



**Análisis de las Causas de Contaminación del Río Negro para Optimización De Proyectos en
el Centro Poblado Puerto Libre 2024**

Neyder Yamit Soto Olaya

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

junio de 2024

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

Análisis de las Causas de Contaminación del Río Negro para Optimización De Proyectos en el
Centro Poblado Puerto Libre 2024

Neyder Yamit Soto Olaya

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de
Proyectos

Asesora
Vanesa Patricia Gómez Numa
Docente

Corporación Universitaria Minuto de Dios
Rectoría Virtual
Programa Especialización en Gerencia de Proyectos
junio de 2024

Contenido

Lista de tablas	6
Lista de figuras	7
Lista de anexos.....	8
Resumen	9
Abstract.....	10
Introducción.....	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1 Descripción del problema.....	15
1.1.1 Problema de Investigación: Contaminación del Río Negro por Vertimientos de Aguas Residuales	15
1.1.2 Impactos en la Salud y el Ecosistema.....	17
1.1.3 Estrategias de Mitigación y Gestión Ambiental	18
1.2 La pregunta de investigación.....	19
1.3 Los objetivos de investigación	19
1.3.1 Objetivo general:.....	19
1.3.2 Objetivos específicos.....	19
1.4 Justificación de la investigación.....	20
1.4.1 Beneficios del Proyecto.....	20
1.4.2 Beneficios para la Universidad Minuto de Dios (UNIMINUTO):.....	21
2 MARCO DE REFERENCIA.....	22
2.1. Marco de Antecedentes.....	22
2.2. Marco Teórico	26
2.3. Marco normativo	29
Resolución 330 de 2017 - RAS.....	29
3 METODOLOGÍA	31
3.1. Enfoque y alcance de la investigación	31
3.1.1 Enfoque de la investigación	31
3.1.2. Alcance de Investigación.....	32

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

3.2. Población y muestra.....	32
3.2.1. Definición de la población	32
3.2.2. Cálculo y selección de la muestra.....	34
3.3 Instrumento(s)	37
3.3.1 Cuestionario	37
3.3.2 Validación de Constructo	38
3.3.3 Validación de Confiabilidad.....	38
3.4 Descripción de procedimientos.....	39
3.4.1. Aplicación de Instrumentos de Recolección de Información	39
3.5 Análisis de información	42
3.5.1 Matriz PESTEL: Contaminación del Río Negro con los vertimientos de aguas residuales en el sector de Puerto Libre del Municipio de Puerto Salgar	42
3.5.2 Análisis de la oferta.....	47
3.5.3 Análisis de la demanda	48
3.6 Consideraciones éticas	49
3.6.1 Análisis de consideraciones éticas	49
3.6.2 Instrumentos de aceptación y autorización.....	50
4 CODIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	51
4.1 Variable.....	51
4.2 Tabla de Datos Cualitativos	55
4.2.1 Medidas deberían tomar para reducir la contaminación del Río Negro	55
4.2.2 Impacto percibido de la contaminación del río en la salud comunitaria.....	57
4.3 Análisis de los datos cualitativos	57
5 RESULTADOS	59
5.1. Identificación de las principales fuentes de contaminación del Río Negro	59
5.1.1. Estrategias de mitigación propuestas	59
5.2. Análisis del impacto de la contaminación en la salud y los ecosistemas.....	59
5.2.1. Estrategias recomendadas para mitigar el impacto en la salud y los ecosistemas	60
6 CONCLUSIONES.....	61
Recomendaciones.....	63
7 Referencias.....	65
Anexos.....	68

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

Lista de tablas

Tabla 1. Matriz PESTEL con sus respectivos factores, variables, descripción y DOFA

Tabla 2. Competidores directos e indirectos, fortalezas y debilidades

Lista de figuras

Fig. 1 Información Demográfica

Fig. 2 Género

Fig. 3 Ocupación

Fig. 4 Calidad actual del agua del Río Negro

Fig. 5 Seguridad del agua para uso doméstico

Fig. 6 Actividades que contribuyen a la contaminación

Fig. 7 Nivel de preocupación por la contaminación

Fig. 8 Impacto en la salud de la comunidad

Fig. 9 Observación de efectos ambientales adversos

Fig. 10 Disposición a colaborar con prácticas sostenibles

Lista de anexos

Anexo 1. Cuestionario sobre el Proyecto de Construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en el Centro Poblado Puerto Libre

Anexo 2. Consentimiento Informado

Resumen

La contaminación del Río Negro en Puerto Libre, Puerto Salgar, Cundinamarca, es un problema grave que afecta la calidad del agua y la salud pública. El vertimiento directo de aguas residuales sin tratamiento adecuado ha aumentado los niveles de bacterias coliformes, metales pesados y otros contaminantes, comprometiendo la seguridad del agua potable y las actividades locales como la agricultura y la pesca. La falta de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales agrava la situación, generando impactos ambientales negativos y amenazando la biodiversidad acuática a largo plazo. Esta problemática también tiene implicaciones socioeconómicas significativas, afectando las oportunidades económicas locales y la calidad de vida de los residentes. Es crucial realizar una investigación detallada para identificar las causas de la contaminación y desarrollar estrategias efectivas de mitigación que incluyan sistemas de tratamiento adecuados, fortalecimiento de regulaciones y participación comunitaria. El empoderamiento local y la educación ambiental son clave para promover soluciones sostenibles que mejoren tanto la salud pública como el entorno ambiental, contribuyendo al desarrollo socioeconómico sostenible de Puerto Salgar.

Palabras clave: Contaminación del agua, aguas residuales, salud pública, biodiversidad acuática, desarrollo socioeconómico, Puerto Libre, Puerto Salgar, Cundinamarca, impacto ambiental, mitigación, participación comunitaria, infraestructura de tratamiento, sostenibilidad, educación ambiental.

Abstract

The pollution of the Río Negro in Puerto Libre, Puerto Salgar, Cundinamarca, is a serious issue impacting water quality and public health. The direct discharge of untreated sewage has elevated levels of coliform bacteria, heavy metals, and other pollutants, jeopardizing the safety of drinking water and local activities such as agriculture and fishing. Insufficient wastewater treatment infrastructure worsens the situation, causing negative environmental impacts and threatening long-term aquatic biodiversity. This problem also carries significant socioeconomic implications, affecting local economic opportunities and residents' quality of life. Conducting detailed research to identify pollution causes and develop effective mitigation strategies, including adequate treatment systems, strengthened regulations, and community involvement, is crucial. Local empowerment and environmental education are essential to promote sustainable solutions that enhance public health and environmental conditions, thereby contributing to the sustainable socio-economic development of Puerto Salgar.

Keywords: Water pollution, wastewater, public health, aquatic biodiversity, socio-economic development, Puerto Libre, Puerto Salgar, Cundinamarca, environmental impact, mitigation, community participation, treatment infrastructure, sustainability, environmental education.

Introducción

La contaminación del Río Negro en el centro poblado Puerto Libre, en el municipio de Puerto Salgar, Cundinamarca, es un problema complejo y de gran magnitud que afecta tanto al medio ambiente como a la salud pública. El vertimiento de aguas residuales sin tratamiento adecuado ha provocado un incremento alarmante en los niveles de bacterias coliformes, metales pesados y otros agentes contaminantes en el río. Esta situación no solo compromete la calidad del agua, sino que también representa un riesgo significativo para la seguridad sanitaria de la comunidad local que depende de este recurso para diversas actividades diarias.

El problema se ve exacerbado por la falta de infraestructura adecuada para el tratamiento de aguas residuales en la región. La ausencia de sistemas eficientes de tratamiento permite que los contaminantes sean liberados directamente en el río, agravando la situación de contaminación. La dependencia del Río Negro para actividades esenciales como el consumo humano, la pesca y otras actividades económicas subraya la urgencia de abordar esta problemática de manera integral y sostenible.

Además de los impactos directos en la salud pública y la calidad del agua, la contaminación del Río Negro también tiene consecuencias negativas para el medio ambiente. La biodiversidad del ecosistema acuático se ve gravemente afectada, lo que genera desequilibrios ecológicos y afecta la sustentabilidad ambiental a largo plazo. La flora y fauna locales, muchas de las cuales dependen directamente del río para su supervivencia, están en riesgo debido a los niveles elevados de contaminantes.

El contexto socioeconómico de Puerto Libre añade otra capa de complejidad a esta problemática. La comunidad local, que depende del río no solo para el consumo de agua sino también para la agricultura, la pesca y otras actividades económicas, se encuentra en una situación vulnerable. La degradación del río afecta directamente los medios de vida de muchas familias y limita las oportunidades de desarrollo económico sostenible en la región.

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

Ante este escenario, es imperativo realizar una investigación exhaustiva que permita identificar las causas principales de la contaminación del Río Negro en Puerto Libre. Esta investigación debe enfocarse en comprender las diversas fuentes de contaminación, desde las aguas residuales domésticas hasta los desechos industriales y agrícolas, para desarrollar estrategias efectivas de mitigación. Estas estrategias deben incluir medidas para fortalecer la regulación y el monitoreo de los vertimientos, así como la promoción de prácticas sostenibles entre la comunidad local.

Asimismo, es fundamental involucrar a la comunidad en el proceso de solución de esta problemática. La participación de los ciudadanos en la identificación de problemas y en la implementación de soluciones puede aumentar la efectividad de las estrategias de mitigación y fomentar una mayor conciencia ambiental. La educación y el empoderamiento de la comunidad son clave para lograr un cambio sostenible y duradero.

La presente investigación tiene como objetivo proporcionar un diagnóstico preciso de la problemática de contaminación del Río Negro y ofrecer recomendaciones prácticas y viables para su mitigación. Al restaurar la calidad del agua del Río Negro, se busca no solo proteger la salud pública, sino también promover el desarrollo socioeconómico sostenible en Puerto Salgar. La implementación de estas recomendaciones puede contribuir significativamente a mejorar la calidad de vida de la comunidad local y a garantizar la preservación de este vital recurso hídrico para las futuras generaciones.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación del Río Negro en el centro poblado Puerto Libre del municipio de Puerto Salgar, Cundinamarca, es un problema significativo que afecta tanto al medio ambiente como a la salud pública. Los vertimientos de aguas residuales sin tratar han resultado en la liberación de contaminantes directamente al río, lo que ha incrementado los niveles de bacterias coliformes, metales pesados y otros agentes contaminantes. Esto compromete la calidad del agua y la seguridad sanitaria de la comunidad local.

La situación se ve agravada por la falta de infraestructura adecuada para el tratamiento de aguas residuales. La dependencia del Río Negro para el consumo humano, la pesca y otras actividades económicas esenciales subraya la urgencia de abordar esta problemática de manera integral. La contaminación también tiene un impacto negativo en la biodiversidad del ecosistema acuático, afectando la sustentabilidad ambiental de la región a largo plazo.

Es fundamental llevar a cabo una investigación exhaustiva para identificar las principales causas de la contaminación del Río Negro en Puerto Libre y desarrollar estrategias efectivas de mitigación. Estas estrategias deben incluir el fortalecimiento de la regulación y monitoreo de los vertimientos, y la promoción de prácticas sostenibles entre la comunidad local.

La presente investigación tiene como objetivo proporcionar un diagnóstico preciso de la problemática y ofrecer recomendaciones prácticas y viables que contribuyan a restaurar la calidad del agua del Río Negro, proteger la salud pública y fomentar el desarrollo socioeconómico sostenible en Puerto Salgar.

A nivel mundial, se están implementando diversas estrategias comunitarias para minimizar los efectos negativos de las actividades humanas sobre los recursos hídricos. Estas estrategias consideran las características locales, como la historia, la política, la geografía y la cultura del área que se pretende mejorar. Sin embargo, estas iniciativas a menudo no tienen en cuenta las particularidades específicas del territorio, lo que resalta la importancia de comprender el contexto local para generar soluciones efectivas. Por lo tanto, las estrategias de intervención

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

comunitaria deben incluir etapas que permitan experimentar y encontrar soluciones sostenibles a los problemas identificados en las comunidades rurales. (Durley Yohanna Becerra-Perenguez)

En Colombia, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación ha adoptado principios que guían los procesos de Apropiación Social del Conocimiento en las comunidades. Estos principios promueven la participación de los ciudadanos y el intercambio de conocimientos entre diferentes sectores, como academia, industria y comunidad. Buscan fortalecer las capacidades locales, asegurando que cada territorio pueda aprovechar sus propios recursos y necesidades de manera efectiva y equitativa. (minciencias)

Los principios incluyen reconocer el contexto local para entender las dinámicas comunitarias y proponer soluciones que mejoren las condiciones de vida. Fomentan la participación de todos los actores locales en la toma de decisiones y la gestión de recursos, promoviendo un diálogo abierto y respetuoso entre diferentes perspectivas y conocimientos. Esto permite que las comunidades desarrollen soluciones adaptadas a sus necesidades específicas y fortalezcan su capacidad para manejar y mejorar su entorno de manera sostenible.

