



Estudio de modelación matemática de los daños ambientales en un río urbano de Ecuador

Mathematical modeling study of environmental damage in an urban river in Ecuador

Estudo de modelagem matemática de danos ambientais em um rio urbano no Equador

Juan Pablo Morales Corozo ^I
j.p.shevarajo@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4538-4488>

Jessica Wendy Espinoza Toala ^{II}
wespinoz@espol.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8767-0127>

Edison Patricio Salazar Cueva ^{III}
edison.salazar@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8964-8150>

Freddy Eduardo Quinchimbla Pisuña ^{IV}
freddy.quinchimbla@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5956-0465>

Correspondencia: j.p.shevarajo@gmail.com

Ciencias Técnica y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de abril de 2023 * **Aceptado:** 12 de mayo de 2023 * **Publicado:** 17 de junio de 2023

- I. Candidato a Doctor Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora en el programa Doctorado en Ambiente y Desarrollo, Venezuela, Máster de Gestión de Medio Ambiente Docente de Posgrado UNELLEZ-Venezuela.
- II. Máster en Ciencias Matemáticas, Investigación de Operaciones, Estadística y Econometría (Morse). Docente de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.
- III. Ingeniero Industrial, Magister en Seguridad y prevención en riegos del trabajo, Docente de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador.
- IV. Ingeniero Automotriz, Magíster en Ingeniería Mecánica, Docente de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador.

Resumen

Los cambios experimentados por la explotación de los recursos naturales durante la década de los 90's, han permitido a los países generar mayor interés por la disminución de los impactos ambientales. Los ríos urbanos comprenden ecosistemas complejos y dinámicos los cuales brindan servicios de seguridad, recreación, protección de la naturaleza y biodiversidad, parte de este equilibrio y funcionalidad se debe a la presencia de los recursos agua, flora y fauna. La presente investigación tiene como propósito diseñar un modelo matemático que permita cuantificar los daños ambientales en el río Lumbaqui a fin de establecer instrumentos de prevención y la aplicación de buenas prácticas de conservación. El incremento de la población de cerdos dentro del río Lumbaqui generan grandes problemas dentro de los cuales se encuentra la remoción de suelo para la construcción de las chancheras que influyen en el incremento de sedimentos en el agua que son también otro factor a considerar en los daños ambientales y el mismo no fue considerado en el modelo matemático, siendo un limitante ya que no nos muestra la superficie degradada por esta actividad.

Palabras Clave: Daños ambientales; green criminology; modelación matemática; ríos urbanos.

Abstract

The changes experienced by the exploitation of natural resources during the 90's have allowed countries to generate greater interest in reducing environmental impacts. Urban rivers comprise complex and dynamic ecosystems which provide security, recreation, nature protection and biodiversity services; part of this balance and functionality is due to the presence of water, flora and fauna resources. The purpose of this research is to design a mathematical model that allows quantifying environmental damage in the Lumbaqui River in order to establish prevention instruments and the application of good conservation practices. The increase in the population of pigs within the Lumbaqui River generates great problems within which is the removal of soil for the construction of the pig pens that influence the increase of sediments in the water that are also another factor to consider in the damages. environmental and it was not considered in the mathematical model, being a limitation since it does not show us the surface degraded by this activity.

Keywords: environmental damage; greencriminology; mathematical modeling; urban rivers.

Resumo

As mudanças experimentadas pela exploração dos recursos naturais durante a década de 90 permitiram que os países gerassem maior interesse em reduzir os impactos ambientais. Os rios urbanos constituem ecossistemas complexos e dinâmicos que fornecem serviços de segurança, recreação, proteção da natureza e biodiversidade; parte desse equilíbrio e funcionalidade se deve à presença de recursos hídricos, flora e fauna. O objetivo desta pesquisa é projetar um modelo matemático que permita quantificar os danos ambientais no rio Lumbaqui, a fim de estabelecer instrumentos de prevenção e aplicação de boas práticas de conservação. O aumento da população de porcos dentro do rio Lumbaqui gera grandes problemas dentro dos quais está a remoção de solo para a construção dos chiqueiros que influenciam no aumento de sedimentos na água que também são outro fator a considerar nos danos. não foi considerado no modelo matemático, sendo uma limitação uma vez que não nos mostra a superfície degradada por esta atividade.

