

JEFATURA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

Título del Proyecto

Plan Piloto para Evaluación de Sistemas Alternativos de Saneamiento
y Restauración de Cuerpos Hídricos en el Cantón Cuenca

Carrera(s): INGENIERÍA AMBIENTAL,

Director del Proyecto:

Carlos Matovelle; 0302013578; Ingeniería Ambiental; Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción; Matriz

Colaboradores del Proyecto

Paula Milena Cordero Cueva; 0101970945; Ingeniería Ambiental; Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción; Matriz Cuenca

Goethe Emmanuel Palomeque Larriva; 0301505541; Ingeniería Civil; Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción; Sede Azogues

José Luis Solano Peláez; 0103101937; Ingeniería Ambiental; Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción; Matriz Cuenca

Marjorie Jazmin Salazar Orellana; 0703228841; CIITT - Matriz Cuenca

Código de Proyecto: PICCIITT19-22

Cuenca, enero de 2021

Versión 2.0

TABLA DE CONTENIDOS

A. DATOS GENERALES DEL PROYECTO	3
1. TÍTULO.....	3
2. CARRERAS	3
3. MATRIZ, SEDE O EXTENSIÓN	3
B. INVESTIGADORES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO	3
4. PERSONAL DEL PROYECTO – DIRECTOR DE L PROYECYO	3
4.1. <i>Publicaciones con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:</i>	3
4.2. <i>Libros y capítulos de libro en los últimos 5 años.</i>	3
4.3. <i>Proyectos de Investigación desarrolladas en los últimos cinco años de mayor relevancia:</i>	4
5. PERSONAL DEL PROYECTO – COLABORADORES UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA.....	4
5.1. <i>Publicaciones con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:</i>	4
5.2. <i>Libros y capítulos de libro en los últimos 5 años.</i>	4
5.3. <i>Proyectos de Investigación desarrolladas en los últimos cinco años de mayor relevancia:</i>	5
6. PERSONAL DEL PROYECTO – COLABORADORES EXTERNOS	5
6.1. <i>Publicaciones con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:</i>	5
6.2. <i>Libros y capítulos de libro en los últimos 5 años.</i>	5
6.3. <i>Proyectos de Investigación desarrolladas en los últimos cinco años de mayor relevancia:</i>	5
C. ESTUDIANTES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO.....	5
7. PERSONAL DEL PROYECTO – ESTUDIANTES.....	5
D. CENTRO DE INVESTIGACIÓN INVOLUCRADOS Y BENEFICIARIOS.....	6
8. CENTRO Y GRUPO DE INVESTIGACIÓN	6
9. LÍNEA Y ÁMBITO DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL.....	6
10. CAMPO, DISCIPLINA Y SUBDISCIPLINA UNESCO	6
11. PROGRAMA:	6
12. TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	6
13. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO	6
14. REQUIERE AVAL Y/O PERMISO DEL COMITÉ DE BIOÉTICA Y EL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA.....	7
15. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	7
E. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	7
16. RESUMEN DEL PROYECTO	7
17. PALBARAS CLAVES	8
18. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	8
19. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.....	8
20. OBJETIVOS	9
21. ESPECÍFICOS.....	9
22. MARCO METODOLÓGICO.....	10
F. IMPACTO DEL PROYECTO	11
23. CONSIDERACIONES ÉTICAS DE LA PROPUESTA.....	11
24. RESULTADOS ESPERADOS DEL PROYECTO	11
25. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
G. ANEXOS.....	14

A. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1. TÍTULO
Plan Piloto para Evaluación de Sistemas Alternativos de Saneamiento y Restauración de Cuerpos Hídricos en el Cantón Cuenca
2. CARRERAS
INGENIERÍA AMBIENTAL,
3. MATRIZ, SEDE O EXTENSIÓN
MATRIZ CUENCA