1.1 Descripción del problema

1.1.1 Problema de Investigación: Contaminación del Río Negro por Vertimientos de Aguas Residuales

1.1.1.1 Contextualización Internacional y Nacional

La contaminación del agua es un problema ambiental de gran magnitud a nivel mundial. En el que observamos que en la Organización Mundial de la Salud (OMS), más de 2 mil millones de personas carecen de acceso a servicios básicos de saneamiento, lo que resulta en la descarga directa de aguas residuales sin tratar en cuerpos de agua naturales. En América Latina, la situación es especialmente preocupante, con numerosos ríos y lagos contaminados por desechos domésticos, industriales y agrícolas. Colombia no es una excepción; de acuerdo con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), la calidad del agua en muchos ríos colombianos ha disminuido significativamente debido a la falta de infraestructura adecuada para el tratamiento de aguas residuales. (Naciones Unidas, s.f.)

1.1.1.2 Situación Regional y Local: Centro Poblado Puerto Libre, Puerto Salgar

En el contexto regional, el río Negro, ubicado en el municipio de Puerto Salgar, Cundinamarca, es un claro ejemplo de los efectos negativos de la falta de tratamiento de aguas residuales. El centro poblado de Puerto Libre, una de las comunidades aledañas al río, ha sido identificado como una fuente significativa de contaminación hídrica. Las aguas residuales provenientes de actividades urbanas, comerciales e industriales son vertidas directamente en el río sin ningún tipo de tratamiento, lo que ha generado una acumulación de contaminantes y deterioro de la calidad del agua. (Universidad Piloto de Colombia, s.f.)

La problemática de la contaminación del río Negro no es reciente. Ha sido objeto de preocupación durante varios años y se ha convertido en una de las mayores preocupaciones ambientales en la región. Los indicadores de referencia muestran niveles elevados de bacterias

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

coliformes, metales pesados y otros contaminantes químicos en el agua del río, lo que sugiere un riesgo significativo para la salud pública y el medio ambiente.

1.1.1.3 Causas de la Contaminación

Las principales causas de la contaminación del río Negro en Puerto Libre incluyen la falta de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales y la deficiencia en la regulación y monitoreo de las descargas. La comunidad de Puerto Libre carece de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), lo que significa que las aguas residuales domésticas y comerciales son vertidas directamente al río. Además, la industria local contribuye al problema al descargar sus desechos sin tratamiento adecuado.

1.1.1.4 Consecuencias e Impactos

La contaminación del río Negro tiene consecuencias graves tanto para el ecosistema como para la salud de la población local. Los contaminantes presentes en el agua pueden incluir bacterias patógenas, virus, metales pesados y productos químicos tóxicos, los cuales pueden causar enfermedades gastrointestinales, dermatológicas y respiratorias en los seres humanos. Además, la calidad del agua deteriorada afecta la biodiversidad del río, dañando la flora y fauna acuática y alterando el equilibrio ecológico del ecosistema.

La dependencia de la población local del río Negro para actividades diarias como el abastecimiento de agua y la pesca agrava la situación, ya que aumenta la exposición a contaminantes peligrosos. La contaminación también tiene implicaciones económicas, afectando actividades como la pesca y el turismo, que son importantes fuentes de ingresos para la comunidad.

1.1.1.5 Necesidad de Intervención

Para mitigar la contaminación del río Negro, es crucial implementar medidas efectivas, como la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en el centro poblado de Puerto Libre. Esta infraestructura permitiría tratar adecuadamente las aguas residuales antes de su vertimiento en el río, reduciendo así la carga contaminante y mejorando la calidad del agua. Adicionalmente, es necesario fortalecer la regulación y el monitoreo de las descargas de aguas residuales y promover prácticas sostenibles en la comunidad.

La educación ambiental también juega un papel fundamental. Informar y sensibilizar a la población sobre la importancia de mantener el río limpio y adoptar prácticas que reduzcan la contaminación es esencial para asegurar la sostenibilidad de los recursos hídricos en la región.

En general, la construcción de una PTAR en Puerto Libre es una solución viable y urgente para abordar el problema de la contaminación del río Negro. Esta intervención, junto con la regulación adecuada y la educación ambiental, puede mejorar significativamente la calidad del agua y la salud de la población, así como preservar el ecosistema del río.

1.1.2 Impactos en la Salud y el Ecosistema

La contaminación del Río Negro en el Centro Poblado Puerto Libre de Puerto Salgar tiene impactos significativos tanto en la salud humana como en el ecosistema local. La presencia de bacterias patógenas, virus y contaminantes químicos en el agua representa un riesgo directo para la salud de la población que depende del río para el consumo de agua y otras actividades. Las enfermedades gastrointestinales, dermatológicas y respiratorias son comunes entre los residentes expuestos a aguas contaminadas. Además, los metales pesados y otros contaminantes afectan negativamente la biodiversidad del río, comprometiendo la vida acuática y el equilibrio ecológico.

1.1.3 Estrategias de Mitigación y Gestión Ambiental

La contaminación del Río Negro en Puerto Salgar representa un desafío significativo que requiere la implementación de estrategias integrales de mitigación y gestión ambiental. Una medida central es el fortalecimiento de la regulación y el monitoreo de las descargas de aguas residuales. Establecer normativas más estrictas y realizar controles periódicos es crucial para prevenir nuevas contaminaciones y asegurar que las actividades industriales y domésticas cumplan con los estándares ambientales. Esto garantizará que las aguas residuales tratadas no introduzcan contaminantes adicionales al Río Negro, preservando así su calidad y minimizando los riesgos para la salud pública y el ecosistema acuático local.

Además de las medidas regulatorias, la construcción de infraestructuras adecuadas para el tratamiento de aguas residuales es fundamental para reducir la carga contaminante. Estas infraestructuras permiten el tratamiento adecuado de las aguas residuales antes de su reintroducción en el medio ambiente, contribuyendo significativamente a mejorar la calidad del agua del río. Este enfoque no solo actúa como una barrera física para los contaminantes, sino que también representa un compromiso tangible hacia la sostenibilidad ambiental y el bienestar comunitario a largo plazo.

Complementando estas acciones físicas, la implementación de programas educativos y de sensibilización ambiental es esencial. Estos programas deben estar diseñados para aumentar la conciencia y la comprensión pública sobre los impactos de la contaminación del agua y las prácticas sostenibles que pueden mitigar estos efectos. Educar a la comunidad sobre la importancia de la gestión responsable de los recursos hídricos y la adopción de hábitos ambientalmente responsables es fundamental para asegurar la participación y el compromiso continuo en la conservación del Río Negro.

1.2 La pregunta de investigación

¿Cuáles son las causas principales de la contaminación del Río Negro por vertimientos de aguas residuales en el Centro Poblado Puerto Libre del Municipio de Puerto Salgar, Cundinamarca, y qué estrategias de mitigación son más efectivas para reducir esta problemática?

1.3 Los objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general:

Analizar las causas de la contaminación del río negro para la optimización de proyectos en el centro poblado puerto libre en Cundinamarca en el año 2024.

1.3.2 Objetivos específicos

1.3.2.1 Identificar las principales fuentes de contaminación del Río Negro en el centro poblado Puerto Libre en Cundinamarca

1.3.2.2 Analizar el impacto de la contaminación del Río Negro en la salud de la comunidad y en los ecosistemas del centro poblado Puerto Libre en Cundinamarca.

1.4 Justificación de la investigación

La contaminación de los ríos Negro y Magdalena en los municipios de Puerto Salgar y Puerto Libre representa un desafío ambiental y de salud pública de considerable magnitud, demandando respuestas inmediatas y soluciones holísticas. La problemática se caracteriza por la descarga directa de aguas residuales sin tratamiento adecuado, poniendo en riesgo tanto la calidad del agua para consumo humano como la integridad de los ecosistemas acuáticos locales, cruciales para la biodiversidad regional y el sustento de las comunidades dependientes de ellos.

El proyecto propuesto no solo tiene como objetivo abordar los efectos inmediatos de la contaminación, sino también establecer un marco de gestión ambiental sostenible que garantice la protección de los recursos hídricos.

1.4.1 Beneficios del Proyecto

1.4.1.1 Beneficios para la población local:

Identificar las fuentes exactas de contaminación permitirá implementar medidas específicas para reducir o eliminar los vertimientos que afectan directamente la calidad del agua utilizada para consumo humano. Esto no solo protegerá la salud de la comunidad al mitigar los riesgos de enfermedades asociadas con el agua contaminada, sino que también salvaguardará las actividades agrícolas y pesqueras locales, vitales para el sustento económico de los habitantes de Puerto Libre.

Evaluar el impacto de la contaminación en la salud pública y en la biodiversidad acuática permitirá implementar estrategias de mitigación adecuadas. Esto incluye la protección de la biodiversidad del ecosistema acuático, asegurando la sostenibilidad de los recursos naturales utilizados por la comunidad. Además, reducirá los costos asociados con la atención médica y mejorará la calidad de vida al garantizar un entorno más seguro y saludable para todos los residentes de Puerto Libre.

1.4.2 Beneficios para la Universidad Minuto de Dios (UNIMINUTO):

La investigación sobre la contaminación del Río Negro en el centro poblado Puerto Libre de Puerto Salgar proporcionaría los siguientes beneficios a la universidad:

1. **Avance en la investigación aplicada:** La investigación en gestión ambiental y salud pública fortalecería el perfil académico de UNIMINUTO, posicionándola como una institución líder en la generación de soluciones prácticas para problemas ambientales locales.
2. **Compromiso con la responsabilidad social:** Al abordar un problema significativo como la contaminación del agua, la universidad demostraría su compromiso con la responsabilidad social universitaria, impactando positivamente en las comunidades donde opera.
3. **Desarrollo de nuevas competencias:** La investigación proporcionaría oportunidades para desarrollar habilidades en investigación científica, análisis de datos y gestión de proyectos, preparando a los estudiantes y profesores para desafíos académicos y profesionales futuros.
4. **Colaboración interdisciplinaria:** Fomentaría la colaboración entre diferentes disciplinas académicas dentro de la universidad, promoviendo un enfoque integrado para resolver problemas complejos como la contaminación ambiental.
5. **Promoción del desarrollo sostenible:** Al proponer y aplicar soluciones de mitigación efectivas, la investigación contribuiría activamente al desarrollo sostenible de la región, alineándose con los valores de UNIMINUTO en cuanto a la promoción de un desarrollo equitativo y respetuoso con el medio ambiente.

En general, la investigación no solo enriquecería el conocimiento académico y científico de UNIMINUTO, sino que también fortalecería su compromiso con la comunidad y su capacidad para generar impactos positivos tangibles en el entorno social y ambiental.

2 MARCO DE REFERENCIA

2.1. Marco de Antecedentes

El análisis exhaustivo de las causas que contribuyen a la contaminación del Río Negro en el centro poblado Puerto Libre de Cundinamarca en el año 2024 es de suma importancia para mejorar la gestión ambiental en esta área crítica. Las descargas sin tratamiento adecuado de aguas residuales domésticas directamente en el Río Negro y el Río Magdalena representan una seria amenaza tanto para la calidad del agua como para la salud pública de los habitantes. (Colombiana, s.f.)

La identificación precisa de las causas subyacentes de la contaminación del Río Negro en el centro poblado Puerto Libre de Cundinamarca en el año 2024 es esencial no solo para entender la magnitud del problema ambiental actual, sino también para diseñar estrategias de mitigación a largo plazo. Al conocer con exactitud las fuentes y los factores que contribuyen a la contaminación, se podrán implementar medidas efectivas que no solo reduzcan los impactos negativos en el presente, sino que también prevengan futuras contaminaciones. Estas acciones están dirigidas a proteger no solo la calidad del agua, sino también el equilibrio ecológico de la región, preservando así los recursos naturales vitales para la comunidad local. Además, al asegurar un entorno más saludable y sostenible, se promueve el bienestar de las generaciones futuras en Puerto Libre, garantizando que puedan disfrutar de un ambiente seguro y propicio para el desarrollo humano y económico a largo plazo. (Salgar A. d., 2018)

El análisis detallado de la normativa vigente, específicamente la resolución 0631 del 17 de marzo de 2015, proporciona un marco claro para la gestión de los vertimientos de aguas residuales. Esta normativa clasifica los puntos de descarga de Puerto Salgar y Puerto Libre dentro de la actividad industrial número 8 y establece los parámetros fisicoquímicos que deben ser monitoreados y sus límites máximos permisibles. El cumplimiento de estos estándares es fundamental para proteger las fuentes hídricas y asegurar que los efluentes no perjudiquen el medio ambiente ni la salud de las personas. Por lo tanto, la construcción y operación de una

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

PTAR en estos municipios es una intervención crucial para alcanzar estos objetivos. (Secretaría Jurídica Distrital)

En este contexto, los resultados presentados en este informe han sido obtenidos por laboratorios acreditados por el IDEAM, en conformidad con la resolución de acreditación No 0226 de 2019, cuyo documento se anexa al presente informe. Además, se incluyen los resultados proporcionados por el Laboratorio Quimicontrol Ltda. (Quimicontrol).

