



DOI: 10.26820/reciamuc/5.(3).agosto.2021.196-207

URL: <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/688>

EDITORIAL: Saberes del Conocimiento

REVISTA: RECIAMUC

ISSN: 2588-0748

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Artículo de Investigación

CÓDIGO UNESCO: 2508.11 Calidad de las Aguas

PAGINAS: 196-207



Vertimiento de aguas residuales de la ciudad de Tumbes y disminución de la biodiversidad florística

Discharge of wastewater from the city of Tumbes and decrease in
floristic biodiversity

Descarte de águas residuais da cidade de Tumbes e diminuição da
biodiversidade florística

**María Isabel Niquén Inga¹; Antero Celso Vasquez Garcia²; Yahaira Anabel Hinojosa Niquen³;
Ricardo Williams Saldoya Tinedo⁴**

RECIBIDO: 10/06/2021 **ACEPTADO:** 12/07/2021 **PUBLICADO:** 31/08/2021

1. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Tumbes, Av. Universitaria s/n, Pampa Grande, Ciudad Universitaria, Tumbes, Perú; miniqueni@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0057-4824>
2. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Av. Juan XXIII 391, Lambayeque, Perú; antero-vasquez@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8977-3274>
3. Egresada de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Tumbes, Av. Universitaria s/n, Pampa Grande, Ciudad Universitaria, Tumbes, Perú; yhinojosan92@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8856-3005>
4. Universidad Nacional de Tumbes, Departamento académico de Química y física; rsaldoyat@untumbes.edu.pe; rsaldoyat@untumbes.edu.pe; <https://orcid.org/0000-0002-0996-2594>

CORRESPONDENCIA

María Isabel Niquén Inga
miniqueni@untumbes.edu.pe

Tumbes, Perú

RESUMEN

En esta investigación el objetivo es determinar que, en Tumbes, el vertimiento de las aguas residuales urbanas que desembocan en el río del mismo nombre, genera pérdidas de la biodiversidad florística en el área de influencia del mismo. Se utilizó el programa Spececies Diversity and Richtness de la Pisces Conservation LTDA v 4.1 de Inglaterra para determinar índices de biodiversidad alfa y beta. Se marcaron tres transectos: M1, M2 y M3, de 10 m de ancho por 100 m de largo. En cada uno de ellos se realizó la identificación de especies; ingresándose los datos en cuadros en el Excel 2013 para Windows Diez. Posteriormente se utilizó el Software PAST y SDR. Como resultados, en los tres transectos se identificaron solo 26 especies, resaltando el cerezo de campo en los transectos M1 y M2 y; el gramalote en el M3. Se concluyó que una alternativa de solución se lograría con implementación de proyectos que permitan tratar y descontaminar en lo máximo posible las aguas residuales antes de ser vertidas al río Tumbes para disminuir considerablemente la pérdida de especies de flora y os impactos negativos producidos a la biodiversidad.

Palabras clave: Biodiversidad, SDR y flora, agua residual, descontaminación.

ABSTRACT

In this research the objective is to determine that, in Tumbes, the discharge of urban wastewater that flows into the river of the same name, generates losses of floristic biodiversity in its area of influence. The Spececies Diversity and Richtness program from Pisces Conservation LTDA v 4.1 in England was used to determine alpha and beta biodiversity indices. Three transects were marked: M1, M2 and M3, 10 m wide by 100 m long. In each of them the species identification was carried out; the data being entered in tables in Excel 2013 for Windows Ten. Subsequently, the PAST and SDR software were used. As results, only 26 species were identified in the three transects, highlighting the field cherry in the M1 and M2 transects and; the gramalote on the M3. We conclude by proposing as an alternative solution to carry out projects that allow wastewater to be treated and decontaminated as much as possible before being discharged into the Tumbes River to considerably reduce the loss of flora species and the negative impacts produced on biodiversity.

Keywords: Biodiversity, SDR and flora, waste water, decontamination.

RESUMO

Nesta pesquisa pretende-se determinar que, em Tumbes, o lançamento de águas residuais urbanas que deságuam no rio do mesmo nome, gera perdas de biodiversidade florística na sua área de influência. O programa Spececies Diversity and Richtness da Pisces Conservation LTDA v 4.1 na Inglaterra foi usado para determinar os índices de biodiversidade alfa e beta. Três transectos foram marcados: M1, M2 e M3, com 10 m de largura por 100 m de comprimento. Em cada uma delas foi realizada a identificação das espécies; os dados sendo inseridos em tabelas no Excel 2013 para Windows Ten. Posteriormente, foram utilizados os softwares PAST e SDR. Como resultados, apenas 26 espécies foram identificadas nos três transectos, com destaque para a cereja do campo nos transectos M1 e M2 e; o gramalote no M3. Concluímos propondo como solução alternativa a realização de projetos que permitam que as águas residuais sejam tratadas e descontaminadas o máximo possível antes de serem despejadas no rio Tumbes para reduzir consideravelmente a perda de espécies da flora e os impactos negativos produzidos na biodiversidade.

