

CS 2018.01.01.3

**Bionatura Conference Series Vol 1. No 1. 2018****Publicación del IV CONGRESO INTERNACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y  
BIODIVERSIDAD IV CIBB y XV FORO INTERNACIONAL BANANERO**

INVESTIGATION / RESEARCH

[Previos](#) / [Index](#) / [Next](#)**Caracterización ambiental del manejo de la quebrada El Alumbre en Loja-Ecuador.**

Environmental characterization of the El Alumbre stream management in Loja-Ecuador

*Aurita Geovania Gonzaga Figueroa**Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21931/RB/CS/2018.01.01.3>***RESEUMEN**

El presente artículo propone un plan de manejo ambiental tomando como base la educación ambiental y la fitorremediación para el tratamiento de aguas residuales de la quebrada “El Alumbre”. La ciudad de Loja esta circundada por ríos y quebradas, y no existe un programa de monitoreo para el control de niveles de contaminación del recurso hídrico. Los barrios occidentales poseen un deficiente sistema de alcantarillado y vierten sus aguas residuales directamente a las quebradas y ríos. El objetivo de la investigación fue identificar los focos de contaminación que afectan la calidad del agua de la quebrada mediante un diagnóstico ambiental y análisis de muestras de agua; en base a estos resultados, se procedió a elaborar una propuesta de Plan de Manejo ambiental orientado a la gestión de manejo y tratamiento de las aguas residuales. Los resultados de esta investigación serán de gran utilidad para futuros proyectos que permitan el manejo sustentable del ambiente, beneficiando a la población que habita en las zonas aledañas a la quebrada y también aportar a la belleza escénica del sector.

**Palabras clave:** aguas residuales, fitorremediación, educación ambiental.**ABSTRACT**

This article proposes an environmental management plan based on environmental education and phytoremediation for the treatment of wastewater from the "El Alumbre" stream. The city of Loja is surrounded by rivers and streams, and there is no monitoring program for the control of pollution levels of the water resource. The western neighborhoods have a poor sewer system and pour their wastewater directly into streams and rivers. The objective of the research was to identify the focus of contamination that affect the water quality of the stream by means of an environmental diagnosis and analysis of water samples; Based on these results, a proposal for an Environmental Management Plan was prepared, aimed at managing the management and treatment of wastewater. The results of this research will be very useful for future projects that allow the sustainable management of the environment, benefiting the population living in the areas surrounding the stream and contribute to the scenic beauty of the sector.

**Keywords:** wastewater, phytoremediation, environmental education

## INTRODUCCIÓN

La calidad del agua es un factor determinante en la vida de la población, sin embargo, en los países en proceso de desarrollo, el mejoramiento de la calidad de agua es pobre y lento<sup>1</sup>. En el año 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al abastecimiento de agua y al saneamiento. Todas las personas tienen derecho a disponer de agua en forma continua, suficiente, salubre, físicamente accesible, asequible y de una calidad aceptable, para uso personal y doméstico<sup>2</sup>. Según la OMS: para 2025, la mitad de la población mundial vivirá en zonas con escasez de agua.

El cambio climático, el aumento de la escasez de agua, el crecimiento de la población, los cambios demográficos y la urbanización ya suponen desafíos para los sistemas de abastecimiento de agua<sup>3</sup>. Por otro lado, el agua contaminada y el saneamiento deficiente están relacionados con la transmisión de enfermedades como el cólera, diarreas, disentería, hepatitis A, fiebre tifoidea y poliomielitis. Los servicios de agua y saneamiento inexistentes, insuficientes o gestionados de forma inapropiada exponen a la población a riesgos prevenibles para su salud<sup>4</sup>.

Por otra parte, también se registran problemas graves de gestión del líquido ya que al menos 50% de desperdicio del agua, y alrededor de 70% de aguas residuales no reciben ningún tratamiento, lo conlleva a que el agua que beben cientos de

millones de personas se vea peligrosamente contaminada o polucionada químicamente<sup>5</sup>. Las fuentes de agua pueden transformarse en medios de cultivo de vectores de graves enfermedades como el dengue<sup>6</sup>. Se ha estimado que muchas enfermedades de transmisión hídrica pueden ser prevenidas con el mejor uso de la calidad del agua, practicas sanitarias e higiénicas, estas en su mayoría son atribuibles a 7 necesidades básicas relacionadas con el saneamiento ambiental<sup>7</sup>.