De igual manera, se ha visualizado en el Río Negro del Centro Poblado de Puerto Libre una preocupante contaminación que está afectando negativamente a los pobladores locales. Las aguas residuales generadas por la población de Puerto Salgar, y específicamente del Centro Poblado de Puerto Libre, están principalmente compuestas por aguas residuales domésticas derivadas de la actividad humana diaria, como el uso de baños, duchas, y la limpieza de utensilios y ropa. En Puerto Salgar, las descargas de estas aguas residuales se realizan en las fuentes hídricas del Río Negro y del Río Magdalena, mientras que, en Puerto Libre, estas descargas se efectúan directamente sobre el Río Magdalena sin tratamiento previo.

Tras esta situación se subraya la importancia crítica de identificar y abordar las fuentes de contaminación para proteger la calidad del agua en estas fuentes vitales. La contaminación no solo afecta la salud de los ecosistemas acuáticos, sino que también pone en riesgo la salud pública y la calidad de vida de los residentes que dependen de estas fuentes de agua para sus actividades diarias y su sustento. Implementar medidas efectivas para la gestión y tratamiento de las aguas residuales es esencial para prevenir daños mayores y asegurar un ambiente saludable para las generaciones futuras. (humedales) (Salgar A. d., 2018)

El análisis de la normativa vigente, específicamente la norma 0631 del 17 de marzo de 2015, permitió concluir que los puntos de descarga deben ser clasificados dentro de la actividad industrial número 8, según lo establecido en el anexo de la norma. Con base en esta clasificación, se procedió a analizar los resultados obtenidos por los laboratorios acreditados, evaluándolos conforme al artículo 8 de la resolución, el cual define los parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas (ARnD) de actividades asociadas con servicios y otras actividades. Este análisis es

fundamental para asegurar que los efluentes cumplan con los estándares de calidad y no perjudiquen el medio ambiente ni la salud pública. (+Verde) (ANLA, s.f.)

Los parámetros evaluados en este estudio incluyen los Sólidos Suspendidos Totales (SST), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO). (INDUANALISIS). Estos parámetros son indicadores clave de la calidad del agua y de la eficiencia del tratamiento de aguas residuales. Los resultados obtenidos se reportaron en unidades compatibles con la Norma 631 de marzo de 2015, artículo 14, asegurando la coherencia y comparabilidad de los datos. Los puntos evaluados fueron el Colector Sur, el Colector Norte, Puerto Libre Colector 1 y Puerto Libre Colector 2, los cuales se analizaron según el artículo 8, que establece una carga límite de DBO de 625 Kg/día. Este enfoque permite una evaluación precisa y contextualizada de la calidad del agua y del desempeño de los sistemas de tratamiento. (Instituto de Hidrología, meteorología y estudios ambientales, 2013)

El reporte de caudales se realizó mediante un muestreo exhaustivo de las aguas residuales en cada colector, durante un periodo de 8 horas, con mediciones horarias de caudales. Los datos procesados se presentan en litros por segundo, proporcionando una visión detallada del flujo y la carga contaminante de cada punto. De los cuatro puntos muestreados, solo el Colector Sur cumplió con la norma para DBO, mientras que el Colector 1 de Puerto Libre cumplió para SST, y el Colector 2 de Puerto Libre cumplió para DBO. Sin embargo, el Colector Norte mostró incumplimiento en los tres parámetros evaluados, y los otros colectores incumplieron en dos de los tres parámetros. Estos resultados indican áreas críticas que requieren atención y mejora para cumplir con los estándares regulatorios.

La carga de DBO estimada para cada punto, considerando 24 horas de descarga, indica que todos los puntos están por debajo de los 3000 Kg/día de DBO. Según la normativa, el límite máximo permitido es de 90 ppm para DBO y SST, con cargas entre 650 Kg/día y 3000 Kg/día de DBO, por lo que no se requieren ajustes en estos límites para ninguno de los puntos evaluados. Esta evaluación proporciona una base sólida para las recomendaciones y acciones correctivas necesarias para mejorar la calidad del agua.

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

En cuanto a las recomendaciones, se sugiere contratar una medición de caudal con ultrasonido o un medidor de caudal de hélice para el punto del Rockefeller Colector Sur y el Colector Norte, debido al alto porcentaje de error del método de aforo actualmente utilizado. La medición precisa del caudal es crucial para evaluar con exactitud la carga contaminante y la eficiencia del sistema de tratamiento. Además, se recomienda trabajar con los usuarios que incrementan la carga contaminante, promoviendo prácticas que reduzcan estas cargas y colaborando estrechamente con las autoridades locales y los operadores del sistema de tratamiento.

Se ha considerado necesario dotar al municipio, tanto en el área urbana como rural, de una red eficiente de servicios públicos para atender las necesidades básicas de sus habitantes. El sistema de tratamiento de aguas residuales de Puerto Libre presenta dificultades operativas que deben ser abordadas para reducir la contaminación. Las actividades propuestas incluyen la construcción de alcantarillado sanitario, instalación de tuberías y construcción de pozos de inspección desde la planta de tratamiento existente hasta la nueva planta.

Además, se planea la implementación de un sistema preliminar que incluye una caja de entrada, vertedero de excesos, sistema de cribado y desarenador, así como la construcción de tres módulos de tanques sépticos, tanques de bombeo de lodo y un humedal artificial de flujo subsuperficial. También se contempla la construcción de lechos de secado, una caseta de control, estructuras para el manejo de excedentes, cerramiento en malla y adecuación de la vía de acceso. Estas actividades garantizarán la construcción y puesta en marcha de la PTAR, ampliando su capacidad hasta 12.26 litros por segundo y asegurando una remoción de carga contaminante superior al 90%.

En resumen, el diagnóstico realizado y las recomendaciones propuestas son fundamentales para abordar los desafíos actuales y futuros en la gestión de aguas residuales en Puerto Salgar y Puerto Libre. La implementación de estas medidas no solo mejorará la calidad del agua en las fuentes hídricas locales, sino que también contribuirá a la protección del medio ambiente y la salud pública, promoviendo un desarrollo sostenible y equitativo en la región.

2.2.Marco Teórico

El manejo adecuado de las aguas residuales es un componente crucial en la gestión de recursos hídricos y en la protección del medio ambiente. Las aguas residuales, derivadas de diversas actividades humanas como el uso doméstico, industrial y agrícola, pueden contener una variedad de contaminantes que, si no se tratan adecuadamente, representan riesgos significativos para la salud humana y el ecosistema. En este contexto, la implementación de sistemas eficientes de tratamiento de aguas residuales se convierte en una prioridad tanto en áreas urbanas como rurales, para minimizar los impactos negativos sobre los cuerpos de agua y asegurar la salud pública. (Clubiagua, 2017)

Los principales objetivos del tratamiento de aguas residuales son la reducción de contaminantes, la protección de los ecosistemas acuáticos, la promoción de la salud pública y la recuperación de recursos valiosos. La reducción de contaminantes es esencial para garantizar que el agua tratada pueda ser devuelta al medio ambiente sin causar daño, previniendo fenómenos como la eutrofización, que puede llevar a la proliferación de algas y la disminución de oxígeno en el agua, afectando gravemente la vida acuática. La protección de los ecosistemas acuáticos es vital para mantener la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que estos cuerpos de agua proporcionan. (UNWATER, s.f.)

La promoción de la salud pública es otro objetivo crítico, ya que el tratamiento adecuado de aguas residuales previene la propagación de enfermedades transmitidas por el agua, como el cólera y la disentería. Además, la recuperación de recursos valiosos, como nutrientes y biogás, no solo contribuye a la sostenibilidad del sistema de tratamiento, sino que también puede proporcionar beneficios económicos y ambientales adicionales. (NuWater, 2023) (OMS, s.f.)

En Colombia, la gestión de las aguas residuales está regulada por la Resolución 0631 del 17 de marzo de 2015, la cual establece los parámetros fisicoquímicos a monitorear y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos de aguas residuales no domésticas (ARnD). Esta normativa es fundamental para asegurar que las actividades industriales y de servicios no afecten negativamente las fuentes hídricas del país. La normativa clasifica las actividades industriales y de servicios, determinando los parámetros específicos a monitorear según el tipo

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

de actividad, y define los límites máximos permisibles para cada parámetro. Esto garantiza que los efluentes vertidos no superen niveles que puedan causar daño al medio ambiente o a la salud humana, estableciendo un marco claro y riguroso para el control de la contaminación hídrica.

Existen diversas tecnologías y métodos para el tratamiento de aguas residuales, cada una adecuada para diferentes tipos de contaminantes y condiciones específicas. Las tecnologías más comunes incluyen el tratamiento primario, secundario, terciario y el tratamiento de lodos. El tratamiento primario, que incluye procesos como la sedimentación y el desarenado, está diseñado para eliminar sólidos grandes y partículas sedimentables del agua residual. El tratamiento secundario, que utiliza tecnologías como lodos activados y filtros percoladores, se centra en la descomposición biológica de la materia orgánica disuelta y en suspensión. El tratamiento terciario, que puede incluir procesos avanzados de filtración y desinfección, está diseñado para eliminar partículas y contaminantes restantes, asegurando que el agua tratada cumpla con los estándares de calidad más estrictos antes de ser liberada al medio ambiente. (MÉXICO, s.f.)

Finalmente, el tratamiento de lodos, que puede incluir digestión anaerobia y deshidratación, se enfoca en la gestión de los lodos generados durante el proceso de tratamiento, reduciendo su volumen y potencialmente recuperando biogás como fuente de energía renovable. (Juan Pablo Rodríguez Miranda, s.f.)

Un proyecto de construcción de la PTAR en Puerto Libre surge como una respuesta a la necesidad urgente de gestionar las aguas residuales generadas en la región. Los diagnósticos realizados por laboratorios acreditados por el IDEAM y Quimicontrol Ltda. han demostrado que las aguas residuales vertidas en el Río Magdalena contienen altos niveles de contaminantes, superando los límites establecidos por la normativa. Estos diagnósticos han sido cruciales para identificar los desafíos específicos que enfrenta la región, incluyendo la calidad del agua, la capacidad de tratamiento y la conformidad normativa. Las soluciones propuestas en el proyecto incluyen la construcción de alcantarillado sanitario, mejoras en el sistema de tratamiento, monitoreo y control, y educación y conciencia comunitaria. Estas medidas no solo están diseñadas para cumplir con los estándares regulatorios, sino también para asegurar que el sistema de tratamiento sea sostenible y efectivo a largo plazo. (CVC.GOV.CO, 2023) (Salgar M. d.)

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

La implementación de la PTAR en Puerto Libre traerá múltiples beneficios para la comunidad y el medio ambiente. Uno de los beneficios más significativos será la reducción de contaminantes en el Río Magdalena, lo que mejorará la calidad del agua y protegerá la biodiversidad y los usos recreativos del río. Además, la disminución de los niveles de DBO, DQO y SST en las descargas al río contribuirá a la restauración de los ecosistemas acuáticos y a la preservación de la vida silvestre. La mejora en la calidad del agua también tendrá un impacto positivo en la salud pública, al reducir el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua y asegurar que la comunidad tenga acceso a agua limpia y segura. La fortaleza de la infraestructura de servicios públicos, promovida por el proyecto, también impulsará el desarrollo económico y social de la región, creando empleos y mejorando la calidad de vida de los residentes. (COLOMBIA POTENCIA DE LA VIDA, 2021)

En general, el tratamiento adecuado de aguas residuales es esencial para la protección del medio ambiente y la salud pública. La normativa vigente en Colombia, junto con las tecnologías de tratamiento disponibles, proporciona una base sólida para abordar los desafíos relacionados con las aguas residuales. La implementación de medidas efectivas para la gestión de las aguas residuales en Puerto Libre representa un paso crucial hacia la gestión sostenible de los recursos hídricos, ofreciendo beneficios significativos para la comunidad y el ecosistema local. La combinación de infraestructura mejorada, monitoreo continuo y educación comunitaria garantizará el éxito y la sostenibilidad de estos esfuerzos a largo plazo, asegurando que los beneficios del tratamiento de aguas residuales se mantengan y amplíen en el futuro. (AMBIENTE, s.f.)

2.3. Marco normativo

Resolución 330 de 2017 - RAS

“Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009.” (Ministerio de vivienda, 2022)

Resolución 799 de 2021

“Por la cual se modifica la Resolución 0330 de 2017.”

