

**EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DEL SISTEMA DE
RECOLECCIÓN Y DESCARGA DEL COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES
MACHÁNGARA DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN**



ANDRÉS STEVEN OLIVEROS

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA**

2023

**EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DEL SISTEMA DE
RECOLECCIÓN Y DESCARGA DEL COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES
MACHÁNGARA DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN**



ANDRÉS STEVEN OLIVEROS

Trabajo de pasantía para optar por el título en Ingeniero ambiental y sanitario

Director

JUAN PABLO PRADO MEDINA

Ing. Ambiental

Esp. en Gestión Integral del Riesgo de desastres

M.Sc en Estudios Interdisciplinarios de Desarrollo

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA**

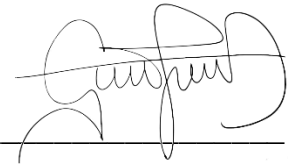
2023

NOTA DE ACEPTACIÓN

Se hace constar que el presente trabajo en modalidad pasantía ha sido aceptado por la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, como requisito para optar por el título de ingeniero ambiental y sanitario.



Juan Pablo Prado
Director



Jurado



Jurado

Popayán, mayo de 2023.

Agradecimientos

Le agradezco a la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca por permitirme realizar la carrera de Ingeniería ambiental y sanitaria y optar al título profesional.

A mis padres y familia por su apoyo, el cual fue importante para la consecución de este logro.

A mi Director de trabajo de grado, Juan Pablo Prado por sus acertadas orientaciones, y por ofrecerme su conocimiento y experiencia, el cual fue valioso para terminar el trabajo de pasantía.

A la empresa Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A., y especialmente a la División ambiental por abrir sus puertas para realizar el trabajo de grado.

A todas las personas y entidades que de una u otra forma colaboraron en el desarrollo del trabajo, lo que permitió obtener resultados positivos.

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado especialmente a mis padres y mi familia por su vital apoyo, por inculcarme valores como la disciplina y responsabilidad.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
CAPITULO I. PROBLEMA	14
1.1. Planteamiento del Problema	14
1.2. Justificación	15
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo General	16
1.3.2. Objetivos Específicos	16
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO O REFERENTES CONCEPTUALES	17
2.1 Marco teórico	17
2.2 Marco Normativo	23
CAPITULO III. METODOLOGÍA	24
3.1 Fase 1. Diagnóstico de operación del colector de agua residual Machángara	24
3.2 Fase 2: Evaluación de impacto ambiental del colector Machángara	28
3.3 Fase 3: Diseño medidas de control y educación ambiental	32
CAPITULO IV. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	33
4.1 Condiciones ambientales del sistema de recolección y descarga del colector de aguas residuales Machángara y grado de influencia de las actividades antrópicas aferentes al sistema	33
4.1.1 Cálculo del Índice de Calidad de Agua (ICA)	34
4.1.2 Determinación de la Carga Contaminante en el Punto de Vertimiento.	37
4.1.3 Determinación de la zona de mezcla para agentes contaminantes.	38
4.1.4 Condiciones de operación del colector Machángara	40
4.2 Evaluación del Impacto Ambiental generado por las aguas residuales transportadas por el colector Machángara.	40
4.2.1 Instituciones de salud	41

4.2.2 Instituciones y centros educativos	44
4.2.3 Viviendas	46
4.2.4 Sector hotelero	48
4.2.5 Centros comerciales	50
4.2.6 Estaciones de servicio	52
4.3 Estrategias de manejo ambiental para las aguas residuales del colector Machángara para el control de impactos ambientales.	55
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
5.1 Conclusiones	60
5.2 Recomendaciones	61
BIBLIOGRAFÍA	62
ANEXOS	66

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Criterios de evaluación de impacto ambiental. Método Conesa	28
Tabla 2. Criterios y rangos de clasificación	30
Tabla 3. Clasificación de impacto ambiental	32
Tabla 4. Parámetros necesarios para el cálculo del ICA de las fuentes hídricas, monitoreo en 2019 y 2021	33
Tabla 5. Variables y ponderaciones para el caso de cinco variables	34
Tabla 6. Subíndices de cada parámetro	36
Tabla 7. Calificación de la calidad del agua de acuerdo a los valores del ICA	37
Tabla 8. Carga contaminante en el punto de descarga del colector	37
Tabla 9. Parámetros morfométricos del río Cauca sobre el punto de vertimiento	39
Tabla 10. Clasificación de actividades económicas	41
Tabla 11. Estrategias de manejo ambiental	55

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Municipio de Popayán PTAR – Etapa I.	22
Figura 2. Área de cobertura del colector Machángara	24
Figura 3. Identificación pendiente y ancho de río	38
Figura 4. Clasificación de impactos en instituciones de salud	43
Figura 5. Importancia del efecto en instituciones de salud	44
Figura 6. Clasificación de impactos en instituciones educativas	45
Figura 7. Importancia del efecto en instituciones educativas	46
Figura 8. Clasificación de impactos en viviendas	47
Figura 9. Importancia del efecto en viviendas	48
Figura 10. Clasificación de impactos ambientales en el sector hotelero	49
Figura 11. Importancia del efecto en el sector hotelero	50
Figura 12. Clasificación de impactos ambientales en centros comerciales	51
Figura 13. Importancia del efecto en centros comerciales	51
Figura 14. Clasificación de impactos ambientales en estaciones de servicio	52
Figura 15. Importancia del efecto en estaciones de servicio	54