La reutilización de las aguas residuales para recuperar agua, nutrientes o energía se está convirtiendo en una estrategia importante<sup>8</sup>. Los países están utilizando cada vez más las aguas residuales para regar: en los países en desarrollo, esto representa el 7% de las tierras de regadío<sup>4</sup>. Dentro de los grandes desafíos ambientales que enfrenta hoy nuestro país, está el de la inadecuada gestión de agua superficiales<sup>9</sup>.

Cerca del 20% de las aguas negras y un 80% de las aguas jabonosas, se están depositando en los cauces de los ríos sin tratamiento previo, de una manera desmedida, desorganizada y sin control<sup>10</sup>. Se estima que únicamente los efluentes del 3% de la población provenientes de aguas residuales son tratados antes de su descarga y solamente el 5% del total de industrias localizadas dentro parque industrial cuentan con plantas para el tratamiento de sus desechos líquidos<sup>11</sup>.

La fitorremediación representa una tecnología alternativa, sustentable y de bajo costo para la restauración de ambientes y efluentes contaminados, se basa en la utilización de plantas para reducir in situ la concentración o peligrosidad de contaminantes orgánicos e inorgánicos en el suelo, aire y agua; a partir de procesos bioquímicos realizados por las plantas y microorganismos asociados a sus sistema de raíz, que conducen a un conjunto de métodos para degradar, asimilar, metabolizar los contaminantes presentes en el medio, transformando al contaminante en menos tóxico<sup>12,13,14</sup>.

Estas fitotecnologías ofrecen numerosas ventajas en relación con los métodos fisicoquímicos que se usan en la actualidad, en donde se observas las diversas técnicas Fito correctivas empleadas para restaurar suelos y efluentes contaminados; así como del potencial que ofrece el uso de plantas<sup>15</sup>. La educación ambiental está dirigida a la estimulación de las personas a un modo de vida compatible con la sostenibilidad, para lograr esta aspiración es imprescindible elevar el nivel de conocimiento e información, por parte de los ciudadanos, científicos, investigadores, gobiernos y todas las organizaciones nacionales e internacionales<sup>16,17,18</sup>.

Cuando se adquiere esta conciencia se fomenta la capacidad de analizar y reflexionar sobre el pensamiento ambientalista, este tipo de educación está integrada a los valores ambientales que propician una relación de compromiso con el medio ambiente, donde la diversidad e interculturalidad son componentes fundamentales, los cuales se encuentran asociados a los saberes ambientales que han permitido a las sociedades humanas adaptarse a las distintas condiciones del medio ambiente<sup>19</sup>.

La quebrada “El Alumbre” es una quebrada aledaña en los sectores de la Ciudadela Esteban Godoy, Heroes del Cinepa y Cipres en la que es vertida una gran cantidad de desechos líquidos contaminando la quebrada. Las cantidades de desechos líquidos vertidos han ido aumentando significativamente a causa del gran crecimiento económico presentado en la zona. La mayoría del trayecto de la quebrada se encuentra en los alrededores lo cual afecta a los habitantes. La salud de la quebrada es de vital importancia considerando la cantidad de turistas que visitan el parque, principalmente por el contacto directo que estos podrían tener con esta agua. La salud de varios ecosistemas naturales propios del parque también se encuentra en riesgo de ser afectado

En la ciudad de Loja no existe un programa de monitoreo establecido para el control de niveles de contaminación del recurso hídrico, pero, aun así, las evidencias permiten aseverar que existe contaminación de los ríos y quebradas que atraviesan la ciudad. De ahí que el segundo problema priorizado de la ciudad de Loja, tiene que ver con la contaminación del agua de quebradas y ríos que atraviesan la ciudad, causada por las deficiencias del sistema de alcantarillado que en la actualidad cubre el 50% de la población, y, a la existencia de al menos 5.000 pozos sépticos que al haber cumplido su vida útil y saturado el suelo, vierten sus aguas negras directamente a las quebradas y ríos, especialmente del occidente de la ciudad.

