¹

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Tecnología de Producción. Paraguay. Email: carlosgerman07@hotmail.com

Resumen: El propósito de la investigación es contribuir al control de la contaminación hídrica, especialmente por la contaminación de los efluentes líquidos (arroyos) sin tratamiento originando la degradación y contaminación de los cauces hídricos. Por lo que el trabajo de investigación lleva como título La importancia del control y monitoreo de la calidad del agua del río Paraguay para el desarrollo y la defensa nacional. El objetivo del trabajo de investigación es la de Analizar la problemática de la importancia del Control y Monitoreo de la calidad de Agua del Río Paraguay para el Desarrollo y la Defensa Nacional. La investigación realizada ha basado su búsqueda en la observación, verificación y trabajo de campo (Toma de muestras y Análisis) de los factores que ayudarán a definir y sustentar la investigación. La falta de un sistema o programa de control y monitoreo permanente, que permita evaluar la calidad de las aguas del Río Paraguay, para consumo humano. La metodología utilizada para la investigación es la descriptiva. En conclusión podemos inferir que los efluentes que llegan al Río Paraguay se hallan contaminados, por lo que podemos mencionar que hay una débil capacidad institucional en dar cumplimiento de las leyes y a esto se suma la falta de políticas públicas efectivas, de esta manera reflexionamos, que si el agua que bebemos es potable y segura, siendo este un servicio gratuito.

Palabras Clave: Aguas residuales, Degradación, Contaminación hídrica, Efluentes líquidos, Tratamiento deficiente, Control, Monitoreo.

Abstract: The purpose of the research is to contribute to the control of water pollution, especially by the contamination of liquid effluents (streams) without treatment, causing the degradation and contamination of watercourses. So the research work is titled The importance of control and monitoring of the water quality of the Paraguay river for development and national defense. The objective of the research work is to analyze the problem of the importance of Control and Monitoring of the water quality of the Paraguay River for Development and National Defense. The research carried out has based its search on observation; verification and field work (Sampling and Analysis) of the factors that will help define and sustain the research. The lack of a system or program of permanent control and monitoring, that allows to evaluate the quality of the waters of the Paraguay River, for human consumption. The methodology used for the investigation is the descriptive one. In conclusion we can infer that the effluents that reach the Paraguay River are contaminated, so we can mention that there is a weak institutional capacity to comply with the laws and this is compounded by the lack of effective public policies, in this way we reflect, that if the water we drink is safe and potable, this being a free service.

Key words: Wastewater, Degradation, Water pollution, Liquid effluents, Deficient treatment, Control, Monitoring.

Introducción

El aumento de la población mundial, a la escasez de las fuentes de suministro especialmente en las zonas urbanas, ha preponderado una mayor dependencia del uso del agua incrementando, sus costes de extracción, tratamiento y distribución del líquido, hecho que la relación del recurso hídrico y la sostenibilidad desarrollen una “nueva cultura del agua”,

mediante nuevos modelos de gestión hídrica, por lo que la toma de decisiones debe de ir más allá de una gestión eficiente así como todos los subsistemas interdependientes que componen el conjunto de ríos, arroyos lagos, humedales y acuíferos que, además de suministrar el recurso, conforman un patrimonio con un capital natural que alberga vida y produce servicios para el bienestar social.

Recibido: 19/07/2018 Aceptado: 04/04/2018



ISSN-L: 2078-399X ISSN: 2222-145X

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>).

Considerar que el agua también requiere de una Gestión, con una perspectiva de Compartimiento Globalizado y orientado al uso racional o será meramente de extracción, sin tomar en cuenta que es y será un problema con tendencia a posicionarse como una especie de conflicto de interés mundial del uso y tenencia del agua. Por ello se debe enfocar no solo a una discusión en estamentos jurídicos o de tecno-ciencia, sino buscar instalar una buena Gestión previsoras del recurso hídrico Paraguay. Por ello se debe considerar que la Gestión y uso del Recurso hídrico es encontrar la racionalidad, más aún si este está compartida con otros países, asegurando que su uso sea equitativo y solidaria, además de otras utilidades que pudiera tener como las domiciliarias, industriales, energéticas, agrícola, ganadera; como un servicio ecológico sostenible.