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Evaluación de Impacto Ambiental Instituciones de Salud	66
Anexo B. Evaluación de Impacto Ambiental Instituciones Educativas	70
Anexo C. Evaluación de Impacto Ambiental Sector Domiciliario	74
Anexo D. Evaluación de Impacto Ambiental Sector Hotelero	78
Anexo E. Evaluación de Impacto Ambiental Centros Comerciales	82
Anexo F. Evaluación de Impacto Ambiental Estaciones de Servicio	86

RESUMEN

La evaluación de las condiciones ambientales del sistema de recolección y descarga del colector de aguas residuales Machángara del municipio de Popayán es importante debido a los problemas de afectación que se tienen en el recurso hídrico, considerando que estas se vierten sin ningún tratamiento afectando la salud humana, el suelo, aire, flora, fauna y la capacidad de recuperación del cuerpo hídrico por los contaminantes tóxicos que contiene, es por esto que es esencial el diagnóstico de la condición ambiental del sistema, la evaluación de los impactos ambientales generados por las aguas residuales, y la propuesta de estrategias de manejo ambiental. Aplicando la metodología propuesta por el IDEAM para cinco parámetros, se estableció que el Índice de Calidad de Agua (ICA) es 0,4383, que está dentro del rango 0,26-0,50, lo que indica que el punto de vertimiento presenta una mala calidad del agua, mientras que la carga de DBO_5 vertida es de 216,98 kg/día, y la carga generada de SST es de 198,51 kg/día. En cuanto al impacto generado por las actividades económicas realizadas por instituciones de salud, viviendas, instituciones educativas, hoteles, centros comerciales, y estaciones de servicio se determinó que generalmente es leve de intensidad media y reversible a mediano plazo, y que el mayor efecto al ambiente es causado por las estaciones de servicio y en sector domiciliario, indicando posibles afectaciones al cuerpo de agua receptor por la falta de tratamiento del agua residual. Respecto a las estrategias de manejo ambiental, se plantearon medidas para vertimientos de manejo especial, agentes contaminantes como aceites y grasas, agentes químicos por lavado y limpieza, uso indiscriminado del recurso hídrico, desechos combustibles, y vertimientos que afectan los diferentes componentes ambientales, las cuales se articularon en un plan de manejo.

Palabras Clave: aguas residuales, carga contaminante, calidad del agua, y estrategias de manejo ambiental.

ABSTRACT

The evaluation of the environmental conditions of the collection and discharge system of the Machángara wastewater collector in the municipality of Popayán is important due to the problems that affect the water resource, considering that these are discharged without any treatment, affecting human health, the soil, air, flora, fauna and the recovery capacity of the water body due to the toxic contaminants it contains, which is why it is essential to diagnose the environmental condition of the system, the evaluation of the environmental impacts generated by wastewater, and the proposal of environmental management strategies. Applying the methodology proposed by IDEAM for five parameters, it was established that the Water Quality Index (ICA) is 0.4383, which is within the range 0.26-0.50, which indicates that the dumping point presents poor water quality, while the discharged BOD5 load is 216.98 kg/day, and the generated TSS load is 198.51 kg/day. Regarding the impact generated by the economic activities carried out by health institutions, homes, educational institutions, hotels, shopping centers, and service stations, it was determined that it is generally mild of medium intensity and reversible in the medium term, and that the greatest effect at environment is caused by service stations and in the residential sector, indicating possible effects on the receiving body of water due to the lack of wastewater treatment. Regarding environmental management strategies, measures were proposed for special management discharges, polluting agents such as oils and grease, chemical agents for washing and cleaning, indiscriminate use of water resources, combustible waste, and discharges that affect the different environmental components, the which were articulated in a management plan.

Key words: wastewater, pollutant load, water quality, and environmental management strategies.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de recolección y descarga son fundamentales en la gestión de las aguas residuales, los cuales se encargan de conducirlos a las plantas de tratamiento para ser descontaminadas y puedan retornar a los ríos sin afectarlos, este sistema no solo transporta las aguas negras junto con los desechos originados por las industrias, hoteles, viviendas, instituciones educativas, comercio, entre otros sino las aguas lluvias para evitar la inundación de las zonas habitadas [41].

Tanto los sistemas de recolección y descarga como las plantas de tratamiento son fundamentales para prevenir la contaminación que afecta la flora y fauna a través de un tratamiento adecuado de las aguas residuales para que puedan ser vertidas a las masas receptoras modificando sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas, donde el grado de tratamiento debe responder a las condiciones que acusen los receptores en los cuales se haya generado el vertimiento [41].