Palavras-chave: dano ambiental; criminologia verde; modelagem matemática; rios urbanos.

Introducción

La investigación sobre los daños ecológicos es una preocupación constante dentro de la gestión ambiental. Las modificaciones de áreas de interés para la conservación debido a los violentos sistemas dinámicos exponen la fragilidad de los hábitats naturales para varias especies de fauna silvestre, mostrándose en varios de los casos fenómenos devastadores (Ruiz, 2018). El resultado de las actividades antrópicas crea cambios en la mayoría irreversibles sobre las condiciones ambientales de una superficie en particular, generando deterioro de la biodiversidad. Sin embargo, estos rápidos cambios están teniendo un grave efecto sobre los recursos naturales alterando los servicios ecosistémicos de las áreas de interés. Recientemente, investigaciones han examinado los efectos de las dinámicas irreversibles causadas por los daños ambientales y como se enfrentan estos fenómenos, evidenciándose la necesidad de desplegar acciones de intervención multidisciplinaria sobre la problemática de los sistemas socio ecológicos (Cruz, 2018).

Según Cicaré, (2018) los daños ambientales entran en el concepto de green criminology concentrándose en la identificación de la causa raíz del problema y las consecuencias que dan como resultado la degradación de los ecosistemas, para de esta manera establecer soluciones y las formas de intervención para atenuar los impactos negativos, extendiéndose más allá de la criminología tradicional. La green criminology es un área que cobra cada vez más importancia debido a la

preocupación por los daños ambientales, las teorías de la desviación de condiciones normales de zonas sensibles surgen de varios trabajos de investigación basados en delitos ambientales y las políticas aplicadas en cada uno de los casos. También la criminología analiza los escenarios desde una posición radical donde se toma en cuenta los cambios debido a las dinámicas debido a la explotación de los servicios ecosistémicos de forma inadecuada explicando de manera sistemática el delito (Ailén, 2021). Teóricamente la green criminology describe como las actividades alteran el medio ambiente es percibido por los moradores de un sector específico los cuales son considerados víctimas. En resumen, describe el impacto social generado por la contaminación de los recursos naturales analizando de una manera más profunda.

Tomando en cuenta la realidad mundial, la green criminology considera la responsabilidad a los Estados de los daños ambientales dentro de cada uno de sus territorios, obligando a crear organismos encargados de velar por la prevención de la contaminación vigilando y monitoreando las actividades de alto, bajo y mediano impacto (Díaz, 2019). En el Ecuador el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica es el organismo encargado de disminuir la contaminación ambiental y del recurso hídrico, incentivando las buenas prácticas ambientales, de conservación y adaptación al cambio climático, garantizando la calidad, conservación y sostenibilidad de los recursos naturales dentro del territorio ecuatoriano. Este organismo establece el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental otorgando competencias exclusivas a los gobiernos municipales dentro de su circunscripción territorial, llevando concordancia con lo establecido en el Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización. Bajo este concepto los gobiernos municipales han establecidos políticas locales para la prevención de la contaminación, permitiendo a la vez establecer superficies de interés de conservación. La presente investigación tiene como propósito diseñar un modelo matemático que permita cuantificar los daños ambientales en el río Lumbaqui a fin de establecer instrumentos de prevención y la aplicación de buenas prácticas de conservación.