En lo que se refiere a los recursos hídricos como los ríos y arroyos son utilizados como desagües para los residuos urbanos. Estos volúmenes de agua que transportan y al movimiento de las mismas, los ríos son capaces de regenerarse por sí mismos, neutralizando los efectos de las grandes cantidades de aguas residuales industriales, domésticas, agrícolas, etc., que reciben, sin embargo, frecuentemente las descargas de agua contaminada superan la capacidad de auto regeneración y los ríos se deterioran, lo cual conlleva a la pérdida del oxígeno disuelto en el agua, la desaparición de insectos, peces y la consecuente destrucción del ecosistema fluvial por la interrupción de las cadenas alimenticias.

En relación a la ciudad de Asunción, el aumento poblacional está ocasionando que el río Paraguay esté teniendo la recepción de una gran cantidad de aguas servidas, las que interfieren con los usos a los que se destina el agua, afectando al oxígeno disuelto y generando olores no agradables.

Los derivados de hidrocarburos procedentes de las descargas de lubricantes en las Estaciones de Servicios, productos químicos, incluyendo los biocidas, pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tensas activas contenidas en los detergentes y los derivados de la descomposición de

otras sustancias orgánicas han determinado que se convierta en un cuerpo de agua muy contaminado.

En cuanto a los componentes importantes para el detrimento de la calidad de las aguas del Río Paraguay, es la falta de conciencia ambiental de los habitantes, el río no solo está contaminado por aguas servidas sino que también se ha convertido en grandes sectores como vertedero de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). La calidad de las aguas del río se ve afectada por las descargas de agua residual urbana que este recibe.

Por los motivos citados, este trabajo se centró en examinar los factores relacionados con la contaminación de los recursos hídricos y su influencia en la calidad de vida.

Es de destacar la incidencia de una buena gestión para el control y monitoreo de la calidad de las aguas, como así también los problemas que se presentan, al no tener una certeza o seguridad de lo que se ofrece a la población, con síntomas y prevalencias de enfermedades de origen hídrico.

El estudio de investigación se llevo a cabo en la zona de Viñas Cue donde se da el cumplimiento de estudio de las aguas del Río Paraguay para su consumo (Figura 1).

Materiales y métodos

Nos referimos a un tipo de paradigma que se basa en tres conceptos fundamentales: la validez, la confiabilidad y la muestra: “La validez, en este paradigma, implica que la observación, la medición o la apreciación se enfoquen en la realidad que se busca conocer, y no en otra. La confiabilidad se refiere a resultados estables, seguros, congruentes, iguales a sí mismos en diferentes tiempos previsibles. La confiabilidad se considera externa cuando otros investigadores llegan a los mismos resultados en condiciones iguales, e interna cuando varios observadores concuerdan en los hallazgos al estudiar la misma realidad.

La muestra sustenta la representatividad de un universo y se presenta como el factor crucial para generalizar los resultados”. Álvarez-Gayou, J. (2002).

Para conocer la calidad del agua se ha tenido



Figura 1. Planta de tratamiento de agua en Viñas Cue

en cuenta los siguientes criterios: Las características de cada muestra se compararon los valores obtenidos con lo establecido en el Padrón de Calidad de las Aguas en el Territorio Nacional - Resolución N° 222/02, la Norma EPA, la Norma Canadiense, la Norma Chile y la Norma Alemana. Se tomó la relación DBO5/DQO, como criterio para el establecer la biodegradabilidad de las aguas como sigue:

>0,8 = Muy biodegradable.

0,7 - 0,8 = Biodegradable.

0,3-0,7 = Poco biodegradable.

<0,3 = No biodegradable

También se puede observar (Tabla 1) algunos puntos donde las fuerzas y fortaleza contaminante de las aguas residuales domésticas son usualmente caracterizadas por su demanda Bioquímica de Oxígeno. Esto determina si el agua residual en cuestión es de composición fuerte, media o

Tabla 1. Actividades generadas del contaminante.