Estos sistemas y plantas deben ser diseñados, construidos y operados para transformar el líquido cloacal de las aguas de abastecimiento en un efluente final aceptable y para disponer de manera adecuada de los sólidos perjudiciales que deben separarse en el proceso, lo que implica cumplir reglas y normas que conlleven a garantizar la calidad del agua tratada.

Así, es importante evaluar las condiciones ambientales del sistema de recolección y descarga del colector de aguas residuales Machángara del municipio de Popayán, para lo cual, inicialmente se realizó un diagnóstico de las condiciones ambientales del sistema en el que se tuvieron en cuenta parámetros relacionados con Oxígeno disuelto, Sólidos Suspendidos Totales (SST), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Potencial de Hidrógeno (pH), Nitrógeno Total / Fósforo total (NT/FT) para calcular el Índice de Calidad de Agua (ICA), luego, se determinó la carga contaminante en el punto de vertimiento, se definió la zona de mezcla para agentes contaminantes, y se establecieron las condiciones de operación.

Posteriormente, se desarrolló la evaluación del impacto ambiental producido por las aguas residuales, para lo cual se efectuó una clasificación de las actividades económicas realizadas por las instituciones de salud, instituciones educativas, viviendas, hoteles, centros comerciales, y estaciones de servicio y se estableció el nivel de impacto de acuerdo a la naturaleza de su objeto social y afluencia de público.

Finalmente, se plantearon estrategias de manejo ambiental para mitigar el impacto de los vertimientos de manejo especial como agentes radioactivos, patógenos, coliformes y metales pesados; para agentes contaminantes como aceites y grasas; agentes químicos por actividades de lavado y limpieza; uso indiscriminado de recurso hídrico en baterías sanitarias, desechos combustibles que terminan en las fuentes hídricas, y para la gran cantidad de vertimientos de la zona que afectan el medio ambiente.

CAPITULO I. PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

El uso del recurso hídrico en las actividades antrópicas deriva en la adición de sustancias contaminantes y potencialmente peligrosas que alteran los ecosistemas acuáticos sobre los que se hace la disposición final de los residuos líquidos no tratados, estas alteraciones se perciben en la pérdida de especies de flora y fauna, aparición de olores ofensivos, y aumento de vectores [1]. En el país, muchas de las poblaciones se asientan sobre la rivera de las fuentes hídricas buscando bienestar, no obstante, los asentamientos antrópicos localizados a lo largo de la ribera del río Cauca son en caso contrario, poblaciones con múltiples desigualdades sociales y ambientales [2] afectadas por los múltiples vertimientos y cargas contaminantes que llegan a la fuente.

Según el Estudio Nacional del Agua, publicado en el 2018, se ha establecido que el mayor aportante de carga orgánica a las fuentes hídricas del país es el sector industrial, siendo el 51% de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y 62% de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) comparados con otros sectores. Por otro lado, el sector doméstico se ubica en primer lugar de aportación del 88% de sólidos suspendidos totales (SST), 91% de Nutrientes en Fósforo (PT) y 74% de Nitrógeno Total (NT) [3].

En la ciudad de Popayán se cuenta con una red de alcantarillado dividida en cuatro subsistemas sobre los ríos Ejido, Molino, Cauca y quebrada Pubús que interceptan y transportan las aguas servidas a puntos de descarga estratégicos definidos en el PSMV ajustado a las metas de descontaminación [4]. Si bien se han realizado monitoreos constantes de los puntos de vertimiento, específicamente el localizado en el sector Machángara que descarga las aguas residuales al río Cauca, sobre el sector aledaño a la Clínica Santa Gracia, se ha determinado que no cumple con las condiciones mínimas exigidas en la Resolución 0631 de 2015, superando los límites máximos permisibles en múltiples contaminantes, aumentando el riesgo a la salud de los habitantes del sector por malos olores, aumento de procesos de eutrofización en la fuente y alteraciones en la composición fisicoquímica e hidrológica del río [5].

Por otra parte, la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán en medio del proceso de diseño y construcción de la planta de tratamiento de agua residual ha identificado un aumento del caudal en el colector principal, debido a una posible serie de conexiones erradas que no han sido individualizadas y localizadas generando retrasos en los diseños de los colectores que conectarán los cuatro subsistemas para llevarlos a la PTAR.

1.2. Justificación

El agua es uno de los principales recursos para la humanidad [6], sin embargo, debido al crecimiento de la población se ha visto afectada por los vertimientos de desechos contaminantes que representan un peligro para los consumidores, así, es necesaria la medición permanente de su calidad, al igual que la implementación de sistemas de tratamiento que conlleven a la reducción de la carga contaminante contribuyendo así a la mitigación de los riesgos presentados, y mejora de la salud pública de personas que habitan áreas en que el agua presenta alta carga contaminante [7]

La empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán tiene como compromiso velar por proveer a la ciudadanía un ambiente sano respecto al manejo de las aguas residuales producidas en cada una de las comunas, para lo cual, es necesario llevar a cabo la realización periódica de estudios en cada colector en los que se pretende la identificación, valoración y aplicación de medidas de control frente a los riesgos provenientes de estos; para el caso del colector Machángara el trabajo de pasantía conllevó a identificar de forma directa las actividades con mayor impacto negativo sobre el mal funcionamiento del mismo para así elaborar un plan de acción que permita asegurar un funcionamiento adecuado y garantizar que los habitantes del sector no estén expuestos a riesgos asociados a malos olores, vectores, taponamientos, entre otros.

