



Análisis de los parámetros de calidad del agua del efluente del río muerto para su posible reutilización del Cantón Manta, Ecuador

Analysis of the water quality parameters of the dead river effluent for possible reuse of Manta Canton, Ecuador

Análise dos parâmetros de qualidade da água do efluente do rio morto para possível reutilização no Cantão de Manta, Equador

Horacio Antonio Cedeño-Muñoz ¹

horacioantonio_3@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6799-5979>

Correspondencia: horacioantonio_3@hotmail.com

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículo de investigación

***Recibido:** 19 de diciembre de 2019 ***Aceptado:** 24 de enero de 2020 * **Publicado:** 03 de febrero de 2020

¹ Máster Universitario en Hidrología y Gestión de los Recursos Hídricos, Ingeniero Hidráulico, Docente de la Facultad de Ingeniería Civil en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.

Resumen

El objetivo de la investigación fue analizar los parámetros de calidad de la descarga de las aguas residuales del efluente del mar muerto del cantón Manta en Ecuador. La investigación fue de tipo experimental descriptiva. Se empleó una muestra compuesta y la frecuencia de muestreo fue mañana, tarde y noche fue realizada in situ y poder apreciar la variación de las propiedades de las mismas respecto al tiempo. El muestreo fue compuesto para conocer la variación de los parámetros de calidad de las aguas en el día. Se emplearon procedimientos estandarizados para evitar la alteración de las muestras al momento de la realización de los análisis de laboratorio. Para el manejo de las muestras se consideró el tipo de muestra, el intervalo de tiempo entre la toma de muestra y el análisis y las condiciones de almacenamiento y transporte. Los resultados fueron comparados con las normas TUSLMA 2015 encontrándose que al comparar el lote #1 y el lote #2 arrojó que los valores de DBO están por encima de los valores de tolerancia propuestos por las normas TULSMA, al igual que la DQO, los Sólidos Suspendidos, el Cloruro. En cuanto al análisis de los metales pesados los lotes cumplen con excepción del manganeso. El sitio con el más alto grado de contaminación presente se encuentra en el punto de desembocadura. Se concluye que: una planta de tratamiento para las aguas residuales de este efluente contribuiría a disminuir la contaminación de las aguas para su posterior reúso.

Palabras clave: Aguas residuales; tratamiento; salud.

Abstract

The objective of the research was to analyze the quality parameters of the discharge of wastewater from the dead sea effluent of the Manta canton in Ecuador. The research was descriptive experimental. A composite sample was used and the sampling frequency was morning, afternoon and night was performed in situ and to be able to appreciate the variation of their properties with respect to time. The sampling was composed to know the variation of the water quality parameters in the day. Standardized procedures were used to avoid the alteration of the samples at the time of the laboratory analysis. For the handling of the samples, the type of sample, the time interval between sampling and analysis, and storage and transport conditions were considered. The results were compared with the TUSLMA 2015 standards, and when comparing lot # 1 and lot # 2, it was found that BOD values are above the tolerance values

proposed by TULSMA standards, as well as COD, Solids Suspended, Chloride. As for the analysis of heavy metals, the lots comply with the exception of manganese. The site with the highest degree of contamination present is at the mouth. It is concluded that: a wastewater treatment plant of this effluent would contribute to reduce water pollution for later reuse.

Keywords: Wastewater; treatment; health.

Resumo

O objetivo da pesquisa foi analisar os parâmetros de qualidade da descarga de águas residuais do efluente do mar morto do cantão de Manta, no Equador. A pesquisa foi descritiva experimental. Utilizou-se uma amostra composta e a frequência da amostragem foi manhã, tarde e noite, realizada in situ e para apreciar a variação de suas propriedades em relação ao tempo. A amostragem foi composta para conhecer a variação dos parâmetros de qualidade da água no dia. Procedimentos padronizados foram utilizados para evitar a alteração das amostras no momento da análise laboratorial. Para o manuseio das amostras, foram considerados o tipo de amostra, o intervalo de tempo entre a amostragem e a análise e as condições de armazenamento e transporte. Os resultados foram comparados com os padrões TUSLMA 2015 e, ao comparar o lote 1 e o lote 2, verificou-se que os valores de DBO estão acima dos valores de tolerância propostos pelos padrões TULSMA, bem como COD, Solids Suspensio, Cloreto. Quanto à análise de metais pesados, os lotes obedecem à exceção do manganês. O local com o maior grau de contaminação presente está na boca. Conclui-se que: uma estação de tratamento de águas residuais desse efluente contribuiria para reduzir a poluição da água para reutilização posterior.

Palavras-chave: Águas residuais; tratamento; saúde.

Introducción

El agua es un recurso natural esencial para para apoyar y fortalecer el desarrollo sostenible en todo el mundo, es un componente clave para el mantenimiento de la vida y, en el que se basa todo desarrollo del ser humano y todas las diferentes formas de existencia conocidas. Las tres cuartas partes del planeta tierra están formadas por agua, el 97% del total representa agua salada perteneciente a mares y océanos y el resto está constituido por agua dulce, imprescindible para el desarrollo de la vida terrestre.

De acuerdo con Dossier (s/f) “el agua dulce constituye sólo un 3% del total del agua presente en el planeta, y el 70% de esta no está disponible, puesto que se encuentra congelada en los bancos de hielo polares y en los glaciares.” Por tanto, se puede afirmar que el agua dulce necesaria para satisfacer las necesidades del ser humano, es un recurso escaso. Así, al agua natural con una baja concentración de sales (menos de 1000 mg/L) se le llama agua dulce y generalmente previo tratamiento, se usa para producir agua potable. García y cols. (S/f: p.116). Por su parte, el agua potable, definida como “adecuada para el consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal”, es libre de microorganismos causantes de enfermedades. (OMS: 2011)

Puesto que la calidad del agua depende de las actividades humanas, el problema de la contaminación de este vital líquido se agudiza cada día a nivel mundial. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO: 2003), “cada día los ecosistemas acuáticos están siendo dañados de forma irreparable debido al crecimiento de la población, al desarrollo de infraestructuras, a la conversión del uso de la tierra, la sobreexplotación agrícola, la introducción de especies exóticas y la contaminación.”

En este sentido, a medida que crece la población mundial, la presión ejercida sobre los recursos hídricos es mayor y además si se considera la disposición final de las aguas residuales producidas las actividades antropogénicas, es evidente que la situación se ha convertido en motivo de preocupación a nivel global, puesto que se ha venido afectando la calidad del agua y de manera particular la calidad del agua dulce, lo cual repercute de manera directa en la salud humana.

