UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL "ESTERO PAUSHIYACU", EN EL BARRIO PAUSHIYACU, EN LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO.

AUTOR(ES):

Erika Palmira Chimbo Grefa

Bladimir Fernando Rojas Trelles

DOCENTE - TUTOR:

Msc. Angelica Maria Tasambay Salazar

Puyo - Pastaza - Ecuador

2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	Sin cambios
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	Sin cambios
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	Sin cambios
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	Sin cambios
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	Sin cambios

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	25/25	Sin cambios
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Sin cambios
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	Sin cambios
VALORACIÓN TOTAL	100/100	EXCELENTE APORTE AL CONOCIMIENTO, FELICITACIONES.

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	**100/100**

Atentamente,

JESUS ANTONIO BONILLA DE GRACIA

Firmado digitalmente porJESUS ANTONIO BONILLA DE GRACIA
Fecha:2022-02-22 12:47+19:00

_____

Jesús Antonio Bonilla De Gracia

Dado en la ciudad de Puyo, a los 22 días del mes de febrero de 2022.

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	Cumple criterios
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	2/5	No se acogen las recomendaciones.
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	15/20	No se acogen las recomendaciones.
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	10/15	No se cita correctamente, no existe precisión y claridad en la redacción. Se inicia una oración con una idea, no se concluye sobre esa idea y a mitad de la oración se introduce otra idea.
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	7/15	No se cumplen las recomendaciones sobre la revisión bibliográfica.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	20/25	No se cumplen recomendaciones sobre discusión. No se despejan dudas del revisor, no se motiva el porque no se hacen cambios. Se inicia una oración con una idea, no se concluye sobre esa idea y a mitad de la oración se introduce otra idea. Se citan los mismos estudios que en la versión anterior se escribieron.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	8/10	Cumple gran parte de criterios. Los objetivos se alcanzan, no se lo aprecia con claridad debido a que el/los objetivo/s no claros y precisos y bien definidos.
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	3/5	Algunas ref. no cumplen con normas APA, ej. guía metodológica.
VALORACIÓN TOTAL	70	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	70

Atentamente,

Julio César Muñoz Rengifo, Ph.D.
Docente-Investigador
Universidad Estatal Amazónica

Firmado electrónicamente por:
JULIO CESAR MUNOZ RENGIFO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 23 días del mes de febrero de 2022.

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Puyo, 04 de febrero del 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante:, ROJAS TRELLES BLADIMIR FERNANDO con C.I 1500753361, con el Tema: "**EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL "ESTERO PAUSHIYACU" EN EL BARRIO PAUSHIYACU, EN LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO",** de la carrera de. Ingeniería Ambiental, Docente-director del Trabajo de Integración Curricular, MSc. Angélica Tasambay Salazar, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 5%, Informe generado con fecha 4 de febrero del 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

ANGELICA MARIA TASAMBA Y SALAZAR

Firmado digitalmente por ANGELICA MARIA TASAMBAY SALAZAR
Fecha: 2022.02.04 14:15:26 -05'00'

MSc. Angélica Tasambay S.

Docente-director del Trabajo de Integración Curricular

Curiginal

Document Information

Analyzed document	articulo-cientifico-Chimbo-Rojas-periodo-2021-2022.doc (D127047883)
Submitted	2022-02-04T13:54:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	erikachimbo@yahoo.com
Similarity	5%
Analysis address	atasiambiay.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	**DESARROLLO COMPLETO DS 14DE AGOSTO.doc** Document DESARROLLO COMPLETO DS 14DE AGOSTO.doc (D15066111)	3
W	URL: https://docplayer.es/93327441-Actualizacion-plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-diagnostico-administracion-prof-klever-ron-alcalde.html Fetched: 2020-03-23T22:28:11.7700000	1
W	URL: https://odsterritorioecuador.ec/wp-content/uploads/2019/04/PDOT-CANTON-TENA-2014-2019.pdf Fetched: 2019-10-16T23:06:31.5600000	1
SA	**PROYECTO 1 MAA URBINA oct 2018 CORREGIDO.docx** Document PROYECTO 1 MAA URBINA oct 2018 CORREGIDO.docx (D42179173)	2
SA	**Suárez J. - Panchana R..docx** Document Suárez J. - Panchana R..docx (D98435168)	1
SA	**1487346117_39__Inventario%252Bde%252Bdato%252BPriscila%252BPadron%252BPalacios.docx** Document 1487346117_39__Inventario%252Bde%252Bdato%252BPriscila%252BPadron%252BPalacios.docx (D25853973)	1
SA	**TESIS FINAL...SORNOZA.docx** Document TESIS FINAL...SORNOZA.docx (D111757792)	2

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Puyo, 04 de febrero del 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante:, CHIMBO GREFA ERIKA PALMIRA con C.I 1501186363, con el Tema: "**EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL "ESTERO PAUSHIYACU" EN EL BARRIO PAUSHIYACU, EN LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO**.", de la carrera de. Ingeniería Ambiental, Docente-director del Trabajo de Integración Curricular, MSc. Angélica Tasambay Salazar, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 5 %, Informe generado con fecha 4 de febrero del 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

ANGELICA MARIA TASAMBA Y SALAZAR

Firmado digitalmente por ANGELICA MARIA TASAMBAY SALAZAR
Fecha: 2022.02.04 14:04:27 -05'00'

MSc. Angélica Tasambay S.

Docente-director del Trabajo de Integración Curricular

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Curiginal

Document Information

Analyzed document	articulo-cientifico-Chimbo-Rojas-periodo-2021-2022.doc (D127047883)
Submitted	2022-02-04T13:54:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	erikachimbo@yahoo.com
Similarity	5%
Analysis address	atariambiay.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	**DESARROLLO COMPLETO DS 14DE AGOSTO.doc** Document DESARROLLO COMPLETO DS 14DE AGOSTO.doc (D15066111)	3
W	URL: https://docplayer.es/93327441-Actualizacion-plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-diagnostico-administracion-prof-klever-ron-alcalde.html Fetched: 2020-03-23T22:28:11.7700000	1
W	URL: https://odsterritorioecuador.ec/wp-content/uploads/2019/04/PDOT-CANTON-TENA-2014-2019.pdf Fetched: 2019-10-16T23:06:31.5600000	1
SA	**PROYECTO 1 MAA URBINA oct 2018 CORREGIDO.docx** Document PROYECTO 1 MAA URBINA oct 2018 CORREGIDO.docx (D42179173)	2
SA	**Suárez J. - Panchana R..docx** Document Suárez J. - Panchana R..docx (D98435168)	1
SA	**1487346117_39__Inventario%252Bde%252Bdato%252BPriscila%252BPadron%252BPalacios.docx** Document 1487346117_39__Inventario%252Bde%252Bdato%252BPriscila%252BPadron%252BPalacios.docx (D25853973)	1
SA	**TESIS FINAL...SORNOZA.docx** Document TESIS FINAL...SORNOZA.docx (D111757792)	2

Evaluación de impacto ambiental del "Estero Paushiyacu", en el barrio Paushiyacu, en la ciudad de Tena, provincia de Napo

Bladimir Rojas Trelles 1[1]
amb2016143@uea.edu.ec
Erika Chimbo Grefa 2[1]
amb2016042@uea.edu.ec

Angelica Tasambay Salazar, M.Sc[2]
atasambay@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida,
Carrera de Ingeniería Ambiental