Los cambios experimentados por la explotación de los recursos naturales durante la década de los 90's, han permitido a los países generar mayor interés por la disminución de los impactos ambientales. Los efectos relacionados con la contaminación han sido investigados desde diversas perspectivas sociales ambientales y económicas. La expansión de la frontera agrícola, la expansión urbana, la conversión del uso de suelo en zonas sensibles producen efectos considerables al ambiente, según Mendoza, (2019) la pérdida de la cobertura vegetal erosiona los suelos

volviéndoles infértiles en ríos urbanos. Los ríos urbanos comprenden ecosistemas complejos y dinámicos los cuales brindan servicios de seguridad, recreación, protección de la naturaleza y biodiversidad, parte de este equilibrio y funcionalidad se debe a la presencia de los recursos agua, flora y fauna. Los problemas ambientales a nivel mundial comenzaron a surgir al urbanizarse varios sectores cercanos a los ríos los cuales fueron los receptores de aguas negras, grises, descargas industriales que dañaron considerablemente la calidad de agua y causan variaciones en los ciclos hidrológicos variando la cantidad de agua (Gastezzi et al., 2017).

El problema en los ríos urbanos los conflictos se agudizan por la expansión urbana y su concentración en zonas periféricas, a nivel de Latinoamérica este crecimiento ha sido de manera exponencial siendo la tasa de crecimiento anual superior a los 2,75%, a la vez la concentración de la misma se encontraba en sectores periféricos. El factor principal para este efecto comprende los movimientos migratorios del medio rural al urbano obligando a los municipios a establecer reclasificaciones de las zonas consideradas de conservación a urbanas. Según Dourojeanni y Jouravlev, (1999) estos procesos debido a las dinámicas sociales se han desarrollado a nivel de América Latina y el Caribe con rapidez. Para ese entonces su proyección desde 1999 hasta el año 2030 era de 41,4% a 73,4%, observándose que dicha predicción fue cierta de acuerdo a los estudios desarrollados por la CEPAL¹, donde se ha visto problemas en los ríos urbanos donde se han creado zonas marginales sin una planificación de servicios e infraestructura. En los asentamientos irregulares generalmente se encuentra la población más pobre los cuales de forma ilegal, construyendo sus viviendas de manera improvisadas y no técnicas en zonas ambientalmente sensibles. Los ríos urbanos seccionan la estructura de los barrios delimitando de forma espacial tomando en cuenta sus servicios ecosistémicos fuera de lo tradicional conjuga las vocaciones ecosistémica y urbana donde la infraestructura, espacio invadido y el espacio público deben llevar armonía con el cauce de agua y el ecosistema ripario, fundamentales para la depuración natural del agua y el intercambio de nutrientes a través del cauce.

El problema de las zonas marginales donde se dan los asentamientos informales fuera de la red pública de alcantarillado genera altos costos para la implementación en esos sectores. De acuerdo a Ríos y Pérez, (2008) los gobiernos municipales deben establecer políticas urbanas locales donde se den cambios regulatorios donde se incluya diferentes actores públicos y privados. La green

¹ CEPAL Comisión Económica para América Latina y el Caribe, es el organismo dependiente de la Organización de las Naciones Unidas, responsable de promover el desarrollo económico y social de la región.

criminology responsabiliza a los gobiernos municipales de la contaminación de los ríos urbanos. Los desastres ambientales debido a la mala gestión del cuidado de los ríos urbanos están relacionados con los planes de desarrollo y ordenamiento territorial. Las teorías de la green criminology que aportan la comprensión de las dinámicas sociales, económicas y ambientales de un sector en particular y las prácticas de aplicación de las normativas ambientales encaminados a proteger los recursos naturales. “Los crímenes ambientales suelen ser poco prioritarios en sistemas de justicia penal y de poca preocupación pública en seguridad, a pesar de tener el potencial de causar impactos sociales amplios y muertes” (Salazar et al., 2022, p. 110).

La aplicación de las normativas ambientales en el Ecuador comprende una nueva perspectiva criminológica. A pesar de la amplia investigación en el campo de los daños ambientales no existe un solo estudio que aborde adecuadamente variables criminológicas. El Código Orgánico Integral Penal tipifica el tipo de delitos ambientales que causan graves daños a la biodiversidad y los recursos naturales. Los delitos ambientales tienen implicaciones sociales, económicas y ambientales a corto, mediano y largo plazo considerándose una amenaza directa a las personas. Desde la green criminology los daños ambientales provocados en los ríos urbanos comprenden un crimen social y ecológico, que tiene como víctimas a la flora y fauna silvestre, la cual por la débil aplicación de las políticas locales y la falta de una buena planificación territorial son considerados conductas delictivas indirectas. Las competencias exclusivas municipales llevan a promover los sistemas de justicia social a través de cubrir las necesidades básicas insatisfechas dentro de las cuales se encuentra el sistema de alcantarillado sanitario para la prevención de la contaminación de los ríos urbanos, y la ampliación de la cobertura de la recolección de los desechos sólidos.

