



Caracterización y diagnóstico ambiental de la microcuenca hidrográfica Río de Oro

Characterization and environmental diagnosis of the Río de Oro hydrographic micro-basin

 <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v1.n2.2023.14-26>

Recibido: 28-05-2023

Aceptado: 24-10-2023

Publicado: 20-12-2023

Juan Manuel Guerrero Calero¹

 <https://orcid.org/0000-0002-1356-0475>

Daniel Alejandro Cárdenas Baque²

 <https://orcid.org/0000-0002-0842-6431>

Jessica Jesenia Moran Mora³

 <https://orcid.org/0000-0002-6487-1038>

Yasiel Barban Forte⁴

 <https://orcid.org/0009-0007-4130-3904>

Katherin Clarita Hidalgo Zambrano⁵

 <https://orcid.org/0009-0003-1132-190X>

1. Maestría en Gestión Integrada: Medio Ambiente, Calidad y Prevención; Maestría en Dirección Estratégica Especialidad en Gerencia; Ingeniero en Medio Ambiente; Universidad Estatal del Sur de Manabí; Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Ambiental; Jipijapa, Ecuador.
2. Ingeniero en Ambiental; Universidad Estatal del Sur de Manabí; Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Ambiental; Jipijapa, Ecuador.
3. Magíster en Ciencias Mención Microbiología; Ingeniero Agrónomo; Universidad Estatal del Sur de Manabí; Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera Agropecuaria; Jipijapa, Ecuador.
4. Licenciado en Historia; Instituto Superior Universitario Oriente; Carrera de Tecnología en Turismo; Joya de los Sacha, Ecuador.
5. Instituto Superior Tecnológico República de Alemania; Carrera de Tecnología en Desarrollo Ambiental; Riobamba, Ecuador.

Volumen: 1

Número: 2

Año: 2023

Paginación: 14-26

URL: <https://revistas.unesum.edu.ec/agricultura/index.php/ojs/article/view/17>

***Correspondencia autor:** juan.guerrero@unesum.edu.ec



RESUMEN

El tema de investigación aborda los problemas ambientales presentes en la microcuenca Río de Oro, a partir de una caracterización de los componente abióticos, bióticos y socioeconómicos, a través del uso de los sistemas de información geográfica y parámetros morfológicos utilizados, entre otras variables tales como la capacidad de uso de suelo, geológico, cobertura vegetal y el análisis socio-económico, el diagnóstico identificó los aspectos ambientales que causan contaminación en las riberas del río e inciden en deteriorar la microcuenca , los resultados obtenidos muestran que dos de estos aspectos ambientales mantienen un criterio de importancia muy alto, relevantes a las descargas de aguas residuales y desechos sólidos.

Palabras clave: Río de Oro, Componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos, aspectos ambientales ArcGIS.

ABSTRACT

The research topic addresses the environmental problems present in the Río de Oro micro-basin, based on a characterization of the abiotic, biotic and socioeconomic components, through the use of geographic information systems and morphological parameters used, among other variables such as the capacity for land use, geological, vegetation cover and socio-economic analysis, the diagnosis identified the environmental aspects that cause pollution on the banks of the river and affect the deterioration of the micro-basin, the results obtained show that two of these environmental aspects maintain a very high importance criterion, relevant to wastewater and solid waste discharges.

Keywords: Río de Oro, Abiotic, biotic and socioeconomic components, environmental aspects ArcGIS.



Creative Commons Attribution 4.0
International (CC BY 4.0)

Introducción

El crecimiento de la población ha llevado a acelerar el proceso de expansión urbana y rural en cuanto a actividades económicas las cuales ejercen una enorme presión sobre los recursos naturales, especialmente recursos hídricos (Bennett *et al.*, 2016).

Los principales problemas que afectan repetidamente a las cuencas, microcuencas y microcuencas hidrológicas son factores como erosión y sedimentación consecuente, las sequías que deterioran los ríos, en su conjunto también encontramos las inundaciones por crecida de canales y causas además que en la actualidad casi todas las fuentes naturales de agua se ven afectadas (CEPAL, 2013).