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua de México (CONAGUAS: 2013), las aguas residuales se definen como: “Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas.” Según la UNESCO (2006) “solo el 10 % de las aguas residuales domésticas son recolectadas en los países en vías de desarrollo y sólo el 10 % de las plantas de tratamiento de aguas residuales existentes operan de manera fiable y eficiente.”

Es importante considerar que las aguas residuales no tratadas y las aguas residuales tratadas inadecuadamente contaminan los cuerpos de agua natural, por lo que se convierten en focos infecciosos para la salud de las poblaciones, así como para la flora y fauna del lugar, las principales afectaciones son la contaminación del medio ambiente, como consecuencia de la

materia orgánica, compuestos de nitrógeno y fósforo, patógenos, aceites y grasas, metales pesados y muchos otros productos químicos tóxicos presentes en las aguas residuales. La presencia de estos elementos en cantidades excesivas origina lo que se llama eutrofización. Según González y Chiroles (2011) “se considera que cada litro de agua residual contamina al menos 8 litros de agua dulce, se estima que, anualmente unos 12.000 km³ de recursos hídricos del planeta no están disponibles para su aprovechamiento.”

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS: 2018), “Se calcula que unas 842000 personas mueren cada año de diarrea como consecuencia de la insalubridad del agua” De acuerdo con estas afirmaciones, el deterioro de la calidad del agua constituye un problema ambiental cada vez mayor debido a los efectos perjudiciales sobre la salud de los seres humanos y su impacto en el ambiente.

En tal sentido, una calidad de agua suficiente es fundamental para preservar la salud humana y asegurar un medio ambiente sano. Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares ya establecidos en las diversas normativas de calidad nacionales o internacionales. De este modo la OMS (2017) señala que:

La determinación de la calidad de las aguas se basa en la evaluación de sus características físicas (temperatura, color, turbidez, transparencia, sólidos totales disueltos, sólidos suspendidos, color), químicas (conductividad, pH, alcalinidad, acidez, dureza, oxígeno disuelto, demanda de oxígeno, concentraciones de nitrógeno y fósforo, cloruros, metales pesados, biocidas, entre otros) y microbiológicas (presencia de bacterias patógenas, virus, helmintos y protozoarios, entre otras consideraciones).

En el caso del agua potable, estos estándares se establecen para asegurar un suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano y, se basan normalmente en unos niveles de toxicidad científicamente aceptables tanto para los humanos como para los organismos acuáticos.

En el contexto de esta investigación se tiene que Ecuador posee una amplia red hídrica con ríos de gran importancia. Sin embargo, “muchos de estos recursos son contaminados por aguas residuales, desechos sólidos, contaminantes químicos del sector industrial, agroquímicos, y bio-sólidos agropecuarios que son vertidos hacia ríos, lagos, lagunas y mares.” Izurieta y cols. (2015:p.284).

En esta misma línea, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador (INEC:2016), al evaluar los avances de los Objetivos del Desarrollo Sostenible determinó que: “el 15.4% de la población urbana y 31.8% de la población rural ecuatoriana consume agua contaminada con coliformes fecales.”

De manera similar, en la Provincia de Manabí, Cantón Manta, la contaminación hídrica tiene su principal origen en las descargas directas de aguas residuales de origen doméstico e industrial, las cuales son vertidas sin previo tratamiento a las masas de agua superficiales, terrestres o marítimas de la localidad. De acuerdo con la Empresa Pública Aguas de Manta (EPAM: 2007) los principales causas receptores de las aguas residuales son: “los ríos Manta, Burro, Bravo y Muerto, el 55% (Manta y Burro), 15% (Bravo y Muerto) y el 30% restante desemboca directamente en el mar.” Los ríos Bravo y Muerto son los de mayor afectación en cuanto a la eutrofización de sus aguas. De acuerdo con Girão (2007) el fenómeno de eutrofización se define como: “un proceso de deterioro de la calidad del recurso, se origina por el enriquecimiento de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, condicionando la utilización de los mismos y ejerciendo grandes impactos ecológicos, sanitarios y económicos a escala regional.”

De manera particular, el Cantón Manta, no es ajeno a la problemática de degradación de los recursos naturales, principalmente el referido al uso y manejo de los cuerpos de agua. Actualmente, en el río muerto, cerca del sector de los esteros, se realizan descargas de aguas residuales domésticas en un canal de lluvia, aunque se cerraron las tuberías conectadas directamente al río de algunas comunidades, hoy por hoy, sigue habiendo contaminación de materia orgánica. Santana y Santos (2016)

Sobre la base de estos señalamientos, se planteó como objetivo general de esta investigación: Analizar los parámetros de calidad del agua del efluente del río Muerto para su reutilización, cantón Manta, Ecuador.

Desarrollo

Asociado al crecimiento demográfico que ha experimentado la población mundial en los últimos años, las nuevas demandas potenciales sobre los recursos hídricos existentes en el planeta también se han incrementado. Según la UNESCO (2003) el uso que se hace del agua va en aumento en relación con la cantidad disponible: “el 69% del agua dulce disponible en el planeta

se destina a la agricultura, el 23% a la industria y el 8% al consumo doméstico.” Aunado a esto, diversos aspectos como la distribución, gestión, sobreexplotación y degradación del agua contribuyen a la disminución de la cantidad y calidad del vital líquido para el consumo humano. De acuerdo con Escalante (2004:p.249)

Este panorama, opera a escala mundial. En los países industrializados se han manifestado de una manera más temprana los problemas de escasez del agua, de su contaminación y de los impactos ambientales generados por su uso inadecuado, razones por las cuales se han generado y desarrollado programas para su conservación, control y uso más eficiente.

En relación con lo expresado por la autora el desarrollo de programas o proyectos orientados a la búsqueda de fuentes alternativas para conservación, control y uso más eficiente del agua debe convertirse en una prioridad para todos los países.

De esta manera, las aguas residuales producidas por las diferentes actividades humanas representan un problema cuya magnitud está en constante incremento, y esta situación se agrava en las grandes ciudades, ya que en la mayoría de los casos son vertidas a los cuerpos de agua sin previo tratamiento o son tratadas de manera inadecuada. Según el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP: 2010) “Se estima que el 90% de las aguas residuales de las ciudades de los países en desarrollo se vierte directamente sin tratar en los ríos, los lagos o el mar.”

Frente a este panorama se hace necesaria la ejecución de acciones dirigidas a la solución de este problema y, el agua residual previo tratamiento se constituye en una fuente alternativa importante para el reúso del agua. Según González y Chiroroles (2011: p.64) “el reúso de esta agua de forma segura, mejoraría los ecosistemas acuáticos y por ende, la situación higiénica ambiental de muchos países.”