Si bien es cierto la responsabilidad de la implementación de políticas locales es netamente de los gobiernos municipales, la población también tiene una cuota de responsabilidad por lo que las acciones institucionales con respecto a los delitos ambientales están asociadas a las competencias de gestión ambiental, manejo de los desechos sólidos, manejo de las riberas de los ríos, gestión de riesgos, agua potable y alcantarillado, todas asociadas a la gestión ambiental dentro de la circunscripción territorial. La aplicación de las normativas locales va encaminadas a proteger y preservar la integridad ecológica por lo que los resultados de una buena gestión se centran en disminuir la ocurrencia de los delitos ambientales.

Una de las actividades críticas dentro de los ríos urbanos es la presencia de chancheras, el cual en algunos sectores urbanos crece de manera considerable sin ningún control. “Es necesario

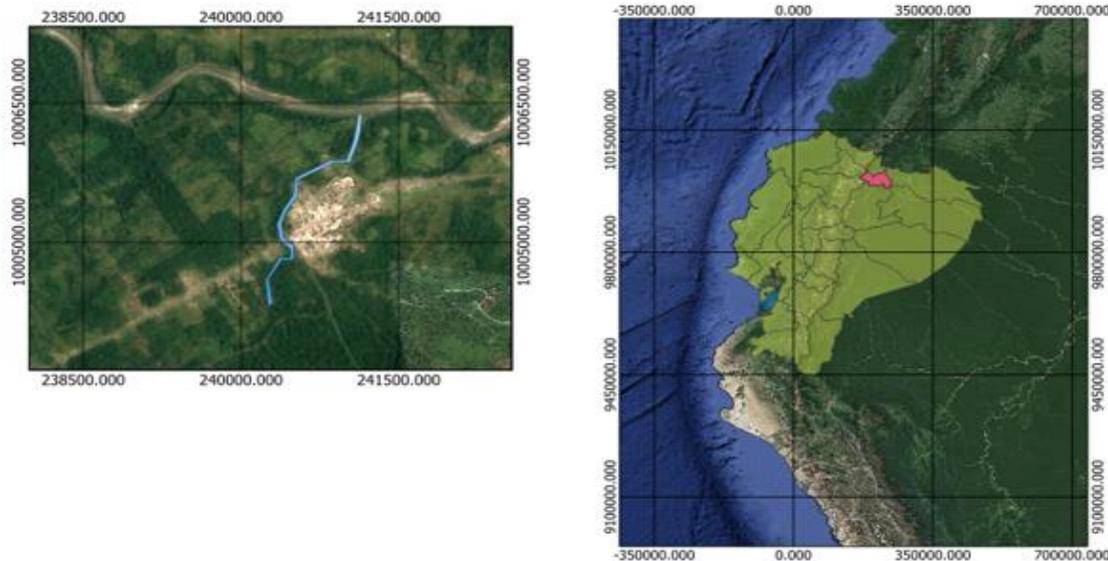
evolucionar en la identificación de un daño ecológico puro que tenga un régimen jurídico de aplicación propio para que los jueces y funcionarios públicos puedan desarrollar medidas de protección y sanción” (Utreras, 2016, p. 76). La proliferación de chancheras sin ningún control dentro de las riberas de los ríos urbanos generan muchos problemas graves a la salud de los moradores del sector y no existe una investigación específica que muestre como el incremento de esta actividad afecta a la calidad y cantidad de agua (Granja, 2022). Surge, por tanto, la necesidad de comprender mediante modelaciones matemáticas las dinámicas sociales de la actividad porcina en las riberas de los ríos urbanos y su daño ambiental.