Moncayo y Zambrano (2018) evaluaron las actividades antropogénicas y su influencia en el río Portoviejo donde se llegó a la conclusión que la contaminación en la principal fuente hídrica de Portoviejo se debe a las actividades agrícolas, descargas de desechos sólidos y vertimiento de aguas servidas. Por otra parte, Mieles y Jaramillo (2020) realizaron un análisis poblacional entre los años y su impacto ambiental en la parroquia Andrés de Vera – Portoviejo, zona urbana de la microcuenca, este estudio tuvo como resultado el conocimiento de impactos ambientales principalmente de agua, aire y suelo, a causa de la expansión demográfica.

En el caso de la microcuenca Río de Oro se evidencia que su principal problema es la expansión demográfica, misma que podría haber la posibilidad de erosionar los suelos, contaminar el río principal y por efectos antropogénicos en las zonas rurales y urbanas. Para la caracterización de estas variables ambientales, se debe emplear el uso de herramientas de sistemas de información geográfica, mismas que permiten visualizar el contexto del área de estudio.

Los poblados cercanos (Guayabal y Río de Oro) tienen en cuenta que en los últimos

años se ha presenciado diversos problemas relacionados con el manejo inadecuado los recursos naturales, que derivan la inestabilidad y vulnerabilidad de la zona. Sin embargo, el ahorro y la gestión adecuada de los recursos hídricos también es una labor importante que ayuda a sustentar y conservar el hábitat de plantas y animales (Mieles y Jaramillo, 2020).

Por tal razón el estudio tiene el objetivo de caracterizar los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos encontrados en la microcuenca Río de Oro y diagnosticar la situación actual ambiental que atraviesa la microcuenca.

Materiales y métodos

Área de estudio

La microcuenca Río de Oro, está ubicada en la región costera del Ecuador, en la provincia de Manabí entre el cantón Portoviejo y Montecristi que limita en el sector en el que se encuentran los poblados llamados Guayabal y Río de Oro, extensión de aproximadamente de 48,73 Ha donde finaliza desembocando a la cuenca del río Portoviejo.

El estudio es de carácter cuantitativo de las características físicas de una cuenca hidrológica, donde se analizará la red de drenaje, pendiente y forma utilizando cálculos numéricos, la morfología es específica de cada cuenca hidrológica, además de ser directamente proporcional a la posibilidad de captación de agua y su respuesta ante eventos climáticos, como la escorrentía superficial fuera del caudal y el transporte de sedimentos (Cardona, 2017).

Los parámetros de medición morfológica de una cuenca hidrológica o de drenaje están limitados por los contornos internos en los que el agua de lluvia cae, se acumula y fluye hacia un punto común llamado salida de la cuenca o punto de drenaje. Las características morfométricas de una cuenca tienen un efecto significativo en la ocurrencia

de deslizamientos de tierra y pueden proporcionar información valiosa relacionada con los movimientos superficiales inducidos por la lluvia.

Figura 3.

Mapa área de estudio.



Metodología

La caracterización y diagnóstico ambiental se fundamenta en: caracterización de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómico, empezando con la extrayendo las variables de geología, geomorfología, suelos, vegetación, uso de suelo de los archivos shape visualizados en el programa ArcGIS, de esta manera se identificó toda su tipología para luego realizar una descripción que contiene sus características respaldado bibliográficamente.

Proceso para el diagnóstico de la microcuenca río de Oro.

El diagnóstico empieza con el uso de las herramientas "Google Earth, Google Maps y ArcGis como guía para el recorrido tomando en cuenta las mejores rutas para tener acceso al cause principal. Se tomó como referencia la carta topográfica del IGM escala 1:50.000 de Montecristi donde se puede visualizar el río principal, luego con ayuda de mapas y moradores que viven en la cercanía de la zona Google se encontró la localización exacta del punto de inicio.