Actualmente el Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Loja viene desarrollando una serie de mingas de limpieza de las diferentes quebradas de la ciudad de Loja como San Cayetano, Punzara, etc., contempladas dentro de un Plan Emergente de Intervención, con la finalidad principal de limpiar los cursos de agua de estos cuerpos hídricos, a fin de evitar posibles inundaciones y desbordamientos; sin embargo, este tipo de medidas son puntuales dado que no existe un Plan de Manejo Ambiental que contemple medidas que permitan mitigar los diferentes impactos de carácter negativo que se presentan en las distintas quebradas de la ciudad.

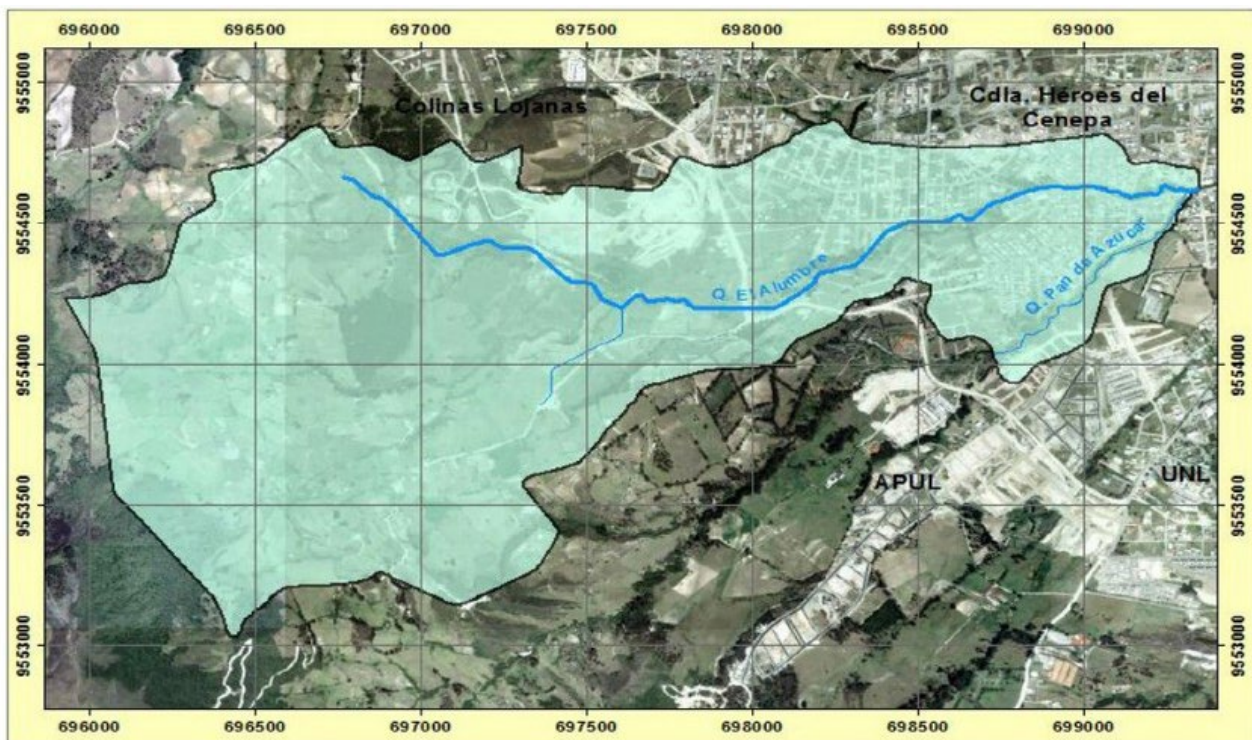
En virtud de aquello el presente trabajo de investigación realizó el diagnóstico

ambiental de la quebrada para determinar las causas de la contaminación del recurso hídrico y proponer un proyecto de fitorremediación que permita contribuir al mejoramiento de la calidad del agua de la quebrada y a la vez que permita beneficiar a las personas que habitan en las partes aledañas a la quebrada, así como también aportar al mejoramiento de la belleza escénica del sector.

El objetivo de la investigación fue contribuir en el mejoramiento de la calidad de vida de la población que habita en los sectores aledaños a la quebrada El Alumbre de la ciudad de Loja a través de la evaluación de la calidad de agua y de la formulación de una propuesta de Plan de biorremediación (fitorremediación) orientada a prevenir, mitigar y controlar el impacto ambiental presente en la zona de estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la quebrada “El Alumbre” ubicada en el barrio Colinas Lojanas, al sur-oeste de la ciudad de Loja, a  $4^{\circ}01'38.8''$  latitud Sur y  $79^{\circ}12'18.6''$  longitud Oeste, tiene una extensión de 3.06 km., en su punto más bajo se encuentra a 2126 msnm, mientras que en el punto más alto alcanza los 2577 msnm de altitud.