Existe un problema actual con respecto a la efectividad de la aplicación del derecho ambiental, existiendo desatinos en la aplicabilidad. De acuerdo a Chacón, (2016) en las últimas décadas ha existido un crecimiento exponencial de la normativa ambiental a nivel global y nacional pero esta no ha logrado resolver problemas complejos, fallando en el mantenimiento de la ecología. Los criterios técnicos basados en la simulación de los eventos donde se degrada el medio ambiente ayudan de manera considerable a la posibilidad de producir efectos jurídicos de forma objetiva, permitiendo tener un insumo referencial para el inicio de los actos administrativos, a la vez elaborar ordenanzas mostrando una efectividad en su aplicación. Es necesario contar con modelos de simulación para cuantificar los daños ambientales y “que en el momento de determinar la responsabilidad se constituye una temática que agobiará el desarrollo legislativo y la respuesta judicial, toda vez que esos daños ambientales ocasionan perjuicios a derechos humanos, los cuales se deben garantizar y reparar” (Quintero, 2014, p. 95).

Materiales y método

La investigación se desarrolla en el río Lumbaqui, localizado en el cantón Gonzalo Pizarro, tiene una extensión de 18 Kilómetros, cruzando todo el sector urbano consolidado de la ciudad de Lumbaqui. Cada vez es más difícil ignorar la presencia de las chancheras en las riberas del río Lumbaqui, la dinámica con la cual se desarrollan es crítica debido a que estas actividades van acompañadas con las conversiones de usos de suelo, alterando el ecosistema. La falta de un criterio técnico sólidos que muestre las consecuencias ambientales de esta actividad ha permanecido como un problema para el gobierno municipal.

Figura 1 Ubicación del río Lumbaqui



Fuente: Elaboración propia

Hasta la fecha se han desarrollado e introducido varios métodos para evaluar los daños ambientales, muchos de ellos descriptivos. Para el desarrollo de esta investigación nos basamos en los modelos matemáticos para describir el comportamiento de la contaminación de los ríos urbanos a partir de las dinámicas sociales basadas en el aumento de las chancheras constituye un modelo de ecuación no lineal con una solución exacta apegado a la realidad de cada localidad. La predicción de los daños ambientales a partir de la utilización de estos modelos matemáticos se establece con la intención de superar las limitaciones prácticas. Diferentes autores han utilizado modelos matemáticos en una amplia variedad de formas para comprender el comportamiento de los daños ambientales en los ríos urbanos, constituyendo uno de los cimientos para comprender los cambios ecosistémicos siendo un acercamiento a la descripción de un fenómeno real. Tomando el DQO como parámetro de referencia donde su dato inicial corresponde el de la Tabla 2 del Acuerdo Ministerial No. 097-A, publicado mediante Registro Oficial Edición Especial No. 387 del 14 de noviembre de 2015. De acuerdo al comportamiento del río Lumbaqui se obtiene la siguiente ecuación:

$$C = C_0 + 2,954 * e^{0,228t}$$

Donde

C_0 Concentración de DQO sin chancheras

t Tiempo

La proyección de cerdos se lo obtiene mediante la siguiente ecuación

$$n = 0,232 * C$$

C Concentración de DQO

Para la evaluación de los impactos ambientales debido a la presencia de chanchera en el río Lumbaqui se lo obtiene a partir de la metodología establecida por Rivera y Senna, (2017) la cual comprende una matriz de causa – efecto donde se califican los impactos de acuerdo al nivel de daño y se determina la probabilidad de ocurrencia. Esta valoración nos muestra la fragilidad del sector en los elementos ambiental económico y social. El nivel de impacto paisajístico se lo obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$I = \sum_{i=1}^n \frac{Q * M}{Q_t}$$

Donde:

Q Calificación del parámetro

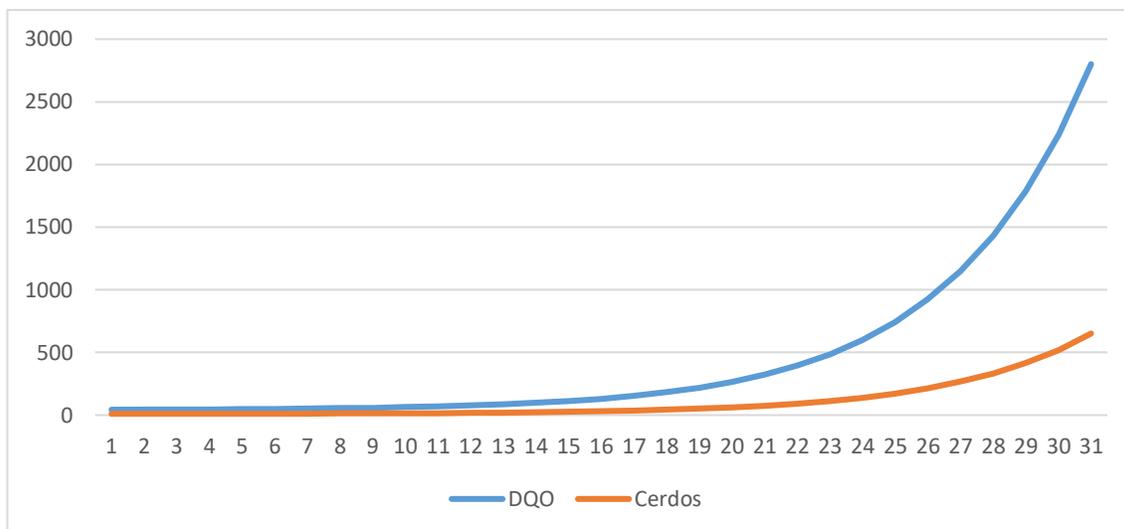
Q_t Valor total de las calificaciones

M Magnitud

Resultados

Los resultados proporcionan un fuerte soporte al argumento de la sensibilidad del ecosistema del río Lumbaqui y como se ve alterada la calidad del agua por el incremento de la cantidad de cerdos, en la figura 2 se muestra el comportamiento dentro de la microcuenca.

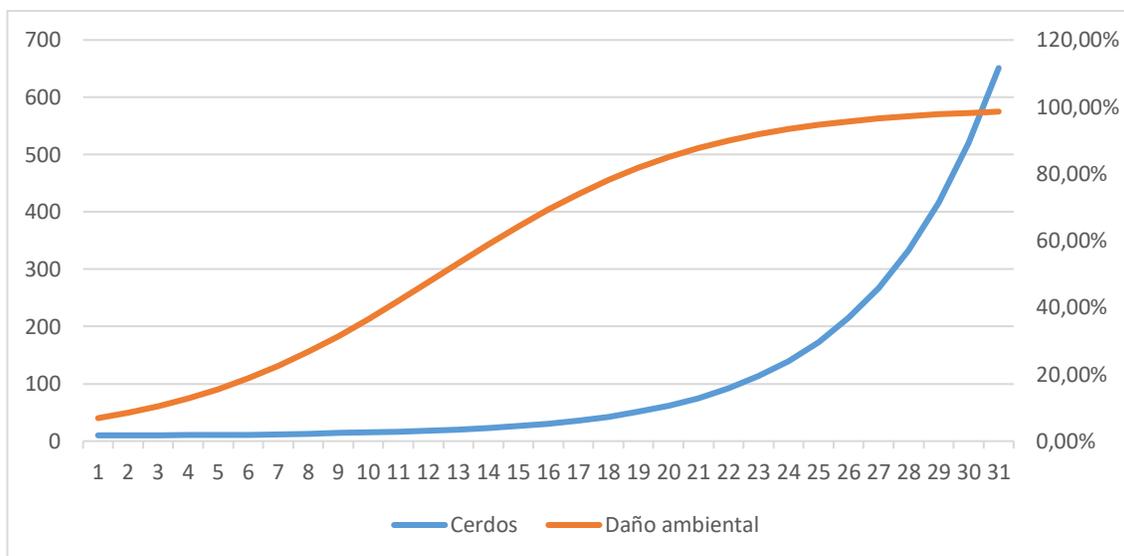
Figura 2 Variación de concentración de DQO con la cantidad de cerdos



Fuente: Elaboración propia

Conforme se incrementa la cantidad de chancheras se incrementa el daño ambiental en el río Lumbaqui, como se puede observar en la figura 3.