Las coordenadas se tomaron a través de un GPS garmin 64s en diferentes partes del

río principal donde existían aspectos ambientales que inciden a la contaminación del mismo, se procedió a la toma de cada una de las coordenadas de los aspectos ambientales encontrados en las riberas de la microcuenca, esto incluye botaderos de basura, vertido de aguas residuales y áreas de construcción entre otros.

La realización de un mapa con todas las coordenadas tomadas de los aspectos ambientales encontrados en el recorrido a lo largo de la microcuenca, dará una visión más amplia del estado en el que se encuentra el río principal de la microcuenca con la ayuda de evidencia fotográfica y la evaluación respectiva que se realice.

Evaluación de aspectos ambientales

Para realizar esta evaluación se utilizó la matriz de importancia, para Conesa (1993), esta es una modificación de la matriz de Leopold la cual se la aplica para la identificación de los IA (Impactos Ambientales) negativos y su respectiva valoración, donde esta también es utilizada para evaluar aspectos ambientales y pasivos ambientales.

Ecuación para el Cálculo de la Importancia (I) de un aspecto ambiental:

$$IM = \pm 3(I) + 2(AI) + (PZ) + (R) + (S) + (AC) + (RM) + (RE) + (RCE)$$

Dónde:

\pm = Carácter

IM = Matriz de importancia

I = Intensidad

AI = Área de influencia

PZ = Momento R = Reversibilidad S = Sinergia

AC = Acumulación RM = Periodicidad RE = Recuperabilidad

RCE = Relación causa-efecto

Tabla 3.

Tabla de los factores a evaluar para la EIA.

Intensidad (I)	Valor	Área de influencia (AI)	Valor
Baja	2	Local	2
Media	4	Regional	4
Alta	8	Extra regional	8
Momento (PZ)		Sinergia (S)	
Largo plazo	4	Sin sinergismo	1
Medio plazo	2	Sinérgico	2
Inmediato	1	Muy sinérgico	4
Reversibilidad (R)		Recuperabilidad (RE)	
Corto plazo	1	Recuperable	2
Medio plazo	2	Mitigable	4
Irreversible	4	Irrecuperable	8
Acumulación (AC)		Relación causa-efecto (RCE)	
Simple	1	Indirecto	1
Acumulativo	4	Directo	4
Periodicidad (RM)		Carácter \pm	
Descontinuo	1	Beneficioso	+
Periódico	2		
Continuo	4	Perjudicial	-

Fuente: Estudio para la remediación de pasivos ambientales y plan de cierre del aeropuerto Mariscal Sucre.

Tabla 4.

Parámetros y rangos del valor de importancia para la EIA.

Parámetro	Rangos del Valor de Importancia (IM)	
Bajo	No críticos	IM < 25
Moderado		25 ≥ IM < 50
Alto	Críticos	50 ≥ IM < 75
Muy alto		75 ≥ IM

Fuente: Estudio para la remediación de pasivos ambientales y plan de cierre del aeropuerto Mariscal Sucre.

Fórmulas para el cálculo de los parámetros morfométricos

Se aplicaron diferentes fórmulas y uso de la herramienta ArcGIS para determinar el resultado de los parámetros tomados en cuenta para de esta manera tener una idea del estado en el que se encuentra la microcuenca.

Tabla 5.

Parámetros morfométricos y métodos utilizados.

PARÁMETRO MORFOMETRICO	MÉTODO
Área (A)	Cálculo geométrico en ArcGis
Perímetro (P)	Cálculo geométrico en ArcGis
Longitud Axial (La)	Cálculo geométrico en ArcGis
Ancho Promedio (Ap)	$Ap = \frac{A}{La}$
Coefficiente de Compacidad (Kc)	$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$
Factor Forma (Ff)	$Ff = \frac{A}{L^2}$
La relación de elongación (Re)	$Re = 1,128 \frac{\sqrt{A}}{L}$
Densidad de Drenaje (Dd)	$Dd = \frac{Lr}{A}$
Índice Asimétrico (Ia)	$Ia = \frac{Lmax}{Amax}$
Coefficiente de Torrencialidad (Ct)	$Ct = Dd \cdot \left(\frac{N^{\circ} \text{ del orden del cause } N1}{A} \right)$
Altura Máxima de la cuenca	Curva de nivel en ArcGis
Altura Mínima de la cuenca	Curva de nivel en ArcGis
Pendiente media (Pm)	$Pm = \left(\frac{Hmax - Hmin}{L} \right) \times 100$
Orden del Cause	Identificación visual
Curva hipsométrica	Calculo en Excel
Patrón de drenaje	Identificación visual