B. INVESTIGADORES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

4. PERSONAL DEL PROYECTO – DIRECTOR DE L PROYECYO	
Función en el proyecto	DIRECTOR DEL PROYECTO
Nombre, Cédula; Carrera; Unidad Académica; Sede o Extensión	
Carlos Matovelle; 0302013578; Ingeniería Ambiental; Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción; Matriz	
4.1. Publicaciones con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:	
Título del artículo,; revista; ISSN; volumen; número; año; DOI; cuartil	
Decision support systems for water resource management applied to andean supply micro-basins; WIT Transactions on Ecology and the Environment; 1743-3541; Vol 239; 2019; doi:10.2495/WS190061; Q4	
Genetic characterization of anaerobic micro-organisms applied to wastewater treatment: an alternative in areas of height; WIT Transactions on Ecology and the Environment; 1743-3541; Vol 238; doi:10.2495/SC190591; Q4	
Support Vector Regression to Downscaling Climate Big Data: An Application for Precipitation and Temperature Future Projection Assessment; Advances in Intelligent Systems and Computing; 21945357; https://doi.org/10.1007/978-3-030-35740-5_13; Q3	
4.2. Libros y capítulos de libro en los últimos 5 años.	
Título del libro o capítulo de libro; editorial; ISBN; número; año; revisión de pares (SI-NO)	

Usos de inteligencia artificial con máquinas de aprendizaje en la construcción de sistemas expertos predictivos aplicados al ámbito de la educación en la ingeniería; DYKINSON; ANÁLISIS SOBRE METODOLOGÍAS ACTIVAS Y TIC PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE; 978-84-1377-173-1; 2020; SI

4.3. Proyectos de Investigación desarrolladas en los últimos cinco años de mayor relevancia:

Nombre del proyecto; Institución; Monto financiado; fecha de inicio; fecha de culminación.

Estudio morfométrico e hidroquímico de las cuencas hidrográficas pertenecientes a la vertiente del Pacífico. Ecuador; Universidad Católica de Cuenca; 65,000.00; Septiembre 2018; Marzo 2020

CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS QUEBRADAS QUE FORMAN LA MICROCUENCA DEL RÍO TABACAY; Universidad Católica de Cuenca; 45,000.00; Septiembre 2018; Marzo 2020

EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LAS ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS EN EL CAMBIO DEL USO DEL SUELO Y DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS AMENAZAS A INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA DEL RÍO TOMEBAMBA; Universidad Católica de Cuenca - CEDIA; 115,000.00. Septiembre 2018 - Noviembre 2019.

5. PERSONAL DEL PROYECTO – COLABORADORES UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Función en el proyecto	COLABORADORES UCACUE
------------------------	----------------------

Nombre, Cédula; Carrera; Unidad Académica; Sede o Extensión

Paula Milena Cordero Cueva; 0101970945; Ingeniería Ambiental; Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción; Matriz Cuenca

Goethe Emmanuel Palomeque Larriva; 0301505541; Ingeniería Civil; Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción; Sede Azogues

José Luis Solano Peláez; 0103101937; Ingeniería Ambiental; Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción; Matriz Cuenca

Marjorie Jazmin Salazar Orellana; 0703228841; CIITT - Matriz Cuenca

5.1. Publicaciones con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:

Título del artículo,; revista; ISSN; volumen; número; año; DOI; cuartil

5.2. Libros y capítulos de libro en los últimos 5 años.

Título del libro o capítulo de libro; editorial; ISBN; número; año; revisión de pares (SI-NO)

5.3. Proyectos de Investigación desarrolladas en los últimos cinco años de mayor relevancia:

Nombre del proyecto; Institución; Monto financiado; fecha de inicio; fecha de culminación.