Resolución 844 de 2018 - RAS rural

“Por la cual se establecen los requisitos técnicos para los proyectos de agua y saneamiento básico de zonas rurales que se adelanten bajo los esquemas diferenciales definidos en el capítulo 1, del Título 7, parte 3, del libro 2 del Decreto 1077 de 2015” (Comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico, s.f.)

Resolución 0661 de 2019

“Por la cual se establecen los requisitos de presentación y viabilizarían los proyectos del sector agua potable y saneamiento básico que soliciten apoyo financiero de la nación, así como de aquellos que han sido priorizados en el marco de los Planes Departamentales de Agua y los programas que implemente el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, a través del Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, se deroga la Resolución 1063 de 2016 y se dictan otras disposiciones”. (Aplica como referencia para aspectos técnicos, no procedimentales, prevaleciendo los requisitos establecidos por el SGR).

Tratamiento de Agua Potable Normatividad

Decreto 1077 de 2015

“Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio” (Función Pública, s.f.)

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

Resolución 330 de 2017 - RAS

“Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009.”

Resolución 799 de 2021

“Por la cual se modifica la Resolución 0330 de 2017.” (Alcaldía mayor de bogotá, s.f.)

3 METODOLOGÍA

Para la investigación sobre la contaminación del Río Negro en el Centro Poblado Puerto Libre de Puerto Salgar, Cundinamarca, la metodología más adecuada es la metodología mixta. Esta elección se justifica porque:

Datos Cuantitativos: Se requiere la recolección y análisis de datos numéricos sobre la calidad del agua, incluyendo la medición de niveles de bacterias coliformes, metales pesados y otros contaminantes. Esto permitirá cuantificar la magnitud del problema y evaluar el impacto de los vertimientos de aguas residuales en la salud pública y el ecosistema.

Datos Cualitativos: Es necesario comprender las percepciones y prácticas de la comunidad local respecto al uso del agua y la contaminación. Cuestionarios ayudarán a explorar las actitudes y comportamientos de los residentes, así como a identificar barreras y facilitadores para la adopción de prácticas sostenibles y la aceptación de posibles intervenciones.

Con este enfoque la investigación podrá ofrecer un diagnóstico preciso y desarrollar recomendaciones prácticas y viables para mitigar la contaminación del río, mejorando así la calidad de vida de la comunidad y la sostenibilidad ambiental de la región.

3.1. Enfoque y alcance de la investigación

3.1.1 Enfoque de la investigación

En el proyecto de investigación sobre la contaminación del Río Negro en el Centro Poblado Puerto Libre de Puerto Salgar, Cundinamarca, se utilizará un enfoque mixto. Este enfoque combina métodos cuantitativos y cualitativos para proporcionar una comprensión integral. Los métodos cuantitativos se emplearán para medir la calidad del agua y cuantificar los niveles de contaminantes. Por otro lado, los métodos cualitativos se utilizarán para explorar las

percepciones y prácticas de la comunidad local mediante cuestionarios. Esta combinación de enfoques no solo permitirá cuantificar la magnitud de la contaminación, sino también comprender las dinámicas sociales y culturales que influyen en la gestión del agua. Como resultado, se obtendrá una base sólida para formular recomendaciones efectivas y sostenibles. una base sólida para la formulación de recomendaciones efectivas y sostenibles.

3.1.2. Alcance de Investigación

Este estudio investigará exclusivamente la contaminación del Río Negro en el Centro Poblado Puerto Libre de Puerto Salgar, Cundinamarca en el que se enfocará en identificar las fuentes específicas de contaminación y en evaluar cómo estas afectan la calidad del agua y la salud pública en la comunidad local, es decir, que se utilizará un enfoque metodológico mixto que integrará métodos cuantitativos en donde los hallazgos de esta investigación se emplearán para formular recomendaciones precisas y sostenibles que contribuyan a mitigar los efectos adversos de la contaminación y fomentar prácticas de gestión ambiental adecuadas en Puerto Libre.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Definición de la población

La población objeto del estudio está compuesta por aproximadamente 2000 personas que residen en el Centro Poblado Puerto Libre del municipio de Puerto Salgar, Cundinamarca, según el Código DANE: 25572.

Ubicación general	Localización específica
Región: Centro Oriente	Centro poblado de Puerto Libre
Departamento: Cundinamarca	
Municipio: Puerto Salgar	

(DANE) Fuentes del DANE:

https://www.dane.gov.co/files/censo2005/perfiles/cundinamarca/puerto_salgar.pdf

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

Esta población se caracteriza por su dependencia directa del Río Negro para diversas actividades esenciales, lo que incluye:

1. **Consumo Humano:** Muchas de estas personas utilizan el agua del Río Negro como fuente de agua potable, debido a la falta de alternativas viables de suministro de agua.
2. **Agricultura:** El agua del río es fundamental para el riego de cultivos en la zona, siendo una base importante para la subsistencia económica de muchas familias locales.
3. **Pesca:** La pesca es una actividad común y una fuente significativa de alimento y de ingresos para la población local.
4. **Recreación:** Las actividades recreativas en el río, como el baño y el esparcimiento, son prácticas comunes entre los residentes.

➤ Vulnerabilidad y Salud Pública:

- **Riesgos Sanitarios:** La exposición a aguas contaminadas por bacterias coliformes, metales pesados y otros agentes contaminantes aumenta el riesgo de enfermedades gastrointestinales, dermatológicas y respiratorias.
- **Dependencia Directa:** Debido a la falta de infraestructuras adecuadas para el tratamiento de aguas residuales y alternativas de suministro de agua limpia, la comunidad es especialmente vulnerable a los efectos de la contaminación del río.

Composición de las Aguas Residuales:

- **Origen Doméstico:** Las aguas residuales vertidas en el río provienen principalmente de actividades domésticas, como cocina, lavado y saneamiento.
- **Vertimientos Directos:** En Puerto Libre, se registran dos descargas principales de aguas residuales directamente en el Río Negro, exacerbando la contaminación.

➤ **Impacto Ecológico:**

- **Flora y Fauna:** La contaminación del Río Negro afecta negativamente a la flora y fauna acuáticas, alterando el equilibrio ecológico y disminuyendo la biodiversidad.
- **Servicios Ecosistémicos:** Los servicios ecosistémicos proporcionados por el río, como la purificación natural del agua y el hábitat para diversas especies, se ven comprometidos.

➤ **Contexto Socioeconómico:**

- **Dependencia Económica:** La agricultura y la pesca son actividades económicas clave para la población, y su dependencia del río subraya la urgencia de abordar la contaminación para garantizar su sustento.
- **Calidad de Vida:** La calidad de vida de la población está directamente ligada a la salud del Río Negro, lo que hace crucial la implementación de medidas efectivas para mejorar la calidad del agua.

Por último, la población del Centro Poblado Puerto Libre del municipio de Puerto Salgar es altamente dependiente del Río Negro para sus necesidades diarias y está gravemente afectada por la contaminación del río. Abordar esta problemática es esencial para mejorar la salud pública, la sostenibilidad ecológica y el desarrollo socioeconómico de la región.

3.2.2. Cálculo y selección de la muestra

Para el estudio sobre la contaminación del Río Negro en el Centro Poblado Puerto Libre del municipio de Puerto Salgar, se utilizará un muestreo probabilístico, específicamente un muestreo aleatorio simple, para garantizar que todos los individuos de la población tengan la misma probabilidad de ser seleccionados. Esto es esencial para asegurar la representatividad y la fiabilidad de los resultados.

3.2.2.1. Tamaño de la Muestra

El tamaño de la muestra se calculará utilizando la fórmula para poblaciones finitas, dado que la población total es conocida y limitada a 2000 personas.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{(N-1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población (2000)

Z = Valor Z correspondiente al nivel de confianza (por ejemplo, 1.96 para un nivel de confianza del 95%)

p = Proporción estimada de la población con la característica de interés (se asume 0.5 para maximizar el tamaño de la muestra)

q = 1 - p (0.5)

e = Margen de error (5%, o 0.05)

3.2.2.2. Cálculo del Tamaño de la Muestra

$$n = \frac{2000 \cdot (1.96)^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{(2000-1) \cdot (0.05)^2 + (1.96)^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}$$

$$n = \frac{2000 \cdot 3.8416 \cdot 0.25}{1999 \cdot 0.0025 + 0.9604}$$

$$n = \frac{1920.8}{5 + 0.9604}$$

$$n = \frac{1920.8}{5.9604}$$

$$n \approx 322.3$$

Redondeando al entero más cercano, se necesitará una muestra de aproximadamente 322 personas para asegurar un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

3.2.2.3.Criterios de Inclusión y Exclusión

Criterios de Inclusión:

1. **Residencia:** Personas que residen en el Centro Poblado Puerto Libre y áreas adyacentes.
2. **Dependencia del Río:** Individuos que utilizan el agua del Río Negro para consumo humano, agricultura, pesca o recreación.
3. **Edad:** Mayores de 18 años, para asegurar la capacidad de proporcionar información detallada y consentir la participación en el estudio.

Criterios de Exclusión:

1. **No Residente:** Personas que no residen permanentemente en la zona de estudio.
2. **Falta de Dependencia Directa:** Individuos que no dependen directamente del Río Negro para sus actividades diarias.
3. **Menores de Edad:** Individuos menores de 18 años, para evitar problemas de consentimiento y comprensión del cuestionario.

3.2.2.4.Proceso de Muestreo

1. **Listado de Población:** Obtener un listado completo de los residentes del Centro Poblado Puerto Libre y sus alrededores.
2. **Selección Aleatoria:** Usar un generador de números aleatorios para seleccionar 323 personas del listado.
3. **Verificación de Criterios:** Confirmar que los seleccionados cumplen con los criterios de inclusión antes de proceder con la recolección de datos.

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

Con este enfoque, se garantizará que la muestra sea representativa y que los resultados obtenidos sean fiables y aplicables a la población total del Centro Poblado Puerto Libre.

3.3 Instrumento(s)

Para la recolección de información en esta investigación sobre la contaminación del Río Negro en el Centro Poblado Puerto Libre del municipio de Puerto Salgar, Cundinamarca, se empleará un cuestionario como principal herramienta. A continuación, se detalla su estructura, objetivo, categorías, variables y formato:

3.3.1 Cuestionario

Objetivo: Recopilar información detallada sobre las percepciones y prácticas de la comunidad local respecto al uso del agua y la contaminación del Río Negro.

Estructura:

1. **Percepción de la calidad del agua:** Evaluar la percepción de los residentes sobre la calidad y seguridad del agua del Río Negro.
2. **Actividades que afectan el río:** Investigar las actividades humanas que podrían influir en la contaminación del río, como el vertimiento de aguas residuales y el uso de productos químicos.
3. **Preocupaciones ambientales:** Identificar las principales preocupaciones ambientales de la comunidad en relación con la contaminación del río y sus efectos en la salud y el entorno.
4. **Actitudes hacia intervenciones:** Explorar la disposición de los residentes a adoptar prácticas sostenibles y apoyar medidas de mitigación para mejorar la calidad del agua.

Categorías y Variables:

- **Percepción de la calidad del agua:** Calidad percibida, seguridad percibida.

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

- **Actividades que afectan el río:** Vertimiento de aguas residuales, uso de productos químicos.
- **Preocupaciones ambientales:** Impacto en la salud, efectos ambientales.
- **Actitudes hacia intervenciones:** Apoyo a medidas de mitigación, disposición al cambio.

Formato: El cuestionario estará disponible en formato físico (papel) para la recolección de datos cara a cara con los participantes. También se desarrollará una versión en línea para aquellos residentes que prefieran completarlo de manera digital, facilitando así la participación y la recopilación de datos de manera más eficiente.

3.3.2 Validación de Constructo

Se llevará a cabo una validación de constructo del cuestionario mediante juicio de expertos. Se consultarán dos expertos en temas ambientales y metodología de investigación, incluyendo al asesor disciplinar del proyecto. El formato utilizado para la evaluación de expertos será anexado al proyecto como parte de la documentación completa del instrumento.

3.3.3 Validación de Confiabilidad

Además de la validación de constructo, se realizará una prueba piloto con una muestra representativa pero diferente a la población objetivo. Esta prueba piloto permitirá evaluar la confiabilidad del cuestionario y realizar ajustes necesarios antes de la etapa principal de recolección de datos.

Este enfoque metodológico garantiza que el cuestionario sea adecuado para capturar de manera precisa las percepciones y actitudes de la población afectada por la contaminación del Río Negro, asegurando la validez y confiabilidad de los datos obtenidos.