Fuente: Guzmán *et al.*, (2020)

Resultados

Caracterización de los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos encontrados en la microcuenca Río de Oro.

Figura 4.

Mapa de suelos.

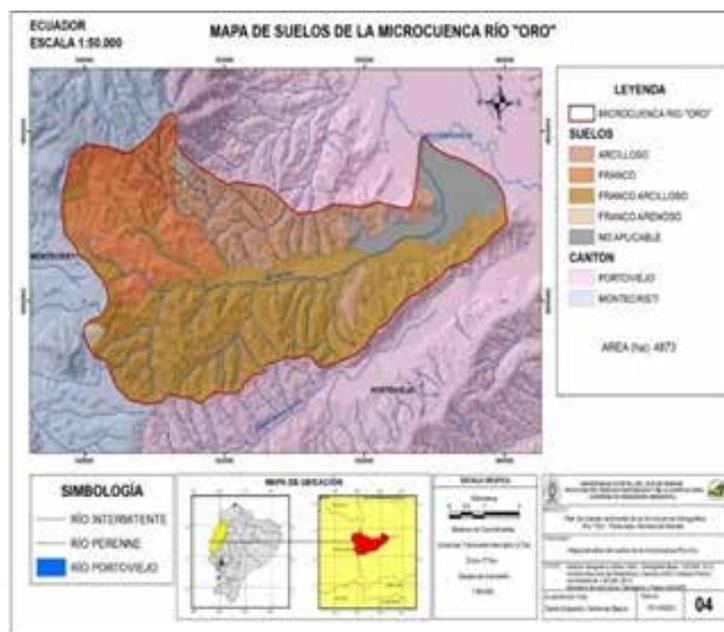


Figura 5.

Mapa de vegetación.

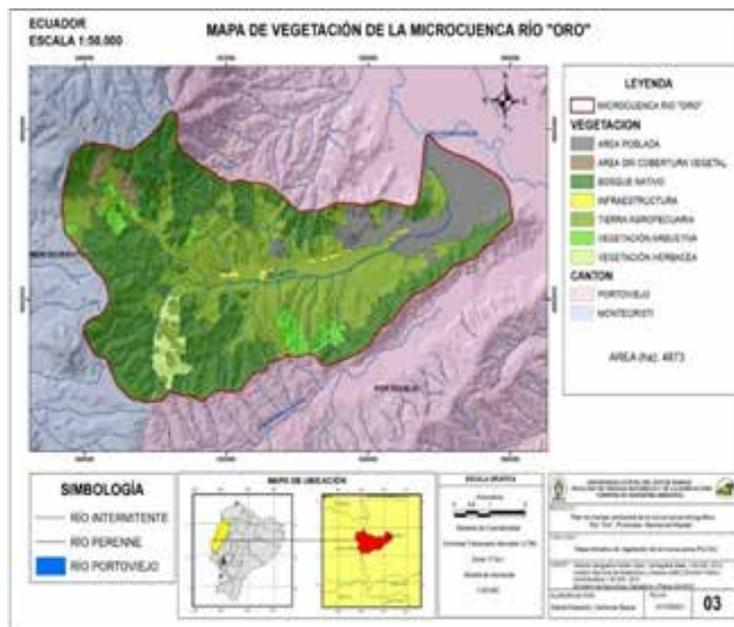


Figura 6.

Mapa de uso de suelo.