6. PERSONAL DEL PROYECTO – COLABORADORES EXTERNOS

Función en el proyecto	COLABORADORES EXTERNOS
------------------------	------------------------

Nombre, Institución

Verónica Auquilla Orellana; Comisión de Gestión Ambiental de Cuenca

6.1. Publicaciones con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:

Título del artículo,; revista; ISSN; volumen; número; año; DOI; cuartil

6.2. Libros y capítulos de libro en los últimos 5 años.

Título del libro o capítulo de libro; editorial; ISBN; número; año; revisión de pares (SI-NO)

6.3. Proyectos de Investigación desarrolladas en los últimos cinco años de mayor relevancia:

Nombre del proyecto; Institución; Monto financiado; fecha de inicio; fecha de culminación.

C. ESTUDIANTES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

7. PERSONAL DEL PROYECTO – ESTUDIANTES

Función en el proyecto	ESTUDIANTES COLABORADORES EN EL PROYECTO
------------------------	--

Nombre; Cédula; Carrera; Unidad Académica; Sede o Extensión

Daniel Fernández; 0302013578; Ingeniería Ambiental; Matriz Cuenca

Rosalía Reinoso;0302013578; Ingeniería Ambiental; Matriz Cuenca

Doménica Espinoza;0302013578; Ingeniería Civil; Sede Azogues

D. CENTRO DE INVESTIGACIÓN INVOLUCRADOS Y BENEFICIARIOS

8. CENTRO Y GRUPO DE INVESTIGACIÓN					
Centro de Investigación CIITT					
Grupo de Investigación INGENIERÍA AMBIENTAL,					
9. LÍNEA Y ÁMBITO DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL					
Para información sobre las líneas de investigación dirigirse al enlace Líneas y Ámbitos de Investigación Institucionales ,					
Línea de Investigación: Territorios, Naturalezas y Tecnología					
Ámbito de Investigación: Gestión de los recursos naturales					
10. CAMPO, DISCIPLINA Y SUBDISCIPLINA UNESCO					
Código del campo y de la disciplina según UNESCO en el enlace SKOS					
Campo	25	Disciplina	811	Sub disciplina	11
11. PROGRAMA:			No Aplica		
En caso de que el proyecto sea parte de un programa.					
12. TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO					
Duración del proyecto en meses			12		
13. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO					
Monto total del financiamiento proyecto			\$ 0		

14. REQUIERE AVAL Y/O PERMISO DEL COMITÉ DE BIOÉTICA Y EL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA

NO

Justificación: Estudio en sistemas ambientales

15. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Descripción Beneficiarios Directos Cantidad Estimada

GAD Parroquial de Baños 1

Personal del GAD Parroquial a ser intervenido 3

Personal de la UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA 8

Descripción Beneficiarios Indirectos Cantidad Estimada

GADS Parroquiales 21

Población de las 21 juntas parroquiales 300.000

habitantes

Funcionarios del GAD Municipal de Cuenca 20

E. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

16. RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto busca analizar territorial y técnicamente una zona del Cantón Cuenca que tenga la necesidad de un sistema de saneamiento basado en ingeniería verde y que sea adecuado para la realidad que presenta, además propone una posterior valoración de las quebradas para plantear alternativas de restauración, planteando un estudio piloto que pueda ser replicado a otras zonas con características y problemáticas similares. El Proyecto se divide en tres fases, inicia con la evaluación técnica de la zona que busca realizar un levantamiento integral incluyendo población que demanda el sistema, topografía, cuerpos hídricos de vertido, batimetrías, estado ecológico; en una segunda instancia se diseña y evalúa un sistema de tratamiento combinado de las aguas residuales que integre un filtro percolador o biofiltro y un posterior humedal artificial con especies nativas de la zona, se evalúa la eficiencia de los tratamientos individuales y su aplicación en conjunto. En la tercera fase con el agua depurada se plantea alternativas de restauración ecológica de las quebradas que estaban

siendo sometidas a los vertidos con un ingreso de caudal de agua limpia, evaluación de especies nativas que mejoren la calidad de ribera y el análisis hidráulico y de calidad de agua que permita plantear una alternativa de gestión en los cuerpos de vertido.