Palavras-chave: Biodiversidade, SDR e flora, águas residuais, descontaminação.

Introducción

Las descargas de las aguas residuales municipales se han convertido en un problema ambiental crítico y de difícil concreción, si consideramos que el incremento poblacional de la mayoría de los centros urbanos medianos y grandes es notable debido a la situación socioeconómica y de orden público del país.

“... cuando se planifican y gestionan adecuadamente, los proyectos de aprovechamiento de aguas residuales ejercen efectos ambientales positivos e incrementan el rendimiento agrícola y acuícola.” Lo que se trata de enfatizar es que en el sistema de tratamiento es posible indicar por razones muy distintas: la calidad deseada de agua, el empleo de la tecnología, ubicación, época de la construcción e impacto ambiental que generará. “Por otro lado, es importante señalar que aun cuando se haya realizado un análisis exhaustivo de los impactos relacionados con la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales, pueden ocurrir situaciones desfavorables en el funcionamiento. Los impactos negativos más importantes de una planta de tratamiento de aguas residuales son la presencia de malos olores y de mosquitos, relacionado con problemas de operación o falta de mantenimiento de las instalaciones; por lo tanto, es necesario implementar un programa regular de control e inspección y de medidas para mitigar estos impactos negativos.” León (1995 p. 3),

Fondo Nacional del Ambiente-Perú (2010, p. 12) indica: “que el tratamiento de las aguas servidas, también constituye un factor importante en la protección de la salud pública y del medio ambiente, puesto que

la evacuación de aguas residuales sin tratamiento previo en un cuerpo receptor, es una fuente de contaminación.” “El índice de tratamiento de aguas residuales es bajo (35%), el restante 65% es vertido sin tratamiento a ríos, lagos, mar u otros cuerpos receptores, afectándolos y creando focos de contaminación en los puntos de descarga y aguas abajo. Esta situación podría ser mejorada con una activa fiscalización de la OEFA y autoridades municipales y encargadas del tratamiento de aguas residuales.”

Se debe realizar una millonaria inversión tratamiento de aguas residuales para: a) “recuperación del medio ambiente acuático”; b) “reducción de los costos socioeconómicos por los impactos en la salud de las personas por consumo de agua o productos agrícolas higiénicamente no adecuados”; c) “reducción de los costos de tratamiento de agua para la potabilización o uso productivo”, d) “incremento de la agroexportación mejorando la calidad sanitaria de productos agrícolas”; e) “recuperación de cuerpos de agua para su aprovechamiento turístico”; e) “reducción del riesgo de impactos económicos en el sector pesquero por afectación de la calidad sanitaria de productos hidrobiológicos.” (Fondo Nacional Del Ambiente-Perú, 2010).

La distribución irregular del agua en el Perú ocasiona diversos conflictos o problemas, destacando los siguientes: “1. Problemas originados por el exceso de agua por escurrimiento y precipitaciones, Inundaciones: durante los meses de verano se producen las precipitaciones en el territorio nacional. Por ciertas circunstancias, cuando estas precipitaciones son extraordinarias, los ríos rebasan su cauce e inundan zonas de producción agropecuaria y poblados. Erosión natural: las precipitaciones y la escorrentía fluvial arrastran la capa fértil de los suelos y los empobrecen”; “2. Problemas originados por la escasez del agua. Se refieren a la aridez de una gran parte del territorio nacional, y a las sequías, que se presentan en ciertas regiones por las anomalías en las precipi-

taciones.” 3. “Problemas originados por el mal manejo del agua, a través de acciones negativas por las actividades humanas y que generan erosión y contaminación.” La contaminación es un problema grave y creciente. La destrucción de las cuencas y de la cobertura vegetal influye sobre la disponibilidad y el flujo del agua. (Fondo Nacional Del Ambiente- Perú, 2010).

