



ALTERACIONES AMBIENTALES GENERADOS POR LAS DESCARGAS DE LAS AGUAS RESIDUALES SOBRE LA FUENTE HÍDRICA. CASO DE ESTUDIO: QUEBRADA LA LLANERA, MUNICIPIO DE GUADALUPE (COLOMBIA)

Nelson A. NAVAS

Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería,
Ingeniería Ambiental y Unidades Tecnológicas
Universidad de Santander (Colombia)
ingnavasg14@gmail.com

Leily L. ORDOÑEZ

Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería,
Ingeniería Ambiental y Unidades Tecnológicas
Universidad de Santander (Colombia)

Daniela L. Pico

Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería,
Ingeniería Ambiental y Unidades Tecnológicas
Universidad de Santander (Colombia)

Recibido: 25 de abril del 2022

Enviado a evaluar: 28 de abril del 2022

Aceptado: 15 de junio del 2022

RESUMEN

La presente investigación se centra en el diseño y ejecución de una valoración de impactos ambientales generados por el vertimiento de las aguas residuales en el municipio de Guadalupe, ubicado al sur oriente del departamento de Santander, en la fuente hídrica quebrada la Llanera sector el cementerio, donde se vierten residuos líquidos procedentes de diferentes actividades: domésticas, agricultura, ganadería, industria maderera. Esta identificación y evaluación de impactos se basó en la metodología de Vicente Conesa, denominada Método de Conesa que mediante sus 11 criterios permite determinar la intensidad del impacto causado, y a partir de esto se diseñaron fichas de control ambiental para prevenir, compensar y mitigar los impactos causados sobre los recursos naturales y el componente social. Según los resultados obtenidos de la caracterización hídrica para el punto de vertimiento del cementerio se evaluaron siete parámetros, donde la DBO₅, DQO, SST, grasas y aceites, sobrepasan los valores máximos permisibles y no cumplen con la normativa colombiana vigente Resolución 631 de 2015.

Palabras clave: Contaminación, educación ambiental, efectos ambientales, línea base ambiental, vertimientos.

ENVIRONMENTAL CHANGES GENERATED BY WASTEWATER DISCHARGES ON THE WATER SOURCE. CASE STUDY: STREAM LA LLANERA, MUNICIPALITY OF GUADALUPE (COLOMBIA)

ABSTRACT

This research project was based on the design and implementation of an assessment of environmental impacts caused by the discharge of wastewater in the municipality of Guadalupe, located in the southeast of the department of Santander, in the water source of the Llanera stream in the cemetery, different compounds of economic activities such as agriculture, livestock, domestic wastewater generation are discharged, This identification and evaluation of impacts was based on Vicente Conesa's methodology, called the Conesa Method, which through its 11 criteria allows determining the intensity of the impact caused, and based on this, environmental control cards were designed to prevent, compensate and mitigate the impacts caused on the natural resources and the social component. According to the results obtained from the water characterization for the cemetery discharge point, seven parameters were evaluated of which BOD₅, COD, TSS, fats and oils, are outside the maximum permissible values and do not comply with the Colombian regulations in force Resolution 631 of 2015.

Keywords: Pollution, environmental education, environmental effects, environmental baseline, discharges.

ALTÉRATIONS ENVIRONNEMENTALES GÉNÉRÉES PAR LES REJETS D'EAU USÉE SUR LA SOURCE D'EAU. ÉTUDE DE CAS: QUEBRADA LA LLANERA, MUNICIPALITÉ DE GUADALUPE (COLOMBIE)

RÉSUMÉ

La présente enquête se concentre sur la conception et l'exécution d'une évaluation des impacts environnementaux générés par le déversement des eaux usées dans la municipalité de Guadalupe, située au sud-est du département de Santander, dans la source d'eau du ruisseau La Llanera, le secteur du cimetière, où sont déversés les déchets liquides de différentes activités : domestiques, agricoles, d'élevage, industrie du bois. Cette identification et évaluation des impacts a été basée sur la méthodologie de Vicente Conesa, appelée la méthode Conesa, qui à travers ses 11 critères permet de déterminer l'intensité de l'impact causé, et sur cette base, des fiches de contrôle environnemental ont été conçues pour prévenir, compenser et atténuer les impacts causés sur les ressources naturelles et le volet social. Selon les résultats obtenus à partir de la caractérisation de l'eau pour le point de décharge du cimetière, sept paramètres ont été évalués, où DBO₅, DCO, TSS, graisses et huiles, dépassent les valeurs maximales autorisées et ne sont pas conformes à la réglementation colombienne en vigueur Résolution 631 de 2015.