Por otra parte, la realización del presente trabajo permitirá la generación de estrategias de mejora para optimizar las condiciones ambientales aledañas al punto de vertimiento del colector Machángara, buscando así la recuperación de la biodiversidad de fauna y flora afectada de manera directa por estos vertimientos.

En vista que en la ciudad se encuentra el diseño y próxima construcción de la Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR) se hace necesario que tenga los cuatro sectores del sistema de alcantarillado interconectados de modo tal que el caudal de ARD generado por los payaneses sea tratado de manera adecuada para minimizar al máximo posible la contaminación hídrica generada por vertimientos directos y sin tratamiento a cuerpos de agua superficial como el río Cauca.

Asimismo, la pasantía realizada es importante porque permitió evaluar el nivel de impacto ambiental que tienen las actividades antrópicas dentro del colector y que hacen su descarga al río Cauca a través de la aplicación de la matriz de evaluación de aspectos e impactos ambientales, que permitió identificar las actividades que inciden en el ambiente, los recursos afectados, y la clase de efecto generado, con los cual plantear estrategias de mejorar eficientes que pueden verse reflejadas en la optimización de la calidad ambiental, buscando la rehabilitación de la flora y fauna alrededor del punto de vertimiento Machángara, eliminando malos olores, presencia de vectores como moscas, mosquitos y otros que afectan la salud humana de la población aledaña.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar las condiciones ambientales del sistema de recolección y descarga del colector de aguas residuales Machángara del municipio de Popayán.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar el diagnóstico de las condiciones ambientales del sistema de recolección y descarga del colector de aguas residuales Machángara definiendo el grado de influencia por parte de las actividades antrópicas aferentes al sistema.
- Evaluar los impactos ambientales generados por las aguas residuales transportadas por el colector Machángara.
- Generar estrategias de manejo ambiental para las aguas residuales del colector Machángara dirigidas al control de impactos ambientales.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO O REFERENTES CONCEPTUALES

2.1 Marco teórico

La problemática de la contaminación del agua es variada, derivada de los cambios químicos, físicos o biológicos con capacidad de generar efectos dañinos a los seres vivos que interactúan con la fuente [8], dentro de los procesos generadores de contaminación está la descarga de residuos líquidos a fuentes de agua superficial o sistemas de alcantarillado, según el Art. 3 del Decreto 3930 de 2010 los vertimientos se definen como “descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido” [9].

Respecto a los vertimientos, estos pueden ser puntuales o no puntuales, los primeros se efectúan a partir de un medio de conducción del que se puede establecer un punto exacto de descarga al cuerpo de agua, al suelo o al alcantarillado, y los segundos son aquellos que no se puede precisar el punto exacto de descarga como son los provenientes de escorrentía, aplicación de agroquímicos u otros similares. En cuanto a los vertimientos usuales que se realizan a los alcantarillados se tienen domésticos, aguas negras o fecales, de lavado, limpieza de las calles, de lluvia o lixiviados, los cuales, deben tener un tratamiento adecuado y cumplir ciertas normas para no generar afectaciones negativas al medio ambiente y a la salud humana por el cambio significativo en la concentración de los constituyentes del cuerpo de agua receptor que afecta la biodiversidad, genera malos olores, vectores, restricción del recurso hídrico e impacto en el paisaje [10].

Las descargas de aguas residuales se realizan a fuentes hídricas aledañas al sitio de generación, en Colombia y a partir del desarrollo de los sistemas de recolección y transporte, cada ciudad dispone de un sistema de alcantarillado dividido por sectores de acuerdo con las condiciones topográficas e hidrológicas. En el departamento del Cauca la cobertura del servicio de recolección y transporte de Agua Residual Doméstica (ARD) según la Superintendencia de servicios públicos domiciliarios está en un 89,53% [11] evidenciando el compromiso de las autoridades por garantizar la sanidad ambiental previniendo así afectaciones a la salud humana y el deterioro ambiental.

El desarrollo de actividades antrópicas implica consecuencias graves para el medio ambiente, siendo el componente acuático el que recibe la mayor parte de las afectaciones [12] por cuenta de su uso en actividades de limpieza dentro de los hogares e industrias lo que en términos generales resulta en una composición del 99% agua y 1% de agentes contaminantes comprendidos entre sólidos suspendidos, coloides disueltos, bacterias, nematodos y hongos [13] [14].