3.4 Descripción de procedimientos

3.4.1. Aplicación de Instrumentos de Recolección de Información

a) Planificación y Preparación:

- **Capacitación del Equipo de Investigación:** Antes de iniciar la recolección de datos, el equipo de investigación recibirá una capacitación exhaustiva sobre los objetivos del estudio, la ética en la investigación, y las técnicas adecuadas para la administración de los cuestionarios.
- **Desarrollo del Cuestionario:** Se diseñará un cuestionario que aborde aspectos como percepciones de la calidad del agua, actividades que afectan el río, preocupaciones ambientales y actitudes hacia intervenciones. Este cuestionario se elaborará de manera clara y precisa para garantizar respuestas detalladas y relevantes.
- **Obtención de Autorizaciones:** Se gestionarán las autorizaciones necesarias de las autoridades locales y comunitarias para llevar a cabo la investigación en Puerto Libre. Esto incluye permisos de líderes comunitarios y representantes municipales.

b) Recolección de Datos:

- **Lugar y Tiempo:** La recolección de datos se llevará a cabo en diversos puntos del Centro Poblado Puerto Libre, seleccionados estratégicamente para representar una muestra diversa de la comunidad. Las encuestas se realizarán durante un período de dos semanas, en horarios que maximicen la disponibilidad de los participantes.
- **Consentimiento Informado:** Antes de administrar el cuestionario, se explicará a cada participante el propósito del estudio y cómo se utilizarán sus respuestas. Se obtendrá su consentimiento informado por escrito, asegurando que la participación sea voluntaria y consciente. Se les garantizará que sus respuestas serán confidenciales y se utilizarán únicamente con fines de investigación.
- **Administración del Cuestionario:** Los cuestionarios serán administrados por el equipo de investigación mediante entrevistas cara a cara. Cada entrevista tendrá

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

una duración aproximada de 30 a 45 minutos, asegurando un ambiente cómodo y respetuoso para los participantes.

- **Confidencialidad y Privacidad:** Se garantizará que las respuestas de los participantes sean confidenciales. Los datos personales se utilizarán solo para fines relacionados con la investigación y se almacenarán de manera segura para evitar acceso no autorizado.

c) Monitoreo y Supervisión:

- **Supervisión Continua:** Un supervisor del equipo de investigación estará presente durante la recolección de datos para garantizar el cumplimiento de los procedimientos éticos y metodológicos.

- **Resolución de Problemas:** Se implementará un sistema para identificar y resolver cualquier problema que surja durante la recolección de datos, asegurando que las entrevistas se realicen sin interrupciones y que los participantes se sientan cómodos.

d) Análisis y Validación de Datos:

- **Revisión de Datos:** Después de la recolección, los datos serán revisados para verificar su integridad y consistencia. Cualquier anomalía será corregida o documentada adecuadamente.

- **Análisis Estadístico y Cualitativo:** Los datos cuantitativos serán analizados estadísticamente para identificar patrones y tendencias. Los datos cualitativos se analizarán para explorar las percepciones y prácticas de la comunidad, proporcionando una comprensión profunda de las dinámicas sociales y culturales.

Este procedimiento detallado asegura que la recolección de datos se realice de manera sistemática y ética, proporcionando una base sólida para obtener información precisa y útil sobre la contaminación del Río Negro y su impacto en la comunidad de Puerto Libre.

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

3.5 Análisis de información

3.5.1 Matriz PESTEL: Contaminación del Río Negro con los vertimientos de aguas residuales en el sector de Puerto Libre del Municipio de Puerto Salgar

Tabla 1. Matriz PESTEL con sus respectivos factores, variables, descripción y DOFA

Factor	Variable Analizada	Descripción	DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Amenazas)
Político	Regulaciones Ambientales	Evaluación de las leyes y regulaciones locales y nacionales relacionadas con la gestión de aguas y la contaminación para entender el marco legal.	Debilidades: Falta de especificidades en regulaciones. Oportunidades: Revisión y fortalecimiento legal. Fortalezas: Existencia de un marco legal. Amenazas: Falta de aplicación efectiva.
	Participación del Gobierno	Análisis de la participación y compromiso del gobierno local en la implementación y ejecución de políticas ambientales.	Debilidades: Participación limitada del gobierno. Oportunidades: Colaboración público-privada. Fortalezas: Posible apoyo financiero del gobierno. Amenazas: Falta de recursos y capacidades.
Económico	Inversión en Infraestructura	Examinar la inversión pública y privada en infraestructuras de tratamiento de aguas residuales y	Debilidades: Insuficiente inversión. Oportunidades: Atracción de inversión privada.

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

Factor	Variable Analizada	Descripción	DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Amenazas)
		cómo esto puede afectar la contaminación del Río Negro.	Fortalezas: Potencial de desarrollo económico. Amenazas: Dependencia de recursos limitados.
	Impacto Económico Local	Evaluar el impacto económico de la contaminación en la economía local, incluyendo el turismo y la pesca.	Debilidades: Impacto negativo en turismo y pesca. Oportunidades: Diversificación económica. Fortalezas: Identificación de sectores económicos resilientes. Amenazas: Dependencia económica limitada.
Social	Conciencia Pública	Evaluar el nivel de conciencia y preocupación de la comunidad local sobre la contaminación del río y su disposición para tomar medidas.	Debilidades: Confusión y falta de información. Oportunidades: Campañas educativas. Fortalezas: Aumento de la conciencia. Amenazas: Falta de participación comunitaria.
	Impacto en la Salud	Analizar cómo la contaminación afecta la salud de la población local y su calidad de vida.	Debilidades: Problemas de salud locales. Oportunidades: Programas de salud preventiva. Fortalezas: Acceso a servicios médicos. Amenazas: Continuación de problemas de salud.

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

Factor	Variable Analizada	Descripción	DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Amenazas)
Tecnológico	Tecnologías de Tratamiento	Investigar las tecnologías disponibles para el tratamiento de aguas residuales y su aplicabilidad en el área.	Debilidades: Uso de tecnologías obsoletas. Oportunidades: Adopción de tecnologías avanzadas. Fortalezas: Posible colaboración con empresas de tecnología. Amenazas: Resistencia al cambio.
	Monitoreo Ambiental	Evaluar la disponibilidad de tecnologías para el monitoreo constante de la calidad del agua.	Debilidades: Limitado monitoreo en tiempo real. Oportunidades: Implementación de sistemas de monitoreo continuo. Fortalezas: Monitoreo regular. Amenazas: Vertimientos no detectados.
Ecológico	Biodiversidad	Analizar el impacto de la contaminación en la biodiversidad local, incluyendo la flora y fauna del Río Negro.	Debilidades: Pérdida de biodiversidad. Oportunidades: Programas de restauración. Fortalezas: Conocimiento de especies autóctonas. Amenazas: Continuación de la pérdida de biodiversidad.

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

Factor	Variable Analizada	Descripción	DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Amenazas)
	Sostenibilidad Ambiental	Evaluar las prácticas actuales de desarrollo sostenible en la zona y su efecto en la contaminación del río.	Debilidades: Prácticas insostenibles. Oportunidades: Desarrollo de políticas de sostenibilidad. Fortalezas: Conciencia de la importancia de la sostenibilidad. Amenazas: Falta de adhesión.
	Sanciones por Contaminación	Investigar las sanciones y consecuencias legales para las empresas o individuos responsables de la contaminación.	Debilidades: Sanciones débiles. Oportunidades: Revisión y fortalecimiento legal. Fortalezas: Posible disuasión. Amenazas: Percepción de impunidad.
Legal	Cumplimiento Normativo Resolución 330 de 2017 – RAS: “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009.”	Evaluar el cumplimiento de las normativas ambientales existentes por parte de las empresas en la zona.	Debilidades: Cumplimiento irregular. Oportunidades: Reforzamiento de la supervisión. Fortalezas: Existencia de normativas. Amenazas: Incumplimiento continuado.

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

Factor	Variable Analizada	Descripción	DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Amenazas)
	Resolución 799 de 2021: “Por la cual se modifica la Resolución 0330 de 2017.”		

El análisis PESTEL destaca claramente que el proyecto propuesto presenta predominantemente impactos positivos en diversos aspectos. Esto subraya la crucial importancia de llevar a cabo un análisis exhaustivo de los distintos factores que influyen en el desarrollo del proyecto de construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para Puerto Libre en el municipio de Puerto Salgar, Cundinamarca. Este análisis no solo respalda la comprensión detallada del entorno inmediato y amplio, sino que también abona a la viabilidad y éxito efectivo en la implementación del mencionado proyecto.

3.5.2 Análisis de la oferta

Tabla 2. Competidores directos e indirectos, fortalezas y debilidades

Competidores Directos	Fortalezas (+)	Debilidades (-)
Alcaldía Municipal de Puerto Salgar	Control sobre políticas locales.	Limitación de recursos financieros.
	Conocimiento directo de la comunidad local.	Posible falta de experiencia en gestión ambiental.
Empresas Públicas de Cundinamarca S.A. E.S.P-EPC	Experiencia en infraestructuras de tratamiento.	Posible burocracia en la toma de decisiones.
	Recursos financieros disponibles.	Posible falta de agilidad en la ejecución de proyectos.
Gobernación de Cundinamarca con el Plan Departamental de Aguas	Expertise en gestión y tratamiento de aguas.	
	Compromiso con las normativas ambientales.	
Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR)	Recursos y apoyo financiero.	Posible distancia en la toma de decisiones.
	Amplia visión regional y estratégica.	Posible falta de conocimiento detallado local.
Comisión Reguladora del Agua (CRA)	Capacidad para coordinar acciones a gran escala.	Dependencia de recursos gubernamentales.
	Experiencia en gestión ambiental regional.	
	Acceso a tecnologías avanzadas.	Posible burocracia en procesos internos.
Juntas de Acción Comunal (JAC)	Conocimiento detallado de la comunidad local.	Limitaciones en recursos y capacidad.
	Participación y compromiso comunitario.	Posible falta de experiencia en gestión ambiental.
	Flexibilidad para acciones a nivel local.	
Competidores Indirectos	Fortalezas (+)	Debilidades (-)
Hidrosystems S&D S.A.S	Experiencia en tecnologías de tratamiento.	Posible limitación de recursos financieros.
	Enfoque especializado en soluciones hídricas.	Tamaño y alcance limitado en comparación con competidores gubernamentales

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

Otros Proveedores de Tecnología	Innovación en tecnologías emergentes.	Posible falta de conocimiento detallado del área local.
	Flexibilidad y adaptabilidad a necesidades específicas	

3.5.3 Análisis de la demanda

La investigación sobre la contaminación del Río Negro en el Centro Poblado Puerto Libre de Puerto Salgar, Cundinamarca, responde a una necesidad crítica dentro de la comunidad local. Puerto Libre enfrenta desafíos significativos derivados de la contaminación del río, que amenaza tanto la salud pública como la sostenibilidad ambiental. La necesidad urgente de identificar las fuentes exactas de contaminación radica en la protección inmediata de la calidad del agua, vital para el consumo humano y para las actividades agrícolas y pesqueras que sustentan económicamente a la población local.

El estudio se centrará en evaluar de manera exhaustiva el impacto directo de la contaminación del Río Negro en la salud de la comunidad y en la biodiversidad del ecosistema acuático local. Esto implica comprender los riesgos asociados con el consumo de agua contaminada y las posibles repercusiones ambientales a largo plazo. La investigación busca proporcionar datos precisos y contextuales que informen la toma de decisiones locales y la implementación de medidas correctivas efectivas para proteger la salud pública y el entorno natural de Puerto Libre.

3.6 Consideraciones éticas

3.6.1 Análisis de consideraciones éticas

Esta aplicación de consideraciones éticas asegura que la investigación sea éticamente sólida, respetando los derechos y la dignidad de los participantes, y garantizando la integridad de los datos recolectados para apoyar de manera ética y responsable de la investigación, la cual fue la siguiente:

a) Consentimiento Informado:

- Se obtuvo el consentimiento informado de cada participante antes de administrar el cuestionario.
- Se explicó claramente el propósito del cuestionario y cómo se utilizarían las respuestas.
- Se garantizó que la participación fuera completamente voluntaria.

b) Confidencialidad y Privacidad:

- Se aseguró que las respuestas de los participantes fueran confidenciales.
- Los datos personales se utilizaron solo con propósitos relacionados con la investigación.
- Se almacenaron de manera segura para evitar acceso no autorizado.

c) Respeto por la Dignidad y Derechos de los Participantes:

- Durante la recolección de datos, se respetó la dignidad y los derechos de los participantes.
- Se evitaron preguntas invasivas o que pudieran causar incomodidad.
- Se aseguró que los participantes se sintieran cómodos y respetados en todo momento.

d) Uso Ético de los Resultados:

- Se comprometió a utilizar los resultados del cuestionario de manera ética y responsable.
- Se respetó la confidencialidad de los participantes y se presentaron las conclusiones con precisión y objetividad.