Resumen

En la ciudad del Tena, provincia de Napo, no existe un manejo adecuado de las aguas residuales, esto incrementa el nivel de contaminación y degradación de los cauces hídricos, entre los más importantes el Estero "Paushiyacu", fue necesario evaluar los impactos ambientales del Estero Paushiyacu para lo cual se aplico el método analítico con investigación descriptiva con un enfoque mixto y bibliográfico. Los análisis físico-químicos de agua realizados al Estero Paushiyacu, presenta variaciones con una afectación mínima, comparada con las aguas de los Ríos Tena, Pano; y, los Esteros Mamallacta, Tamiayacu y Chimbadero; correspondiente a los parámetros analizados. En los análisis físico-químicos de agua realizados al Estero Paushiyacu, los parámetros presentan variaciones moderadas en la demanda bioquímica de oxígeno 25,82 mg/l; en potencial de hidrógeno 7,43, sólidos suspendidos totales 7 mg/l; y, en los coliformes fecales 259,25 mg/l. El nivel límite máximo permisible, de descarga a un cuerpo de agua dulce, corresponde a 200 mg/l; 6 a 9 mg/l; 130 mg/l; y, 2000 mg/l, respectivamente. De acuerdo a los niveles límite máximo permisible, de descargas a un cuerpo de agua dulce, se encuentran conforme a lo establecido en el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente. Los Ríos Tena, Pano; y, los Esteros Mamallacta, Tamiayacu, Paushiyacu; y, Chimbadero, los puntos de descargas, cumplen

con los parámetros exigidos en la normativa ambiental vigente. La evaluación de impactos ambientales, mediante la aplicación de la Matriz de Leopold causa-efecto, determino que las descargas de vertederos de aguas residuales (-169), y desechos orgánicos (-149) son los que generan alto impacto negativo. Con los resultados de agregación de impactos, se implementa medidas de mitigación, como; la reforestación con especies arbustivas de la zona; y, la restauración paisajística del estero Paushiyacu.

***Palabras Clave**: Contaminación, Aguas Residuales, Impactos Ambientales, Limites permisibles, Estero.*

Summary

In the city of Tena, Napo province, there is no adequate wastewater management, which increases the level of contamination and degradation of watercourses, among the most important being the Paushiyacu Estuary. It was necessary to evaluate the environmental impacts of the Paushiyacu Estuary, for which the analytical method was applied with descriptive research with a mixed and bibliographic approach. The physical-chemical analysis of water from the Paushiyacu Estuary showed variations with minimal impact, compared to the waters of the Tena and Pano Rivers, and the Mamallacta, Tamiayacu and Chimbadero Estuaries, corresponding to the parameters analyzed. In the physical-chemical water analysis of the Paushiyacu Estuary, the parameters show moderate variations in biochemical oxygen demand 25.82 mg/l; hydrogen potential 7.43, total suspended solids 7 mg/l; and fecal coliforms 259.25 mg/l. The maximum permissible limit level for discharge into a freshwater body is 200 mg/l; 6 to 9 mg/l; 130 mg/l; and 2000 mg/l, respectively. The maximum permissible limit levels for discharges into a freshwater body are in accordance with the provisions of the Unified Text of Secondary Environmental Legislation. The Tena and Pano Rivers; and the Mamallacta, Tamiayacu, Paushiyacu, and Chimbadero Estuaries, the discharge points, comply with the parameters required by current environmental regulations. The environmental impact assessment, through the application of the Leopold Cause-Effect Matrix, determined that the discharges of wastewater dumps (-169) and organic waste (-149) are those that generate a high negative impact. With the results of impact aggregation, mitigation measures are implemented, such as reforestation with shrub species from the area, and landscape restoration of the Paushiyacu estuary.

***Keywords**: Contamination, Wastewater, Environmental Impacts, Permissible Limits, Estuary.*

1. INTRODUCCIÓN

El agua en el planeta tierra cubre aproximadamente el 75% de la superficie terrestre, el agua es el líquido vital para el desarrollo de la vida. La humanidad está alterando los sistemas acuáticos a un ritmo acelerado y nos enfrentamos a graves problemas que tienen relación directa con el uso y mantenimiento de este valioso recurso (Mazari, 2017).

El agua que se encuentra distribuida sobre la superficie terrestre, se estima en unos 500 millones de km^2. El volumen total del agua en el planeta se estima en unos 1300 millones de km^3. De toda el agua en el planeta tierra, apenas el 0,26 % es utilizable directamente por la especie humana. El agua de mar, que es la que cubre gran parte del planeta, contiene 33 partes por mil de sales disueltas, siendo necesario realizar un tratamiento previo, para el consumo humano (Mazari, 2017).

La contaminación del recurso hídrico es un problema a nivel mundial, la principal causa se debe a la explosión demográfica, los asentamientos humanos cerca a las fuentes y cauces hídricos, actividades que producen contaminación por las descargas de aguas grises o negras que se realizan en forma directa o a través de los sistemas de alcantarillado sanitario de las ciudades, y en muchos casos sin realizar un tratamiento primario de las aguas. Las descargas que se realizan a los ríos, lagos y cuerpos de agua se ven gravemente afectados y por ende provocan la alteración de los ecosistemas, modificando las características naturales de cada componente que se encuentra en la naturaleza. Si bien es cierto los países desarrollados son los que más contaminan a diferencia de los países en desarrollo, esto no quiere decir que no contaminen, la gran diferencia es la cantidad que cada uno de los países requieran de este preciado recurso (Peña, 2016).

En América Latina la principal fuente de contaminación del agua es provocada por la falta de tratamiento a las aguas residuales. Se estima que sólo entre el 25 % y 30 % de los afluentes urbanos es retornado a los cauces naturales con un tratamiento previo (Lentini, 2011; Sato y otros, 2013). En el caso de Ecuador, al igual que los demás países latinoamericanos, la principal causa de contaminación es la descarga de aguas

residuales, ya que por la falta de tratamiento de sus aguas estos afectan a los ríos para luego terminar en el mar, y por ende afectando gravemente la vida acuática (Peña, 2016).

Según Blanca Ríos Touma, ecóloga acuática, menciona que en muchas ciudades de Ecuador no realizan ningún tratamiento de sus aguas residuales, sino que estos afluentes van directamente a los ríos, y esto significa un grave problema. En la mayoría de las ciudades sus superficies son impermeables como, por ejemplo: calles, veredas, casas, es decir todo lo que tenga concreto y esto ocasiona que toda el agua ya sea por lluvia o por cualquier actividad antropogénica sea dirigida directamente a los ríos arrastrando con ellos contaminantes perjudiciales que afectan la calidad de agua (Touma, 2021).

En la provincia de Napo, en la ciudad del Tena específicamente, existen 2 plantas de tratamiento de aguas residuales, ubicadas en los barrios de Terere y Palandacocha, estas conforman el sistema de alcantarillado sanitario, que no solo contienen aguas residuales, sino que también acarrean agua lluvia, mismas que son descargadas en el río Pano y en el estero Tamiayacu que es tributario del río Misahuallí, las aguas que ingresan a las plantas de tratamiento de aguas residuales son depuradas de manera eficiente; cabe recalcar que la sociedad es responsable de mantener en buen estado sus ríos (Salazar P. , 2020).