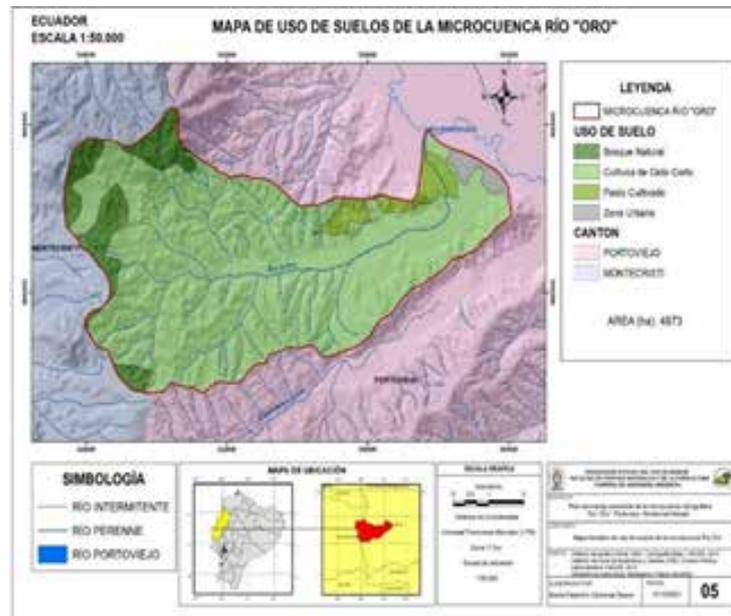


Figura 7.

Mapa de uso de suelo.

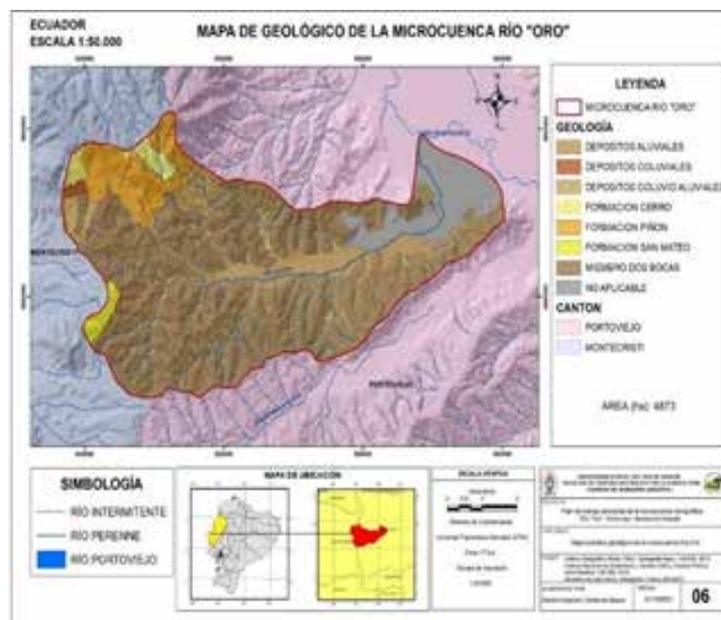


Figura 8.

Mapa geomorfológico.