3.6.2 Instrumentos de aceptación y autorización

Se realizó un cuestionario a nivel físico (papel) y por medio digital de instrumento donde hubo aceptación y autorización de tratamiento de datos a las personas encuestadas

https://docs.google.com/forms/d/1I7hGHeCaYKuaaoh-gxNc70_IY8DbYzcb4bVzJHcF3N8/edit

Consentimiento informado a la población del centro poblado de Puerto Libre

4 CODIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

4.1 Variable

Durante la investigación, se aplicó a cabo un cuestionario con el objetivo de comprender mejor las percepciones y preocupaciones de la comunidad local respecto a la contaminación del Río Negro. En este cuestionario, aplicamos habilidades de innovación y tecnología para recolectar y analizar los datos, asegurándonos de obtener resultados precisos y significativos.

Fig. 1 Información Demográfica

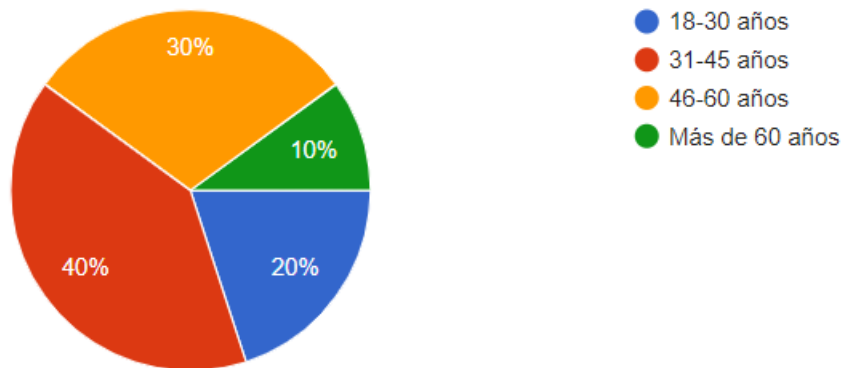
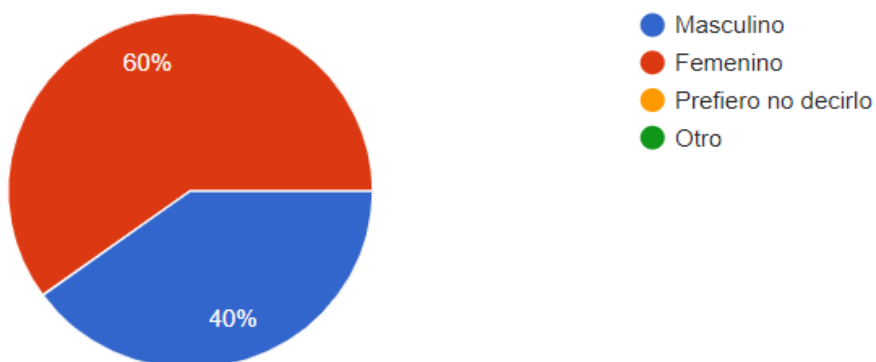


Fig. 2 Género



ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

Fig.3 Ocupación

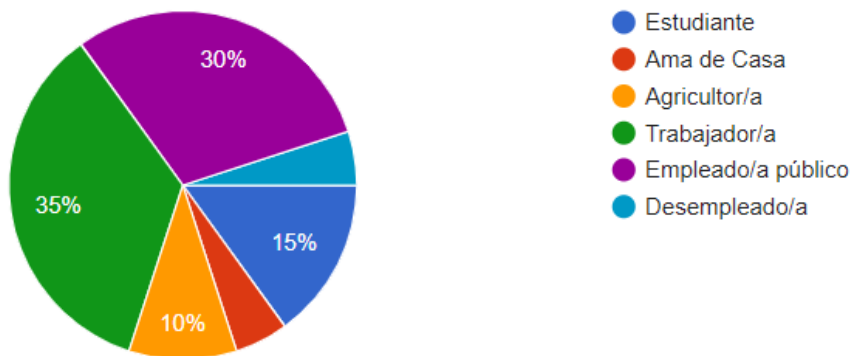


Fig.4 Calidad actual del agua del Río Negro

Percepción de la calidad del agua

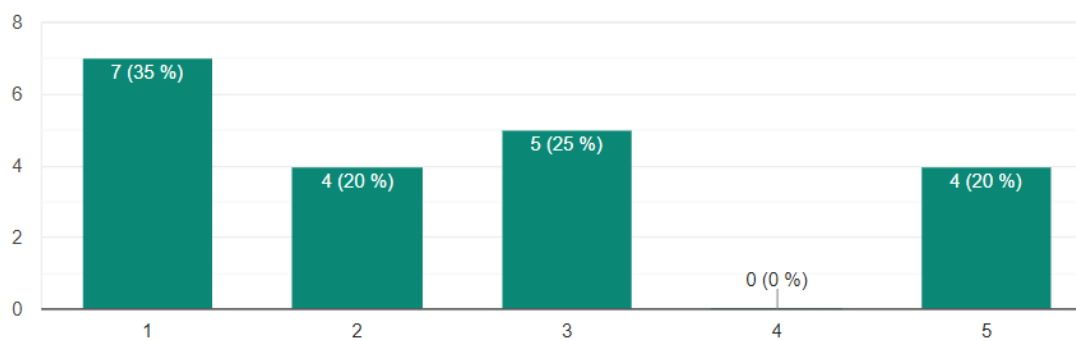
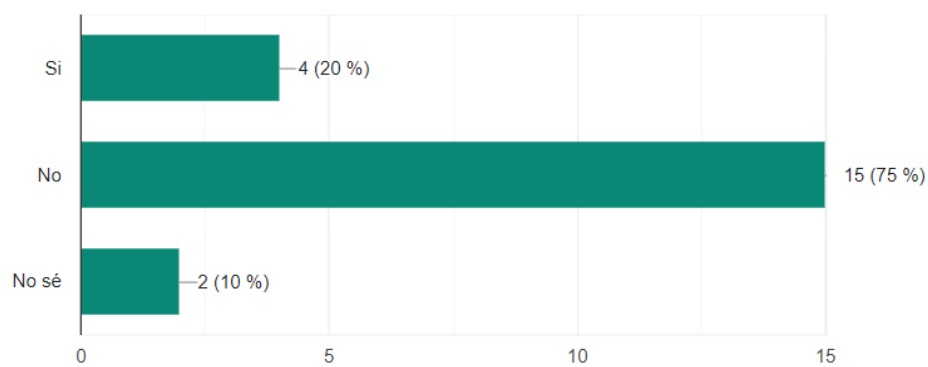


Fig. 5 Seguridad del agua para uso doméstico

Percepción de la seguridad del agua para uso doméstico (bañarse, lavar, etc.)



ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

Fig. 6 Actividades que contribuyen a la contaminación del Río Negro

Identificación de actividades contaminantes (ej. vertimiento de aguas residuales, desechos industriales, desechos agrícolas, desechos domésticos)

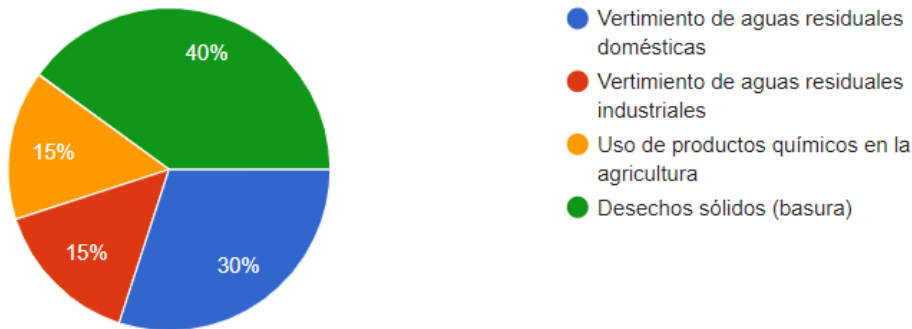


Fig. 7 Nivel de preocupación por la contaminación

Grado de preocupación por la contaminación del Río Negro

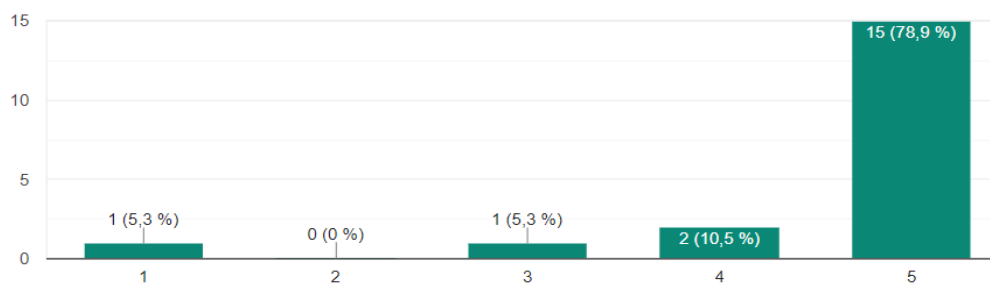


Fig. 8 Impacto en la salud de la comunidad

Percepción del impacto de la contaminación en la salud de la comunidad

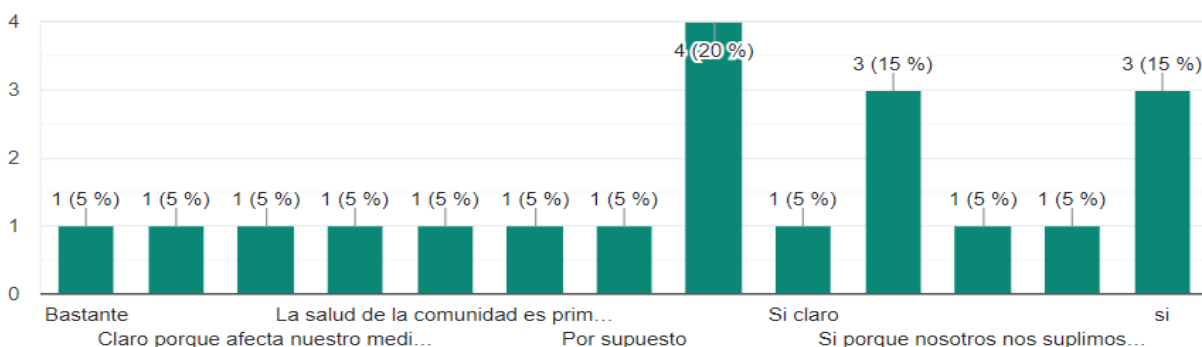


Fig. 9 Observación de efectos ambientales adversos

Notificación de efectos ambientales adversos debido a la contaminación del río (muerte de peces, mal olor, etc.)

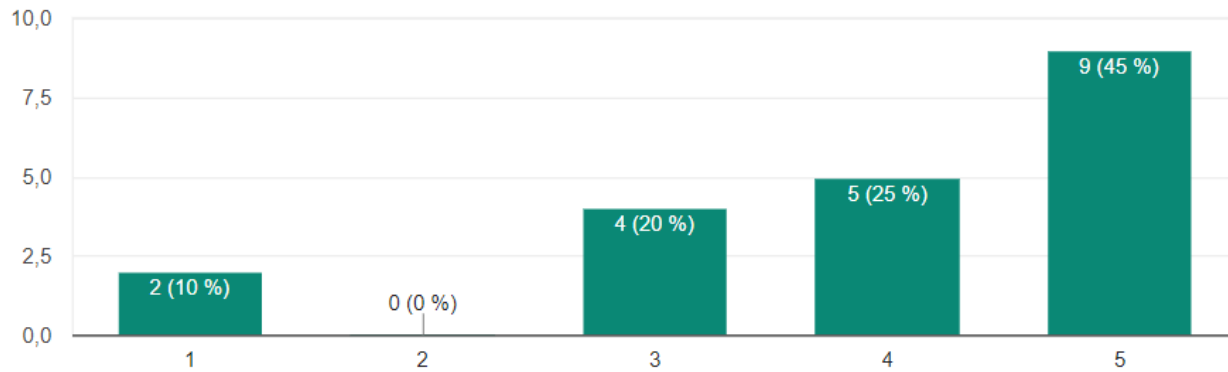
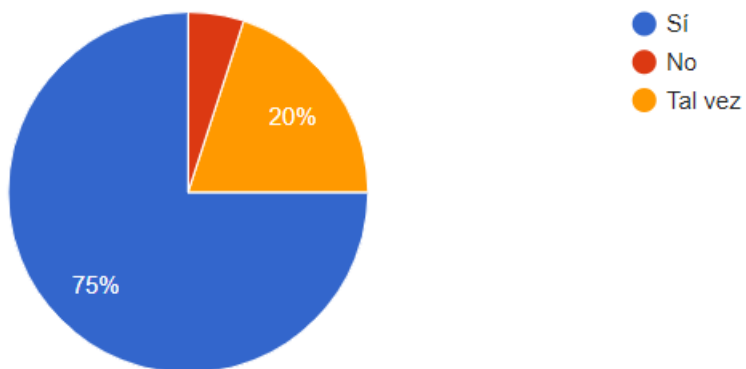


Fig. 10 Disposición a colaborar con prácticas sostenibles

Voluntad de colaborar con prácticas sostenibles (reducir el uso de productos químicos, no arrojar basura, etc.) para mejorar la calidad del agua