En la ciudad del Tena, provincia de Napo, se evidencia que no realiza un manejo adecuado de los residuos sólidos ni tampoco un destino fijo y adecuado para el destino final sus aguas residuales domésticas por parte de las autoridades competentes, los cuales incrementan el nivel de contaminación y degradación de los cauces hídricos de la localidad, en la capital de la provincia, así como en los cantones y cabeceras parroquiales, demuestra y es evidente que la causa principal se debe al crecimiento poblacional y urbano (Ponce, 2016).

En la actualidad la incertidumbre de afectación y el grado de posible contaminación, ha provocado el uso limitado del agua por las personas, para sus fines recreativos y consumo humano, llegando a ser esta la problemática y la razón de nuestro estudio (Chapi y Yupangui, 2018).

En la presente investigación se determina, las condiciones actuales del estero Paushiyacu, en el barrio Paushiyacu, de la ciudad de Tena, provincia de Napo y se realiza una comparación de los parámetros permisibles de sus aguas con otros esteros

de la ciudad como el estero Mamayacta, Chimbadero, rio Tena y Pano, siempre basándonos en los lineamientos de la autoridad ambiental competente para su posterior evaluación aplicando la Matriz de Leopold de causa-efecto.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

La metodología aplicada para el desarrollo de la presente investigación comprende el método analítico de tipo descriptivo con un enfoque mixto, ya que la metodología se apega a la problemática que se lleva a cabo en el proceso investigativo.

2.1. Método analítico de tipo descriptivo

El presente método se apega a la investigación que se lleva a cabo, puesto que permitió realizar un análisis de los aspectos claves que intervienen en la evaluación de impacto ambiental por la contaminación que se produce en el estero Pauschiyacu, y de esta manera determinar su grado de incidencia en el proceso, ya que el método analítico nos es más que el proceso de un análisis exhaustivo de un todo y usualmente se preocupa por las relaciones causa y efecto, también se considera el enfoque mixto ya que con ello se recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en una misma investigación, la cual permitió realizar comparación con los análisis de agua de los diferentes esteros y ríos de la ciudad de Tena (Rodríguez & Pérez, 2017).

2.2. Investigación bibliográfica

La investigación se basó en información obtenida de parte del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Municipalidad de Tena, mismo que se obtuvo con la ayuda de un documento oficial dirigida a la autoridad competente, el cual procedió a la entrega inmediata de información dando cumplimiento a la petición. La solicitud contuvo lo siguiente:

- Información sobre obras, proyectos o actividades, investigaciones, análisis físicos-químicos de agua previamente tomadas y un registro de monitoreo de las aguas y afluentes que se encuentra dentro del casco urbano de la ciudad de Tena, mismos que tienen relación con la contaminación que causan en los ríos, suelos o alteración paisajística, específicamente del barrio Paushiyacu de la ciudad de Tena, provincia de Napo, lugar en el cual se desarrolla el trabajo investigativo.

Documento entregado, el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDYOT) del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena (2020-2023), siendo parte

fundamental para la elaboración de línea base de la condición actual del lugar de estudio, tomando en consideración los siguientes aspectos: aspecto biofísico, aspecto social y afluentes. Adicional se obtuvo análisis de laboratorio de agua de diferentes esteros y ríos mismos que se relacionan con la contaminación existente en la zona de estudio.

Para la evaluación de impacto ambiental en el estero Paushiyacu, previamente se realizó una investigación sobre las condiciones actuales del lugar de estudio, los posibles impactos tanto positivos como negativos y además la relación de los demás esteros y ríos del caso urbano de la ciudad de Tena, ya que esto permite conocer el grado de incidencia que ocasiona la contaminación del estero Paushiyacu y demás cauces hídricos.

Por lo tanto, el proceso investigativo, permitió la recolección de información mediante la investigación bibliográfica, con el apoyo de fuentes secundarios como es la búsqueda en libros, documentos pdf, artículos científicos, informes.

Herramientas y/o servicios

Para el desarrollo del presente artículo científico, se requirió de las siguientes herramientas y/o servicios: Computadora portátil (Dell Inspiron 15 300 15.6” HD 10th Intel Core i7). Software Window 10 Profesional. Microsoft Office 2020. QGIS 3.16.16 Hannover. Internet con fibra óptica, operadora Corporación Nacional de Telecomunicaciones. Información cartográfica, de la infraestructura de datos espaciales del Instituto Geográfico Militar. Análisis del Laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S. A., autorizado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriana SAE. Además se realizaron búsquedas de estudios en las siguientes bases de datos: http://repositorio.espe.edu.ec/; http://scielo.sld.cu/; http://portal.amelica.org/; https://www.google.com/; https://qgis.org/; http://ojs.unemi.edu.ec/; http://www.geoportaligm.gob.ec/; entre otros.

2.3. Ubicación del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en la provincia de Napo, cantón Tena, parroquia Tena, el trabajo de investigación se ejecutó en el estero Paushiyacu, en el barrio Paushiyacu, su cauce hídrico recorre de acuerdo a los puntos cardinales de oeste a este, a través del casco urbano de la ciudad y de los principales afluentes y puntos de descarga, de los ríos y esteros, del caso de estudio, como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1.

Coordenadas del Estero Paushiyacu, y puntos de descarga de los principales afluentes de la ciudad de Tena.

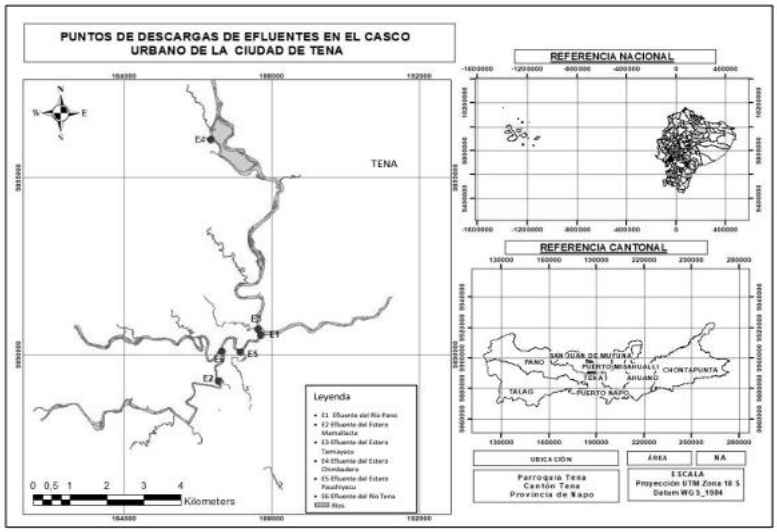
Afluente	UNIDADES TÉCNICAS DE MERCATOR COORDENADAS WGS84 Z18S	
	x	y
E1 Río Pano	186665	9890101
E2 Estero Mamallacta	186559	9889259
E3 Estero Tamiayacu	187642	9890722
E4 Estero Chimbadero	186373	9896089
E5 Estero Paushiyacu	187163	9890083
E6 Río Tena	187732	9890568

2.4. Ubicación hidrográfica de afluentes

Los ríos Pano y Tena, así como los esteros Mamallacta, Tamiayacu, Chimbadero, Paushiyacu, se encuentran ubicados en la parroquia Tena, e integran la red hidrológica más importante del casco urbano de la ciudad.

Figura 1.

Ubicación del estero Paushiyacu y Puntos de Descarga de Afluentes de la Ciudad de Tena, Cantón Tena, Provincia de Napo.