Características	Actividades generadas del contaminante
Propiedades Físicas	
Color Olor Sólidos Temperatura Conductividad Turbidez Material flotante Densidad Aspecto	La mayoría de estas características físicas son de origen doméstico; aguas residuales industriales, descomposición de residuos industriales, degradación natural de materia orgánica, erosión del suelo, infiltración y conexiones incontroladas
Contribuyentes químicos orgánicos	
Carbohidratos Tenso activos Fenoles Proteínas Compuestos orgánicos volátiles Plaguicidas Grasas animales, aceites y grasas vegetales.	Estos constituyentes químicos tienen su origen en descargas domésticas, comerciales, vertidos industriales, residuos agrícolas y degradación natural de materia orgánica.
Inorgánicas	
Alcalinidad Cloruros Metales pesados Nitrógeno pH Fósforo Azufre	Residuos domésticos, industriales, algunas infiltraciones de agua subterránea, vertidos industriales, residuos agrícolas.
Gases	
Sulfuro de Hidrógeno, Metano, Amoniac	Descomposición de residuos domésticos y/o industriales
Constituyentes biológicos	
Animales, Plantas, Protistas, Virus.	Efluentes de plantas de tratamientos, residuos domésticos, cursos de aguas abiertos

débil (Tabla 2). Entre otras tantas características determinantes son los sólidos en suspensión y de nitrógeno amoniacal.

A continuación se describen brevemente los

Tabla 2. Composición Típica de las Aguas Residuales Domésticas.

Constituyente	Concentración mg/l		
	Fuerte	Media	Débil
Demanda bioquímica de oxígeno, 5 días, 2 C° (DBO5)	350	200	100
Demanda química de oxígeno-DQO	1.000	500	250
pH	7.5	7.0	6.5
Sólidos totales	1.200	700	350
Sólidos Disueltos	850	500	250
Sólidos Fijos	525	300	145
Sólidos Volátiles	325	200	105
Totales Suspendidos	350	200	100
Sólidos Sedimentables	20	10	5
Carbono Orgánico Total (COT)	300	200	100
Nitrógeno Total (como N)	60	40	20
Orgánico	35	15	8
Amoníaco Libre	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fosforo Total	20	10	6
Fosforo Orgánico	5	3	2
Fosforo Inorgánico	15	7	4
Cloruros	150	50	30
Alcalinidad (como CaCO ₃)	350	100	50
Grasas	150	100	50

constituyentes físicos, químicos y biológicos de las aguas residuales, los contaminantes importantes de cara al trabajo de campo (Tabla 3), con respecto a la toma de muestras de las aguas del Río Paraguay

Constituyentes de las aguas residuales

Las aguas residuales se caracterizan por su composición física, química y biológica.

La Tabla 3 muestra las principales propiedades físicas del agua residual así como sus principales constituyentes químicos y biológicos y su procedencia.

Características Físicas, Químicas y Biológicas del Agua Residual

Brevemente se describen las constituyentes físicos, químicos y biológicos de las aguas residuales, los contaminantes importantes de cara al trabajo de campo, con respecto a la toma de muestras de las aguas del Río Paraguay y uno de sus principales afluentes A°Ytay, a fin de aplicar los métodos de análisis, y las unidades que se emplean para caracterizar la presencia de cada uno de los contaminantes potencialmente presentes en los mencionados recursos hídricos. No obstante se ajustará la determinación de los parámetros conforme al criterio técnico y equipamiento del laboratorio de la FACEN-UNA.

El Objetivo General de este estudio, es el de contribuir con la metodología de control de la contaminación hídrica, especialmente por la contaminación aportada por los efluentes líquidos, que sin tratamiento o con tratamiento esto es deficiente, así mismo son dispuestos directamente a los cursos hídricos superficiales, originando la degradación y contaminación de los cauces hídricos, lo cual ocasiona un gran daño al medio ambiente.

Para la realización de estos análisis se tomaron muestras de agua en el mismo momento,

se realizaron hasta 26 tipos de determinaciones para la detección de los niveles de: DBO, DQO, Grasas y aceites, Nitrógeno amoniacal, Nitrógeno NTK, Nitritos, Nitratos, Fosforo total, Cromo total, Manganeso total (Mn), Cloruro, Alcalinidad, Oxígeno disuelto, Turbidez, Sólidos totales, Sólidos suspendidos, Sólidos volátiles, Sólidos sedimentables, Conductividad, Temperatura del agua, Temperatura del aire, pH, Olor, Color, Coliformes Fecales, Coliformes totales.