17. PALBARAS CLAVES

Saneamiento ambiental, aguas residuales, humedales artificiales, biofiltros, restauración ecológica

18. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

La contaminación es uno de los problemas persistente a escala local y global. Según la ONU, desde la década de 1990, la situación ha empeorado en casi todos los ríos de África, Asia y América Latina. En el mundo, el 80% de todas las aguas residuales industriales y municipales se libera sin tratamiento previo. Este es uno de los “grandes desafíos” en Ecuador. El país gasta USD 310 millones en combatir las enfermedades de origen hídrico al año y, a pesar de tener plantas de tratamiento básicas, del 100% de agua distribuida para el consumo, el 70% de las aguas residuales se canaliza hacia los sistemas de saneamiento y el 10% es tratada.

Los principales problemas asociados a las quebradas son:

- ☒ La escasa identificación y valoración de los beneficios tangibles e intangibles que las quebradas ofrecen a los habitantes.
- ☒ Ninguna valoración de los daños ambientales asociados a quebradas y sus costos.
- ☒ Creciente demanda de terrenos para urbanizar

El problema se centra en el deterioro de las quebradas por un mal manejo de sus cauces, una deficiente gestión y la falta de empoderamiento de sus vecinos por la falta de información sobre un adecuado manejo, conservación e incluso de los beneficios que de éstas se puedan obtener, la gestión ambiental integral de las quebradas como sistemas naturales implica evaluar, sobre la base del conocimiento sistemático de su estado de conservación integral (incluyendo todos sus componentes y factores de cambio), la factibilidad de revertir los daños a sus componentes esenciales: estructura, dinámica natural y estabilidad del cauce y taludes, calidad del agua, regulación hídrica, diversidad biológica y eco-sistémica, calidad de los servicios eco-sistémicos, identidad y pertenencia ciudadana, entre los más relevantes. Adicionalmente, resulta también importante caracterizar aquellos procesos socioeconómicos que afectan a las quebradas en forma recurrente: los asentamientos irregulares en bordes de quebradas, la descarga directa de aguas servidas, el depósito de basura y escombros, el uso de quebradas como refugio de delincuente.

19. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

Los humedales artificiales son zonas construidas por el hombre en las que, de forma controlada, se reproducen mecanismos de eliminación de contaminantes presentes en aguas residuales, que se dan en los humedales naturales mediante procesos físicos, biológicos y químicos

El carácter artificial de este tipo de humedales viene definido por: el confinamiento del humedal, el cual se construye mecánicamente y se impermeabiliza para evitar pérdidas de agua al subsuelo, el

empleo de sustratos diferentes del terreno original para el enraizamiento de las plantas y la selección de las plantas que van a colonizar el humedal.

La tecnología de humedales artificiales puede ser considerada como un ecosistema en el que los principales actores son:

El sustrato: sirve de soporte a la vegetación, permitiendo la fijación de la población microbiana, que va a participar en la mayoría de los procesos de eliminación de los contaminantes.

La vegetación (macrofitas): contribuye a la oxigenación del sustrato, a la eliminación de nutrientes y sobre la que su parte subterránea también se desarrolla la comunidad microbiana.

El agua a tratar: circula a través del sustrato y de la vegetación. Se fundamenta en hacer pasar, en sentido descendente, las aguas a tratar a través de un relleno, sobre

el que se desarrolla una biopelícula, que acoge a los organismos responsables de los procesos de depuración. En los filtros percoladores la materia orgánica disuelta en el agua residual que puede medirse como

demanda química de oxígeno (DQO) o como demanda Bioquímica de oxígeno (DBO), es degradada por la Población microbiana adherida al empaque del filtro. Cuando el agua residual pasa a través del filtro, en contacto con el aire, los nutrientes y el oxígeno se difunden hacia la biopelícula y son consumidos por la población microbiana, formándose algunos productos de desecho y CO₂ que se difunden desde la biopelícula hacia el agua con estos procesos, la población microbiana se incrementa y hace aumentar el grosor de la biopelícula

La gestión ambiental integral de las quebradas como sistemas naturales implica evaluar, sobre la base del conocimiento sistemático de su estado de conservación integral (incluyendo todos sus componentes y factores de cambio), la factibilidad de revertir los daños a sus componentes esenciales: estructura, dinámica natural y estabilidad del cauce y taludes, calidad del agua, regulación hídrica, diversidad biológica y eco-sistémica, calidad de los servicios eco-sistémicos, identidad y pertenencia ciudadana, entre los más relevantes.