2.5 Línea Base de las condiciones actuales del estero Paushiyacu

Se realiza en levantamiento de datos mediante la Ficha SVAP (Stream Visual Assessment Protocol), de las condiciones de los actuales de los ríos Pano y Tena, y de los esteros Mamallacta, Tamiayacu, Chimbadero, Paushiyacu; la ficha de valorización visual, se adaptó a las necesidades de la investigación.

El deterioro de la calidad del estero Paushiyacu es debido a diversas fuentes de contaminación como son los desechos inorgánicos, desechos orgánicos y vertidos de aguas residuales. Sin embargo, la causa más importante ante la generación de contaminación es la creciente población y con ello las construcciones de acometidas clandestinas.

Para determinar las condiciones del estero Paushiyacu, se realizó la recolección de información del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena (2020-2023) tomando en consideración los siguientes aspectos: aspecto biofísico, aspecto social y afluentes.

2.5.1. Aspectos Biofísicos

El cantón Tena, se ubica en un rango altitudinal que va desde los 800 msnm, en la parroquia Chontapunta, hasta los 4840 msnm en el Volcán Quilindaña. La temperatura fluctúa entre los 2 °C y 26°C, con precipitaciones anuales entre 800 mm en el punto más alto y 4.000 mm en la afluencia de río Iloculin y el Jatunyacu. En la ciudad de Tena, su vegetación está compuesta por variedad de especies, según su función y formación vegetal. El 48,72 % de la superficie total del cantón, corresponden a áreas declaradas por parte del estado con algún nivel de conservación. En el cantón Tena el 81,25 % de su superficie (316.668,64 has), corresponde a coberturas de vegetación natural no alterada, que incluye a las áreas de conservación estatal. Por otra parte, Tena cuenta con una gran riqueza del recurso hídrico mismo que se ve afectada principalmente por los desechos sólidos y aguas residuales. Dos de sus ríos representativos Pano y Tena de la ciudad se encuentra vulnerados ya que se vieron gravemente afectados por las descargas de aguas residuales directas a sus cauces, sin un tratamiento previo. En la actualidad la mayoría de viviendas, están acometidas a la red de alcantarillado sanitario de la ciudad que conduce hasta las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales de Palandacocha y Tereré (PTAR´s), sin embargo, no toda la población cuenta con el servicio del sistema de alcantarillado.

2.5.2. Aspecto social

La población al año 2010 del cantón Tena fue de 60.880 habitantes (INEC 2010), con una densidad poblacional de 15 hab/ha, ´la mayor cantidad de población se encuentra en zona rural en un porcentaje de 61,82 %, correspondiente 37.573 habitantes, en la zona urbana con el 38,28 %, que corresponde a 23.307 habitantes. Con respecto a la población nacional, el cantón Tena representa el 0,42 % del total nacional. Actualmente según la proyección cantonal (SIN, 2014), se registra para el cantón una población total de 69.202 habitantes, es decir se registra un incremento poblacional porcentual del 1,35 % para estos 8 últimos años.

2.6. Afluentes principales con relación al Estero Paushiyacu de la ciudad de Tena, provincia de Napo

Para el caso de estudio se tomó en consideración los principales afluentes de la ciudad de Tena, entre los más importantes: río Pano, estero Mamallacta, estero Tamiayacu, estero Chimbadero, estero Paushiyacu y el río Tena, mismos afluentes que son afectados por la presión de asentamientos humanos y por diversas fuentes de contaminación como: desechos inorgánicos, desechos orgánicos y principalmente por vertidos de aguas residuales y adicional a ello, construcciones de acometidas clandestinas.

Para este apartado, se obtuvieron resultados de análisis físicos-químicos de agua de los afluentes de la ciudad y principalmente del Estero Paushiyacu, estos análisis fueron realizados por el laboratorio, mismo que se encuentra acreditado ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE), para ello se detallaron 31 parámetros físicos-químicos, mismos que definen la calidad del agua de los ríos y esteros, considerados en el estudio. Dichos resultados se compararon con la Tabla 9, de los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, de conformidad al Acuerdo Ministerial 097-A, del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente, Libro VI, Anexo 1, Norma de la calidad ambiental y de descarga de afluentes al recurso agua. Cabe mencionar, que los resultados de laboratorio fueron tomados del Departamento de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena.

Tabla 2.

Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, Acuerdo Ministerial 097-A

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sust. solubles en hexano	mg/l	30
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2
Boro Total	B	mg/l	2
Cadmino	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN^-	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Ext. carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl^-	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000
Color real [1]	Color real	unidades de color	Inapreciable en dilución: ene-20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr^{+6}	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO_5	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5
Fluoruros	F	mg/l	5
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso total	Mn	mg/l	2
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30
Nitrógeno Total	N	mg/l	50
Compuestos Organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6-sep
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	130
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600
Sulfatos	$SO_{4<2}$	mg/l	1000
Sulfuros	$S^{<2}$	mg/l	0,5
Temperatura	^oC		Condición natural ± 3
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1

[1] La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida

Fuente: (TULSMA, 2015)

2.7. Elaboración de la Matriz de Leopold de causa-efecto

Con la información obtenida de la línea base de las condiciones actuales del estero Paushiyacu, y los aspectos biofísicos generales de la zona, se pudo identificar varias fuentes de contaminación que se acumulan en el área de estudio y la razón del por qué, hay degradación en la calidad del agua de los afluentes, esto debido a los vertidos de aguas residuales, desechos sólidos y a la creciente población, se procedió a describir actividades que se desarrollan en el lugar de estudio, determinando la interacción con los aspectos ambientales ya que las interacciones pueden tener impacto, ya sea positivo o negativo. Para lo cual se aplicó la Matriz de Leopold de causa-efecto, en la cual se analiza y se evalúa el grado de afectación y la magnitud de impacto en que sucede la interacción de los aspectos ambientales. Con la aplicación de la matriz también permite proponer acciones o medidas de mitigación en cuanto a la conservación y restauración del área de estudio.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la información obtenida de la línea base, las condiciones actuales del estero Paushiyacu, respecto a los aspectos biofísicos generales de la zona, y, los aspectos sociales, en vista de no existir estudios realizados, relacionados a la calidad de agua de los principales afluentes que atraviesan la zona urbano y marginal de la ciudad de Tena, es la razón por la cual se presume y determina el deterioro de la calidad del agua del estero Paushiyacu, es causado por diversas fuentes de contaminación como: desechos inorgánicos, desechos orgánicos, vertidos de aguas residuales y el crecimiento poblacional. Los vertidos de aguas residuales son la principal fuente de degradación del recurso hídrico del estero, y a la vez, uno de los afluentes más contaminados de la ciudad de Tena.

3.1 Relación del Estero Paushiyacu con los principales afluentes del casco urbano de la ciudad de Tena, provincia de Napo.

Las diversas fuentes de contaminación del estero Paushiyacu, se relacionan con los demás afluentes que recorren la ciudad de Tena: el río Pano, estero Mamallacta, estero Tamiayacu, estero Chimbadero y el río Tena, acumulan diversos contaminantes que alteran la calidad de agua y su entorno. Se realizó una comparación con los niveles máximos permisibles para descargas, conforme lo señala el Anexo 1. Del libro VI. Del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de

Calidad Ambiental, y de Descarga de Afluentes al Recurso Agua, que permitieron analizar el grado de contaminación y el estado actual de la calidad agua, en sus cauces hídrico, como se muestra en la tabla 3.