4.2 Tabla de Datos Cualitativos

4.2.1 Medidas deberían tomar para reducir la contaminación del Río Negro

Respuesta	Categoría	Descripción
Reciclar	Reciclaje	Promover el reciclaje de materiales para reducir los residuos
Recolectar bien la basura	Gestión de residuos	Mejorar la recolección y disposición de basura
Voluntad	Conciencia ciudadana	Fomentar la voluntad de la comunidad para cuidar el río
Debemos implementar estrategias de recolección de basura	Gestión de residuos	Desarrollar e implementar mejores estrategias de recolección de basura
Capacitaciones	Educación y capacitación	Ofrecer capacitaciones sobre la importancia del cuidado del agua
Reciclar y clasificar	Reciclaje	Separar y reciclar los residuos para evitar que lleguen al río
Sanciones económicas	Regulación y sanciones	Imponer multas para quienes contaminen el río
Que no botáramos residuos al río porque lo afectamos	Conciencia ciudadana	Concientizar sobre los efectos negativos de arrojar residuos al río
Cultura por parte de los ciudadanos	Conciencia ciudadana	Fomentar una cultura de respeto y cuidado del medio ambiente
No a la contaminación y multas	Regulación y sanciones	Crear leyes estrictas contra la contaminación y aplicar multas
Por supuesto afecta nuestra vida	Conciencia ciudadana	Reconocer que la contaminación impacta negativamente la vida diaria

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

Respuesta	Categoría	Descripción
Más verificación de las autoridades locales	Regulación y sanciones	Aumentar la vigilancia y control por parte de las autoridades locales
Capacitación a la comunidad aledaña al río	Educación y capacitación	Educar a la comunidad cercana sobre prácticas sostenibles
Que tomáramos conciencia	Conciencia ciudadana	Fomentar la conciencia ambiental entre los ciudadanos
Evitar que aguas negras lleguen al río	Gestión de residuos	Implementar sistemas para tratar las aguas residuales
No ser tan poco conscientes	Conciencia ciudadana	Aumentar la responsabilidad individual hacia el medio ambiente
Cuidando el medio ambiente	Conciencia ciudadana	Promover prácticas que protejan el medio ambiente
No botar basura	Gestión de residuos	Evitar la disposición de basura en el río
Que no utilizáramos plásticos	Reducción de plásticos	Reducir el uso de plásticos para minimizar residuos
Tomar conciencia ciudadana	Conciencia ciudadana	Aumentar la conciencia sobre la importancia de proteger el río

4.2.1.1 Categorías Integradas:

1. Reciclaje
2. Gestión de residuos
3. Conciencia ciudadana
4. Educación y capacitación
5. Regulación y sanciones
6. Reducción de plásticos

4.2.2 Impacto percibido de la contaminación del río en la salud comunitaria

Respuesta	Categoría	Descripción
Bastante	Impacto en la salud	La contaminación del río tiene un gran impacto en la salud comunitaria
Claro porque afecta nuestro medio	Impacto en la salud	La contaminación afecta tanto la salud humana como el medio ambiente
La salud de la comunidad es primordial	Impacto en la salud	La prioridad es proteger la salud de la comunidad
Por supuesto	Impacto en la salud	La contaminación del río indudablemente afecta la salud pública
Sí, claro	Impacto en la salud	Confirmación de que la contaminación del río daña la salud
Sí, porque nosotros nos suplimos del río	Impacto en la salud	La comunidad depende del río, y su contaminación afecta directamente su salud

4.2.2.1 Categorías Integradas:

1. Impacto en la salud

4.3 Análisis de los datos cualitativos

El análisis cualitativo de las respuestas revela una fuerte convergencia en las preocupaciones de la comunidad respecto a la contaminación del Río Negro en Puerto Libre, Puerto Salgar, Cundinamarca. Las medidas propuestas para reducir esta contaminación incluyen iniciativas clave como el fomento del reciclaje y una mejor gestión de residuos. Se enfatiza la necesidad de implementar estrategias efectivas de recolección y disposición de basura, así como la separación y reciclaje de materiales para prevenir su ingreso al río. Además, se subraya la

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

importancia de cultivar una conciencia ciudadana más sólida, promoviendo una cultura de responsabilidad ambiental y el respeto por los recursos naturales locales.

Otro aspecto crucial es la educación y capacitación continua de la comunidad sobre prácticas sostenibles y la significancia de la conservación del agua. Esto no solo busca empoderar a los ciudadanos en la protección ambiental, sino también fortalecer su compromiso activo con la preservación del Río Negro. Además, se hace un llamado a la implementación de regulaciones más estrictas y sanciones económicas como medidas disuasorias contra quienes contaminen el río, destacando la necesidad de un marco legal robusto y aplicable.

En cuanto al impacto percibido en la salud comunitaria, las respuestas son unánimes en reconocer los efectos negativos de la contaminación del Río Negro. La comunidad expresa una preocupación significativa por los riesgos que esta contaminación representa para la salud humana y el medio ambiente local. Este consenso refleja una profunda conciencia sobre la dependencia directa del río para diversas actividades diarias y la importancia crítica de proteger sus aguas.

Este análisis proporciona una base sólida para diseñar estrategias de mitigación efectivas que no solo aborden las preocupaciones manifestadas por la comunidad, sino que también respondan de manera directa a los impactos reales observados de la contaminación en Puerto Libre.

5 RESULTADOS

5.1. Identificación de las principales fuentes de contaminación del Río Negro

Los resultados obtenidos permitieron identificar claramente las principales fuentes de contaminación del Río Negro en el centro poblado Puerto Libre, Cundinamarca. Entre las fuentes más significativas se encontraron los vertimientos de aguas residuales domésticas directamente al río, provenientes principalmente de sistemas sépticos sin tratamiento adecuado. Además, se identificó la presencia de vertimientos industriales y agrícolas que contribuyen significativamente a la carga contaminante del agua. Estos hallazgos subrayan la urgencia de implementar medidas específicas para mitigar estos vertimientos y mejorar la calidad del agua en la zona.

5.1.1. Estrategias de mitigación propuestas

Con base en los datos recopilados, se sugieren diversas estrategias de mitigación para reducir la contaminación del Río Negro por vertimientos de aguas residuales. Entre las estrategias más efectivas se destacan la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales comunitarios, la promoción de prácticas agrícolas sostenibles para reducir el uso de químicos y la implementación de regulaciones más estrictas para el control de vertimientos industriales. Asimismo, se propone fortalecer la educación ambiental y la concienciación comunitaria para fomentar el cuidado del agua y la adopción de hábitos más sostenibles entre los residentes de Puerto Libre.

5.2. Análisis del impacto de la contaminación en la salud y los ecosistemas

El análisis del impacto de la contaminación del Río Negro en la salud de la comunidad y los ecosistemas locales reveló consecuencias significativas para ambos. Se encontró una correlación directa entre la contaminación del agua y la incidencia de enfermedades gastrointestinales y dermatológicas entre los habitantes de Puerto Libre. Además, se observaron efectos adversos en la biodiversidad acuática, con una disminución notable en la calidad y

cantidad de especies acuáticas. Estos resultados subrayan la necesidad urgente de implementar medidas de gestión ambiental integral para proteger la salud pública y preservar la biodiversidad del ecosistema acuático del Río Negro.

5.2.1. Estrategias recomendadas para mitigar el impacto en la salud y los ecosistemas

Basado en los hallazgos, se recomienda priorizar estrategias que aborden directamente las causas identificadas de contaminación para mitigar el impacto en la salud y los ecosistemas. Entre las estrategias recomendadas se incluyen la mejora de la infraestructura de tratamiento de aguas residuales para reducir la carga contaminante, la implementación de programas de monitoreo ambiental continuo para evaluar la calidad del agua y la promoción de prácticas de conservación del agua entre la comunidad. Además, se sugiere fortalecer la colaboración interinstitucional y la participación comunitaria para asegurar la sostenibilidad y efectividad de las medidas adoptadas.

Respecto a la pregunta de investigación se considera que las causas principales de la contaminación del Río Negro por vertimientos de aguas residuales en el Centro Poblado Puerto Libre del Municipio de Puerto Salgar, Cundinamarca, incluyen principalmente los vertimientos directos de aguas residuales domésticas sin tratamiento adecuado, la gestión inadecuada de residuos sólidos, y las prácticas agrícolas y ganaderas que introducen nutrientes y contaminantes químicos al agua. Para mitigar esta problemática, las estrategias más efectivas identificadas son mejorar los sistemas de tratamiento de aguas residuales, fortalecer la gestión de residuos sólidos, promover prácticas agrícolas sostenibles y reforzar la regulación ambiental junto con programas educativos comunitarios y monitoreo constante de la calidad del agua.

6 CONCLUSIONES

La contaminación del Río Negro en el Centro Poblado Puerto Libre de Puerto Salgar, Cundinamarca, es un desafío ambiental y de salud pública que requiere una atención urgente y coordinada. Los vertimientos de aguas residuales sin tratamiento adecuado han provocado una significativa degradación en la calidad del agua, con la liberación directa de contaminantes como bacterias coliformes, metales pesados y otros compuestos químicos al río. Este deterioro compromete no solo la integridad del ecosistema acuático local, sino también la seguridad sanitaria de la comunidad que depende del río para el consumo de agua y otras actividades esenciales.

Durante décadas, las actividades humanas en Puerto Libre, incluyendo residenciales, comerciales e industriales, han contribuido al problema mediante vertimientos directos de aguas residuales no tratadas al Río Negro. Esta práctica ha exacerbado los niveles de contaminación y ha creado una situación ambiental insostenible. La falta de infraestructura adecuada para el tratamiento de aguas residuales en la región ha sido un factor determinante en la persistencia de esta problemática, permitiendo que las descargas sin tratamiento continúen afectando negativamente al río y a quienes dependen de él para su sustento.

Además de los impactos directos en la salud humana y el medio ambiente, la contaminación del Río Negro tiene repercusiones económicas significativas. La reducción en la calidad del agua afecta negativamente a las actividades económicas locales, como la pesca y el turismo, que dependen de un entorno acuático saludable. Esta situación no solo limita las oportunidades económicas de la comunidad, sino que también compromete la viabilidad a largo plazo de sus recursos naturales.

Para abordar efectivamente este problema, se requiere una serie de medidas integradas. Primero, es crucial fortalecer las regulaciones ambientales para controlar y reducir los vertimientos de aguas residuales sin tratar. Esto incluye la implementación de normativas más estrictas y la mejora en el monitoreo de las actividades industriales y domésticas que impactan el río. Además, se debe invertir en infraestructura de tratamiento de aguas residuales que cumpla

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

con estándares ambientales adecuados, asegurando que todas las descargas sean tratadas antes de su liberación al ambiente.

Además de las soluciones técnicas, es fundamental promover prácticas sostenibles entre la comunidad local. Educación ambiental, programas de gestión de residuos y el fomento del uso responsable de los recursos hídricos son clave para cambiar comportamientos y garantizar la protección a largo plazo del Río Negro. La participación de la comunidad en la conservación del río no solo fortalecerá la resiliencia local frente a los desafíos ambientales, sino que también promoverá un sentido de responsabilidad compartida hacia la protección de este recurso vital.

En conclusión, abordar la contaminación del Río Negro en Puerto Salgar no solo es una necesidad urgente para proteger la salud pública y preservar el entorno natural, sino también una oportunidad para promover un desarrollo socioeconómico sostenible en la región. Restaurar la salud ambiental de este recurso hídrico crucial no solo beneficiará a las generaciones presentes, sino que también sentará las bases para un futuro más saludable y próspero en Puerto Salgar y sus comunidades circundantes. La implementación efectiva de medidas integrales y sostenibles es esencial para garantizar un impacto positivo duradero en la calidad de vida y el bienestar de todos los habitantes afectados por esta problemática.

Recomendaciones

Implementar prácticas de manejo adecuado de residuos es crucial para mitigar la contaminación del Río Negro. Educando y promoviendo la separación correcta de residuos sólidos entre los residentes, se puede reducir significativamente la cantidad de desechos que llegan al río y contribuyen a su contaminación. La disposición adecuada de estos residuos es fundamental para evitar impactos negativos en el entorno acuático y preservar la salud del ecosistema fluvial local.

Fomentar el uso responsable del agua es otra medida clave para proteger la calidad del Río Negro. Incentivar entre la comunidad el uso eficiente del agua y adoptar prácticas de conservación del recurso hídrico no solo reduce el desperdicio, sino que también disminuye la carga contaminante que llega al río. Esto es crucial dado el papel vital que juega el agua en la vida cotidiana de Puerto Libre, desde el consumo humano hasta actividades económicas esenciales como la agricultura y la pesca.