La restauración ecológica es una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad. Con frecuencia, el ecosistema que requiere restauración se ha degradado, dañado, transformado o totalmente destruido como resultado directo o indirecto de las actividades del hombre. (SER, 2004) Un plan de restauración bien elaborado, dará resultados eficientes en poco tiempo. Por lo general para la restauración se debe especificar un lugar próximo con las mismas características iniciales a las del lugar degradado en este caso una quebrada del cantón Cuenca.

20. OBJETIVOS

Evaluar dos diferentes tipos de tratamiento de aguas residuales para conocer su eficiencia en la aplicación en comunidades rurales de Cuenca y que sean el punto de partida para la restauración de los cuerpos hídricos sometidos al vertido.

21. ESPECÍFICOS

Caracterizar técnicamente la zona de estudio para conocer caudales y características del

agua residual a estudiar.

- ☒ Obtener los componentes físicos (topografía, batimetría, alcantarillado) de la zona de estudio y de vertido necesarios para realizar un tratamiento adecuado.
- ☒ Analizar la eficiencia de la eliminación de materia orgánica y nutrientes con humedales artificiales y con filtros percoladores para valorar su aplicación en la depuración de aguas residuales de las zonas rurales.
- ☒ Valorar ecológicamente las quebradas de vertido para plantear una propuesta de restauración que incluya el componente de biodiversidad de caudales depurados.

22. MARCO METODOLÓGICO

Estudio y caracterización de los residuos generados por la población

Caracterización fisicoquímica, biológica del agua y aforo de caudales

Es necesario conocer las características físico, químico y microbiológicas del agua que ingresa a los sistemas alternativos de tratamiento, para evaluar el comportamiento de los procesos diseñados, conocer la depuración que existirá, la calidad del efluente y la producción de lodos que deberán ser gestionados adecuadamente. Se especifica a continuación el desarrollo metodológico:

☒ Punto de muestro y aforos

Se fija una estación de muestreo en el colector de la zona de estudio previo al vertido a las quebradas, se trabajará con el apoyo del Laboratorio de la Universidad Católica de Cuenca

☒ Muestreo

Se realizará un muestro compuesto durante 7 días continuos. Al ser una muestra compuesta se la conformará por alícuotas individuales siendo proporcional el volumen de la muestra al del caudal aforado. El tipo de recipiente utilizado será el recomendado por la Norma INEN 2176:2013 (se indica en el siguiente apartado), el volumen mínimo de la muestra compuesta será de 2 litros y las individuales de aproximadamente 200 ml, aunque dependerá del caudal presente en el momento de la toma de muestra. Debe tomarse en cuenta las condiciones de temperatura por lo que se preservará a 4 °C y el tiempo para que las muestras ingresen al laboratorio sin que las condiciones de las aguas residuales se alteren, por lo que cada día se enviará la muestra al Laboratorio.

Parámetros Fisicoquímicos y biológicos:

Toma de datos in situ: Los parámetros medidos cada hora en conjunto con el muestreo compuesto serán: pH, Oxígeno Disuelto OD, Temperatura y Conductividad.

Parámetros en Laboratorio: de cada muestra compuesta se analizará los siguientes parámetros:

- ☒ Alcalinidad
- ☒ DBO5
- ☒ DQO
- ☒ Sólidos totales
- ☒ NKT
- ☒ Fósforo

Para la determinación de las fracciones solubles y suspendidas se realizarán los análisis en

laboratorio con las consideraciones de tamaño de partícula suspendida y soluble de 0.45 μm para cada uno de los parámetros en los que sea necesario identificar estas fracciones.