Estos resultados permitieron verificar que los esteros y ríos antes descritos, cumplen con los parámetros permisibles de descarga a un cuerpo de agua dulce. Esto significa que los niveles de afectación y contaminación a las aguas son mínimas; los parámetros que se encuentran con una variación moderada del Estero Paushiyacu, con relación a los otros esteros y ríos antes descritos, corresponden a la Demanda bioquímica de oxígeno y potencial de hidrógeno. Es decir, el Estero Paushiyacu no se encuentra con un grado de contaminación elevada, la calidad del agua depende de la interacción directa que existe con los demás afluentes cercanos al estero (Chapi & Yupangui, 2018).

La tabla 3, muestra la concentración promedio de los parámetros físico-químicos de los muestreos de agua realizados al río Pano, estero Mamallacta, estero Tamiayacu, estero Chimbadero y el río Tena, en comparación directa a la muestra testigo del estero Paushiyacu. Del análisis realizado a los Afluentes E1, E2, E3, E4, E5, E6, los valores que presentan variaciones estándar corresponden a <20,0 mg/l; 0,554 mg/l; <0,008 mg/l; <0,30 mg/l; <0,001 mg/l; <0,001 mg/l; <0,004 mg/l; 0.004 mg/l; <0,050 mg/l; <0,050 mg/l; <0,005 mg/l; <0,050 mg/l; <0,050 mg/l; <1,00 mg/l; 0.86 mg/l; 1.53 mg/l; 0.293 mg/l; <0,010 mg/l; 8.4 mg/l; 2.02 mg/l; <0,005 mg/l; <0,005 mg/l; <0,001 mg/l; <0,5 mg/l; 0.054 mg/l; <0,001 mg/l, con una afectación mínima a los parámetros analizados de aceites y grasas, aluminio, arsénico, boro, cadmio, cianuro total, cobalto, cobre, cromo hexavalente, estanio, fenoles, fósforo, hidrocarburos totales de petróleo, hierro, magnesio, níquel, nitrógeno total de kjeldah, nitrógeno amoniacal, órganos clorados totales, órganos fosforados totales, plomo, sulfatos, sulfuros y zinc respectivamente. Estas variaciones mínimas están ligadas a la no existencia de proyectos, obras o actividades que generan este tipo de agentes contaminantes. Los resultados obtenidos en los diferentes puntos de muestreo, se encuentran dentro de los límites permisibles, conforme los establecido en el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de la calidad ambiental y de descarga de afluentes al recurso agua. Con estos resultados se cumple con la normativa ambiental vigente, conforme al Acuerdo Ministerial 097-A el Código Orgánico del Ambiente; y, su Reglamento.

Tabla 3.

Resultados de análisis físico-químico del agua del estero Paushiyacu y de los principales afluentes de la ciudad de Tena.

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	UNIDAD	RESULTADO INCERTIDUMBRE (K=2)						LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	CRITERIO DE RESULTADO					
			E1	E2	E3	E4	E5	E6		E1	E2	E3	E4	E5	E6
Aceites y Grasas	Standard Methods Ed. 23.														
Gravimétrico	2017.5520 B	mg/l	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	30,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992														
Aluminio	EPA 6010 B, December 1996	mg/l	0,291	0,155	0,554	0,144	0,316	0,267	5,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	Standard Methods Ed. 23.														
Arsénico	2017, 3120 B.	mg/l	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	0,1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	Standard Methods Ed. 23.														
Boro	2017.4500-BC	mg/l	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	2,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992														
	EPA 6010 B, December 1996														
	Standard Methods Ed. 23.														
Cadmio	2017, 3120 B.	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,02	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	Standard Methods Ed. 23.														
Cianuro Total	2017.4500-CN c y 4500-CNE	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992														
Cobalto	EPA 6010 B, December 1996	mg/l	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,5	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	Standard Methods Ed. 23.														
Cobre	2017, 3120 B.	mg/l	0,003	0,004	0,002	0,002	0,003	0,003	1,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	Standard Methods Ed. 23.														
Coliformes fecales	2017.9221 B, E y F	NPM/100ml	11,0	327	39	540	259,25	36	2000,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	Standard Methods Ed. 23.														
Cromo Hexavalente	2017.3500-Cr A y 3500-Cr B	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,5	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Standard Methods Ed. 23. 2017.5210 B	mg/l	<4,75	22,79	9,97	16,15	14,04	12,22	100,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Demanda Química de Oxígeno	Standard Methods Ed. 23. 2017.5210 B	mg/l	<10,0	57,5	22,6	37,21	25,82	21,93	200,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	Standard Methods Ed. 22. 2012, 3120 B, 3030 B,														
Estaño	3030D, 3030 E	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	5,0	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	Standard Methods Ed. 23.														
Fenoles	2017.5530 A y 5530 C	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	Standard Methods Ed. 23.														
Fósforo	2017, 4500 P B y 4500-P C	mg/l	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	10,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TNRCC, Method 1005, Rev, 0	mg/l	<0,15	0,86	0,27	<0,15	0,56	0,39	20,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992														
Hierro	EPA 6010 B, December 1996	mg/l	0,31	1,06	1,53	0,48	0,84	0,87	10,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Manganeso	Standard Methods Ed. 23.	mg/l	0,015	0,293	0,221	0,06	0,147	0,032	2,0	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Níquel	2017, 3120 B.	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	2,0	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	Standard Methods Ed. 23.														
Nitrógeno Total Kjelda	2017, 4500-N_{org} C	mg/l	<1,25	4,82	3,51	8,4	3,87	2,77	50,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	Standard Methods Ed. 23.														
Nitrógeno Amoniacal	2017, 4500-NH_3 F	mg/l	<0,25	2,02	1,93	1,98	1,47	0,73	30,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	EPA 8270 D, Rev. 04. 2007														
Organo Clorados Total	EPA 3510 C. Rev. 03, 1996	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,05	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Organo Fosforados Totales	EPA 8270 D 2007 EPA 3510 C 1996	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,10	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	EPA3005 A, Rev. 01. 1992														
	EPA 6010 B, December 1996														
	Standard Methods Ed. 23.														
Plomo	2017, 3120 B	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,20	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	Standard Methods Ed. 23.														
Potencial de Hidrógen	2017, 4500-H+ A y 4500H+B	U pH	7,27	7,46	6,65	7,12	7,42	7,4	6 a 9	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Sólidos Suspendidos Totales	Standard Methods Ed. 23. 2017, 2540 A y2540 D	mg/l	<10,0	14	<10,0	18	7	13	130,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	Standard Methods Ed. 23.														
Sólidos Totales	2017, 2540 A y2540 B	mg/l	168	174	112	108	136	128	1600,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Sultafos	EPA 375.4 SO_4^{2-}, 1978	mg/l	<5,0	21,9	9,4	<0,5	<0,5	<0,5	1000,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	Standard Methods Ed. 23														
Sulfuros	2017, 4500 S^{2-A} y 4500-S^{2-D}	mg/l	<0,30	<0,30	<0,30	<0,5	<0,5	<0,5	0,50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	EPA3005 A, Rev. 01. 1992														
Zinc	EPA 6010 B, December 1996	mg/l	<0,010	0,054	0,027	0,024	0,026	0,023	5,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	Standard Methods Ed. 23.														
Selenio	2017, 3120 B	mg/l	<0,001	<0,001	0,008	<0,001	<0,001	<0,001	0,10	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Esteros y ríos de la ciudad de Tena. E1 río Pano, E2 estero Mamallacta, E3 estero Tamiayacu, E4 estero Chimbadero, E5 estero Paushiyacu, E6 río Tena.