Según la Resolución 0631 de 2015, las aguas residuales se clasifican en dos ramas, la primera corresponde a aguas residuales domésticas identificadas por provenir de actividades de lavado, limpieza, cocinas, lavados de ropa y aguas residuales industriales

procedentes de actividades comerciales, industriales o servicios distintos a los domésticos [15], de acuerdo con su origen es variable la carga contaminante, generando repercusiones a la salud humana al transportar virus y bacterias transmisores de enfermedades como esquistomiasis, diarrea, malaria, dengue, nematodos intestinales, entre otros [16] [17], por otro lado, al ser vertidas directamente a fuentes de agua superficial o al ambiente pueden provocar desaparición de la biodiversidad [18].

Para evitar al máximo estas afectaciones a la población, se han diseñado sistemas de recolección y transporte de agua divididos en dos, el primero para agua residual y el segundo para agua lluvia, esto permite un dimensionamiento adecuado de las plantas de tratamiento de agua residual puesto que el caudal de lluvia teóricamente no posee grandes cargas contaminantes y puede ser vertido de manera directa a las fuentes hídricas [19], tanto la red sanitaria como pluvial de colectores cumple las siguientes características:

- Es una red geométrica interconectada que pasa por las vías frente a las viviendas.
- Está integrada por un conjunto de canales y tuberías conectados entre sí para transportar de forma segura el agua residual a un vertimiento o a una planta de tratamiento.
- En grandes urbes se construye tanto superficial como subterránea.

En cuanto al Impacto ambiental, representa una actividad o acción que altera de una forma positiva o negativa al ambiente o sus componentes, es la diferencia entre una u otra situación por el efecto de una acción, y la manera como hubiera evolucionado normalmente, es decir, la alteración neta, que puede ser positiva o negativa y puede identificarse en actividades, procesos, planes o proyectos [20].

De acuerdo a la Corporación para la Investigación Socio Económica y Tecnológica de Colombia (CINSET) el Impacto Ambiental se clasifica en Sectores de Significación Ambiental Alta (ASA) que generan una carga contaminante negativa, también Sectores de Alto Potencial de Recuperación (ARP) en los que se recupera y recicla diversos tipos de desechos, y Sectores de Potencial de Descontaminación (PPD) que no tienen un impacto alto y negativo debido a la realización de prácticas ambientalmente limpias y eficientes [20].

A su vez, los vertimientos afectan factores ambientales como el recurso hídrico, específicamente los cuerpos de agua de los que forman parte aguas superficiales como ríos, lagos, lagunas, quebradas, y subterráneas como pozos y manantiales, cuya contaminación es generada por materia orgánica, que produce compuestos que acidifican el agua, eliminan el oxígeno y afectan el agua de consumo humano, también por el taponamiento y represamiento de caudales, cuando hay residuos que represan el cauce afectando el flujo normal, y contaminación de aguas subterráneas provocada por la filtración en el suelo de lixiviados que son arrastrados hasta las fuentes hídricas [21].

Igualmente, se genera impacto ambiental en la atmósfera cuando los vertimientos se descomponen y producen malos olores y gases como metano (CH₄) y dióxido de carbono

(CO₂) que incrementan el efecto invernadero; también se afecta el suelo, a través de elementos como lixiviados que inciden sobre su productividad y destruyen los microorganismos [21].

Para valorar la incidencia sobre el ambiente es necesario realizar la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA), herramienta necesaria para paliar efectos forzados por situaciones relacionadas con la falta de sincronización entre el crecimiento de la población, incremento de la infraestructura de servicios públicos, necesidad de espacios para la movilidad y mejora de la calidad de vida, y degradación de la naturaleza por agentes contaminantes, gestión no óptima de los recursos, perturbación por desechos y/o residuos, deficiente administración del patrimonio histórico [20].

La EIA es un método que permite la toma de decisiones políticas, territoriales, jurídicas o administrativas y se desarrolla por medio de estudios técnicos que predicen, identifican, valoran y corrigen los efectos ambientales generados en proyectos, planes o actividades que inciden sobre la calidad de vida del hombre y su contexto [22].

En cuanto a los enfoques de la EIA, se tiene el reactivo, semiadaptativo y adaptativo. En el primer caso, se aplica cuando la evaluación no está prevista en un plan previo, pero se toma la decisión de realizarla, no es deseable puesto que puede resultar ineficaz. El semiadaptativo es cuando la evaluación no está prevista en un plan previo, pero se aplica para definir la aceptación, modificación o rechazo, este modelo supera la eficacia del enfoque reactivo. Por último, el adaptativo se incluye dentro de un plan previo, y permite considerar aspectos positivos y negativos de cierta acción sobre el ambiente, este es el modelo ideal [22].

Para evaluar el impacto ambiental generado por las aguas residuales se utilizan indicadores como el Índice de la Calidad del Agua (ICA), Índice de Contaminación (ICO), Índices de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO) [23]. El ICA es el más utilizado, permitiendo establecer la calidad del recurso integrando estándares microbiológicos y fisicoquímicos, se obtiene con la ponderación de los parámetros con la aplicación de ecuaciones, y se expresa por un valor entre 0 y 1 [23].