Figura 3 Daño ambiental en función de la cantidad de cerdos



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1 Impacto ambiental debido a la presencia de chancheras

N°	Efectos causados por las chancheras	Calificación	Magnitud	Impacto
1	Contaminación de suelo	10	10	1,25
2	Vulnerabilidad (urbanización, infraestructuras, y población) por eventos peligrosos o desastres	10	9	1,125
3	Contaminación de las fuentes hídricas	10	10	1,25
4	Pérdida de biodiversidad por el cambio de uso de suelo	9	8	0,9
5	Modificación y alteración antrópica del paisaje	8	10	1
6	Procesos erosivos	7	7	0,6125
7	Contaminación atmosférica	7	4	0,35
8	Contaminación por desechos sólidos	19	10	2,375
IMPACTO				8,8625
				ALTO

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1 se evidencia que el impacto ambiental debido a la presencia de chancheras es alto, es decir que conforme se incrementa esta actividad los efectos en los ecosistemas son muy fuertes y provoca varios inconvenientes que afectan a los recursos y disminuyen los servicios ecosistémicos de este río urbano.

Conclusiones

El modelo matemático obtenido en esta investigación es sumamente útil para pronosticar el comportamiento del incremento de las chancheras dentro de las riberas del río Lumbaqui. Sin embargo, no se toma en cuenta variables de causas asignables que influyen de forma sinérgica en la calidad de agua. Por otro lado, el modelo matemático propuesta formaliza el concepto de daño ambiental más exacta desde el punto de vista de la variación de la concentración de DQO donde se toma en cuenta los factores locales.

Los resultados pueden ser tomados como un insumo referencial para ser tomado en cuenta en la creación de políticas locales de conservación, para evitar la conversión ilegal del suelo, a la vez considerar en la actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, tomando en cuenta actividades de manejo, control y seguimiento de las riberas del río Lumbaqui a fin de cumplir con las competencias exclusivas establecidas en la normativa ambiental vigente.

El incremento de la población de cerdos dentro del río Lumbaqui generan grandes problemas dentro de los cuales se encuentra la remoción de suelo para la construcción de las chancheras que influyen en el incremento de sedimentos en el agua que son también otro factor a considerar en los daños ambientales y el mismo no fue considerado en el modelo matemático, siendo un limitante ya que no nos muestra la superficie degradada por esta actividad.

El modelo matemático es puntual ya que muestra la dinámica de los daños ambientales debido al incremento de la población de cerdos, pero no integra otros factores como la superficie degradada, la cantidad de sedimentos generados por la remoción de la capa vegetal, la presencia de insectos nocivos para la salud y que influyen en la calidad de agua, entre otros factores que muestran con precisión las variaciones del ecosistema.

Los principales problemas que se tiene en las riberas del río Lumbaqui es la basura generada por los moradores del sector los cuales sumados a los desechos provocados por las chancheras generan un impacto considerable el mismo que altera parte de la cantidad y calidad de agua, a la vez influye en la acumulación de sedimentos que alteran el normal flujo del agua y pueden ocasionar procesos de inundación en varios sectores. Tomando en cuenta el análisis de Corozo, (2023) estas variables aleatorias deben tomarse en cuenta a fin de concienciar a la comunidad acerca de la importancia de la conservación de la microcuenca del río Lumbaqui y los beneficios de los servicios ecosistémicos dentro del área urbana.

El impacto de las variables que influyen en el cálculo de los daños ambientales debido a la presencia de chancheras afecta a las políticas de desarrollo del cantón sumado a este los conflictos sociales que se generan conlleva a la formulación de estrategias de ejecución de actividades de control basadas en la concienciación e implementación de actividades de recuperación de áreas degradadas.