En la misma línea, Escalante y cols. (2002) plantea ocho tipos de reúso del agua residual tratada: “a) Reúso urbano; b) Reúso agrícola; c) Reúso industrial, agua para enfriamiento; d) Reúso industrial, agua para calderas; e) Reúso en servicios públicos; f) Reúso para actividades acuícolas; g) Reúso para actividades recreativas y h) Reúso para recarga de acuíferos.”

En cuanto al reúso agrícola, las aguas residuales domésticas y municipales son una opción atractiva, especialmente en los lugares en los que los recursos hídricos convencionales son escasos o insuficientes. Escalante y cols. (2002) consideran que:

El uso del agua en la agricultura representa una fracción importante del total de la demanda de agua. Los parámetros del agua residual tratada que preocupan si esta sustituye al agua de primer uso son: salinidad, sodio, elementos traza, excesivo cloro residual y nutrientes, la sensibilidad es generalmente una función de la tolerancia de las plantas a éstos constituyentes encontrados en la zona de la raíz o depositados en el follaje.

En este mismo sentido, la UNESCO (2017) indica que: “si se tratan adecuadamente y se utilizan en forma segura, las aguas residuales constituyen una valiosa fuente tanto de agua como de nutrientes y su uso contribuye a la seguridad alimentaria y a mejorar los medios de subsistencia.”

En torno a lo anterior existen requerimientos en cuanto a la calidad del agua dependiendo del tipo de reúso, por lo cual el agua residual debe ser sometida a evaluaciones para garantizar su calidad y uso seguro para la salud. Para ello, es necesario realizar los análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua. Dentro de los parámetros físicos más importantes para caracterizar las aguas residuales de acuerdo con Romero (2000) se encuentran:

a) Turbiedad: Indica la calidad de las aguas vertidas o naturales en relación con la materia coloidal y residual en suspensión; b) Temperatura: Influye tanto en el desarrollo de la vida acuática, como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción; c) Color: Indica la edad de las aguas residuales y d) Olor: Indica la descomposición de la materia orgánica y ayuda a evaluar la calidad del agua.

Por su parte, “los análisis químicos constituyen uno de los principales requisitos para caracterizar el agua.” Ross (2011). De acuerdo con Romero (2000), los parámetros químicos más importantes para caracterizar las aguas residuales son:

Sólidos: su presencia afecta directamente la calidad de lodo que se produce en el sistema de tratamiento. Los diferentes tipos de sólidos son los siguientes: sólidos totales (ST), sólidos volátiles (SV), sólidos suspendidos (SS), sólidos suspendidos volátiles (SSV), sólidos disueltos (SD) y sólidos sedimentables (SSD).

Oxígeno Disuelto: Determina si los cambios biológicos en las aguas residuales son llevados a cabo por microorganismos aeróbicos o anaeróbicos. Es uno de los ensayos más importantes para medir la calidad de una corriente de agua, además de ser básico en la determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): Indica la cantidad de oxígeno, usado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, bajo condiciones aeróbicas.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): Determina el contenido de materia orgánica de las aguas residuales, oxidando casi completamente todos los compuestos orgánicos a dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O).

Nitrógeno (N): Es necesario para evaluar la tratabilidad de las aguas residuales por tratamientos biológicos.

Fósforo (P): Es de importancia secundaria en la mayor parte de las aguas residuales domésticas, pero puede ser vital en residuos industriales y en lodos de aguas residuales.

Acidez: Condición del agua para disminuir el pH del agua por debajo de 7. Es la capacidad cuantitativa de una solución acuosa para reaccionar con iones hidroxilos.

Alcalinidad: Indica la cantidad de cambio que ocurriría en el pH con la adición de cantidades moderadas de ácido, y proporciona información sobre las relaciones de iones bicarbonato y carbonato y la evolución de la química del agua.

Metales pesados: Son imprescindibles para el normal desarrollo de la vida biológica, en bajas concentraciones pueden perjudicar a los seres vivos y bioacumularse.

Ahora bien, el objetivo del tratamiento de las aguas residuales se realiza fundamentalmente para la protección de la salud de la población y su posterior aprovechamiento o reúso. De acuerdo con la Asamblea General de las Naciones Unidas (2010) “El acceso al agua y al saneamiento está reconocido como un derecho humano.” Por tanto, las inversiones en programas de abastecimiento, saneamiento y gestión de los recursos hídricos son acciones consideradas fundamentales para impulsar el crecimiento económico de los países. Es por ello que: “en las regiones en desarrollo, el rendimiento de la inversión en servicios hídricos y de saneamiento se ha estimado entre 5 y 28 dólares por cada dólar invertido.” (OMS: 2012)

En base a estas consideraciones el gobierno de Ecuador y en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, específicamente el objetivo 6: “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.” Se plantea como meta para el 2030 “lograr el acceso universal y equitativo al agua potable, a un precio asequible para todos”.

Cabe señalar que Ecuador cuenta con 215 Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) Municipales, de los cuales de acuerdo a la información proporcionada por el Instituto Nacional de

Estadísticas y Censos de Ecuador (INEC: 2015), “El 90,23% de los GAD Municipales cuentan con sistemas de tratamiento de agua para consumo humano, el 1,86% compra agua tratada y el 7,91% no cuenta con sistemas de tratamiento.” Asimismo, el 61,86% (133) de los GAD Municipales realizan tratamientos de sus aguas residuales, mientras que el 38,14% (82) no realizan tratamiento. INEC (2015).

En cuanto al GAD de Manta (2009) la problemática de contaminación se presenta en el Río Muerto que nace en el cantón de Montecristi, ya que cuenta con algunas conexiones de descarga de aguas servidas domiciliarias e industriales y por la gran densidad vegetativa no se tiene un dato exacto de las conexiones directas en el mismo y, en su paso contamina el agua y el suelo provocando problemas ambientales y disminuyendo la calidad de vida de la población.

De lo anterior se deduce que se hace necesario realizar la caracterización de la calidad del agua del río Muerto, cuyos resultados servirán de base para el diseño de una propuesta de reúso de estas aguas residuales para riego agrícola con lo cual se incidirá favorablemente en la calidad de vida no sólo del agricultor, sino de la propia comunidad.

Metodología

La presente investigación es de tipo experimental descriptiva, la cual se desarrolló con el objetivo de analizar los parámetros de calidad del agua del efluente del Río Muerto del cantón Manta. El cual nace en el cantón de Montecristi tiene una longitud aproximada de 8.309 kilómetros en dirección este a oeste, su flujo recorre la parte norte de la ciudad de Manta hasta llegar al Océano Pacífico, el mismo posee un área aproximada de 4.81 ha en su cauce.

Para ello se realizaron pruebas de laboratorio mediante un muestreo compuesto para conocer los parámetros de calidad de las aguas del río Muerto. Una vez conocidos los resultados de los análisis se pudo determinar si estas aguas cumplen con los rangos de tolerancia de descargas a cuerpos de agua dulce regidos por la normativa TULSMA.