El ICO, se aplica a nivel nacional y regional en Colombia, destacándose el de materia orgánica (ICOMO), sólidos (ICOSUS), contaminación trófica (ICOTRO), y mineralización (ICOMI), cada uno de los cuales permite evaluar una situación en concreto [23].

Referente al ICOMO, permite valorar la contaminación por materia orgánica de un efluente, conformado por parámetros como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), coliformes totales y porcentaje de saturación de oxígeno que muestran la contaminación orgánica [23].

Por otra parte, es importante considerar que el sistema de alcantarillado es un servicio público que contribuye a la recolección y evacuación de aguas residuales a través de tuberías y conductos, del cual hacen parte actividades como tratamiento, transporte, y disposición final. El servicio de acueducto y alcantarillado puede ser comercial, residencial, especial, industrial y oficial. El comercial, es el servicio prestado a inmuebles en los que se desarrollan actividades comerciales, expendio o almacenamiento de bienes, administración de negocios, venta de servicios o actividades similares. El residencial, es el servicio prestado a las viviendas. El especial, a entidades sin ánimo de lucro que operan por medio de donaciones, instituciones de beneficencia, culturales y de servicios sociales. El industrial, el que se presta a inmuebles en los que se efectúan procesos de transformación. Y el oficial, prestado a establecimientos públicos como planteles educativos, hospitales, orfanatos, clínicas, ancianatos, y centros de salud. [10].

De acuerdo con el Decreto 3930 de 2015, los suscriptores y/o usuarios que requieran la prestación del servicio de alcantarillado comercial, industrial, oficial y especial presentarán el tipo de vertimiento generado y sus características, frecuencia, protocolo de monitoreo, e informar cuando un residuo potencialmente afecté la operación de la planta de tratamiento [10].

Así mismo, el Decreto 3930 determina las responsabilidades del prestador del servicio de alcantarillado, que deberá cumplir con la normativa y disponer de un plan de manejo y saneamiento de vertimientos, y exigir a quienes depositen en el alcantarillado el cumplimiento de las normas, cuando no ocurre comunicará a la autoridad ambiental para proceder a la sanción [10].

El prestador del servicio de alcantarillado anualmente reportará el nivel de cumplimiento de la normativa de vertimiento a la autoridad ambiental, también de suscriptores que necesiten la prestación del servicio comercial, industrial, oficial y especial acorde a la Resolución 0075 de 2011.

Respecto al Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PMSV), se conceptualiza de acuerdo a la Resolución 1433 de 2004 como las actividades, programas y proyectos, así como su programación e inversión en saneamiento que incluye actividades complementarias como recolección, transporte, tratamiento y disposición de aguas residuales sanitarias y pluviales que se descargan directamente en el sistema de alcantarillado articuladas a parámetros de calidad definidos por la autoridad ambiental [20].

En la Resolución 1433 de 2004, se establecen las metodologías propias para la formulación, implementación y mecanismos de planificación, y en el Art. 12 del Decreto 2267 de 2012 se definen las tasas de retribución, régimen sancionatorio, y gestión del recurso hídrico que recibe los vertimientos que conlleva a la constitución del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV).

Los PSMV deben ser secuenciales acorde a la Guía metodológica del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, que define instrumentos para descontaminar cuerpos y cuencas de agua, concepción de tipo jurídico de base constitucional que da soporte a instituciones y autoridades responsables con funciones de apoyo o complementarias para sanear el recurso hídrico.

El seguimiento y control a la ejecución del PSMV se efectúa cada seis meses por parte de la autoridad ambiental respecto al avance físico de las actividades e inversiones programadas, y cada año en cuanto a la meta individual de reducción de carga contaminante, para lo el prestador del servicio público de alcantarillado y de sus actividades complementarias entrega el informe respectivo.

En la ciudad de Popayán, el sistema de alcantarillado es operado por el Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. (AAPSA), cuya cobertura es de 94,3% en el área urbana, y 50% en el área rural, dada la dispersión de los usuarios y la existencia de métodos tradicionales para la disposición de aguas servidas en buena parte del territorio como pozos sépticos, con una cantidad de 82.390 usuarios, donde, se presentan fallencias en pozos y averías en las tuberías, que generan rebosamiento de aguas residuales en las vías urbanas, aspectos que tienen relación con lo antiguo de las tuberías, colmatación de sedimentos o sobrecarga por las lluvias generadores de olores desagradables y riesgo alto para la salud de los pobladores [24].

Durante el periodo 2016-2019 se repusieron 337.237 metros de longitud de redes de alcantarillado, para una reposición del 13%. Sin embargo, la ciudad de Popayán no dispone de un sistema de tratamiento de aguas residuales PTAR, por lo cual las aguas recolectadas en el sistema de alcantarillado se vierten de manera directa a los cuerpos de agua que constituyen la red hídrica, principalmente el río Cauca, lo que causa altos índices de contaminación y representa un riesgo para la salud de la población y la biodiversidad. En el 2020 se inicio la primera fase de la PTAR y el 2023 se ha proyectado la legalización predial del lote para la construcción, viabilidad técnica y financiera, permisos ambientales y procesos de contratación, esperando terminar la FASE I en este año [24].