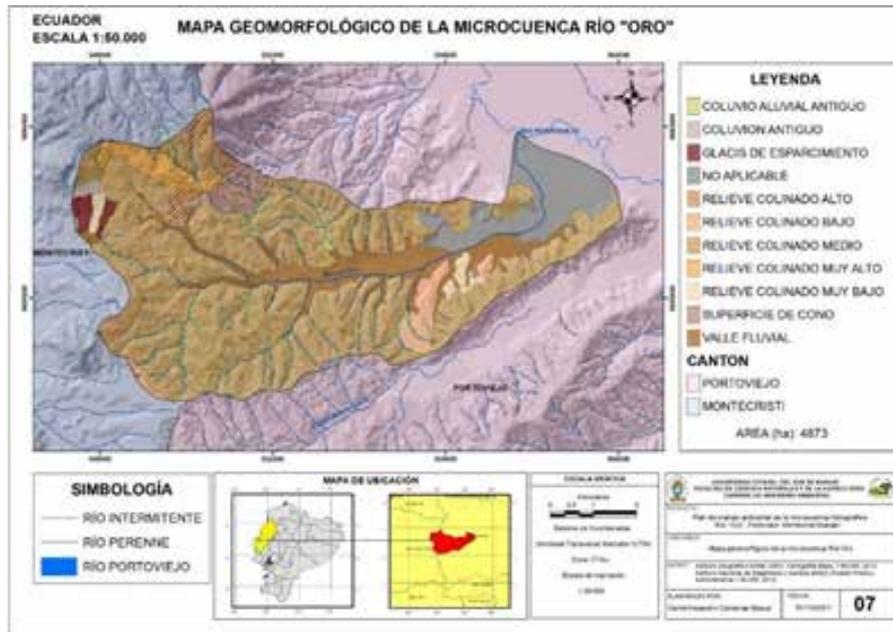


Tabla 6.

Componentes socioeconómicos.

		Educación
Socioeconómico	Socioeconómico	Salud
		Comunicación y transporte

Diagnóstico de la situación actual de la microcuenca Río de Oro

Cálculo de parámetros morfométricos

Tabla 7.

Resultados y conclusiones de parámetros morfométricos.

Parámetro Morfométrico	Resultado	Unidad	Interpretación
Área (A)	48,731	Km	Según el área calculada, pertenece a un área de tamaño medio.
Perímetro (P)	36,496	Km	
Longitud Axial (La)	10,796	Km	La longitud axial del canal principal, según su valor, pertenece al canal largo.
Ancho Promedio (Ap)	4,51km	Km	Una cuenca esbelta con una longitud axial mayor que la anchura media.
Coficiente de Compacidad (Kc)	1,57	-	Tiene forma oval - oblonga a rectangular – oblonga significarían una forma redondeada que sería susceptible a avenidas rápidas e intensas

Factor Forma (Ff)	0,67	-	Tiende a ser alargada por lo que no está sujeto a presentar crecidas cuando está en época de lluvia.
La relación de elongación (Re)	0,91	-	Para amplia variedad de climas y geología está asociado a fuertes relieves y pendientes fuertes.
Densidad de Drenaje (Dd)	0,92	-	Cuenta con una consistencia de drenaje baja
Índice Asimétrico (Ia)	1.27	-	Cause principal bastante recargado a una de las vertientes
Coefficiente de Torrencialidad (Ct)	0,45	-	Bajo
Altura Máxima de la cuenca	640	m	Gran pendiente, en la parte alta de la Microcuenca.
Altura Mínima de la cuenca	40	m	Presenta un terreno plano con ligeras variaciones
Pendiente media (Pm)	62.19	%	
Orden del Cause	3	-	
Curva hipsométrica	Curva C	-	Es una cuenca sedimentaria en fase de vejez
Patrón de drenaje	Detrítico	-	Se presenta principalmente en estratos horizontales y uniformemente resistentes y sedimentos sueltos, así como en rocas ígneas homogéneas sin control estructural.

Figura 9.

Mapa de puntos de contaminación - Zona Rural.



Figura 10.

Mapa de puntos de contaminación – Zona Urbana.



La visualización de los resultados dados en la figura 7 determinan los diferentes tipos de aspectos ambientales o contaminantes encontrados en la zona rural de la microcuenca del Río de Oro e inciden en el deterioro de la misma, encontrando descargas de agua residuales proveniente de actividades industriales y domiciliarias debido a la escasez de sistemas de alcantarillado,

escombros, desechos sólidos y material orgánico perteneciente a especies porcinas y vacunas.

A diferencia de la zona rural en la zona urbana generalmente se encontraron varios puntos de acumulación de desechos sólidos proveniente de los habitantes ubicados en el sector y descargas de aguas residuales domiciliarias que emiten malos olores.

Tabla 8.

Evaluación de aspectos ambientales.