3.2 Evaluación de Impactos Ambientales Mediante la Matriz de Leopold de Causa-Efecto

La Evaluación de Impactos Ambientales, se efectuó a través de la Matriz de Leopold causa-efecto, mismo que permitió evaluar los posibles impactos y el grado de afectación y contaminación que se genera al estero Paushiyacu.

Conforme a los resultados de agregación de impactos se puede observar que las descargas de vertederos de aguas residuales -169, y desechos orgánicos -149 son los que generan alto impacto negativo, con respectos a los aspectos ambientales que ocasionan la contaminación al estero, como se muestra en la tabla 4.

Las descargas con desechos inorgánicos -66; y, de construcciones de acometidas clandestinas -71, son los que generan impacto medio negativo, como se muestra en la tabla 4.

Las construcciones de cerramientos, generan bajo impacto negativo -30 como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales, del estero Paushiyacu, en el barrio Paushiyacu, en la ciudad de Tena,provincia de Napo

MATRIZ DE LEOPOLD CAUSA-EFECTO

| ASPECTOS / ACCIONES / AMBIENTALES | | EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES | | |

3.3 Acciones de Mitigación de Impactos Negativos.

Con los resultados de agregación de impactos, se puede observar que la reforestación con especies arbustivas de la zona tiene un impacto positivo de +124; y, la restauración paisajística tiene un impacto positivo de +250, para el estero Paushiyacu, las actividades que generan los valores más altos con impactos positivos, respecto a los aspectos ambientales, los cuales mitigan o contrarrestan los impactos negativos, que ocasionan la contaminación al estero Paushiyacu, misma que puede favorecerse con la reforestación con guadúa Guadua angustifolia Kunt, Acacia Loretensis (Hans, 2017).

También se puede construir una pequeña infraestructura de rampas a desnivel para romper la estructura del agua y favorecer la oxigenación por saltos de agua, en partes con mayor declive del cauce, con el fin de facilitar la descomposición de materia orgánica y solidos en suspensión, provenientes de las viviendas, y del alcantarillado de aguas lluvias. Esta acción de mitigación, aporta a la reducción de ciertos impactos ambientales valorados en nuestra matriz de Leopold de causa y efecto; la contaminación causada por residuos orgánicos, atrae a distintos animales roedores y carroñeros, que afectan directamente al estilo de vida socioeconómico, y paisajístico del barrio Paushiyacu.

Para mitigar la contaminación por los residuos sólidos, se propone que se evalué los medios necesarios para la reutilización, se plantea un programa de reciclaje de estos residuos, por parte de la Asociación de Recicladores El Chimbadero, quienes realizarán la clasificación selectiva en la fuente (domicilios, negocios, empresas públicas y privadas), reciclarían papel, cartón, plástico, metales, entre otros. Quien se encargará del control es la Unidad Operativa de Desechos Sólidos, de la Dirección de Gestión Ambiental, del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena. La recuperación de materiales reciclables ofrece ventajas como la reducción de contaminantes al Estero; reciclar materias primas para incorporar los procesos productivos; creación de fuentes de empleo, e ingresos económicos para las familias.

4. CONCLUSIONES

Las condiciones actuales del estero Paushiyacu tienen relación con los demás afluentes como son: el río Pano, estero Mamallacta, estero Tamiayacu, estero Chimbadero y el río Tena, los contaminantes que alteran la calidad de agua y su entorno permitió analizar el grado de contaminación y la calidad de sus cauces hídricos. De

acuerdo a los niveles límite máximo permisibles los Afluentes E1, E2, E3, E4, E5, E6, en los puntos de descargas, todos los parámetros, cumplen con las exigencias de la normativa vigente, como lo señala el Código Orgánico del Ambiente, su Reglamento; y, el Anexo 1 del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Afluentes al Recurso Agua. Se encuentran dentro de los límites permisibles, conforme los establecido en el TULSMA.

En la aplicación de la Matriz de Leopold causa-efecto, se evaluó los aspectos y acciones, las cuales miden los impactos y el grado afectación causado al Estero Paushiyacu, de la ciudad de Tena, provincia de Napo; conforme a los resultados de agregación de impactos se puede observar que las descargas de vertederos de aguas residuales -169, y desechos orgánicos -149 son los que generan alto impacto negativo, con respectos a los aspectos ambientales que ocasionan la contaminación al estero. Las descargas con desechos inorgánicos -66; y, de construcciones de acometidas clandestinas -71, son los que generan impacto medio negativo. En tanto que las construcciones de cerramientos, generan bajo impacto negativo -30. como se muestra en la tabla 4.

Conforme a los resultados de agregación de impactos se puede observar que la reforestación con especies arbustivas de la zona tiene un impacto positivo de +124; y, la restauración paisajística tiene un impacto positivo de +250, para el estero Paushiyacu, éstas son las actividades que generan los valores más altos, con impactos positivos, respecto a los aspectos ambientales, los cuales mitigan o contrarrestan los impactos negativos que ocasionan la contaminación al estero Paushiyacu, misma que favorece con la reforestación con guadúa *Guadua angustifolia Kunt, y Acacia Loretensis.*

Para la reducción de los niveles del estero Paushiyacu en el barrio Paushiyacu, se debe capacitar a la ciudadanía, y realizar campañas periódicas de educación ambiental, que fomente la cultura amigable con el medio ambiente, las reuniones de concientización deben ser integradas por las autoridades de control ambiental correspondientes en articulación y coordinación con el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena.

REFERENCIAS

Aldás, C., & Valdez, V. (2018). *Estudio de Factibilidad para la creación de una Empresa Procesadora de Cachama en la Provincia de Sucumbíos, cantón Lago Agrio.* Quito.

Álvarez, E. (2015). *Propusta De Un Sistema De Gestion Ambiental Aplicado A Una Empresa Del Sector Plastico En Guayaquil.* Guayaquil: Universidad De Guayaquil.

Andrade, A., & Carrión, W. (2018). *"Plan de manejo para la recuperación ambiental del estero El Macho, canton Machala".* Cuenca: Universidad De Cuenca.

Arce, C. (2015). Proyecto de investigación para la promoción de las buenas prácticas ambientales en el cantón Duran. *Universidad De Guayaquil Facultad De Ciencias Administrativas*, 18-26.

Ballestero, M. (2015). Inseguridad Económica del Agua en Latinoamérica: de la abundancia a la inseguridad. *Corporacion Andino de Fomento* , 11-15.

Boceto. (9 de Enero de 2020). *Safety Doc*. Obtenido de Safety Doc: https://www.safetydoc.es/tipos-de-residuos-definicion-y-clasificacion/

Cabrera, M. V. (2019). Contaminación de los ríos: caso río Guayas y sus afluentes. *Manglar* , 4-6.

Chapi, D., & Yupangui, R. (2018). *Evaluación De La Calidad Del Agua De Los Esteros Paushiyaku, Tamiahurco, Chimbadero Y Dunduyaku De La Ciudad Del Tena Mediante La Identificación De Macro Invertebrados Bentónicos, Para Proponer Una Normativa Legal Que Aporte A La Restauración.* Tena: Instituto Tecnológico Superior Tena.