Los análisis realizados a las muestras tomadas en el efluente fueron realizados en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí específicamente en los laboratorios del centro de servicios para el control de calidad “CE.SE.C.CA” perteneciente a la facultad de Ingeniería Industrial.

El efluente del río muerto se sitúa geográficamente de forma longitudinal atravesando los cantones de Montecristi y de Manta, este consta de pequeñas pendientes en todo su tramo

longitudinal, hasta desembocar en la playa los esteros en la ciudad de Manta. El punto A: Inicio de descargas a la quebrada, barrió los ángeles, parroquia General Alfaro, Cantón Montecristi, por la parte posterior de las instalaciones de las empresas La Fabril y Gondi.

Tabla 1. Coordenadas del punto de inicio de la descarga

Punto	Coordenada X	Coordenada Y
A	0°59'27.5"S	80°41'26.5"W

Fuente: Google Earth.

Ilustración 1. Punto de inicio de descarga de aguas residuales



Fuente: Google Earth.

El punto B: Desembocadura cuerpo receptor la playa los esteros, en el mar océano pacifico (Manta)

Tabla 2. Coordenadas del punto de descarga final

Punto	Coordenada X	Coordenada Y
B	0°56'53.7"S	80°41'49.9"W

Fuente: Google Earth.

Ilustración 2. Punto de descarga final de aguas residuales



Fuente: Google Earth.

Materiales y equipos

En el desarrollo de las actividades de tomas de muestra in situ y la realización de los ensayos de laboratorio, además de los trabajos de oficina, se necesitó la utilización de los siguientes equipos y materiales:

Tabla 3. Materiales y equipos para la investigación

MATERIALES DE CAMPO	LABORATORIO	OFICINA	INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> • Mascarillas • Baldes • Botas • Guantes quirúrgicos • Guantes de caucho • Frasco plástico • Apoya manos • Hielera portátil • Materiales de aforo 	<ul style="list-style-type: none"> • Reactivos para análisis de aguas • Espectrofotómetro • Placas Petri • Cámara de flujo • Laminar Digestor para DQO • Respirometro para DBO5 • Incubadora para DBO5. 	<ul style="list-style-type: none"> • Computadora 	<ul style="list-style-type: none"> • Celulares • G.P.S.

Elaboración: propia.

El plan de muestreo se estableció como parte de la planificación para evaluar la calidad de las efluente del río, donde se definió el punto de monitoreo, frecuencia de muestreo, entre otros.

Para la identificación del punto de muestreo se realizó un recorrido con el tutor a cargo de la investigación.

El recorrido comenzó en la desembocadura en sentido contrario al flujo hasta llegar el sector del barrio la florita, donde se determinó que el punto de muestreo se debía realizar a 60 metros del punto de desembocadura, justo en el lugar donde se interceptan dos cauces de aguas residuales, de tal forma que no se vea afectado por la influencia del agua marina.

Tabla 4. Coordenadas del punto de muestreo

COORDENADAS DEL PUNTO DE MUESTRO.	
Lotes #1	0°56'56.7"S 80°41'49.8"W
Lotes #2	0°57'03.7"S 80°41'39.4"W

Elaboración: propia

La Frecuencia de muestreo fue establecida como un plan para evaluar la calidad del agua y poder apreciar la variación de las propiedades de las mismas respecto al tiempo. Con estos indicios se pudo determinar la cantidad de muestras y la frecuencia de muestreo.

Tabla 5. Frecuencia de muestreo

FRECUENCIA DE MUESTREO.		
Horario de muestreo	Fecha de muestreo	
(12:00 – 12:30)	Lunes 21 de mayo del 2018	Lote # 1
(12:00 – 12:30)	Lunes 11 de junio del 2018	Lote # 2

Elaboración: propia

En cuanto al tipo de muestra seleccionada, la presente investigación empleó una muestra compuesta, que tiene como objetivo el producir una muestra representativa de la calidad del agua en el punto de muestreo. Para la toma de las muestras in situ se llevó a cabo mediante procedimientos estandarizados para evitar la alteración de las muestras al momento de la realización de los análisis de laboratorio. Se utilizó recipientes plásticos con un volumen de almacenamiento de cuatro litros, los cuales estaban previamente esterilizados y sellados para evitar el ingreso de partículas en su interior y no contaminar la muestra, al momento de la toma de muestras en el lugar destinado se utilizó un recipiente plástico el cual fue curado utilizando la misma agua residual, luego se vertió fuera del sitio de muestreo, de tal modo que ese recipiente será solo utilizado para la toma de esa muestra.

Para el manejo de las muestras se consideró el tipo de muestra, el intervalo de tiempo entre la toma de muestra y el análisis y las condiciones de almacenamiento y transporte. (Ver Tabla 6)

Tabla 6. Manejo de muestras de las aguas residuales efluente río Muerto, Cantón Manta

PARÁMETRO	ENVASE	TAMAÑO DE MUESTRA (ML)	TIPO DE MUESTRA	PRESERVACIÓN
DBO	P, V	1000	p, c	Refrigerar
DQO	P, V	100	p, c	Analizar lo más pronto posible
Hierro	P, V	100	p, c	Refrigerar
Zinc	P, V	100	p, c	Analizar inmediatamente
pH	P, V	50	p, c	Analizar inmediatamente
Conductividad	P, V	500	p, c	Refrigerar
Fosfato	P, V	100	p, c	Refrigerar
Nitrito	P, V	200	p, c	Agregar H ₂ SO ₄
Nitrato	P, V	100	p, c	Agregar H ₂ SO ₄
Sólidos Suspendidos	P, V	200	p, c	Refrigerar
Sólidos totales disueltos	P, V	200	p, c	Refrigerar
Sólidos totales	P, V	200	p, c	Refrigerar
Aluminio	P, V		p, c	
Cloruro	P, V	50	p, c	No requiere refrigerar
Manganeso	P, V	100	p, c	Analizar inmediatamente
Níquel	P, V	100	p, c	Refrigerar
Sodio	P, V		p, c	

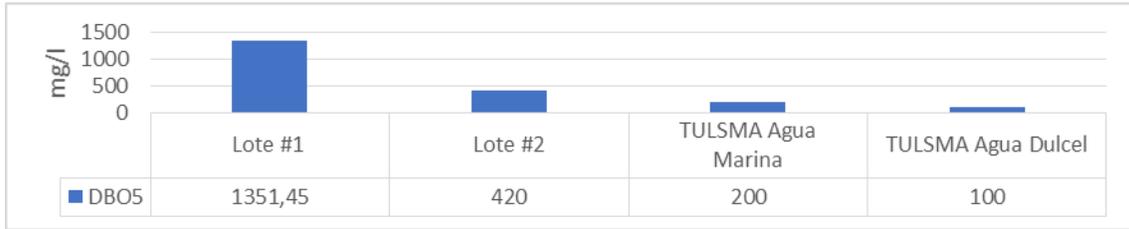
Fuente: Greenberg (2012)