**Figura 1.** Mapa de ubicación geográfica de la Quebrada "Alumbre"

Para alcanzar los objetivos de la investigación, se llevó a cabo las siguientes etapas durante el desarrollo del trabajo:

**Técnica de Observación:** Se realizó mediante la salida de campo, en busca de puntos estratégicos para el muestreo.

**Método Descriptivo:** Se lo aplicó al momento de organizar, resumir, y presentar los resultados obtenidos en la observación de campo antes realizada, que permitirá obtener información más concisa.

**Método Deductivo:** Se propuso conclusiones claras y directas a partir de los resultados presentados y descritos de los análisis de laboratorio.

**Método Analítico:** Permite analizar de manera cuantiosa los resultados de los niveles de contaminantes encontrados en la quebrada.

**Muestreo de agua:** El muestreo de aguas, se lo realizó en punto estratégico de la quebrada “El Alumbre”, en la unión con la quebrada de Zambo. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio Ambiental de la Universidad Nacional de Loja, los parámetros considerados en el estudio, están relacionados con las características físico-químicas que comprenden básicamente: olor, sabor, pH, turbiedad, color, dureza total, sólidos disueltos totales, conductividad, pH, alcalinidad total cloruros, sulfatos, nitratos nitritos y hierro; y las características microbiológicas valoradas a través de la presencia o ausencia de: gérmenes totales, coliformes totales, coliformes fecales y hongos-levaduras.

## RESULTADOS

Los resultados de los análisis químicos de las aguas de la quebrada “El Alumbre” los cuales se muestra en la tabla 1 en donde, la conductividad está por debajo de los límites permitidos obteniendo como resultado 11.9 ms/cm.

Parámetros	Unidad
pH	7.6
Salinidad	6.9
TDS	6.97 g/L
Conductividad	11.9 ms/cm

**Tabla 1. Resultados de muestreo de aguas de la quebrada “El Alumbre”**

Parámetros	Unidad	Límite Máximo Permisible
Potencial de Hidrógeno		6-9
Sólidos Disueltos totales	mg/l	500
Temperatura		Condición Natural +/- 3 Grados
Tensoactivos	mg/l	0,5
Turbiedad	UTN	10

**Tabla 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección<sup>20</sup>.**

IMPACTO	MEDIDAS
Contaminación del cuerpo hídrico por descargas de aguas residuales. Generación de malos olores.	Restauración mediante técnicas de Fito remediación. Implementación de un programa de Educación Ambiental para comunidades aledañas.
Deslizamientos de masas de tierra.	Reforestación en las riberas de los causes principales.

**Tabla 3. Acciones frente a los principales impactos detectados en la Quebrada “El Alumbre”**

### **Programa de Restauración de Áreas Degradadas**

Medida 1: Reforestación de áreas afectadas y propensas a deslizamientos de tierras.

Objetivo: Recuperar la cubierta vegetal mediante la reforestación con especies nativas del sector.

Impacto al que se dirige: Deslizamiento de masas de tierra

Procedimiento:

Las especies serán plantadas en las áreas donde se realizará previamente la estabilización de taludes, cerca de las riberas de los causes principales.

La plantación será a principios de la época lluviosa para asegurar el crecimiento de las plántulas.

Las especies arbustivas a plantarse serán: *Cavendishia bracteata* Lindl. (Salapa), *Oreocallis grandiflora* Small (Cucharillo).



**Figura 2. *Brachiaria Mutica* (Brachiaria)**



**Figura 3. *Pennisetum Purpureum* (Pasto elefante)**



**Figura 4. *Panicum Maximum* (Pasto guinea)**



**Figura 5. *Alnus acuminata* Kunth (Aliso)**

Las plantas serán adquiridas en el vivero forestal del Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Loja, el transporte y siembra de las plantas lo dispondrá el equipo de trabajo.

La altura promedio de los arbustos a sembrarse será de 0,30 m y para herbáceas de 0,40 m entre hileras y columnas.