Mots-clés: Pollution, éducation à l'environnement, effets environnementaux, référence environnementale, décharges.

1. INTRODUCCIÓN

Colombia es conocido como uno de los países más diversos en fuentes hídricas, pero a través de los años su calidad se ha visto afectada por diferentes factores, entre ellos la minería, agricultura y principalmente la contaminación por vertimiento de aguas residuales domésticas y no domésticas, que a corto o largo plazo ocasiona afectaciones a la salud

humana y a los ecosistemas acuáticos y terrestres presentes en las áreas donde se presentan (Duque, 2019).

El desarrollo de la industria y el territorio generan fenómenos que amenazan el equilibrio, la resiliencia y la dinámica de los medios físicos y bióticos por la falta de planeación en cuanto al manejo y tratamiento del vertimiento de aguas residuales; la principal preocupación por estos temas no solo es a nivel nacional, debido a sus grandes impactos ambientales causados sobre los seres vivos estos se reflejan también a nivel mundial, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) declaró el año de 1970 como el año de la protección de la naturaleza, para el año de 1992 se realizó la conferencia de las naciones unidas con el fin de dialogar sobre el medio ambiente y el desarrollo, allí se estipuló la Agenda 21, en la cual Colombia se comprometió a cumplir y mejorar la calidad natural del ambiente (Proaño, 2009).

Por otra parte, según datos registrados para Colombia sobre la contaminación de las fuentes hídricas cerca del 35% de las aguas residuales son llevadas a un sistema de alcantarillado, pero existe un 65% de estas aguas residuales que son vertidas a cuerpos receptores sin ningún tipo de control o tratamiento (Vargas & Otros, 2020); en Colombia las industrias consumen un 30% del recurso hídrico para su uso, el sector agrícola usa un 61% y para los usos domésticos se estima el 9% faltante, de esta manera se distribuye en porcentajes la cantidad de recurso que consume y contamina cada uno de estos sectores (Buitrago & Daza, 2020).

Para la problemática presentada, la mejor opción de solución fue realizar una serie de diagnósticos de calidad de la fuente hídrica y sus distintos componentes a través de una evaluación de impacto ambiental, con esto se determina la gravedad del impacto y la forma de compensación o mitigación para recuperar o mejorar los recursos, es importante tener en cuenta la normativa vigente de vertimientos para Colombia la Resolución 631 del 2015, en el momento de estudiar todos los parámetros de estudio ya que estos determinan la calidad del recurso y afectación.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. CARACTERIZACIÓN FUENTE HÍDRICA

La caracterización de la fuente hídrica quebrada la Llanera, sector el cementerio, se realizó en tres puntos: el primero y último punto se situó a 50 metros aguas arriba y 50 metros aguas abajo del punto de vertimiento principal respectivamente, donde se analizaron los parámetros de DBO₅ y DQO. El segundo punto se situó en el vertimiento donde se analizaron los parámetros de: sólidos suspendidos totales y sólidos sedimentables, DBO₅ y DQO, coliformes, grasas y aceites. En los tres puntos se realizó medición del caudal por los métodos de flotador y volumétrico.

Los análisis de las muestras se realizaron mediante los siguientes métodos y referencias:

- a) DBO₅: Incubación 5 días y luminiscencia (SM 5210 B/2017)
- b) DQO: Titulométrico (SM 5220 C/2017)
- c) Sólidos suspendidos totales: Gravimétrico (SM 2540 D/2017)
- d) Sólidos sedimentables: Gravimétrico (SM 2540 F/2017)
- e) Grasas y aceites: Gravimétrico (SM 5520 B/2017)

f) Coliformes termotolerantes: Fermentación de tubos múltiples (SM 9221 E Ed.23rd)

2.2. Identificación y evaluación de impactos ambientales

Con la selección de las principales actividades antrópicas del municipio que generan aguas residuales (actividades de turismo, producción agrícola, producción pecuaria, industria maderera, planta de sacrificio animal, fabricación de ladrillo y panela, estaciones de servicio, producción avícola, caprina y porcina), posteriormente a la identificación de las actividades que causan los impactos sobre la quebrada la Llanera, se identifican los impactos ambientales que se generan por parte de las Acciones Susceptibles de Producir Impacto (ASPI) y los Factores Ambientales Representativos del Impacto (FARI), proseguido de la valoración de acuerdo al método de Conesa, el cual relaciona las actividades con los componentes (Arboleda, 2008).

Ecuación 1.

$$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Para determinar el valor de la evaluación se asignaron valores numéricos a los criterios: extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad, capacidad de recuperación. Reemplazando en la ecuación 1 se obtuvo la importancia de cada uno de los impactos identificados en el proyecto, como se plasma en la Tabla 1.