Una vez obtenidos los valores de los parámetros de calidad, se clasificó el efluente como altamente contaminante, fuera de los parámetros de vertido, según comparación con los valores permisibles establecidos según Resolución N° 222/02 “por la

Tabla 3. Constituyentes de las aguas residuales: Características Físicas, Químicas y Biológicas del Agua Residual y sus Procedencias-Nivel de Referencia.

Características	Procedencia
Propiedades físicas:	
Color	Aguas residuales domésticas e industriales
Olor	Aguas residuales en descomposición, residuos industriales
Sólidos	Agua de suministro, Aguas residuales domésticas e industriales, erosión del suelo, infiltración y conexiones incontroladas
Constituyente químico:	
Orgánicos:	
Carbohidratos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Grasa animal, aceite y grasa	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Pesticidas	Residuos agrícolas
Fenoles	Vertidos industriales
Proteínas	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Contaminantes prioritarios	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Agentes Tensoactivos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Compuestos Orgánicos volátiles	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Inorgánicos	
Alcalinidad	Aguas residuales domésticas, aguas de suministros, infiltración de agua subterránea
Cloruros	Aguas residuales domésticas, aguas de suministros, infiltración de agua subterránea
Metales Pesados	Vertidos industriales
Nitrógeno	Residuos agrícolas y aguas residuales domésticas
pH	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Fósforo	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Contaminantes prioritarios	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Azufre	Aguas de suministro; aguas residuales domésticas, comerciales e industriales
Gases:	
Sulfato de Hidrógeno	Descomposición de residuos domésticos
Metano	Descomposición de residuos domésticos
Oxígeno	Agua de suministros: infiltración de agua superficial
Constituyente Biológicos:	
Animales	Cursos de agua y plantas de tratamientos
Plantas	Cursos de agua y plantas de tratamientos
Protistas:	
Virus	Aguas residuales domésticas
Bacterias	Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de tratamiento

La importancia del control y monitoreo de la calidad del agua del río Paraguay para el desarrollo y la defensa nacional

Tabla 4. Resultados obtenidos por parámetros analizados A° Ytay (zona Aeropuerto)-Clase 3.

N°	Parámetro	Unidad	1°Camp.	2°Camp.	Promedio	Ref.-Res. SEAM N°222/02
1	DBO5	mgO ₂ /L	36,0	267,2	151,5	Hasta 10 mg/L
2	DQO	mgO ₂ /L	103,2	500,4	-----	<150mg/L
3	Grasas y aceites	mg/L	4,4	154	79,2	<50 mg/L
4	Nitrógeno amoniacal	mg/L	7,82	12,8	10,31	4 mg/L
5	Nitrógeno NTK	mg/L	19,00	25,8	22,4	3 mg/L
6	Nitritos	mgNO ₂ /L	0,025	8,9	4,5	4 mg/L
7	Nitratos	mgNO ₂ /L	<0,010	92,8	46,4	45 mg/L
8	Fosforo total	mg P/L	2,321	3,824	3,1	0,025 mg/L
9	Cromo total	mg /L	<0,001	0,87	0,435	0,5 mg/L
10	Manganeso total (Mn)	mg /L	1,936	2,123	2,03	0,1 mg/L
11	Cloruro	mg Cl/L	40,5	465	252,5	<250mg/L
12	Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L	133,28	254,3	193,79	-----
13	Oxígeno disuelto	mgO ₂ /L	1,2	0,7	0,95	> 4 mg/L°
14	Turbidez	UTN	55	260	157,5	Hasta 100 UNT
15	Sólidos totales	mg/L	282,0	855,8	568,9	500 mg/L
16	Sólidos suspendidos	mg/L	476,0	658,5	567,25	50 mg/L
17	Sólidos volátiles	mg/L	196,0	258,8	227,4	-----
18	Sólidos sedimentales	mg/L	4,5	7,7	6,1	1 ml/L
19	Conductividad	uS/cm	546,0	1543,8	1044,9	1000 uS/m
20	Temperatura del agua	°C	19	24	21,5	<40°
21	Temperatura del aire	°C	28	30	24	-----
22	pH	UpH	7,5	5,3	6,4	6-9 UpH
23	Olor	-----	objetable	objetable	objetable	-----
24	Color	Pt-Co	19	25	22	15mg Pt-Co/L
25	Coliformes Fecales	UFC/1ml	208000	376500	376500	Hasta 4000
26	Coliformes totales	UFC/1ml	240000	2850000	2850000	-----

cual se establece el Padrón de Calidad de las Aguas en el Territorio Nacional”.