La distribución y el uso del agua en el Perú presentan problemas resaltantes, influenciados directamente por las actividades humanas, a) Destrucción de las fuentes de agua por la tala y quema de los bosques, y el mal manejo de las cuencas; b) Contaminación de ríos, lagos y mares por desagües de las ciudades, de las industrias, relaves mineros y vertimiento de productos químicos (herbicidas, insecticidas, fertilizantes). c) Desperdicio; a pesar que en muchos lugares, especialmente en las zonas áridas, el agua es muy escasa, ésta se desperdicia de muchas formas.” Por una parte, se pierde agua por las malas instalaciones urbanas y caseras y, por otra parte, el agua es mal usada o usada sin conciencia de ahorro. “Estos problemas deben ser solucionados, porque afectan tanto a las actividades como a la salud humana por lo que todos deben cooperar en superar estos problemas y conservar el agua con estrategias tales como:

1. “Cuidar las fuentes de agua, no talar los bosques en las orillas de los ríos y quebradas, porque la falta de cobertura vegetal aumenta la erosión y los sedimentos, y disminuye el régimen de agua por menor infiltración. El agua cargada de sedimentos requiere de instalaciones especiales y mayores costos para su purificación.”

Proteger las fuentes de agua potable para que no se ensucien. “Evitar que se talen los bosques, se asienten personas en dichos lugares, y se acerquen animales. Cerca de una fuente de agua no se debe construir letrinas u otras instalaciones a menos de 50 metros de ella. Manejar las cuencas de los

ríos. La cuenca es un sistema integral, donde los daños que se infieren en las partes altas repercuten en las partes bajas. La parte colectora de la cuenca de un río, principalmente de los que bajan a la Costa, debe ser conservada y manejada con sumo cuidado porque de ella depende el abastecimiento de agua limpia y suficiente en la parte baja. Manejar la cuenca significa planificar todas las actividades agropecuarias y urbanas de tal manera que afecten en el menor grado posible al recurso agua.”

2. “Controlar la contaminación del agua, no verter los desagües de ciudades, industrias, establos, etc., en los ríos, lagos y mares. En nuestro país aún subsiste la mentalidad que el ambiente es el basurero natural y que las aguas se llevan todo y en forma muy barata. No verter los relaves mineros en los ríos, en los lagos y en el mar. Estos desechos de la industria minera son tóxicos para la vida acuática y para la salud humana. No echar la basura al agua de ríos, mares, lagos, etc. En este sentido los municipios tienen una alta responsabilidad en disponer de los desechos en lugares especiales.”

“Ahorrar el agua, en lugares de escasez se deben evitar las pérdidas desde la captación (tanques y reservorios) hasta su distribución en los hogares (cerrar bien los caños y arreglar los defectuosos).” (Fondo Nacional Del Ambiente- Perú, 2010).

Los métodos y técnicas usualmente aceptadas están destinadas a medir tanto los impactos directos, que involucran pérdida parcial o total de un recurso o el deterioro de una variable ambiental, como la acumulación de impactos ambientales y la inducción de riesgos potenciales.

El análisis de los impactos incluye variables socioeconómicas, culturales, históricas, ecológicas, físicas, químicas y visuales, en la medida que ellas se generen en el territorio afectado por la acción y que representen las alteraciones ambientales prioritarias derivadas de una acción humana.

Las metodologías de evaluación de impacto ambiental se refieren a los enfoques desarrollados para identificar, predecir y valorar las alteraciones de una acción. “Consiste en reconocer qué variables y/o procesos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados de manera significativa.” Es relevante destacar acá que un impacto ignorado o subestimado hace insatisfactorio cualquier análisis, aun cuando se use una metodología sofisticada.

La medición puede ser cuantitativa o cualitativa; ambas son igualmente importantes, aun cuando requieren de criterios específicos para su definición adecuada. “La predicción implica seleccionar los impactos que efectivamente pueden ocurrir y que merecen una preocupación especial por el comportamiento que pueda presentarse.” Es importante contrastarlos con indicadores de la calidad ambiental deseada.

Metodología

Para la identificación, predicción, interpretación y comunicación de los probables impactos ambientales que ocurren o se prevé podrían ocurrir, ha sido importante el conocimiento de las zonas comprometidas por la actividad, en cuanto a sus características geográficas y ecológicas; lo que se consigue luego de las visitas de campo efectuadas a la zona de influencia de la actividad. En tal sentido, la identificación de los impactos ambientales, determinada por el conjunto de interrelaciones entre las acciones y los componentes ambientales bióticos, abióticos, socioeconómicos, de interés humano y cultural, que definen la estructura y funcionamiento del ecosistema, tiene como fin, evaluar las alteraciones que se pueden presentar por el conjunto de acciones que conlleva la operación de la actividad.