El Proyecto de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – Etapa I dispone de licencia ambiental obtenida por medio de la Resolución 1710 del 28 de diciembre de 2021, lo que permitirá continuar con la construcción del sistema de tratamiento que contribuirá a la descontaminación hídrica del río Cauca y sus afluentes. La construcción de la primera etapa de la PTAR tratará las aguas provenientes del Interceptor Cauca, adicional trabaja en proyectos paralelos para la prolongación de colectores e interceptores del sistema de alcantarillado permitiendo eliminar vertimientos directos a las fuentes hídricas para disminuir los índices de contaminación. Son miles de metros cúbicos de agua en mal estado la que sigue recibiendo el afluente (Ver Figura 1).

Figura 1

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Municipio de Popayán PTAR – Etapa I.



Fuente. Acueducto y Alcantarillado de Popayán SA ESP, 2023.

En ciudades como Popayán, el agua residual se conduce generalmente a cuerpos de agua. Para definir el tipo de tratamiento se deben tener en cuenta las condiciones y necesidades de cada caso y las normas que rigen la calidad de los vertimientos [24]. Los contaminantes del agua residual se eliminan a través de procesos físicos, químicos o biológicos unitarios, su combinación, o procesos de pretratamiento.

El pretratamiento elimina constituyentes de agua residual que generan problemáticas de operación y mantenimiento como sólidos gruesos, grasas y aceites y materia en suspensión que generan desgastes y obstrucciones. Por otra parte, el tratamiento primario elimina una parte de sólidos en suspensión y materia orgánica con operaciones como la sedimentación y tamizado [10].

A su vez, el tratamiento secundario elimina sólidos en suspensión y compuestos orgánicos biodegradables con un proceso biológico y químico que contribuye a eliminar gran parte de la materia orgánica [10].

Y el tratamiento terciario remueve sólidos suspendidos, compuestos orgánicos, nutrientes, materiales remanentes a través de filtración granular, desinfección, y tratamientos biológicos [10].

2.2 Marco Normativo

Norma	Descripción - Aplicación	Referencia
Ley 09 de 1979	Por la cual se dictan medidas sanitarias para la protección del medio ambiente	[25]
Ley 142 de 1994	por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.	[26]
Decreto 1594 de 1984	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI, Parte III, Libro II y el Título III de la Parte III, Libro I del Decreto 2311 de 1974, en cuanto a usos del agua y residuos líquidos	[9]
Decreto 3930 de 2010	Establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados	[27]
Decreto 1076 de 2015	Por medio del cual se expide el decreto único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo	[28]
Resolución 631 de 2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones	[14]

Fuente. Elaboración propia.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

La pasantía se desarrolló en el sector de recolección y descarga de aguas residuales Machángara cuya área aproximada es de 72,9 hectáreas, en la cual se encuentran zonas residenciales y se desarrollan diferentes actividades en el Centro Comercial Campanario, Clínica Santa Gracia, Complejo Deportivo La Villa, entre otros comercios menores como tiendas, restaurantes, peluquerías, colegios y estaciones de combustible (Ver Figura 2).

Figura 2

Área de cobertura del colector Machángara



Fuente. Elaboración propia.

Se tomó igualmente como base la Resolución 631 de 2015 que determina los límites máximos permisibles para el vertimiento de aguas residuales a cuerpos de agua. Así, se ha dividido la metodología en tres fases de acuerdo a los objetivos específicos como se muestra a continuación.

3.1 Fase 1. Diagnóstico de operación del colector de agua residual Machángara

- Actividad 1.1: Búsqueda y análisis de información bibliográfica.

Una vez identificados los usuarios del sistema de recolección y transporte de aguas residuales y considerando la información requerida para evaluar las condiciones ambientales del sistema de recolección y descarga del colector de aguas residuales Machángara, se debía disponer de un reporte de la calidad de aguas residuales

generadas durante el último año, que contenga la caracterización fisicoquímica del punto de descarga hacia el alcantarillado según la Resolución 0631 de 2015.

Para obtener la información requerida se realizó lo siguiente:

- Reunión inicial de socialización, en la cual se solicitó la información necesaria para la elaboración de la pasantía.
 - Revisión en archivo de los informes de calidad de agua residual en el punto de monitoreo realizados por parte de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán SA – AAPSA.
 - Estructurar un esquema de visitas técnicas al sistema.
- Actividad 1.2: Recolección de datos y cálculo de la carga contaminante

Con base en el Art. 8 de la Resolución 0631 de 2015 que determina los parámetros fisicoquímicos, sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas, de las actividades industriales, comerciales o de servicios; y de las aguas residuales (ARD Y ARnD) de los prestadores del servicio público de alcantarillado a cuerpos de aguas superficiales se establecieron las cargas contaminantes de DBO_5 , y Sólidos Suspendidos Totales (SST) aportadas por los usuarios del sistema de recolección y transporte de AR Machángara, esto para determinar los límites aplicables, para lo cual se utilizó la siguiente ecuación (1)

$$CC = Q * DBO_5 * 0,0864 \quad (1)$$

Donde, CC: Carga contaminante de DBO_5 en Kg/día, Q: Caudal en l/s, DBO_5 : Concentración de DBO_5 en mg/l.