Resultados

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

La norma contempla un límite de tolerancia antes de ser vertido al cuerpo receptor el cual es de 200 mg/l para agua marina y de 100 mg/l para agua dulce. Se concluye que el parámetro de DBO₅ en las aguas del río muerto NO CUMPLEN con un aumento del 575.725% para agua marina, 1251.45% para agua dulce en el lote # 1 y de 110% para agua marina, 320% para agua dulce en el lote #2 por encima del límite de tolerancia. (Ver tabla 7)

Tabla 7. Resultados de la prueba de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) de las aguas residuales efluente rio Muerto, Cantón Manta

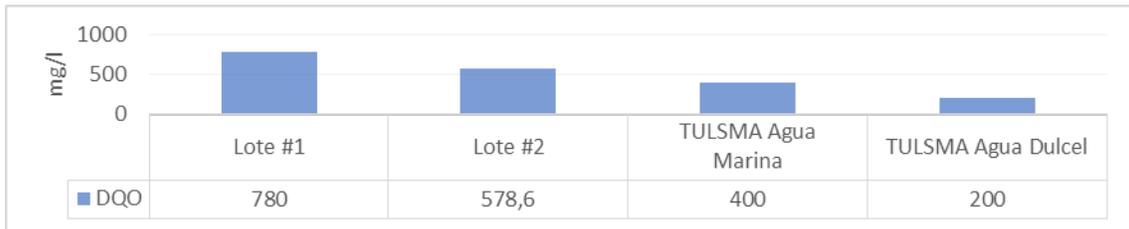


Fuente: Elaboración propia

Demanda química de oxígeno (DQO)

La norma contempla un límite de tolerancia antes de ser vertido al cuerpo receptor el cual es de 400 mg/l para agua marina y de 200 mg/l para agua dulce. Se concluye que el parámetro de DQO en las aguas del rio muerto NO CUMPLEN con un aumento del 95% para agua marina, 290% para agua dulce en el lote# 1 y de 44.56% para agua marina, 189.3% para agua dulce en el lote #2. Por encima del límite de tolerancia. (Ver tabla 8)

Tabla 8. Resultados de la prueba de Demanda Química de Oxígeno (DQO) de las aguas residuales efluente rio Muerto, Cantón Manta

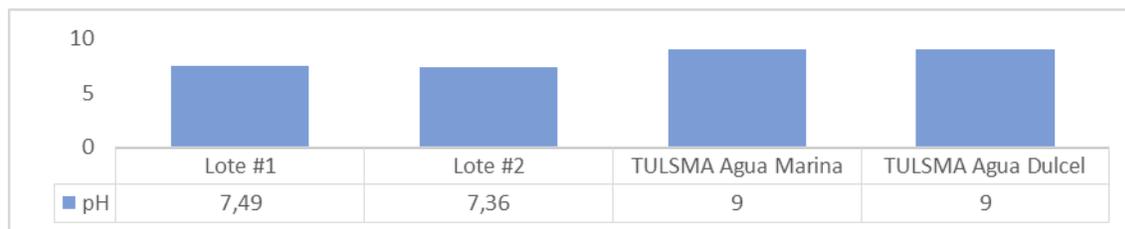


Fuente: Elaboración propia

Potencial de hidrógeno (pH)

El pH óptimo de los efluentes de agua dulce debe estar entre 6 y 9, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina, el máximo aceptado es 9, los datos indican que no existe ninguna alteración alguna produciendo que este valor este dentro del rango de tolerancia.(Ver tabla 9)

Tabla 9. Resultados de la determinación del potencial de hidrógeno (pH) de las aguas residuales efluente río Muerto, Cantón Manta

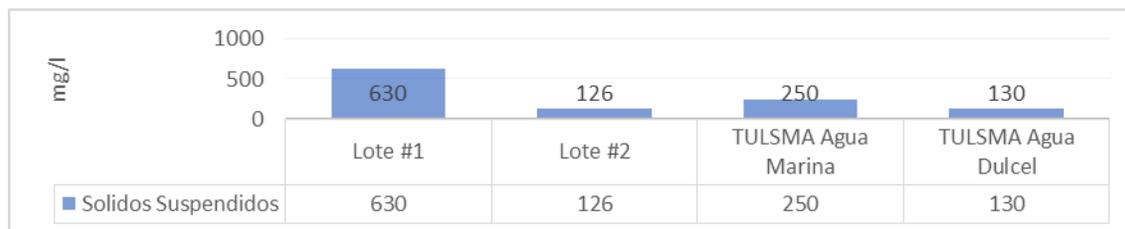


Fuente: Elaboración propia

Sólidos suspendidos (SS)

El resultado de la muestra de laboratorio de sólidos suspendidos presentes en la muestra de agua residual del lote #1 da como resultado 630 mg/l y del lote #2 126 mg/l, mientras que el valor propuesto por las normas TULSMA es de 250 mg/l para agua marina y de 130mg/l para agua dulce, por tal razón este parámetro NO CUMPLE para el lote #1 y CUMPLE para el lote #2 con el límite máximo permisible. Dando como consecuencia un aumento del 152% en agua marina y de 384.62% en agua dulce, por encima del límite de tolerancia. (Ver tabla 10)

Tabla 10. Resultados de la determinación de los sólidos suspendidos (SS) de las aguas residuales efluente río Muerto, Cantón Manta

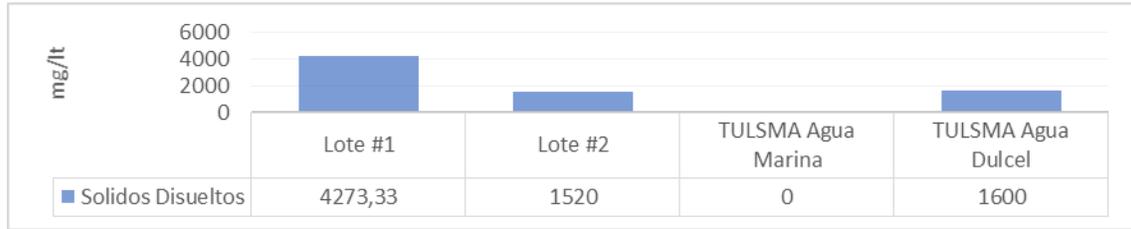


Fuente: Elaboración propia

Sólidos disueltos (SD)