☑ Análisis de los datos

Con las medidas de todos los datos de las muestras compuestas analizadas se realizará un análisis estadístico para identificar los valores representativos, eliminando los posibles datos atípicos que aparezcan en el monitoreo y tener los datos del agua que entra a los sistemas de tratamiento.

☑ Aforo de caudales

El aforo de canales y redes colectoras de desagüe es imprescindible cuando se trabaja en la caracterización de las Aguas Residuales, puesto que nos da una visión inmediata de lo que está sucediendo en el área de drenaje que está estudiando. La medición de caudales en conductos que trabajan como canal, se efectúa tomando en consideración las características topográficas del tramo seleccionado para realizar el aforo, velocidad del flujo, clase de material y estado de limpieza del conducto.

Diseño de Humedales

Dimensionamiento Biológico

Para la obtención de las ecuaciones de diseño se supone que los humedales se comportan como reactores de flujo ideal en pistón en los cuales los contaminantes se degradan siguiendo modelos cinéticos de primer orden. Por tanto, el balance de masa para un contaminante es simplemente:

F. IMPACTO DEL PROYECTO

23. CONSIDERACIONES ÉTICAS DE LA PROPUESTA

El acceso al Saneamiento que permita una adecuada calidad de vida y la protección del ambiente está garantizado por la Constitución del Ecuador, desde este punto plantear sistemas pilotos que sean estudiados a detalle aportarían a lograr los objetivos planteados en la agenda 2030

Es un Proyecto que se vincula directamente con el ODS 6 de la Agenda Mundial 2030 que es Agua y Saneamiento, ya que tiene una implicación altísima dentro de los temas sociales el derecho a las comunidades a tener sistemas adecuados para la depuración de sus aguas residuales.

24. RESULTADOS ESPERADOS DEL PROYECTO

IMPACTO LEGAL, SOCIAL, TÉCNICO Y/O ECONÓMICO

En la Constitución de la República del Ecuador, en el artículo 14 “reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*...”

El artículo 264, dispone que los Gobiernos Municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determina la ley: Prestar los servicios de agua potable..., manejo

de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

En cuanto a las leyes, se encuentra: La Ley de Gestión Ambiental, que establece los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje, reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas sustentables, respeto a las culturas y prácticas tradicionales.

La Ley de la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, contempla disposiciones de prohibición de contaminación del aire, agua y suelo; cuyas fuentes potenciales de contaminación se describen en la misma Ley. El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), en el artículo 4, establece los fines de los gobiernos autónomos descentralizados; siendo uno de aquellos "...d) La recuperación y conservación de la naturaleza y el mantenimiento de medio ambiente sostenible y sustentable; ...f) La obtención de un hábitat seguro y saludable para los ciudadanos".

El artículo 55 íbidem delimita las competencias exclusivas del gobiernos autónomo descentralizado municipal, siendo las de interés para el tema que nos ocupa las que a continuación se detallan "...a) Planificar, junto con otras instituciones del sector público y actores de la sociedad, el desarrollo cantonal...d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley"

IMPACTO AMBIENTAL

El impacto ambiental de depurar agua residual en lugares donde no se ha contado prácticamente con sistemas de saneamientos tiene un impacto ambiental alto, se puede evidenciar dicho impacto en:

- Aguas residuales depuradas y posibles reutilizaciones
- Cuerpos hídricos que dejan de recibir contaminación
- Restauración de cuerpos hídricos degradados. **TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN DE RESULTADOS**

Cada una de las actividades y de los objetivos planteados en la propuesta podrán ser replicados tanto en actividades técnicas como en actividades de investigación, a continuación, se detalla la posible multiplicación de cada uno de los resultados.

Resultado 1 - Uso de información para facilitar la caracterización de zonas similares.