El procedimiento metodológico seguido para realizar el análisis de los impactos ambientales de la actividad en referencia fue planificado para ser desarrollado de la siguiente manera:

1. Identificación de los factores ambientales susceptibles de ser impactados.
2. Identificación de posibles acciones generadoras de impactos ambientales.
3. Identificación de los impactos ambientales potenciales.
4. Evaluación de los impactos ambientales potenciales.

Parte fundamental de la valoración de Impactos ambientales lo constituye la identificación de las acciones que podrían causar los impactos.

En la identificación de los impactos cualitativos (negativos o positivos), la Matriz Bidimensional permite diferenciar y adaptar las acciones impactantes sobre los factores ambientales. En ella se identificaron las acciones impactantes siguientes, teniendo en cuenta las acciones que se desarrollan actualmente y luego las acciones que se realizarán para la adecuación ambiental.

Para la evaluación de los impactos ambientales potenciales a través de la matriz bidimensional de causa y efecto, se han utilizado los criterios que se describen a continuación:

- El tipo de impacto se diferenció cualitativamente según las características benéficas (Positivo con signo +) o dañinas de un impacto Negativo con signo -).
- La magnitud del impacto referida al grado de afectación que presenta la acción sobre cada uno de los factores ambientales del entorno. Para su determinación se utilizó el método de Fisher Davies citado por Conesa (2015, p. 87). “El cual califica de 1 a 5 cada casilla precedida del signo + o según el impacto sea positivo o negativo” (Tablas 1, 2 y 3).

Tabla 1. Valoración (naturaleza y magnitud) de impactos ambientales.

Tipo de Impacto	
Impacto positivo	+
Impacto negativo	-
Magnitud del Impacto	
Crítico	5
Severo	4
Muy significativo	3
Significativo	2
Poco significativo	1

Fuente: Conesa (2015)

El principio básico de este método es la identificación de la relación pertinente entre la acción impactante y el factor ambiental plausible de ser impactado y en este caso usando una hoja de cálculo MS – Excel, se pintó de rojo, los impactos negativos y de verde los impactos positivos; y se dejó en blanco, aquellas cuadrículas en las que se consideró que no habría interacción, es decir, sin posible impacto.

Para establecer la jerarquización de impactos se utilizó los criterios De Torres (1999) en los que considera que “la magnitud de los impactos podría tener categorías y valores” como los que se muestran en las Tablas 5 y 6, dichos criterios fueron utilizados en otra matriz utilizando una hoja Excel, separando los impactos positivos de los negativos en la sumatoria final.

Tabla 2. Rangos de valoración de impactos positivos.

Categoría	Valores
Muy significativo	+201 a +400
Significativo	+61 a +200
Poco significativo	+16 a +60
Nada significativo	0 a +15

Fuente: De Torres (1999).

Tabla 3. Rangos de valoración de impactos negativos.

Categoría	Valores
Crítico	-401 A -500
Muy significativo	-201 a – 400
Significativo	-61 a – 200
Poco significativo	-16 a – 60
Nada significativo	0 a -15

Fuente: De Torres (1999).

Una vez analizadas las acciones de la actividad que pueden generar impactos ambientales negativos y positivos, se obtuvo los resultados que se detallan en una matriz bidimensional la cual es la aplicación metodológica, que se ha empleado para determinar y cuantificar los impactos ambientales generados por el sistema de eliminación de aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes sobre el cauce del río Tumbes.

Se elaboró una matriz bidimensional, colocando en las columnas el listado de las acciones de la actividad que alteran o pueden alterar factores ambientales del entorno, y en las filas se colocaron el listado de los factores ambientales y atributos del ambiente que pueden ser afectados por la actividad.

Una vez identificados los impactos significativos en la matriz bidimensional, se procedió a su evaluación empleando el juicio de expertos. Luego se discriminan cada uno de los impactos jerarquizando su naturaleza según se calificaron como positivo o negativo en cada factor ambiental.

Los datos fueron ingresados en la hoja de cálculo Excel del Microsoft Office 2013 a partir de las cuales se generaron Tablas y figuras, la validez estadística se realizó usando el ANOVA incluida en el paquete computacional STATISTICAL Package for social Sciences (SSS) versión 24.

Resultados

Las aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes generan impactos ambientales significativos negativos sobre el agua superficial del río de esta ciudad. En forma global las variables evaluadas y sus resultados se presentan a continuación en la Tabla 4.