Hay que tomar en cuenta que se debe mejorar la cobertura del servicio de recolección evitando la proliferación de botaderos clandestinos, a la vez buscar alternativas para reubicación y el

aprovechamiento de los desechos de las chancheras para la obtención de biogas de tal forma que esos desechos no lleguen al río y alteren la calidad y cantidad de agua.

Referencias

1. Ailén, M. (2021). ¿Qué es la criminología verde? Archivos de Criminología, Seguridad Privada y Criminalística, 26, 75-86.
2. Chacón, M. P. (2016). El camino hacia la efectividad del derecho ambiental. Innovare: Revista de ciencia y tecnología, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.5377/innovare.v5i1.3182>.
3. Cicaré, F. T. (2018). Apuntes para el estudio del daño contra el entorno vivo y las especies desde una Green Criminology. Quaderns-e de l'Institut Català d'Antropologia, 23(1), Article 1. <https://publicacions.antropologia.cat/quaderns-e/article/view/4>.
4. Corozo, J. P. M. (2023). Comportamiento dinámico de los eventos peligrosos y desastres en el Cantón Gonzalo Pizarro, Ecuador. Reincisol., 2(3), Article 3. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7500341>.
5. Cruz, G. A. de la. (2018). Vulnerabilidad y resiliencia como condiciones de intervención de crisis socio-ecológicas. Revista Intervención, 8(2), Article 2. <https://doi.org/10.53689/int.v8i2.62>.
6. Díaz, C. G. (2019). Impacto social del daño medioambiental. Análisis de caso: Puerto Rico 50 años después del Estado Libre Asociado.
7. Gastezzi, P., Alvarado, V., & Pérez, G. (2017). La importancia de los ríos como corredores interurbanos. Biocenosis, 31(1-2), Article 1-2. <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/biocenosis/article/view/1725>.
8. Granja, V. P. (2022). Vulneración de los derechos de la naturaleza “Rio Toachi” por desechos de Ganadería porcina en Cotopaxi [BachelorThesis]. <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/14579>.
9. Mendoza, B. (2019). Estudio de impacto ambiental en el área de influencia del sistema de riego presurizado atapo-Palmira, microcuenca del Río Atapo [BachelorThesis, Universidad Nacional de Chimborazo,2019]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5311>.

10. ourojeanni, A., & Jouravlev, A. (1999). Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/33031>.
11. Quintero, C. A. M. (2014). El alcance de la responsabilidad por daños ambientales. *Criterio Libre*, 12(21), Article 21. <https://doi.org/10.18041/1900-0642/criteriolibre.2014v12n21.107>.
12. Ríos, D., & Pérez, P. (2008). Urbanizaciones cerradas en áreas inundables del municipio de Tigre: ¿producción de espacio urbano de alta calidad ambiental? *EURE (Santiago)*, 34(101), 99-119. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612008000100005>
13. Rivera, J.-A., & Senna, D.-C. (2017). Análisis De Unidades De Paisaje Y Evaluación De Impacto Ambiental Como Herramientas Para La Gestión Ambiental Municipal. Caso De Aplicación: Municipio De Tona, España. *Luna Azul*, 45, 171-200. <https://doi.org/10.17151/luaz.2017.45.10>
14. Ruiz, A. G. (2018). Del Ecocidio y los procesos migratorios a la opacidad de la victimización ecológica. *Revista electrónica de Ciencia penal y Criminología*, 20, 1-44.
15. Salazar, J. I. C., Carpio-Domínguez, J. L., & Arroyo-Quiroz, I. (2022). Criminología verde, esfuerzo de aplicación de las regulaciones sobre vida silvestre en México entre el 2006 y 2020. *Constructos Criminológicos*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.29105/cc2.2-21>
16. Utreras, A. G. (2016). Informe jurídico sobre las infracciones, sanciones y responsabilidades de la contaminación del aguan en la ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento de agua, frente a los objetivos del buen vivir. <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/3717500341>

© 2023 por los autores. 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/>).