Dellavedova, M. G. (2016). *Guía Metodológica para la Ealaboración de una Evaluación de Impacto Ambiental.* Argentina.

Fernandez, C. (1997). *Clasificacion y Valoracion De Los Impactos.*

Gallegos, O. (2015). *Contaminación Del Rio Babahoyo Como La Consecuencia De La No Aplicacion De Una Ley De Aguas Efectiva Que Sancione A Quien Proboque Daño Ambiental.* Babahoyo: Universidad Técnica De Babahoyo.

Gutiérrez, P., & Ramírez, A. (2016). Evaluación De LA Calidad Ecoligica De Los Rios En Ecuador: Principales Amenazas Y Herramientas De Evaluación. *Scielo*.

Hans, E. (2017). *Reforestación De 30 Hectareas Con Especie Protectora Y Produccion En El Estero Matevereda Candelillas, Municipio De Tumaco Departamento De Nariño.* Tumaco.

Lander, J. (15 de Diciembre de 2020). *iAgua*. Obtenido de iAgua: https://www.iagua.es/blogs/lander-rodriguez-jorge/proceso-tratamiento-aguas-residuales-y-eliminacion-contaminantes

María, D. (2016). *Guía Metodológica para la Elaboración de una Evaluación de Impacto Ambiental.* Argentina.

Medianero, B. (2015). *Metodología de Estudios de Línea Base.*

Páez, J. (2017). Educación Ambiental. Cuadernos de Educación y Desarrollo. *Atlante*.

Parra, L., Ruiz, M., & Ruiz, E. (2015). Criterios De Evaluación De Impacto Ambiental En El Sector Minero. *Industrial Data*, 99-112.

Peña, H. (2016). *Desafíos de la seguridad hídrica en America Latina y el Caribe.* Santiago: Naciones Unidas.

Picazo, M. (29 de 04 de 2016). *Ecovant*. Obtenido de Ecovant: https://www.ecoavant.com/iniciativas/la-importancia-de-la-calidad-del-agua_2565_102.html

Pimentel, H. (28 de Junio de 2021). *iAgua*. Obtenido de iAgua: https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes

Ponce, L. (2016). *Plan de Rehabilitación Urbano-Ecologica de Sitios Colindantes Al Estero Salado, Con Enfoque Sistemico y Participativo. El Centro-Oeste Del Area De Estudio, Tramo Puerto Lisa De Guayaquil.* Guayaquil: Universidad De Guayaquil.

Rodríguez, J., & Alvarado, D. (2015). *Propuesta de un plan de manejo ambiental, en base a la presencia de metales pesados en el estero Huaylá, Pto. Bolívar.* Cuenca.

Salazar, P. (2020). *Evaluación Ambiental de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en la Parroquia del Tena de la Provincia del Napo a fin de proponer estrategias de Reducción de los Impactos Negativos al Ambiente.* Tena: Universidad Tecnológica Indoaméricana.

Sánchez, A. (2019). La Contaminación Ambiental En Los Acuiferos De Ecuador. *Vision Contable*, 64-101.

Sierra, C. (2016). *Descontaminación y Regeneración del Estero "Paushiyaku".* Tena: Gobierno Municipal de Tena.

Touma, B. (23 de Abril de 2021). “Hemos convertido a los ríos en las cloacas de los humanos”: Blanca Ríos-Touma. (A. Paz, Entrevistador)

Vera, D. E. (2015). *Estudio de Factibilidad Financiera de una Procesadora de Aguas Servidas* . Tena.

Villegas, M., Cadavid, L., & Awad, G. (2018). Metodología Para La Evaluación De Impacto Ambiental De Proyectos De Infraestructura En Colombia. *Unimilitar*.

Zarza, L. (28 de Junio de 2021). *iAGua*. Obtenido de iAgua:

Anexo 1

Marco Teórico

La contaminación es un grave problema que ha causado daños irreversibles para todos los países del mundo. El rápido crecimiento urbano e industrial ha ocasionado enormes cantidades de desechos residuales potencialmente nocivos que han sido vertidos y diluidos en la atmósfera, en el agua o en los suelos, esperando que se biodegraden naturalmente, por cuanto es necesario afrontar el problema con una amplitud de perspectivas que incluya sus causas y los impactos, ya que sus efectos generan cambios en los sectores de la economía de la sociedad y del ambiente. También es sustancial analizar las posibles soluciones en la economía, en lo social y área ambiental en conjunto, ya que la falta de concienciación frente en la responsabilidad que tiene el ser humano sobre la calidad ambiental, está generando impactos ambientales. (Gallegos, 2015).

La evaluación de impacto ambiental tiene la capacidad de recopilar información sobre la zona de estudio y su condición actual, mediante esta fase se conocerá los impactos negativos y sus factores, proporcionando un análisis completo sobre la contaminación ambiental del sitio de estudio. (Andrade & Carrión, 2018)

Por medio del estudio de evaluación de impacto ambiental en el estero Paushiyaku, ubicado en el barrio Paushiyaku, del cantón Tena, provincia de Napo, se pretende aportar con datos reales y veraces al Gad Municipal del Cantón Tena, para que estos resultados conseguidos sea de utilidad como una fuente de información referencial, con el fin de que sea tomado en cuenta para un intervención de restauración o mitigación de la contaminación ambiental presentes en el estero de ese sector, así mismo contribuye al seguimiento y control de la misma, incentivando su sostenibilidad.

Tomando en cuanto estos aspectos se visualiza alteraciones a los recursos naturales visualizándose un alto grado de contaminación ambiental.

Contaminación Ambiental

Es la alteración de la calidad del medio ambiente por la presencia de sustancias, organismos o formas de energía en componentes o sustratos a los que no pertenecen o en cantidades superiores a las propias de dichos sustratos, por un tiempo suficiente, y bajo condiciones tales, que esas sustancias interfieren en la salud y comodidad de las

personas, afectan los recursos naturales o modifican el equilibrio ecológico. (Sánchez, 2019)

Estas alteraciones están generando muchos impactos ambientales que se identifican en los diferentes recursos naturales a nivel mundial.

Impacto Ambiental

Según la ISO 14001 2015, los impactos son cualquier cambio causado en el medio ambiente. Sin embargo, que el término impacto no solamente implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo. Lo que interesa es que son producidos por los productos, servicios o actividades que realiza el hombre repercutiendo al bienestar de todos los seres vivos. (Parra, Ruiz, & Ruiz, 2015)

El grado de afectación que puede tener un recurso puede ser valorado en función del tipo de contaminación.

Significancia ambiental

La significancia ambiental, está dada por la severidad gradual de un impacto, es decir, que un impacto se hace más significativo en la medida en que el daño causado sea más severo sobre el parámetro, componente, sistema o medio afectado. (Villegas, Cadavid, & Awad, 2018)

Los impactos ambientales que se genera de las actividades antrópicas del hombre generan graves consecuencias negativas hacia el recurso agua, afectando recursos hídricos como: ríos, lagos, mares, etc.