Se ha determinado también que esta eliminación de aguas residuales urbanas generan impactos ambientales significativos sobre los factores ambientales del entorno, para lo cual ha sido necesario indicar la ubicación de este estudio mediante los siguientes mapas: de ubicación en el distrito de Tumbes, en la cota 40 msnm; en la zona de vida matorral desértico pre montano tropical (transicional a matorral), en la cuenca hidrográfica baja del río Tumbes; en una zona climática clasificada como árida, con lluvias en todas las estaciones, cálido y húmedo. La capacidad de uso mayor de tierras en pastos temporales- producción forestal en costa, ambas de calidad agrologica baja-Protección; en un área fisiográfica denominada costa Planicie y geológicamente en un suelo cuaternario holoceno- continental.

Tabla 4. Resultados de análisis de agua superficial del río Tumbes determinados por el Laboratorio NKAP S.R.L.

PARÁMETRO	MUESTRA	EXPRESIÓN	UNIDAD	ANTES	VERTIMIENTO	DESPUES	D.S. N°004-2017-MINAM
				PUNTO 1: ANTES	PUNTO 2: VERTIMIENTO	PUNTO 3: DESPUES	
pH	Muestra1	UNITS pH		7.48	6.86	7.0	8.5
	Muestra2	UNITS pH		7.6	6.82	7.1	8.5
	Muestra3	UNITS pH		7.6	6.84	6.99	8.5
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Muestra1	TSS	mg/L	130.5	101	803.3	
	Muestra2	TSS	mg/L	130.2	99	803.4	
	Muestra3	TSS	mg/L	129	102	803.2	
TURBIEDAD	Muestra1	NTU		158	147.5	876	
	Muestra2	NTU		162	147	877	
	Muestra3	NTU		168	146.5	876	
ACEITES Y GRASAS	Muestra1	HEM	mg/L	1	34	14.47	5
	Muestra2	HEM	mg/L	0.98	36	14.49	5
	Muestra3	HEM	mg/L	0.99	36.1	15	5
CIANURO TOTAL	Muestra1	CNT	mg/L	0.010	0.010	0.010	
	Muestra2	CNT	mg/L	0.010	0.010	0.010	
	Muestra3	CNT	mg/L	0.010	0.011	0.011	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	Muestra1		mg/L	2	199.4	98.77	15
	Muestra2		mg/L	2.2	199	98.2	15
	Muestra3		mg/L	1.8	198	99	15
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	Muestra1		mg/L	14.39	431.7	241.4	40
	Muestra2		mg/L	14.3	431	242	40
	Muestra3		mg/L	14.1	432	239	40
SULFATOS	Muestra1	SO42-	mg/L	27.8	3.96	28.9	1000
	Muestra2	SO42-	mg/L	27.93	3.95	29.88	1000
	Muestra3	SO42-	mg/L	28	9.96	29.9	1000
SULFUROS	Muestra1		mg/L	0.021	5.73	1.03	
	Muestra2		mg/L	0.021	5.73	1.02	
	Muestra3		mg/L	0.021	5.74	1.03	
CROMO HEXAVALENTE	Muestra1	Cr+6	mg/L	0.024	0.024	0.024	
	Muestra2	Cr+6	mg/L	0.024	0.025	0.024	
	Muestra3	Cr+6	mg/L	0.024	0.024	0.025	
NITROGENO AMONICAL	Muestra1	NNH3-	mg/L	0.042	39.65	13	
	Muestra2	NNH3-	mg/L	0.05	39.5	13.5	
	Muestra3	NNH3-	mg/L	0.041	39.75	14	

Fuente: Elaboración propia

El valor pH, varió desde 6,82 en la muestra 2 hasta 7,6 en las muestras 2 y 3 del punto 1; 100 metros antes del punto de vertimiento. Los valores se encuentran en el rango permitido por el LMP del DS 004-2017. MINAM (ECA AGUA) fijado en el rango de 6,5 hasta 8,5. La prueba de ANOVA p: 0,000 permitió determinar que existieron diferencias estadísticas significativas entre todos los valores registrados y con el LMP del ECA AGUA.

Flora

Respecto a la flora, en los tres transectos determinados en el lado derecho del río Tumbes se identificaron solo 26 especies, existiendo ausencia en cantidad de estas especies, debido a las descargas de aguas residuales y con altas temperaturas (en el punto de muestreo M-2 es de 37 °C, siendo más alta respecto a los puntos M-1 y M-3) que interfieren con la reproducción de las especies naturales (Tabla 5).

Tabla 5. Especies de flora identificadas en tres transectos del lado derecho del río Tumbes.