Para árboles se recomienda el método de plantación Tres bolillos, mismo que se utiliza cuando el terreno tiene pendiente, para disminuir la fuerza del agua al encontrar árboles que actúan como barreras, para arbustos se utilizará la densidad de siembra.

El hoyado para sembrar las especies herbáceas será de 40 x 40 cm y para arbustos será de 20 x 20 x 20 cm. Los arbustos serán sembrados a una densidad de siembra de 1x1 ó 2 x 2 m dependiendo de la especie y los árboles 3 x 3 m.

Cuando se realice el hoyado se debe tener cuidado de separar la capa superficial del suelo para colocarla en el fondo del hoyo al momento de plantar. La capa superficial es la que tiene más nutrientes y debe colocarse cerca de las raíces para que puedan aprovechar rápidamente los nutrientes.

Descripción	Cantidad	Valor unitario (dólares)	Valor total (dólares)
<b>Plántulas arbustivas</b>	50	\$ 0.60	<b>\$ 30.00</b>
<b>Plántulas de pastos</b>	100	\$ 0.60	<b>\$ 60.00</b>
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 70.00</b>
<b>Imprevistos (5 %)</b>			<b>\$ 30.00</b>
<b>Total</b>			<b>\$ 100.00</b>

**Tabla 4. Presupuesto para el Programa de Restauración de Áreas Degradadas**

El presupuesto no estima gastos de mano de obra ya que el Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Loja cuenta con el personal necesario para realizar esta actividad.

En las áreas donde hay ganado cerca del sitio de plantación se debe establecer cercas para evitar que los animales puedan causar daño a las plántulas.

Se debe realizar un monitoreo, para realizar el coronamiento de las especies sembradas (cada dos años) para que gane altura, además para determinar el porcentaje de mortalidad de las especies y establecer un programa de replanteo.

Presupuesto: El costo de esta medida es \$ 100.00 dólares.

Tiempo de ejecución: Seis meses. El monitoreo se realizará cada seis meses

durante dos años.

Actividades	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Las especies arbustivas a plantarse serán: (Salapa) y (Cucharillo).	X	X				
Las especies arbóreas a plantarse serán: (Aliso), y (Sauce).	X	X				
Monitoreo			X	X		X
Evaluación	X					X

**Tabla 5. Cronograma para el Programa de Restauración de Áreas Degradadas**

Responsable de la ejecución y monitoreo: Jefatura de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Loja.

Evaluación: Para efectuar una adecuada evaluación de una plantación recién establecida, es necesario contar con un mapa o levantamiento del área plantada, que permita poder definir la zona de estudio y de esta manera recuperar la cubierta vegetal mediante la reforestación con especies nativas del sector.

### **Programa de Educación ambiental**

Medida 1: Implementación de un programa de Educación Ambiental para la población de padres de familia que se encuentran al largo de la quebrada “El Alumbre”.

Objetivo: Generar una cultura ambiental en la población, sobre la correcta clasificación de residuos sólidos domiciliarios.

Impacto al que se dirige: Malos olores.

Procedimiento:

Se involucrará a niños, jóvenes y adultos en el manejo de residuos sólidos urbanos.

Se debe realizar la socialización de este programa con los diferentes presidentes de los barrios aledaños para las futuras capacitaciones.

Las capacitaciones se las realizarán los días viernes con una duración de una hora, en las canchas de los barrios, con la temática de Manejo de residuos sólidos y Conservación de los recursos naturales.

Las capacitaciones serán dirigidas a los padres de familia, donde se tratarán temas como: Conservación de los recursos naturales, clasificación domiciliaria de los residuos sólidos y sanciones por contravenciones a las ordenanzas municipales, educación ambiental, reciclaje, manejo de residuos orgánicos (elaboración de compostaje, mediante el método takakura.

La movilización del personal técnico y capacitador, estará a cargo del Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Loja, con vehículos de la institución.

Este programa está vinculado con el proyecto de Educación Ambiental para los establecimientos educativos del cantón Loja que lleva a cabo el Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Loja a través de la Jefatura de Gestión Ambiental.