El resultado de la muestra de laboratorio de sólidos disueltos presentes en la muestra de agua residual del lote #1 da como resultado 4273.33 mg/l y de 1520 mg/l para el lote #2, mientras que el valor propuesto por las normas TULSMA es de 0 mg/l para agua marina de tal manera que no se contempla y de 1600 mg/l para agua dulce, por tal razón este parámetro NO CUMPLE el Lote #1 y Cumple el Lote #2 con el límite máximo permisible. Dando como consecuencia 167.08% por encima del límite de tolerancia en agua dulce. (Ver tabla 11)

Tabla 11. Resultados de la determinación de los sólidos disueltos (SD) de las aguas residuales efluente río Muerto, Cantón Manta

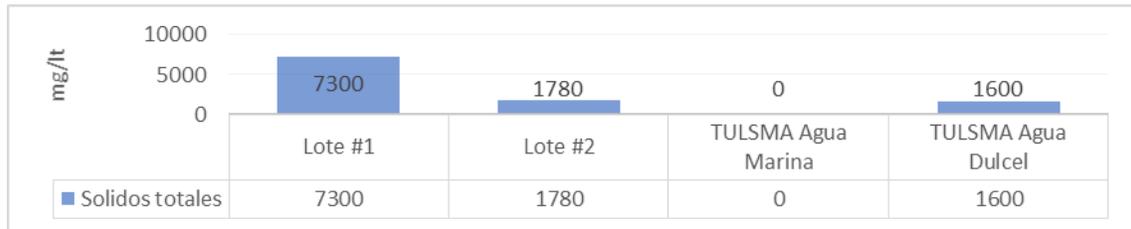


Fuente: Elaboración propia

Sólidos totales (ST)

El resultado de la muestra de laboratorio de sólidos totales presentes en la muestra de agua residual del lote #1 da como resultado 7300 mg/l y 1780 mg/l para el lote #2, mientras que el valor propuesto por las normas TULSMA es de 0 mg/l para agua marina de tal manera que no se contempla y de 1600 mg/l para agua dulce, por tal razón este parámetro NO CUMPLE con el límite máximo permisible en el lote #1 y CUMPLE en el lote #2. Dando como consecuencia 356.25% por encima del límite de tolerancia en agua dulce. (Ver tabla 12)

Tabla 12. Resultados de la determinación de los sólidos totales (ST) de las aguas residuales efluente río Muerto, Cantón Manta

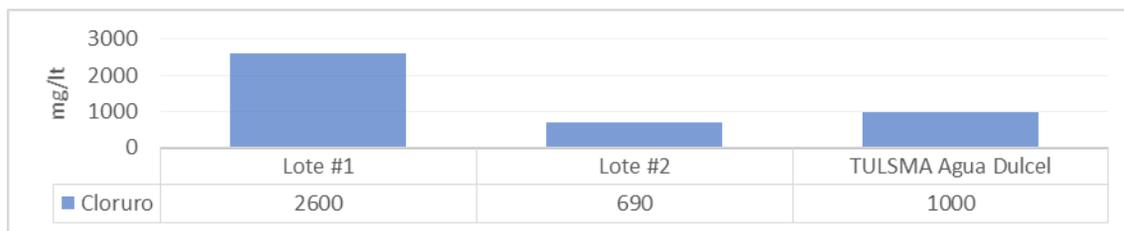


Fuente: Elaboración propia

Cloruros

El resultado de la muestra de laboratorio del cloruro presentes en la muestra de agua residual del lote #1 da como resultado 2600 mg/l y 690 mg/l para el lote #2, mientras que el valor propuesto por las normas TULSMA es de 1000 mg/l para agua dulce, por tal razón este parámetro NO CUMPLE con el límite máximo permisible y CUMPLE para el lote #2. Dando como consecuencia 160% por encima del límite de tolerancia en agua dulce. (Ver tabla 13)

Tabla 13. Resultados de la determinación de cloruros de las aguas residuales efluente río Muerto, Cantón Manta



Fuente: Elaboración propia

Análisis para la posible reutilización directa

La reutilización de las aguas residuales directas o indirectas obedecen a los valores de tolerancia de cada una de las especies vegetativas, de tal manera que la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua, propone valores límite de los parámetros de calidad del agua para el uso en riego. (Ver tabla 14)

Tabla 14. Resultados los parámetros de los niveles guía de la calidad del agua para riego

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	*GRADO DE RESTRICCIÓN.			
		Ninguno	Ligero	Moderado	Severo
Salinidad (1):					
CE (2)	Milimhos/cm	0,7	0,7	3,0	>3,0
SDT (3)	mg/l	450	450	2000	>2000
Infiltración (4):					
RAS = 0 – 3 y CE		0,7	0,7	0,2	< 0,2
RAS = 3 – 6 y CE		1,2	1,2	0,3	< 0,3
RAS = 6 – 12 y CE		1,9	1,9	0,5	< 0,5
RAS = 12 – 20 y CE		2,9	2,9	1,3	<1,3
RAS = 20 – 40 y CE		5,0	5,0	2,9	<2,9
Toxicidad por ión específico (5):					
- Sodio:					
Irrigación superficial RAS (6)		3,0	3,0	9	> 9,0
Aspersión	meq/l	3,0	3,0		
- Cloruros					
Irrigación superficial	meq/l	4,0	4,0	10,0	>10,0
Aspersión	meq/l	3,0	3,0		
- Boro	mg/l	0,7	0,7	3,0	> 3,0
Efectos misceláneos (7):					
- Nitrógeno (N-NO3)	mg/l	5,0	5,0	30,0	>30,0
- Bicarbonato (HCO3)	meq/l	1,5	1,5	8,5	> 8,5
pH	Rango normal	6,5 –8,4			

Fuente: TULSMA, 2015)

Rendimiento y eficiencia de la propuesta de tratamiento

La propuesta se basa en el diseño de una planta de tratamiento de agua residual, la cual parte con el cálculo del caudal del diseño, luego dimensionamos el canal de llegada, se procede con el diseño de las rejillas, continuando con el diseño de los sedimentadores, para luego diseñar los filtros lentos biológicos de arena, terminando con el lecho de secado, de lo cual mediante el procedimiento la propuesta planteada resulta eficiente ya que el agua después de pasar por este proceso varios de los parámetros quedarán con resultados de acuerdo a lo que indica las normas TULSMA.