Contaminación del recurso hídrico

La contaminación del agua se da por la presencia de componentes físicos, químicos y microbiológicos, generando desechos sólidos y específicamente aguas residuales que son vertidas directamente a los esteros o ríos sin un previo tratamiento de manera que alteran la calidad natural del agua, ocasionando daños sobre la salud humana y el medio ambiente, es por ello que se debe dar un tratamiento adecuado al agua. (Zarza, 2021)

Algunas causas de la contaminación del recurso hídrico son: los residuos sólidos que se generan en cada uno de los hogares y las descargas de aguas residuales que son vertidas en los ríos o esteros sin un previo tratamiento afectando la calidad natural del

agua.

Calidad del Agua

Según, (Bembibre, 2011). El agua es uno de los elementos naturales que se encuentra en mayor cantidad en el planeta, influye en el desarrollo de distintas formas de en el desarrollo de distintas formas de vida. Del mismo modo que sucede con el oxígeno el agua es esencial para que todas las formas de vida conocidas puedan existir. Es importante tener en cuenta que los organismos de todos los seres vivos están compuestos en una alta proporción por agua, siendo que esta es la que compone los músculos, órganos y los diferentes tejidos. (Picazo, 2016)

Muchos ecosistemas se ven afectados por la contaminación del recurso hídrico, líquido vital del cual depende la subsistencia de todos los seres vivos que lo habitan, por ende, es necesario el mantenimiento de los flujos hídricos y demás condiciones para la preservación de los ecosistemas.

La calidad ecológica

Es una medida integral del estado en el que se encuentra el ecosistema e incluye la evaluación tanto de los alrededores del río como del ambiente acuático. En otras palabras, es un diagnóstico que integra información sobre el bosque de ribera y las áreas adyacentes, el canal, el lecho del río, y los organismos que los habitan. (Gutiérrez & Ramírez, 2016)

A causa de la contaminación de los esteros, ríos y mares, múltiples enfermedades se han ido originando a lo largo de los años a nivel mundial, ocasionando muertes en las personas y animales que se encuentran en lugares a ciertas áreas contaminadas.

Enfermedades causadas por la contaminación del agua

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 80% de las enfermedades más comunes en las regiones en desarrollo (diarreas, fiebres, dengue, malaria, etc.) están relacionadas con la calidad del agua. A la hora de valorar el acceso al agua como una variable de salud, tan importante es tener en cuenta la cantidad como la calidad. Con el proceso de desarrollo y la creciente concentración de la población, los vertidos de contaminantes, urbanos y domésticos están creando situaciones peligrosas para la higiene y la salud humana. (Álvarez, 2015)

Diversas actividades realizadas por el hombre han generado gran contaminación en

sus aguas, y el accionar de aquello dan como resultado aguas residuales que muchas de las veces son vertidas a los ríos, perjudicando así la vida acuática.

Agua Residual

Las aguas residuales son aguas con impurezas procedentes de vertidos de diferentes orígenes, industriales o domésticos principalmente, cuya calidad está afectada negativamente por la influencia antropogénica. Se trata de agua que no tiene valor inmediato para el fin para el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a su calidad, cantidad o al momento en que se dispone de ella. (Pimentel, 2021)

No solamente puede haber vertidos de aguas residuales, la contaminación puede ser generada también por residuos sólidos que son desechados irresponsablemente a lotes baldíos, sitios abiertos, lugares públicos las cuales pueden ser arrastrados por las lluvias a los ríos, causando mayor saturación de residuos en sus aguas, lo cual generará mayor problema ambiental.

Residuos

Son aquellos desperdicios que son transportados por agua, por cuanto que los líquidos percolados provenientes de la descomposición y compresión de los residuos se lixivian o filtran a través del suelo. Estos pueden llegar a las napas de agua subterránea, contaminando el agua, por el arrastre de desechos que traen los esteros, depositándolos en ríos, lagos y océano. (Boceto, 2020)

Para algunos problemas ambientales, muchos han sido sus tratamientos para reducir o mitigar su impacto, sin embargo, el agua al ser un líquido universal, vital para la humanidad. Es importante que exista un tratamiento adecuado para las aguas residuales cumpliendo las normativas y parámetros permisibles.

Tratamiento de Aguas Residuales

Según la UNESCO (2017), el 80% de las aguas residuales retornan al ecosistema sin ser tratadas o reutilizadas, siendo uno de los grandes desafíos del agua. A través del tratamiento de agua, un proceso con operaciones de distintos tipos (físico, químico o biológico) cuyo objetivo es la eliminación y/o reducción de la contaminación o de las características no deseables de las aguas, llegando a cumplir los parámetros permitidos para su destino final. (Lander, 2020)

Existen distintos métodos para el agua a tratar tenemos: tratamientos físicos,

químicos y microbiológicos dentro de los procesos tenemos diferentes etapas que actúan según su capacidad de depuración, de manera que eliminan parte de su toxicidad ya que ningún tratamiento tiene una eficacia al cien por ciento.

Etapas:

- **Pretratamiento**

Es una etapa preliminar en donde se eliminan los residuos de mayor tamaño, la arena y grasa que se encuentran presentes en las aguas negras.

- **Tratamiento primario**

La función en esta etapa es, eliminar los sólidos suspendidos, los cual se realiza mediante un proceso de sedimentación gravitatoria o bien mediante precipitación, bien asistida o bien por sustancias químicas añadidas.

- **Tratamiento secundario**

Tiene como objetivo eliminar la materia orgánica disuelta y en estado coloidal, se realiza mediante procesos de oxidación bioquímicos, además degradan sustancias biológicas originadas por los desechos humanos. Esta etapa contiene dos procesos aeróbicos y anaeróbicos.

- **Tratamiento terciario**

Etapa final del tratamiento en el cual se realizan procesos para la eliminación de agentes patógenos, como bacterias de origen fecal, aumentando los estándares de calidad requeridos para ser devuelta al ciclo del agua.

La contaminación no solamente está afectando a los ríos, mares o lagos, sino que también al agua subterránea, riachuelos, ojos de agua y esteros las cuales se encuentra cercanas a la población.

Esteros

Son una corriente natural y continua de agua, de escaso caudal, que desemboca en un río que dispone de una importancia mayor. (Arce, 2015)

Es necesario implementar medidas de mitigación para disminuir el grado de contaminación, las cuales son provocadas por las aguas residuales, residuos sólidos o basura en general causado principalmente por actividades antropogénicas. Aplicando

medidas útiles y sencillas que puedan adoptar todas las personas en sus actividades diarias, logrando incrementar el compromiso y los resultados de mejora en el ambiente y reducir el impacto ambiental negativo.

Buenas prácticas ambientales

Son aquellas acciones encaminadas que pretenden reducir el impacto ambiental negativo que causan lo procesos productivos a través de cambios en la organización de los procesos y las actividades. (Arce, 2015)

El hombre desde siempre ha interactuado con la naturaleza y lo ha modificado, los problemas ambientales nos son nuevos. Sin embargo, lo que hoy en día es muy preocupante es la aceleración con que avanzan los problemas generando gran impacto ambiental negativo a nivel mundial. Es por ello que una buena educación ambiental desde temprana edad será y es una buena opción para contrarrestar la crisis ambiental.

Educación ambiental

La educación ambiental tiene la fortaleza de convertirse en una herramienta social para la formación de una nueva ética conservacionista universal. Su aplicación tiene que ser desarrollada como un proceso continuo y permanente, conducente a educar, desarrollar y orientar valores estratégicos que logren prevenir y resolver los álgidos problemas ambientales de los actuales y futuros tiempos. Y así mismo fomentar su buena relación con la naturaleza y el hombre. (Páez, 2017)