Descripción	Cantidad	Valor unitario (dólares)	Valor total (dólares)
Folletos	200	\$ 2.30	\$ 460.00
Diplomas (incentivo)	100	\$ 0.10	\$ 10.00
Camiseta (capacitadores)	3	\$ 10.00	\$ 30.00
Refrigerio	220	\$ 0.80	\$ 176.00
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 676.00</b>
<b>Imprevistos (5 %)</b>			<b>\$ 33.80</b>
<b>Total</b>			<b>\$ 709.80</b>

**Tabla 6. Presupuesto para el Programa de Educación ambiental**

El presupuesto no estima gastos de movilización y recurso humano en vista que el Autónomo Descentralizado del Municipio de Loja cuenta con los vehículos y personal necesario para realizar esta actividad.

Actividades	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Socialización del programa	X					
Charlas de Capacitación de Educación Ambiental		X	X	X		
Movilización del personal técnico y capacitador		X	X	X		
Monitoreo			X			X
Evaluación	X					X

**Tabla 7. Cronograma para el Programa de Educación ambiental**

Responsable de la ejecución y monitoreo: Jefatura de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Loja.

Evaluación: Con las capacitaciones dirigidas a la población aledaña a la quebrada, se pretende realizar una conciencia sobre la conservación de los recursos naturales, clasificación domiciliaria de los residuos sólidos y sanciones por contravenciones a las ordenanzas municipales, educación ambiental, reciclaje, manejo de residuos orgánicos (elaboración de compostaje, mediante el método takakura), así mismo se busca generar una cultura ambiental en la población, sobre la correcta clasificación de residuos sólidos domiciliarios.

## DISCUSIÓN

Mediante el análisis realizado en cuanto a los aspectos químicos la quebrada “El Alumbre” posee un pH de 7.6 en cual se encuentra en los rangos establecidos.

<sup>21</sup>menciona que la mayoría de los ecosistemas acuáticos naturales el pH oscila entre 5.0- 9.0 . Por lo general, este rango permite controlar sus efectos en el comportamiento de otros constituyentes del agua<sup>22</sup>. Las aguas con pH menores de 7 son aguas ácidas y favorecen la corrosión de materiales metálicos al contacto, y las que poseen valores de pH mayores de 7 son aguas básicas y dan lugar a incrustaciones<sup>23</sup>. Lo cual se considera que el pH obtenido de la quebrada “El Alumbre” requiere una desinfección con un tratamiento convencional.

Así mismo, la conductividad está por debajo de los límites permitidos obteniendo

como resultado 11.9 ms/cm. De similar forma, en las disoluciones acuosas la conductividad es directamente proporcional al contenido de sólidos disueltos totales (SDT); es decir que entre mayor sea el valor de conductividad, mayor será la concentración de SDT logrando muy buenas aproximaciones con la siguiente igualdad<sup>24</sup>.

**1,4  $\mu$ S/cm = 1 ppm o 2  $\mu$ S/cm = 1 ppm (mg/l de CaCO<sub>3</sub>).**

La medida de sólidos totales disueltos es un índice de la cantidad de sustancias disueltas en el agua, da una idea de la calidad química. SDT es definido analíticamente como el residuo seco que ha quedado (en mg/L) luego de pasar el agua a través de un filtro y haber evaporado a sequedad<sup>25</sup>.

La salinidad hace referencia al contenido de sal disuelta en un cuerpo de agua, aunque el término también es válido para referirse al contenido salino en Suelos. Esta característica está definida por el contenido de la sustancia de Cloruro de sodio tanto en suelos como en el agua.

La temperatura es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración.

Con los antecedentes antes mencionado se desarrolló una propuesta de metodología, en la cual se desarrollará diferentes programas de manejo ambiental lo cual permitirá un alto grado de eficiencia y eficacia para la fitorremediación de agua de la quebrada “El Alumbre”

## **CONCLUSIONES**

La quebrada “El Alumbre” presenta características típicas de una zona intervenida por encontrarse dentro del área urbana de la ciudad de Loja, por ello la flora y fauna del sector experimenta algún grado de alteración.

La calidad del agua de la quebrada “El Alumbre” según los análisis Físicos-químicos- microbiológicos indican que existe contaminación de este recurso, dado que parámetros como Hierro, Manganeso, Nitritos y Coliformes fecales se encuentran sobre los límites máximos permisibles establecidos por el TULAS;

siendo la parte baja la que presenta el mayor grado de contaminación.