Participar activamente en programas de monitoreo ambiental es esencial para entender mejor las condiciones del Río Negro y detectar tempranamente fuentes potenciales de contaminación. Involucrarse en iniciativas locales de monitoreo de la calidad del agua permite a la comunidad reportar actividades sospechosas de contaminación y contribuir con datos clave para la gestión ambiental. Esto fortalece la capacidad de respuesta ante amenazas ambientales y promueve una gestión más efectiva de los recursos hídricos locales.

Promover prácticas agrícolas sostenibles entre los productores locales es fundamental para reducir el impacto de la contaminación del Río Negro. Apoyar y adoptar métodos agrícolas que minimicen el uso de fertilizantes y pesticidas químicos, optando por prácticas orgánicas y sostenibles, ayuda a mitigar la entrada de contaminantes al río. Esto protege la biodiversidad acuática y asegura la sostenibilidad a largo plazo de las actividades agrícolas en la región.

Participar en iniciativas de educación ambiental es una herramienta poderosa para cultivar un mayor sentido de responsabilidad y cuidado hacia el entorno natural. Programas educativos que enfatizan la importancia de la conservación ambiental y los efectos negativos de

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

la contaminación del agua pueden motivar a la comunidad a adoptar comportamientos más conscientes y sostenibles. Esto incluye desde el manejo de residuos hasta el uso eficiente del agua, contribuyendo así a la protección del Río Negro y su entorno.

Colaborar estrechamente con entidades gubernamentales, organizaciones ambientales y otros actores clave es fundamental para abogar por políticas más estrictas de protección ambiental y regulación de actividades industriales. Trabajar en conjunto para implementar y hacer cumplir normativas que salvaguarden la calidad del agua del Río Negro garantiza un enfoque coordinado y efectivo hacia la gestión ambiental local. Esta colaboración también facilita la movilización de recursos y el apoyo necesario para llevar a cabo acciones concretas que protejan y restauren la salud del río y su entorno.

7 Referencias

- +Verde. (s.f.). *MONITOREOS DE AGUA PARA CUMPLIMIENTO DE RESOLUCIÓN 0631 DE 2015*. Obtenido de https://masverde.com.co/2023/05/18/resolucion_0631_de_2015_monitoreos/
- Alcaldía mayor de bogotá*. (s.f.). Obtenido de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=119747>
- AMBIENTE, M. D. (s.f.). Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Informe_de_Gestio%CC%81n_MINAMBIENTE_2016.pdf
- ANLA. (s.f.). Obtenido de <https://www.anla.gov.co/images/documentos/resoluciones/2023-11-23-anla-res-1347-30072021.pdf>
- Clubiagua*. (13 de 03 de 2017). Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>
- COLOMBIA POTENCIA DE LA VIDA*. (29 de Enero de 2021). Obtenido de <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/beneficios-del-proyecto-ptar-regional-fueron-socializados-por-la-c-r-a-con-comunidades>
- Colombiana, P. u. (s.f.). Obtenido de <https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/el-agua-en-colombia-retos-y-desafios-para-la-gestion-integral-conservacion-y-usos-del-recurso-hidrico/>
- Comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico*. (s.f.). Obtenido de https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion_minviviendact_0844_2018.htm
- CVC.GOV.CO. (23 de Mayo de 2023). *LA OBRA SERÁ FINANCIADA POR LA CVC*. Obtenido de <https://www.cvc.gov.co/boletin-prensa-132-2023>
- DANE*. (s.f.). Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/censo2005/perfiles/cundinamarca/puerto_salgar.pdf
- Durley Yohanna Becerra-Perenguez, C. P.-A.-L. (s.f.). *revistas.unilibre*. Obtenido de <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/entramado/article/view/10054/10854>
- econtainers-blog*. (s.f.). Obtenido de <https://econtainers.co/blog/caracteristicas-del-transporte-intermodal-multimodal/#:~:text=El%20transporte%20intermodal%20implica%20m%C3%BAltiples,la%20coordinaci%C3%B3n%20y%20la%20documentaci%C3%B3n.>
- Fuentes*, G. R. (2012). Investigación cualitativa en modelos de gestión logística y sus estrategias de desarrollo en la costa Caribe colombiana.

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

Función Pública. (s.f.). Obtenido de

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77216>

humedales, F. (s.f.). Obtenido de <https://fundacionhumedales.org/2021/09/08/revegetalizacion-y-reforestacion-en-afluentes-del-bajo-rio-negro-puerto-salgar-cundinamarca/>

INDUANALISIS. (s.f.). Obtenido de https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/dbo_y_dqo_31

Instituto de Hidrología, meteorología y estudios ambientales. (15 de 02 de 2013). Obtenido de <https://www.nuevalegislacion.com/files/susc/cdj/conc/M2-SAPc-08.pdf>

Juan Pablo Rodríguez Miranda, C. A. (s.f.). *Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2015000400013

MÉXICO, U. N. (s.f.). Obtenido de https://www.pronatura-sur.org/web/docs/Tecnologia_Aguas_Residuales.pdf

minciencias. (s.f.). Obtenido de

https://minciencias.gov.co/sites/default/files/politica_publica_de_apropiacion_social_del_conocimiento.pdf

Ministerio de Transporte. (s.f.). Obtenido de

<https://mintransporte.gov.co/publicaciones/9783/gobierno-recibe-luz-verde-para-continuar-impulsando-la-politica-nacional-logistica/#:~:text=La%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20Log%C3%ADstica%20avanza,la%20Equidad%20y%20la%20Legalidad.>

MINISTERIO DE VIVIENDA. (01 de 02 de 2022). Obtenido de

<https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0330-2017-0>

Naciones Unidas. (s.f.). Obtenido de <https://www.un.org/es/global-issues/water>

NuWater. (28 de 06 de 2023). Obtenido de <https://nuwater.com/es/5-reasons-why-water-purification-is-essential-for-public-health/>

OMS. (s.f.). Obtenido de <https://www.un.org/youthenvoy/es/2013/09/oms-organizacion-mundial-de-la-salud/>

públicos, I. N. (s.f.). Obtenido de <https://incp.org.co/publicaciones/infoincp-publicaciones/impuestos/regimen-aduanero/2020/02/actualizacion-conpes-3982-politica-nacional-logistica/>

Quimicontrol. (s.f.). Obtenido de <https://www.quimicontrol.com.co/>

Salgar, A. d. (2018). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial*.

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

Salgar, M. d. (s.f.). *Mapas y Estadísticas*. Obtenido de

<https://mapas.cundinamarca.gov.co/documents/cundinamarca-map::municipio-de-puerto-salgar/about>

Secretaría Jurídica Distrital. (s.f.). Obtenido de

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=70346>

Sostenible, M. d. (s.f.). *minambiente*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/documento-conpes-3982/>

UNIMINUTO. (s.f.). Obtenido de <https://uniminuto.edu/etica-y-transparencia-1>

UNWATER. (s.f.). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017*. Obtenido de

[https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/\\$FILE/1__15.247647s.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/$FILE/1__15.247647s.pdf)

Anexos

1. Cuestionario sobre la Contaminación en el Río Negro del Centro Poblado Puerto Libre



Cuestionario sobre la Contaminación en el Río Negro del Centro Poblado Puerto Libre:

Objetivo: Recopilar información detallada sobre las percepciones, preocupaciones y actitudes de la comunidad local respecto al proyecto de construcción de la PTAR

Correo *

Correo válido

Este formulario registra los correos. [Cambiar configuración](#)

Nombre *

Texto de respuesta corta

Información Demográfica *

☐ 18-30 años

☐ 31-45 años

☐ 46-60 años

☐ Más de 60 años

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

Género *

- ☐ Masculino
- ☐ Femenino
- ☐ Prefiero no decirlo
- ☐ Otro

Ocupación *

- ☐ Estudiante
- ☐ Ama de Casa
- ☐ Agricultor/a
- ☐ Trabajador/a
- ☐ Empleado/a público
- ☐ Desempleado/a
- ☐ Otra...

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

¿Cree que el agua del Río Negro es segura para uso doméstico (bañarse, lavar, etc.)?

- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ No sé

¿Cómo calificaría la calidad actual del agua del Río Negro? *

1 2 3 4 5

Muy mala ○ ○ ○ ○ ○ Muy buena

¿Cuáles de las siguientes actividades cree que contribuyen más a la contaminación del Río Negro?
(Seleccione todas las que apliquen)

- ☐ Vertimiento de aguas residuales domésticas
- ☐ Vertimiento de aguas residuales industriales
- ☐ Uso de productos químicos en la agricultura
- ☐ Desechos sólidos (basura)

¿Qué tan preocupado/a está por la contaminación del Río Negro?

1 2 3 4 5

Nada preocupado ○ ○ ○ ○ ○ Muy preocupado

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

¿Cree que la contaminación del río afecta la salud de la comunidad?

Texto de respuesta corta

...

¿Ha notado algún efecto ambiental adverso debido a la contaminación del río (muerte de peces, mal olor, etc.)?

	1	2	3	4	5	
Poco	☐	☐	☐	☐	☐	Bastante

¿Estaría dispuesto/a a colaborar con prácticas sostenibles (reducir el uso de productos químicos, no arrojar basura, etc.) para mejorar la calidad del agua?

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez

...

¿Qué otras medidas cree que se deberían tomar para reducir la contaminación del Río Negro?

Texto de respuesta corta

2. Consentimiento Informado

Formato de Consentimiento Informado

El propósito de esta ficha de consentimiento es proveer al participante en esta investigación de una explicación clara de los procedimientos a realizar, así como la naturaleza de la investigación misma y el rol de los participantes.

La presente investigación se titula “Análisis de las Causas de Contaminación del Río Negro para Optimización de Proyectos en el Centro Poblado Puerto Libre 2024” la cual tiene por objetivo general “Analizar las causas de la contaminación del río negro para la optimización de proyectos en el centro poblado puerto libre en Cundinamarca en el año 2024.”

La presente investigación se lleva a cabo por el estudiante “Neyder Yamit Soto Olaya”

La realización de este proyecto busca alcanzar los siguientes beneficios, “Para los participantes les beneficia al tener acceso a información detallada sobre la calidad del agua y las causas de su contaminación y para UNIMINUTO lo beneficia en el fortalecimiento de la capacidad investigativa de la universidad y promoción de la colaboración entre academia y comunidad”.

Aporte Teórico Esperado:

Para la disciplina de la Especialización en Gerencia de Proyectos, implica un valor teórico relacionado con la comprensión de los impactos de la contaminación ambiental y el desarrollo de estrategias de intervención efectivas para mitigar estos impactos.

Consentimiento Informado

Yo, Lina Jazmín Romero Cardona mayor de edad, identificado(a) concédula de ciudadanía No 1002752254 de La Dorada, actuando en nombre propio, libre, espontáneamente y sin presiones indebidas,

Declaro

Que he recibido toda la información clara y concreta en forma verbal y escrita, por parte de “Neyder Yamit Soto Olaya”, el día 21 del mes de junio del año 2024, sobre el trabajo de investigación: “Análisis de las Causas de Contaminación del Río Negro para Optimización de Proyectos en el Centro Poblado Puerto Libre 2024” que realizarán a su cargo siendo el objetivo del proyecto “Analizar las causas de la contaminación del río negro para la optimización de proyectos en el centro poblado puerto libre en Cundinamarca en el año 2024.”

Me ha advertido que, en el proceso de investigación, en ningún momento se hará público mi nombre y/o documento de identificación, salvaguardando la confidencialidad de la

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO NEGRO

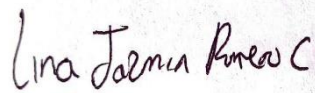
información suministrada y mi privacidad, como tampoco saldrán a la luz pública hechos relacionados que puedan identificarme y sobre los cuales se guardarán siempre y en todo el estudio, todas las reservas y discrecionalidades correspondientes.

Me han explicado y he comprendido satisfactoriamente la naturaleza y propósito del estudio aludido y de las posibles implicaciones que podría tener, especialmente que no corro ningún riesgo. Además, que el presente proyecto se realiza con fines netamente orientados al aprendizaje académico por parte de los estudiantes. He podido preguntar mis inquietudes al respecto y he recibido las respuestas y explicaciones en forma satisfactoria. También se me ha informado de mi derecho a participar voluntariamente en la investigación y la posibilidad de retirarme sin ningún tipo de consecuencias.

Se me ha informado que en caso de dudas, explicaciones adicionales o inconformidades de mi parte frente al estudio puedo comunicarme con Neyder Yamit Soto Olaya y la Universidad UNIMINUTO.

He sido interrogado(a) sobre la aceptación o no, de esta autorización para este estudio, por lo tanto

En constancia, se firma el presente documento, en Puerto Salgar a los 21 días del mes de Junio del año 2024



Lina Jazmín Romero Cardona

Cc1002752254

Nombre del participante

Firma y cédula del participante



Neyder Yamit Soto Olaya

Cc1077967925

Nombre del investigador

Firma y cédula del investigador