- Los datos pueden ser utilizados como datos de diseño para zonas similares y que no cuenta con recursos para levantar dicha información

Resultado 2 - Conociendo la eficiencia de cada tratamiento se puede elegir cual sería aplicable en zonas similares, ahorrando mucho tiempo y recursos.

Resultado 3 - Aplicación directa en la restauración de ecosistemas similares fuera del área de estudio.

TRANSFERENCIA DE RESULTADOS

Al menos se pretende la publicación de un artículo de bases de datos indexadas con ISSN en editoriales que tengan cuartil de valoración e índice de impacto SJR.

Además, al ser resultados que deben ser transmitidos a la población es necesario la realización de un folleto que mantenga la rigurosidad técnica pero que pueda ser entendido y replicado por

poblaciones similares.

Publicaciones con ISSN planificadas en la propuesta

Cantidad Nombre de la revista Base de datos País Cuartil

Q1 Q2 Q3 Q4

1 Contaminación Ambiental SCOPUS México X

25. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

S. C. Chapra, *Surface water-quality modeling*. New York (N.Y.): McGraw-Hill, 2008.

[2] K. K. Yates, C. Dufore, N. Smiley, C. Jackson, and R. B. Halley, "Diurnal variation of oxygen and carbonate system parameters in Tampa Bay and Florida Bay," vol. 104, pp. 110–124, 2007.

[3] A. Sadeghian, S. C. Chapra, J. Hudson, H. Wheeler, and K. Lindenschmidt, "Environmental Modelling & Software Improving in-lake water quality modeling using variable chlorophyll a / algal biomass ratios," *Environ. Model. Softw.*, vol. 101, pp. 73–85, 2018.

[4] A. Nadal, P. Fortunato, and S. Aguirre, "Modelación de oxígeno disuelto y DBO5 con tasas cinéticas determinadas experimentalmente: Un aporte para la gestión del arroyo Chicamtoltina," *Rev. la Fac. Ciencias Exactas, Físicas y Nat.*, vol. 4, no. 1, p. 23, 2017.

[5] D. Arroyave, A. Moreno, F. M. Toro, D. Gallego, and L. F. Carvajal, "Estudio del modelamiento de la calidad del agua del río Sinú, Colombia," *Rev. Ing. Univ. Medellín*, vol. 12, no. 22, pp. 57–72, 2013.

[6] B. A. Cox, "A review of dissolved oxygen modelling techniques for lowland rivers," vol. 316, no. 03, pp. 303–334, 2003.

[7] M. F. Chislock, E. Doster, R. A. Zitomer, and A. E. Wilson, "Eutrophication: Causes, Consequences, and Controls in Aquatic Ecosystems," *Nat. Educ. Knowl.*, no. Schindler, pp. 1–8, 2013.

[8] Y. Wu and J. Chen, "Investigating the effects of point source and nonpoint source pollution on the water quality of the East River (Dongjiang) in South China," *Ecol. Indic.*, vol. 32, pp. 294–304, 2013.

[9] S. Missaghi and M. Hondzo, "Evaluation and application of a three-dimensional water quality model in a shallow lake with complex morphometry," *Ecol. Modell.*, vol. 221, no. 11, pp. 1512–1525, 2010.

G. ANEXOS

Planilla de anexos del Proyecto

[[{"title": "Presupuesto", "comment": "Contraparte y aporte de la CGA (Reactivos que ya se encuentran en el Laboratorio)", "size": "82.76", "name": "ANEXOS_CGA.xlsx", "filename": "fu_auq29de4ivhkzbr", "ext": "xlsx"}]]

Número de Archivos: 1

Documentación adicional

[[{"title": "Convenio para entrega de fondos", "comment": "", "size": "6606.342", "name": "Convenio%20U%20Cat%C3%B3lica%20firmados.pdf", "filename": "fu_t54dfhw97htpt7w", "ext": "pdf"}]]

Número de archivos: 1