El impacto ambiental con mayor valoración es la contaminación del agua por descargas de aguas residuales provenientes de los domicilios

## REFERENCIAS

1. García, M., Godínez, G., Pineda, B., & Reyes, J. (2015). Derecho al agua y calidad de vida. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 6(11), 1-16.
2. Romero, E., Fernández, C., & Guzmán, C. (2013). Derecho humano al agua y al saneamiento: derechos estrechamente vinculados al derecho a la vida. *Documentación social* (170), 217-236.
3. Salinas, A., & Paz, O. (2011). Aplicación del Modelo de Planificación Hídrica de Cuencas Weap al Proyecto: Aducción de Recursos Hídricos Mururata. *Revista Tecnología, Investigación y Docencia*, 6(6), 27-38.
4. OMS (Organización Mundial de la Salud). (2018). Una guía práctica para mejorar la calidad de la atención a través del agua, el saneamiento y la higiene en las instalaciones de salud.
5. Nieto, N. (2011). La gestión del agua: tensiones globales y latinoamericanas. *Tecnología y ciencias del agua* (36), 157-176.
6. Carmona, J., & Muñoz, J. (2009). Comparación y manejo de los diferentes riesgos del agua, en los aspectos social, económico y de la salud general. *Revista Luna Azul* (29), 68-81.
7. Espigares, M. (1985). *Aguas Residuales. Composición*. Granada: Universidad de Granada. 3. PNUMA. (2007). *Perspectivas del Medio ambiente Mundial Geo4 Medio Ambiente para el Desarrollo*. Mexico: ODM.
8. Silva, J., Torres, P., & Madera, C. (2008). Reuso de aguas residuales domésticas en agricultura. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 26(2), 347-359.
9. Martínez, P. (2013). Los retos de la seguridad hídrica. *Tecnología y ciencias del agua*, 4(5), 165-180

10. Díaz, E., Alvarado, A., & Camacho, K. (2012). El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México. *Quivera*, 14(1), 78-97.
11. PNUMA. Municipio de Loja, Geo Loja. (2007).
12. Marrero, J., Amores, I., & Coto, O. (2012). Fitorremediación, una tecnología que involucra a plantas y microorganismos en el saneamiento ambiental. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 46(3), 52-61.
13. Cubillos, J., Pulgarín, P., Gutiérrez, J., & Paredes, D. (2014). Fitorremediación en Aguas y Suelos Contaminados con Hidrocarburos del Petróleo. *Ingeniería y Competitividad*, 16(1), 131-146.
14. Palta, G., & Morales, S. (2013). **TODEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS CON POACEAS: Brachiaria mutica, Pennisetum purpureum y Panicum maximun EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN, CAUCA.** *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2), 57-65.
15. Delgadillo, A., González, C., Prieto, F., Villagómez, J., & Acevedo, O. (2011). Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(2), 597- 612.
16. Cuéllar, F., & Méndez, P. (2006). Concepciones sobre educación ambiental de docentes de programas de licenciatura en educación ambiental o afines. *Hallazgos* (6), 183-204.
17. Paz, L., Avendaño, W., & Parada, A. (2014). Desarrollo conceptual de la educación ambiental en el contexto colombiano. *Luna Azul* (39), 250-270.
18. Quintana, R. (2017). La educación ambiental y su importancia en la relación sustentable: Hombre-Naturaleza Territorio. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 15(2), 927-949.
19. Flores, R. (2012). Investigación en educación ambiental. *Revista mexicana de investigación educativa*, 17(55), 1019-1033.
20. TULSMA. (2014). Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Ecuador.

21. Hahn, C., Toro, D., Grajalas, A., Duque, G., & Serna, L. (2009). Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la estación piscícola, universidad de caldas, municipio de palestina, Colombia\*. Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural, 13(2), 89 - 105.
22. Orta, L. (2002). Contaminación de las aguas por plaguicidas químicos. Fitosanidad, 6(3), 55-62.
23. De Sousa, C., Correia, A., & Colmenares, M. (2010). Corrosión e incrustaciones en los sistemas de distribución de agua potable: Revisión de las estrategias de control. Boletín de Malariología y Salud Ambiental, 50(2), 187-196.
24. Reitec. (1997). Conductividad Eléctrica.
25. Cardona. (2011). Caracterización del Agua Cruda del Río La Vieja Como Fuente Superficial Para el Proceso de Potabilización de EMCARTAGO S.A.E.S.P. Colombia.

*Aurita Geovania Gonzaga Figueroa*  
*aurita.gonzaga @unl.edu.ec*  
*Universidad Nacional de Loja*