Aspecto Ambiental	Importancia														Relevancia del Aspecto Ambiental	
	Aire	Agua	Suelo	Números de aspectos	Carácter	Intensidad	Área de influencia	Momento	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Periodicidad	Recuperabilidad	Relación causa-		Importancia
Desechos Sólidos comunes domiciliarios		X	X	20	-	8	8	2	4	4	4	2	1	4	61	
Desechos Sólidos de Granja avícola		X		1	-	2	2	2	4	2	4	2	1	4	29	
Agua residual de mantenimiento de Vehículos		X		1	-	2	2	1	4	4	1	4	1	4	29	
Agua residual Domiciliaria		X		4	-	4	8	1	4	4	4	4	2	4	51	
Desechos Orgánicos (Excremento bovino)	X			2	-	2	2	1	2	4	1	2	1	1	22	

Agua Residual Industrial de planta de asfalto y compañía de construcción	X		1	-	2	4	1	4	4	1	4	2	4	34	
Construcción de puente (Remoción de suelo, deforestación, desechos sólidos, ruido)	X	X	X	1	-	2	4	2	8	4	1	1	4	4	38
Cementerio (Lixiviados)	X		1	-	2	2	2	4	4	1	4	2	4	31	
Escombros		X	8	-	4	4	4	2	2	1	1	1	1	32	
Agua residual Fabrica de bloques	X		1	-	2	2	1	4	4	1	2	2	4	28	
Desechos Sólidos especiales	X		1	-	2	2	2	4	4	4	1	1	4	31	
Cultivos (Dispersión de agroquímicos)	X	X	2	-	2	2	2	4	4	4	4	2	1	31	
Agua residual de lavado y lubricado de vehículos	X		1	-	2	4	1	4	2	1	4	2	4	32	

Los resultados de la matriz demuestran que dos de los trece aspectos ambientales evaluados tienen una importancia negativa de nivel muy alta (50 – 75), con posibilidad a ser crítico, de tal manera se debe buscar la solución para contrarrestar estos aspectos, ya que el nivel de importancia se debe a la cantidad de área afectada dentro de la microcuenca, además de sus focos de contaminación que están en las cercanías de las riberas del río de Oro, de donde provienen los moradores que habitan en las comunidades de los cantones Portoviejo y Montecristi. Por otra parte, la mayor cantidad de aspectos ambientales se encuentran en un rango de (25 – 50) por lo que no representan graves problemas, por lo que se su corrección no es de carácter urgente.

Discusión

En la caracterización de la microcuenca del Río de Oro se pudo constatar que el componente abióticos es el más predominante, por la diversidad de variables geomorfológicas, geológicas y suelo, seguida del componente biótico por su varianza en el tipo de vegetación, a diferencia de los estudios de Fonseca (2020), donde caracterización de componentes en la microcuenca la Pava en el departamento de Arauca, Colombia es más abundante en el componente biótico

con diversidades de flora y fauna centrándose en estudiar los aspectos ambientales que deterioran o destruyen este componente, manteniendo un clima tropical y con abundancia de agua.

Reyes y Fernández (2022) resaltan que en la microcuenca Gualagchuco, en la provincia de Cotopaxi, Ecuador mantiene una diversidad abiótica es similar a la microcuenca Río de Oro con variable geológicas, suelo y geomorfológicas similares, donde su estudio se centra en determinar los contaminantes causantes del deterioro de la calidad de agua, con la ejecución de análisis de laboratorio. En el estudio elaborado concluimos que los trece aspectos evaluados dos tienen una ponderación de importancia muy alta defina por las descargas de aguas residuales domiciliarias y el sinergismo de los desechos sólidos. En consistencia al estudio de Quirós (2017), donde los aspectos ambientales evaluados son de nivel alto y crítico en puntos de descargas de aguas residuales y los desechos sólidos originados por la población asentada en las riberas de la cuenca, al igual que el estudio de Guerrero J., (2019), en el Río Puca, del cantón Olmedo, Manabí, donde de los treinta y seis aspectos evaluados tres son de carácter crítico relacionado con las descargas

de agua residuales domiciliarias por ausencia de alcantarillado, crianza de animales y desechos sólidos.