NÚMERO	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	TRANSECTO		
			A	B	C
1	<i>Amaranthus spinosus</i>	Bledo Macho	25	35	10
2	<i>Trianthema portulacastrum</i>	Verdolaga de Hoja Ancha	38	42	25
3	<i>Ricinus comunes</i>	Higuera	38	47	15
4	<i>Convolvulus sp</i>	Correhuela	17	12	0
5	<i>Boerhabia erecta</i>	Falsa pega pega	13	11	0
6	<i>Mimosa sp</i>	Minosa	35	45	5
7	<i>Ipomoea sp</i>	Campanilla	12	10	0
8	<i>Phyllivertia sp</i>		15	18	0
9	<i>Lycopersicum pimpinellifolium</i>	Tomate de Campo	35	29	9
10	<i>Asadiracta indica</i>	Arbol del Nin	11	9	0
11	<i>Momordica charantia</i>	Papayita de Soña	25	15	0
12	<i>Proposis pallida</i>	Algarrobo	12	8	12
13	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Azote de cristo	18	22	7
14	<i>Cucumis diprinceus</i>	Jabonillo de campo	0	25	7
15	<i>Cajanus cajan</i>	Frijol de Palo	10	7	0
16	<i>Musa sp</i>	Platano	0	3	0
17	<i>Muntingia calabura</i>	Cerezo de campo	50	65	20
18	<i>Lycopersicum pimpinellifolium</i>	Flores asulitas	28	32	8
19	<i>Uncaria Tomentosa</i>	Uña de Gato	8	10	0
20	<i>Tessaria absinthioides</i>	Pajaro Bobo	35	28	0
21	<i>Chloroleucon chacoense</i>	Overo	30	33	8
22	<i>Typha</i>	Totora	35	37	0
23	<i>Zea mays</i>	Maiz	9	0	0
24	<i>Opuntia rastrera</i>	Rastrera	30	34	0
25	<i>Citrullus lanatus</i>	Sandia	1	0	0
26	<i>Pennisetum sp</i>	Gramalote	40	38	100

Fuente: Elaboración propia

Índices de biodiversidad Alfa

El índice de Shannon- Wiener para el transecto A fue de 3,021. El índice de Shannon- Wiener para el transecto B fue de 2,939. El índice de Shannon- Wiener para el transecto C fue de 2,019.

Índices de biodiversidad Beta	
Whittaker	0,3
Harrison	0,15
Cody	8
Routledge	0,075 317
Wilson-Shmida	0,4
Mourelle	0,2
Harrison 2	0,041 667
Williams	0,076 923

La valoración de los impactos ambientales significativos, del entorno (suelo, agua, aire, clima, flora y fauna) fue de calificación de impacto negativo, siendo los valores siguientes: Suelo: -8; agua: -10; aire: -9; flora: -3 y fauna: -2. Estos resultados se detallan a continuación, en la matriz bidimensional de impactos ambientales.

Conclusiones

Es necesario recuperar la naturaleza del agua, realizando estudios para continuar con el diagnóstico de la eliminación de aguas residuales urbanas en la ciudad de Tumbes que generan impactos ambientales negativos significativos sobre la calidad del agua del río Tumbes y se efectúen soluciones necesarias para mejorar la calidad, ya que la presencia de elevada población de contaminantes Esto convierte al agua en sustancia peligrosa, ya que estas bacterias pueden ocasionar enfermedades entéricas que disminuyen la calidad de vida del ser vivo.

Es fundamental restablecer los daños causados sobre los factores ambientales del entorno como el suelo, aire, clima, flora y fauna que vienen siendo afectados por el

sistema de eliminación de aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes.

Se debe disponer y hacer cumplir una norma legal que permita proteger a estos factores de la contaminación por las aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes, y; en el caso de los ya contaminados, identificarlos y caracterizarlos utilizando para ello una metodología normalizada y técnicamente rigurosa para su tratamiento y recuperación de lo contaminado por compuestos tóxicos y peligrosos.

Se puede mitigar los impactos negativos o daños producidos en la flora y en la fauna cercana al sistema de eliminación de aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes, con técnicas de monitoreo que ayuden en el estudio de mejoras de la calidad del agua del río Tumbes, generando mejoras en la reproducción de las especies vegetales, evitando la mortalidad de la vida acuática y otros impactos negativos. La pérdida de flora ha ocasionado también daños sobre el paisaje, en cuanto a la disminución de la calidad visual y dificultad de acceso a las zonas de influencia básicamente por la margen derecha del río.