Resultados del análisis del punto de captación del lote #2

Tabla 15. Resultados del Lote #2 de las aguas residuales efluente río Muerto, Cantón Manta

Parámetro	Unidad	Resultado
Sólidos Suspendidos	mg/l	126.00
Sólidos totales	mg/l	1780
DBO5	mg/l	420
DQO	mg/l	578.60

Fuente: Elaboración propia

Pre-tratamiento

El proceso del pre-tratamiento remueve del 3% al 5 % de los sólidos suspendidos. (Ver tabla 16)

Tabla 16. Resultados del pre-tratamiento de las aguas residuales efluente río Muerto, Cantón Manta

Parámetro	Unidad	Resultado	Renovación teórica asumida	Resultado del Pretratamiento
Sólidos Suspendidos	mg/l	126.00	3%	122.22
Sólidos totales	mg/l	1780	-	1780
DBO5	mg/l	420	-	420
DQO	mg/l	578.60	-	578.60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Resultados del tratamiento primario de las aguas residuales efluente río Muerto, Cantón Manta

Parámetro	Unidad	Resultado	Renovación teórica asumida	Resultado del Pretratamiento
Sólidos Suspendidos	mg/l	126.00	3%	122.22
Sólidos totales	mg/l	1780	-	1780
DBO5	mg/l	420	-	420
DQO	mg/l	578.60	-	578.60

Fuente: Elaboración propia

Verificación del cumplimiento de la norma TULSMA

Luego del proceso de depuración de las aguas del efluente del río muerto se observa que los resultados estimados cumplen con la norma actual de descargas de efluentes al mar, dado que se encuentran por debajo del límite de tolerancia. (Ver tabla 18)

Tabla 18. Resultados de la verificación del proceso de depuración de las aguas del efluente río Muerto, Cantón Manta

Parámetro	Unidad	Resultado del Tratamiento Secundario.	Tolerancia Propuesta.	Condición
Sólidos Suspendidos	mg/l	14.28	250	CUMPLE
Sólidos totales	mg/l	210.51	0	CUMPLE
DBO5	mg/l	121.49	200	CUMPLE
DQO	mg/l	167.36	400	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Se concluye que el diseño de una planta de tratamiento para las aguas residuales del efluente del río muerto permitirá disminuir la carga contaminante, por ejemplo se podrá obtener valores de 121.49 mg/L para el parámetro de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y 167.36 mg/L de Demanda Química de Oxígeno (DQO), con lo que se dará cumplimiento de la norma establecida del límite de tolerancia permitido al finalizar todo el proceso. De esta forma, los lodos obtenidos pueden ser utilizados como mejoradores de suelos por su contenido de nitrógeno, fósforo y

potasio. La reutilización para riego no es contemplada en la propuesta por la alta cantidad de cloruros siendo tóxico para las especies vegetativas.

Referencias

1. CONAGUA (2013). Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento. Subdirección General de Administración del Agua. Mexico. [Documento en línea] Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAA-4-13.pdf>
2. Dossier, J. (s/f). Gestión Integrada de los recursos hídricos: nuevas orientaciones para preparar el futuro. Oficina Internacional del Agua. [Documento en línea] Disponible en: http://www.solidaritat.ub.edu/observatori/esp/itinerarios/agua/agua.htm#_ftn1
3. Escalante, V, Cardoso, L, Ramírez, E, Moeller, G, Mantilla, G, Montecillos, J, Servín, C, Villavicencio, F. y Rivas, A. (2002). Valoración del Mercado para el reúso del agua residual tratada. Proyecto realizado por IMTA para la CNA.
4. Escalante, V. (2004). Reúso de agua residual en México. [Documento en línea] Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018834/MEMORIAS2004/CapituloIV/5ReusodeaguaresidualenMexico.pdf>
5. Garcia, M, Sanchez, F, Marin, R, Guzman, H, Vedugo, N, Dominguez, E, Vargas, O, Panizzo, L, Sanchez, N, Gomez, J y Cortes, G. (s/f). El Agua. [Libro en línea] Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf>
6. Girão, E (2007). Seleção dos indicadores da qualidade de água no Rio Jaibaras pelo emprego da análise da componente principal. Revista Ciência Agronômica, v.38, n.1; p.17-24; 2007.
7. González, M y Chiroles, S. (2011). Uso seguro y riesgos microbiológicos del agua residual para la agricultura. Revista Cubana de Salud Pública; 37(1)61-73. [Revista en línea]. Disponible en: https://www.scielo.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/rcsp/v37n1/spu07111.pdf
8. Izurieta, R, Campaña, A, Calles, J, Estévez, E y Ochoa, T. (2015). Calidad de Agua en las Américas. Riesgos y Oportunidades. Calidad del agua en Ecuador. Pp.284. [Documento en línea] Disponible en: <https://www.ianas.org/images/books/wb09.pdf>

9. Mehrotra, S, Vandermoortele, J y Delamonica, E. (2000) Basic Services for ajo? Publico spending and social dimension of poverty (Florenia: UNICEF, Centro de Investigaciones Innocenti, 2000)
10. OMS (2011). Organización Mundial de la Salud. Guidelines for Drinking-water Quality [Internet]. Geneva; 2011. 564 p. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/9789241548151_eng.pdf.
11. OMS (2017). Organización Mundial de la Salud. Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first addendum. Ginebra: WHO. 541 pp.
12. OMS (2018). Organización Mundial de la Salud. Agua. Datos y cifras. [Documento en línea] Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
13. Romero, J. (2000). Lagunas de Estabilización de Aguas Residuales. Bogotá: Colombia, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
14. Santana, X y Santos, J. (2016) Eficiencia del Pasto Vetiver (*Chrysopogon Zizanioides*) ex – situ en la Remoción de Contaminantes Orgánicos, Caso de Estudio Río Muerto, Cantón Manta.[Tesis] Disponible en: <http://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/281/1/TMA82.pdf>
15. UNEP (2010) Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. El agua contaminada causa más muertos que cualquier guerra.[Documento en línea] Disponible en: https://elpais.com/sociedad/2010/03/22/actualidad/1269212403_850215.html
16. UNESCO (2003). Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Agua para todos, agua para la vida. Resumen. Informe de las Naciones Unidas para el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. París: UNESCOWWAP; 2003.
17. UNESCO. (2006). Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. El agua una responsabilidad compartida. 2do. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. Resumen Ejecutivo. París: UNESCO-WWAP; 2006.