Resultados y discusión

El estudio revela las características del A° Ytay en zona Aeropuerto (Tabla 4).

En la Tabla 5 se puede también apreciar el resultado, como también los parámetros que tuvieron en cuenta según la Ref. Res. N°222/02 de la SEAM, donde se establece “un padrón de calidad de agua para la defensa de los niveles de calidad basados en parámetros e indicadores específicos, de modo a asegurar sus usos preponderantes”

Para conocer la característica de cada muestra se compararon los valores obtenidos con lo establecido en el Padrón de Calidad de las Aguas en el Territorio Nacional - Resolución N° 222/02, la Norma EPA, la Norma Canadiense, la Norma Chile y la Norma Alemana. Se tomó la relación DBO5/DQO, como criterio para el establecer la biodegradabilidad de las aguas del A°Ytay y del Rio Paraguay y su sector, como se indica en la Tabla 6.

La relación DBO5/DQO indica que este afluente del rio Paraguay, se puede clasificar como poco biodegradables. En la valoración físico-química de

Tabla 5. Resultados por parámetros analizados del Río Paraguay (zona Viñas Cué)-Clase 4.

N°	Parámetro	Unidad	1°Camp.	2°Camp.	Promedio	Ref.-Res. SEAM N°222/02
1	DBO5	mgO2/L	4,8	9,7	7,25	Hasta 10 mg/L
2	DQO	mg/L	6,5	12,3	-----	<150mg/L
3	Grasas y aceites	mg/L	0,9	1,7	1,3	trazas
4	Nitrógeno amoniacal	mg/L	7,82	8,22	8,02	4 mg/L
5	Nitrógeno NTK	mg/L	19,0	21,2	20,1	3 mg/L
6	Nitritos	mgNO2/L	0,025	3,5	1,763	4 mg/L
7	Nitratos	mgNO2/L	<0,010	16,7	8,36	45 mg/L
8	Fosforo total	mg P/L	0,138	0,174	0,156	0,025 mg/L
9	Cromo total	mg /L	<0,001	0,654	0,655	0,5 mg/L
10	Manganeso total (Mn)	mg /L	0,119	0,154	0,137	0,1 mg/L
11	Cloruro	mg Cl/L	14,7	157,3	86	<250mg/L
12	Alcalinidad	mg CaCO3/L	29,40	57,4	43,4	-----
13	Oxígeno disuelto	mgO2/L	4,5	3,8	4,2	> 2 mg/L°
14	Turbidez	UTN	102	104	103	Hasta 100 UNT
15	Sólidos totales	mg/L	138,0	452,4	198,7	500 mg/L
16	Sólidos suspendidos	mg/L	138,0	269,4	203,7	50 mg/L
17	Sólidos volátiles	mg/L	126,0	352,3	248,8	-----
18	Sólidos sedimentales	ml/L	<0,1	2,8	1,5	1 ml/L
19	Conductividad	uS/cm	145,2	765,2	455,2	1000 uS/m
20	Temperatura del agua	°C	18	21	19,5	<40°
21	Temperatura del aire	°C	24	25	24,5	-----
22	pH	UpH	7,7	6,5	7,1	6-9 UpH
23	Olor	-----	No objetiva	No objetiva	No objetiva	-----
24	Color	Pt-Co	15	17	16	15mg Pt-Co/L
25	Coliformes Fecales	UFC/1ml	80	6500	3290	Hasta 4000
26	Coliformes totales	UFC/1ml	300	1200	750	-----

las muestras realizadas durante las dos campañas, de los parámetros analizados presentaron valores por encima de los valores máximos permisibles, en base a lo establecido en el padrón de la Resolución N° 222/02 y a la norma de la EPA.