Conclusiones

Se encontró gran cantidad de componentes abióticos principalmente de su geología donde predomina la formación miembros bocas, la variable geomorfológica es un relieve colinado medio, la zona donde se encuentra el río principal mantiene en su geología depósitos aluviales los cuales generalmente se encuentran en quebradas llegándose a juntar con valle fluvial, en los componentes bióticos, el tipo de vegetación que predomina son las tierras agropecuarias que son principalmente cultivos de ciclo corto, estas zonas se encuentran a los alrededores del río y las corrientes de agua que alimentan al río principal (Río de Oro).

La microcuenca Río de Oro es una pequeña red de drenaje de forma alargada, oval - oblonga a rectangular, sedimentaria en fase de vejez según su curva hipsométrica y densidad de drenaje baja, donde se evidencia diferentes tipos de actividades que son dañinas para el medio ambiente, entre estas las más comunes son desechos sólidos comunes domiciliarios y agua residual domiciliar que representan un rango de importancia alto, denominado crítico, los otros aspectos ambientales encontrados son de rango moderado, no considerado crítico, para este análisis los parámetros que se tomaron en cuenta dentro de la matriz de importancia fueron Intensidad, Área de influencia, Momento, Reversibilidad, Sinergia, Acumulación, Periodicidad, Recuperabilidad y Relación causa- efecto.

Bibliografía

- Bennett, S., Kemp, S., & Hudson, M. (2016). Stakeholder perceptions of Environmental Management Plans as an environmental protection tool for major developments in the UK. *Environmental Impact Assessment Review*, 56, 60–71.
- CEPAL. (2013). Guía, análisis y zonificación de cuencas hidrográficas para el ordenamiento territorial.

- Cardona, B. (2017). Conceptos básicos de Morfometría de Cuencas Hidrográficas
- Conesa, V. (1993). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (Segunda edición). MUNDI-PRENSA.
- Fonseca, A. (2020). Caracterización ambiental en el ecosistema parte media microcuenca La Pava municipio de Saravena, Arauca 2020. Obtenido de Universidad Nacional Abierta y a Distancia: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/34789/amfonsecam.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guerrero, J. (2019). 5883Determinación de pasivos ambientales en las riberas del río Puca del Cantón Olmedo13Fecha. *Revista de Ciencias Agropecuarias "ALLPA"*, 13-19.
- Guzmán, A., Antueno, L., & Gásperi, F. Análisis de la variabilidad geoespacial de la fragilidad morfométrica en la cuenca alta del Río Sauce Chico, Argentina. Análisis de la variabilidad geoespacial de la fragilidad morfométrica en la cuenca alta del Río Sauce Chico, Argentina 2020. *Revista Facultad de Agronomía*.
- Mieles, J. W., & Jaramillo, J. J. (2020). Vista de Crecimiento demográfico e impacto ambiental de la Parroquia Andrés de Vera del Cantón Portoviejo.
- Moncayo, M. A., & Zambrano, J. P. (2018). Evaluación de la influencia de las actividades antropogénicas en la calidad de agua del río Portoviejo (cadmio y plomo, zona metropolitana).
- Quirós, K. (2017). Caracterización y diagnóstico de la zona alta de la microcuenca del río Tiribí, Costa Rica. Obtenido de Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/11492>
- Reyes, R., & Zambrano, E. (2022). Caracterización y Diagnóstico de Amenazas Ambientales de la Microcuenca de la Quebrada Gualaghuco, en el Periodo 2021- 2022". Obtenido de Universidad Técnica de Cotopaxi: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8576/1/PC-002194.pdf>

Cómo citar: Guerrero Calero, J. M., Cárdenas Baque, D. A., Moran Mora, J. J., Barban Forte, Y., & Hidalgo Zambrano, K. C. (2023). Caracterización y diagnóstico ambiental de la microcuenca hidrográfica Río de Oro. *Agrosilvicultura Y Medioambiente*, 1(2), 14–26. <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v1.n2.2023.14-26>