References

1. CONAGUA (2013). National Water Law and its Regulation. Subdirectorato General of Water Administration. Mexico. [Online document] Available at: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAA-4-13.pdf>
2. Dossier, J. (s / f). Integrated Water Resources Management: new directions to prepare the future. International Water Office. [Online document] Available at: http://www.solidaritat.ub.edu/observatori/esp/itinerarios/agua/agua.htm#_ftn1
3. Escalante, V, Cardoso, L, Ramírez, E, Moeller, G, Mantilla, G, Montecillos, J, Servin, C, Villavicencio, F. and Rivas, A. (2002). Market valuation for the reuse of treated wastewater. Project carried out by IMTA for the CNA.
4. Escalante, V. (2004). Wastewater reuse in Mexico. [Online document] Available at: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018834/MEMORIAS2004/CapituloIV/5ReusodeaguaresidualenMexico.pdf>
5. Garcia, M, Sanchez, F, Marin, R, Guzman, H, Vedugo, N, Dominguez, E, Vargas, O, Panizzo, L, Sanchez, N, Gomez, J and Cortes, G. (s / f). Water. [Book online] Available at: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf>
6. Girão, E (2007). Seleção two indicators of the quality of water not Rio Jaibaras emprego hair gives analysis of the main component. *Ciência Agrônômica Magazine*, v.38, n.1; p.17-24; 2007
7. González, M y Chiroles, S. (2011). Safe use and microbiological risks of wastewater for agriculture. *Cuban Journal of Public Health*; 37 (1) 61-73. [Online magazine]. Available at: https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/rcsp/v37n1/spu07111.pdf
8. Izurieta, R, Campaña, A, Calles, J, Estévez, E and Ochoa, T. (2015). Water Quality in the Americas. Risks and Opportunities. *Water quality in Ecuador*. Pp. 284. [Online document] Available at: <https://www.ianas.org/images/books/wb09.pdf>
9. Mehrotra, S, Vandermoortele, J and Delamonica, E. (2000) *Basic Services for garlic? Public spending and social dimension of off poverty* (Florence: UNICEF, Innocenti Research Center, 2000)

10. WHO (2011). World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality [Internet]. Geneva; 2011. 564 p. Available at: [http:// apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/9789241548151_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/9789241548151_eng.pdf).
11. WHO (2017). World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first addendum. Geneva: WHO. 541 pp.
12. WHO (2018). World Health Organization. Water. Data and numbers. [Online document] Available at: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
13. Romero, J. (2000). Wastewater Stabilization Lagoons. Bogotá: Colombia, Editorial Colombian School of Engineering.
14. Santana, X and Santos, J. (2016) Efficiency of Vetiver Grass (*Chrysopogon Zizanioides*) ex - situ in the Removal of Organic Pollutants, Case Study Rio Muerto, Manta Canton. [Thesis] Available at: [http:// repository.esпам.edu.ec/bitstream/42000/281/1/TMA82.pdf](http://repository.esпам.edu.ec/bitstream/42000/281/1/TMA82.pdf)
15. UNEP (2010) United Nations Environment Program. Contaminated water causes more deaths than any war. [Online document] Available at: https://elpais.com/sociedad/2010/03/22/actualidad/1269212403_850215.html
16. UNESCO (2003). United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Water for all, water for life. Summary. United Nations Report for the Development of Water Resources in the World. Paris: UNESCOWWAP; 2003
17. UNESCO (2006). United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Water a shared responsibility. 2nd. United Nations Report on the Development of Water Resources in the World. Executive Summary. Paris: UNESCO-WWAP; 2006

Referências

1. CONAGUA (2013). Lei Nacional da Água e seu Regulamento. Subdiretório Geral de Administração de Água. México [Documento online] Disponível em: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAA-4-13.pdf>
2. Dossiê, J. (s / f). Gestão Integrada de Recursos Hídricos: novas direções para preparar o futuro. Escritório Internacional da Água. [Documento online] Disponível em: http://www.solidaritat.ub.edu/observatori/esp/itinerarios/agua/agua.htm#_ftn1

3. Escalante, V, Cardoso, L, Ramírez, E, Moeller, G, Mantilla, G, Montecillos, J, Servin, C, Villavicencio, F. e Rivas, A. (2002). Avaliação de mercado para a reutilização de águas residuais tratadas. Projeto realizado pelo IMTA para o CNA.
4. Escalante, V. (2004). Reutilização de águas residuais no México. [Documento online] Disponível em: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018834/MEMORIAS2004/CapituloIV/5ReusodeaguaresidualenMexico.pdf>
5. Garcia, M, Sanchez, F, Marin, R, Guzman, H, Vedugo, N, Dominguez, E, Vargas, O, Panizzo, L, Sanchez, N, Gomez, J e Cortes, G. (s / f). A água. [Livro on-line] Disponível em: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf>
6. Girão, E (2007). Seleção dois indicadores da qualidade da água e não do cabelo de Rio Jaibaras emprego analisam o principal componente. Revista Ciência Agronômica, v.38, n.1; 17-24; 2007
7. González, M e Chiroles, S. (2011). Uso seguro e riscos microbiológicos de águas residuais para a agricultura. Revista Cubana de Saúde Pública; 37 (1) 61-73. [Revista online]. Disponível em: https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/rcsp/v37n1/spu07111.pdf
8. Izurieta, R, Campaña, A, Calles, J, Estévez, E e Ochoa, T. (2015). Qualidade da água nas Américas. Riscos e Oportunidades. Qualidade da água no Equador. 284. [Documento online] Disponível em: <https://www.ianas.org/images/books/wb09.pdf>
9. Mehrotra, S, Vandermoortele, J e Delamonica, E. (2000) Serviços básicos para o alho? Gastos públicos e dimensão social da pobreza (Florença: UNICEF, Innocenti Research Center, 2000)
10. OMS (2011). Organização Mundial de Saúde. Diretrizes para a qualidade da água potável [Internet]. Genebra; 2011. 564 p. Disponível em: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/9789241548151_eng.pdf.
11. OMS (2017). Organização Mundial de Saúde. Diretrizes para a qualidade da água potável: quarta edição, incorporando o primeiro adendo. Genebra: OMS. 541 pp.
12. OMS (2018). Organização Mundial de Saúde. Agua Dados e figuras. [Documento online] Disponível em: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

13. Romero, J. (2000). Lagoas de estabilização de águas residuais. Bogotá: Colômbia, Editorial Colombian School of Engineering.
14. Santana, X e Santos, J. (2016) Eficiência do capim-vetiver (*Chrysopogon Zizanioides*) ex-situ na remoção de poluentes orgânicos, estudo de caso Rio Muerto, Cantão de Manta. [Tese] Disponível em: [http:// repository.espam.edu.ec/bitstream/42000/281/1/TMA82.pdf](http://repository.espam.edu.ec/bitstream/42000/281/1/TMA82.pdf)
15. PNUMA (2010) Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. A água contaminada causa mais mortes do que qualquer guerra. [Documento online] Disponível em: https://elpais.com/sociedad/2010/03/22/actualidad/1269212403_850215.html
16. UNESCO (2003). Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura. Água para todos, água para a vida. Sumário Relatório das Nações Unidas para o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos no Mundo. Paris: UNESCOWWAP; 2003
17. UNESCO (2006). Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura. Regar uma responsabilidade compartilhada. 2nd. Relatório das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos no Mundo. Sumário executivo. Paris: UNESCO-WWAP; 2006

©2019 por el autor. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).