Para mejorar el procedimiento de eliminación del agua residual urbana de la ciudad de Tumbes al río, es necesario que el Estado, mediante nuestras autoridades departamentales, efectúe un plan de inversión que contemple la adquisición de un equipo con separadores de fases como el denominado TRICANTER, el mismo que separa el agua residual de las grasas, aceites y los sólidos, luego con el tratamiento adecuado de uso de lámpara de radiación UV o con Ozonizadores, se mitiga la contaminación, básicamente la que se encuentra en abundante población como es la de Coliformes termotolerantes, la concentración de sólidos suspendidos totales y la demanda bioquímica de oxígeno existente, este valioso recurso hídrico quedaría listo para depositarlo en la cámara de bombeo para su posterior vertimiento al río Tumbes y ser utilizado en las

diferentes necesidades o actividades como riego de plantaciones de tallo alto y lo que es más importante se mejora la calidad de vida de todo ser vivo.

Bibliografía

- Agua de Tumbes SA. (2011). Descripción de los sistemas operativos Tumbes, Descripción del Sistema de Alcantarillado. Localidad Tumbes. p. 2, disponible en: http://www.aguasdetumbes.com/pdf/sis_san_tumbes_nuevo_tumbes.pdf
- Autoridad Nacional del Agua. (2013). Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú, impactos socio-económicos del vertimiento de aguas residuales sin tratar. p. 5. Disponible en <http://www.sedapal.com.pe:93/provma/foros15/GIZ%20Alemania.pdf>
- Brack, A. y Mendiola, C. (2004). Ecología del Perú. 2a. Ed Lima Bruño. p: 102
- Canter, L. (1999). Manual de evaluación de impacto ambiental. Santa Fe de Bogotá, Mc Graw Hill.
- Chalarca, D., Mejía, R., Aguirre, N. (2007). Aproximación a la determinación del impacto de los vertimientos de las aguas residuales domésticas del Municipio de Ayapel, sobre la calidad del agua de la ciénaga. Revista Facultad de Ingeniería
- Universidad de Antioquia Print version ISSN 0120-6230 Rev. fac. ing. univ. Antioquia Vol 40. p. 41-58 Medellín Apr/June 2007. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012062302007000200003&script=sci_arttext
- Conesa, V. (1997). Instrumentos de la gestión ambiental de la empresa Auditoría Medioambiental, Guía metodológica, Madrid. Mundi-Prensa. p: 43-61.
- Conesa, V. (2015). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental, 3ª. ed., Madrid. Mundi-Prensa. P. 45
- Corporación Autónoma Regional del Quindío (s/f). Glosario de términos ambientales. Colombia. Recuperado de: <https://www.crq.gov.co/Documentos/GLOSARIO%20AMBIENTAL/GLOSARIO%20AMBIENTAL.pdf>
- Culqui, M. y Culqui, L. (2014). Niveles de calidad del agua en la Cuenca Chancay Lambayeque - Ciclo Hidrológica 2013 -2014. Tesis Para optar el Grado Académico de Magister en Ciencias con mención en Ingeniería Ambiental. Escuela de Pos grado. UNPRG. p. 179.
- De Torres, D. (1999). Nuevo método para la evaluación de impactos puntuales, Medio Ambiente CARNARIAS. Revista 12.
- Espinoza, G. (2001). Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo -Centro de Estudios para el Desarrollo - Santiago de Chile. p: 21, Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/fundamentos.pdf>
- Fair, G., Geyer, J. y D. Ohun. (2001). Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales 1. Ingeniería Sanitaria de Aguas Residuales. Editorial Limusa S.A deC.V. Grupo Noriega Editores. México p:11-15, 21-25, 63-66
- Fernández, A. (2010). Aguas residuales en el Perú, problemática y uso en la Agricultura. Proyecto conjunto de FAO, UNW-DPC, UNU-INWEH para el desarrollo de capacidades para el uso seguro de aguas servidas en Agricultura. Taller Internacional sobre el uso de aguas residuales en la Agricultura. INFORME DE PAIS PERÚ, Aguas residuales generadas de las actividades productivas y poblacionales, Disponible en: http://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/356/mod_page/content/119/Peru%20INFORME%20DE%20PAIS.pdf
- Fondo Nacional Del Ambiente- Perú. (2010). Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú. p. 12 Disponible en: http://www.fonamperu.org/general/agua/documentos/Oportunidades_Mejoras_Ambientales.pdf
- Henry, G. y Heinke G. (1999). Ingeniería ambiental; 2a. ed., México. Prentice Hall. p. 167
- Hidalgo, M. y Mejía, E. (2010). Diagnóstico de la contaminación por aguas residuales domésticas, Cuenca Baja de la Quebrada La Macana, San Antonio de Prado. Municipio de Medellín. Monografía de Investigación Aplicada Para optar el título de Especialistas en Gestión Ambiental. Universidad de Antioquia Facultad de Ingeniería. p. 25, Disponible en: <http://tesis.udea.edu.co/bitstream/10495/1304/1/DiagnosticoContaminacionAguasResidualesDomesticas.pdf>
- León, G. (1995). Impactos ambientales de los proyectos de uso de aguas residuales. p. 3. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/repindex/rep184/vleh/fulltext/acrobat/leon5.pdf>
- Metcalf, & Eddy, INC. (1995). Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización. 3a ed. Mc-Graw Hill/ Interamericana de España, Madrid. p:1-13.