Tabla 1. Análisis Valoración de los impactos.

Valor Ponderado	Calificación	Categoría
25	Bajo	
25 \geq < 50	Moderado	
50 \geq < 75	Severo	
\geq 75	Critico	
Los valores con signo + se consideran de impacto nulo		

Fuente: Arboleda, 2008.

En la Tabla 1 se observa la categoría de la metodología Conesa, junto con el código de colores que se utiliza para cada rango de valor obtenido en la evaluación.

3. RESULTADOS

3.1. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La valoración de los impactos generados por las actividades que se generan en la zona de estudio, como se plasma en la Tabla 2, demuestra que si hay generación de impactos de categoría crítica en cuanto al recurso agua con una importancia de 76 y 88, en cuanto a los factores ambientales de mayor calificación están aire y suelo con importancia de 54 en una categoría de impacto severo.

Tabla 2. Matriz evaluación de impactos ambientales.

VALORACIÓN		NA	IN	MO	RV	SI	AC	EF	PR	MC	EX	PE	IMPACTO	
		NATURALEZA	INTENSIDAD	MOMENTO	REVERSIBILIDAD	SINERGIA	ACUMULACIÓN	EFEECTO	PERIODICIDAD	RECUPERABILIDAD	EXTENSIÓN	PERSISTENCIA		
Dimensión Componente Impacto		NATURALEZA	INTENSIDAD	MOMENTO	REVERSIBILIDAD	SINERGIA	ACUMULACIÓN	EFEECTO	PERIODICIDAD	RECUPERABILIDAD	EXTENSIÓN	PERSISTENCIA	IMPACTO	
FÍSICA	Contaminación de las fuentes hídricas	-	8	8	4	4	4	4	4	4	4	8	76	Crítico
	Alteración de las aguas superficiales y subterráneas	-	12	8	4	4	4	4	4	4	4	8	88	Crítico
	Generación de olores ofensivos	-	4	2	2	2	1	2	4	4	2	2	35	Moderado
	Alteración de la calidad del aire	-	8	4	2	2	2	2	4	4	2	4	54	Severo
	Deterioro del suelo	-	8	4	2	2	2	2	4	4	2	4	54	Severo
	Alteración en la percepción visual del paisaje	-	2	2	2	1	2	2	1	1	2	4	25	Moderado
	Alteración del clima	-	2	2	2	1	2	2	4	4	2	4	31	Moderado
	Deterioro de flora	-	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	20	Bajo
	Pérdida y extinción de biodiversidad	-	4	2	2	2	2	2	1	2	2	4	33	Moderado
	Alteración de la flora	-	2	2	2	2	1	2	1	1	1	4	24	Bajo
	Pérdida de fauna	-	4	2	2	2	2	2	1	1	2	4	32	Moderado
	Alteración y migración de la fauna	-	4	2	2	2	2	2	1	1	2	4	32	Moderado
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	Alteración de la biota acuática	-	4	2	2	2	2	2	4	4	2	4	38	Moderado
	Aumento del desarrollo económico	+	2	2	2	1	1	2	1	1	1	2	21	Nulo
	Generación de empleo	+	1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	19	Nulo
	Incremento de enfermedades	-	4	4	4	2	2	4	1	4	2	4	43	Moderado
	Cambio de las variables demográficas	-	2	2	1	2	4	1	4	1	4	4	31	Moderado

VALORACIÓN	NA	IN	MO	RV	SI	AC	EF	PR	MC	EX	PE	IMPACTO	
Cambio de la infraestructura social	+	2	2	1	4	2	1	1	1	4	4	28	Nulo

Fuente: Elaboración propia.

Entre los factores ambientales y sociales de categoría de impacto ambiental moderado más representativos están el incremento de enfermedades con importancia de 43, alteración de la biota acuática con importancia de 38 y la generación de olores ofensivos con importancia de 35; entre los factores ambientales de categoría de impacto ambiental bajo más representativo están la alteración de la flora con importancia de 24; entre los factores sociales de categoría de impacto ambiental nulo más representativo está el cambio de la infraestructura social con importancia de 28.

3.2. Caracterización fuente hídrica

En la Tabla 3 se aprecia que los parámetros de DQO, DBO₅, sólidos suspendidos totales, grasas y aceites, superan los valores límites máximos permisibles establecidos en la normatividad ambiental colombiana vigente Resolución 631 de 2015, definiendo que los vertidos que se realizan sobre la fuente hídrica alteran las condiciones normales del ecosistema incluyendo: la flora, fauna, suelo, aire y la calidad de vida de los habitantes del municipio.