Conclusión

Para cumplir objetivos de diverso tipo: En cuanto a la vigilancia y detección de contravenciones en el curso receptor y/o en los tributarios o afluentes que llegan al río Paraguay respecto a las Normativas vigentes, violación de los permisos de vertido acordados a cada empresa, detección de tendencias

en el nivel de los parámetros limitantes para los usos del agua priorizados en el curso o tramo en cuestión, evaluación del efecto de medidas de saneamiento implementadas en la cuenca o detección de la magnitud del poluyente o vertidos de efluentes accidentales.

La relevancia ambiental y socioeconómica de la región y la severidad de los efectos contaminantes que afectan, por ejemplo: al Río Paraguay, son las que definen en gran parte los criterios de diseño. Los criterios de diseño de la red implican, la localización de las estaciones y puntos de toma representativos para el estudio de calidad en la cuenca

Tabla 6. Biodegradabilidad (relación DBO5/DQO) fotocatalítica de la materia orgánica no biodegradable presente en efluentes de la industria farmacéutica. [Relación DBO5/DQO y Biodegradabilidad: >0,8 = Muy biodegradable. 0,7 - 0,8 = Biodegradable. 0,3-0,7 = Poco biodegradable. <0,3 = No biodegradable].

A°. Ytay	
Ira. campaña	2da. campaña
0,35	0,53
Poco biodegradable	Poco biodegradable

Rio Paraguay	
Ira. campaña	2da. campaña
0,74	0,79
biodegradable	biodegradable

del Rio Paraguay y sus afluentes; la selección del número de muestras (N) para cada parámetro de interés para el estudio y una frecuencia (F) adecuada al objetivo priorizado en el proyecto en cuestión (ejemplo: detección infracciones o de tendencias de calidad de agua).

La débil capacidad institucional de los organismos técnicos para el cumplimiento de las leyes y regulaciones ambientales, por la que son fácilmente vulnerados, que afectan a la calidad de las aguas del río Paraguay y otros recursos hídricos, además la falta de políticas públicas efectivas, para el manejo integrado de las aguas en las cuencas compartidas con otro país

Este trabajo tiene la intención de considerarse como una herramienta, a fin de mejorar la calidad de la información, y que ofrezca una herramienta válida en la toma de decisiones, para la Defensa Nacional, dando énfasis al Desarrollo Regional y Territorial como Política Pública Real y efectiva del Estado Paraguayo, y de lugar a una evaluación profunda del efecto de las medidas de saneamiento ambiental implementadas en la cuenca del Río Paraguay y otros, además instaurar con este trabajo una

inflexión para la reflexión de: “Quien nos asegura de que el agua que consumimos como potable es segura, siendo un servicio no gratuito”.

Literatura citada

- Ávila García, P. (2003) *Agua, medio ambiente y desarrollo en el siglo XII: México desde una perspectiva global y regional*. México: El Colegio de Michoacán / Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente / Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 476 pp.
- Alfaro, J. (2008) *Conflicto, gestión del agua y cambio climático*. Lima: Soluciones prácticas. 124 pp.
- Cohn, D., Cox, P. (2002). *Aspectos de la Calidad del Agua, Salud y Estética*. Madrid: Mc Graw- Hill.
- Escobar, J. (2002) La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. *CEPAL - Serie Recursos e Infraestructura*, 50: 1-63.
- Garduño, H. (1994). *Ingeniería y Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas*.
- Gómez Rendón, CP (2012). *Manejo de aguas residuales en pequeñas comunidades. Lección 12. Objetivos del tratamiento*.
- Romero, J. (1994) *Lagunas de estabilización de aguas residuales*. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Seoanez, M. (1995). *Aguas residuales Urbanas. Tratamientos naturales de bajo costo y aprovechamiento*. Madrid: Mundi-Fleusa.
- Shiva, V. (2002) *La Guerras del Agua: contaminación, privatización y negocio*. Barcelona: Icaria.
- Greenberg, A.E., Clesceri, L.S. & Eaton, A.D. (2005) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington, D.C.: America Public Health Association.
- Vozmediano, L y Guillén, C. (2010) *Criminología Ambiental*. Barcelona: UOC