- Ministerio del Ambiente (2017) D.S. N° 003-2017-MINAM. Estándares de calidad ambiental para aire. ECA AIRE
- Ministerio del Ambiente DS 004-2017- MINAM Estándares de calidad ambiental para aire. (ECA AGUA)
- Molina, A. y Tigreros, J. (2005). Evaluación preliminar de la remoción de sólidos suspendidos en el sistema de tratamiento de aguas residuales del municipio de Arauca. Universidad Nacional de Colombia sede Arauca, Ingeniería Ambiental p. 6. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/4864/1/tesisass.pdf>
- Peña Chacón, Mario. Gestión integrada de recurso hídrico en la legislación costarricense. 2004.
- Puño, N. (2016). Plan de manejo ambiental del recurso hídrico de la cuenca del río Puyango Tumbes. Manglar. Vol. 13(2) p: 53-61.
- Quipuzco, L. (2004). Valoración de las aguas residuales en Israel como un recurso agrícola: consideraciones a tomar en cuenta para la gestión del agua en el Perú. Revista del Instituto de Investigación FIGMMG Vol 7, N° 13, 64-72 (2004) Universidad Nacional Mayor de San Marcos. ISSN: 1561-0888 (impreso) / 1628- 8097 (electrónico) p. 64-72, Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/694/547> Accesado: 26/03/16
- Ramos C., Pellón, A., Villafranca, D. Espinosa, M., Escobedo, R. y Álvarez Y. (2005). Tecnología de tratamiento a las aguas residuales de un laboratorio farmacéutico de producción de semisólidos. Revista CENIC Ciencias Biológicas, Vol. 36, No. Especial, 2005. Dpto. de Estudios sobre Contaminación Ambiental, CNIC. Ave. 25 y calle 158, Cubanacán, Playa, Ciudad de la Habana., MINBAS.
- Calle 20 de Mayo y Marta Abreu, Plaza, Ciudad Habana. p. 4. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181220525029>
- Rolim, S. (2000). Sistemas de lagunas de estabilización. McGraw Hill-Interamericana
- S.A. Santa Fe de Bogotá. p: 1-20, 23-29. Saneamiento Básico. <http://www.risaralda-caldas.gov.co/apc-afiles/34383865663662656436343262366233/Saneamiento.pdf>
- Solano Arce María del Mar, Impacto ambiental por aguas residuales y residuos sólidos en la calidad del agua de la parte media- alta de la microcuenca del río Damas y propuesta de manejo, Costa Rica, 2011.
- Vásquez, A. (2005). Impactos ambientales de la industria pesquera en el subsistema litoral de Puerto Malabrigo, La Libertad. Tesis Doctor en Medio Ambiente, Universidad Nacional de Trujillo, Escuela de Post Grado, mimeo vs. pgs.
- Vásquez A., Vásquez, O., Díaz, N. y Vásquez W. (2012). Metodología de la Investigación Científica 2a. ed. Impresiones Santa Rosa Chiclayo. p: 23-25.
- Vargas Machuca, O. (2018) Eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales, lagunas de estabilización San José de EPSEL S.A. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias, mención Ingeniería Ambiental, Escuela de Posgrado de la Universidad nacional Pedro Ruiz gallo, Lambayeque p 28)
- Wright, H. B. y Cairns, W. (2017). Desinfección de Agua por Medio de Luz Ultravioleta. Technologies Inc. 3020 Gore Road, London, Ontario, Canada N5V 4T7.

CITAR ESTE ARTICULO:

Niquén Inga, M. I., Vasquez Garcia, A. C., Hinojosa Niquen, Y. A., & Saldoya Tinero, R. W. (2021). Vertimiento de aguas residuales de la ciudad de Tumbes y disminución de la biodiversidad florística. RECIAMUC, 5(3), 196-207. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/5.\(3\).agosto.2021.196-207](https://doi.org/10.26820/reciamuc/5.(3).agosto.2021.196-207)