De igual forma el resultado para el parámetro microbiológico determinó la presencia de coliformes en un total de 70000000 UFC/100 ml, lo cual permite evidenciar un riesgo microbiológico mayor por la ausencia del tratamiento de las aguas residuales.

Tabla 3. Análisis de la caracterización a tenor de la Resolución 0631 de 2015

Parámetros monitoreados vertimiento QUEBRADA LA LLANERA	Valores máximos permitidos en la Resolución 631 de 2015	cumplimiento de los parámetros		
pH (unidades)	6	pH (unidades)	6,00 a 9,00	Cumple
Temperatura (°C)	25	Temperatura (°C)	40	Cumple
DQO (mg/L O ₂)	320	DQO (mg/L O ₂)	180,00	No Cumple
DBO ₅ (mg/L O ₂)	141	DBO ₅ (mg/L O ₂)	90,00	No Cumple
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	92,9	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	90	No Cumple
Sólidos Sedimentables (mg/L)	0,5	Sólidos Sedimentables (mg/L)	5	Cumple
Grasas y Aceites (mg/L)	39	Grasas y Aceites (mg/L)	20,00	No Cumple

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Índice de biodegradabilidad

NÚMERO.	RELACIÓN	RESULTADO
1. Aguas arriba	$\frac{DQO_5}{DBO}$	$\frac{3,96}{25}$ $0,158 \frac{mg}{L} O_2$
2. Vertimiento	$\frac{DQO_5}{DBO}$	$\frac{141}{320}$ $0,441 \frac{mg}{L} O_2$
3. Aguas abajo	$\frac{DQO_5}{DBO}$	$\frac{5,87}{30}$ $0,196 \frac{mg}{L} O_2$

Fuente: Elaboración propia.

Según los valores de los índices de biodegradabilidad de los puntos de muestreo registrados en la Tabla 4, se observa que en los puntos de muestreo de aguas arriba y aguas abajo son de carácter no biodegradable indicando que no es adecuado usar métodos biológicos para el tratamiento del agua residual, por otra parte, el punto de muestreo del vertimiento es de carácter poco biodegradable en este caso para tratar las aguas residuales se puede hacer uso de métodos biológicos como los lechos bacterianos.

4. CONCLUSIONES

En lo referente al área de influencia estudiado y a la valorización del recurso hídrico por medio de la línea base ambiental realizada se estable un grado de impacto severo de deterioro en el recurso hídrico, aire y suelo, así como una disminución del desarrollo faunístico del área, esta alteración o modificación del ecosistema es a causa de la contaminación que se da en la fuente hídrica quebrada la Llanera.

Según los valores registrados por el laboratorio para los parámetros evaluados en los tres puntos de muestreo del sector el cementerio fuente hídrica quebrada la Llanera, un gran porcentaje de estos parámetros no cumplen con los máximos permisibles de la Resolución 631 de 2015.

De acuerdo a la evaluación de impactos ambientales se evidencia que los recursos abióticos más afectados son el agua y el suelo, porque todas las actividades presentadas en el proyecto y que se desarrollan en el municipio se relacionan estrictamente con estos dos recursos.

A pesar de las cargas contaminantes que recibe la afluente la flora no se ve afectada por ningún tipo de contaminación, por el contrario, se ve la presencia de suficientes especies vegetales que se han logrado adaptar muy bien al medio.

La relación de los valores de DBO5 y DQO según indica la literatura expresan que los procesos anaerobios que podrían ser usados para el tratamiento de las aguas residuales serían deficientes y por lo tanto la recuperación del recurso es poco probable.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arboleda, J. (2008). Manual de evaluación de impacto ambiental (EIA) de proyectos, obras o actividades. Obtenido de https://www.academia.edu/34461272/Manual_EIA_Jorge_Arboleda_1_
- Buitrago, D., & Daza, A. (2020). Contaminación en las fuentes hídricas de Colombia. Obtenido de https://www.academia.edu/15464266/Contaminaci%C3%B3n_en_las_fuentes_h%C3%ADricas_de_Colombia
- Duque, E. (2019). El agua en Colombia: Glosas. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/69644/elaguaencolombiaglosas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Proaño, G. (06 de Julio de 2009). Tratamiento de aguas residuales de la industria borcea s.a. Obtenido de Repositprio Dspace: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/5851>
- Vargas, A., & Otros. (2020). Análisis de los principales sistemas biológicos de tratamiento de aguas residuales domésticas en Colombia. *Revista chilena de ingeniería*, 315-322.