Se utilizó la ecuación 1 para la conversión a carga contaminante de los parámetros mencionados anteriormente.

- Actividad 1.3: Evaluación de la calidad del agua.

Estimando que el vertimiento del sistema Machángara se realiza directamente a un cuerpo de agua superficial se efectuó la evaluación de la calidad de agua utilizando la metodología descrita por el IDEAM que considera desde 5 a 6 variables para determinar el ICA [29]. El indicador se obtiene a partir de los datos de concentración de un conjunto de variables que determinan en gran parte la calidad del agua. La fórmula para su cálculo es la siguiente:

$$WQI = \sum_{i=0}^n w_i q_i \quad (2)$$

Donde WQI (ICA): Índice de Calidad de Agua
 q_i : Calidad del parámetro medido en un punto de muestra en un tiempo determinado, siendo valorado de 0 a 100
 w_i : Ponderador o peso relativo de cada parámetro
 n : Número de parámetros.

De acuerdo a parámetros identificados en los informes de laboratorio contratados por el Acueducto y Alcantarillado de Popayán SA se estableció la cantidad de variables a utilizar, en este caso se seleccionaron cinco variables que son las siguientes: Oxígeno disuelto (% de saturación), Sólidos suspendidos totales (mg/l), Demanda química de oxígeno (mg/l), pH (Unidades), y NT/ PT.

- Actividad 1.3.1: Caracterización hidráulica y morfológica del cuerpo receptor

Para el desarrollo de esta actividad se efectuó lo siguiente:

- Ubicación del punto de descarga, en este caso se localiza en una conexión con el río Cauca en las coordenadas 2° 27' 33,3" N y 76° 36' 22,3" W a unos metros de la Clínica Santa Gracia.
- Visita técnica al cuerpo de agua receptor del vertimiento.
- Determinar el caudal de vertimiento y el ancho del cuerpo receptor, este último se realizó con el Programa Google Earth Pro, dado que el Acueducto y Alcantarillado no dispone de un equipo para efectuar la caracterización directa.

- Actividad 1.3.2: Determinación de la zona de mezcla

Desde el punto de descarga se realizó la determinación de la zona de mezcla mediante el cálculo de la velocidad de corte (u') y el coeficiente de dispersión (Dy) utilizando las ecuaciones 3 y 4, obtenidas de la Guía para la determinación de la zona de mezcla y la evaluación del impacto del vertimiento de aguas residuales tratadas a un cuerpo natural de agua [29].

$$u' = \sqrt{g * d * s} \quad (3)$$

$$Dy = c * d * u' \quad (4)$$

Donde, U' : Velocidad de corte, g : gravedad, d : profundidad media del río aguas abajo, s : pendiente del río, Dy : coeficiente de dispersión, y c : factor de irregularidad del cauce.

Una vez calculados los datos anteriores, a través de la ecuación 4 se calculó la longitud de mezcla para el vertimiento en la orilla del río como se muestra a continuación:

$$LZdM = \frac{Wmin^2 * u}{2 * \pi * Dy} \quad (5)$$

Donde, LZdM: longitud de zona de mezcla, Wmin: ancho medio del cuerpo de agua abajo del vertimiento, u: velocidad de flujo medio, Dy: coeficiente de dispersión.

- Actividad 1.3.3: Determinación del caudal disponible para dilución

Considerando como punto de partida el caudal medio, se aplicó un factor de seguridad de 2 para una variación multianual de caudales en temporadas de altas y bajas precipitaciones; por tanto, el caudal crítico se calculó con la ecuación 6 descrita a continuación

$$Q_R = \frac{Q_{AR} \cdot C_{AR} - C_F \cdot Q_{AR}}{C_F - C_R} \quad (6)$$

Donde, Q_R = Caudal del río, C_R = Concentración del río, Q_{AR} = Caudal de aguas residuales del río, C_{AR} = Concentración agua residual, C_F = Concentración permitida.

- Actividad 1.4: Cálculo de la tasa retributiva

Con el Decreto 1076 de 2015 se reglamenta en Colombia el sector ambiente y desarrollo sostenible [28] que sirve para determinar la metodología para el cálculo de la tasa retributiva, que según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible tiene un coste mínimo tomando en consideración los parámetros de DBO_5 y SST presentes en el vertimiento. Estos se relacionan en la ecuación 9.

$$TR = C_v * Q_v * FR * t * \$DBO_5 \quad (9)$$

Donde, TR: Tasa retributiva, C_v : Concentración en el vertimiento, Q_v : Caudal del vertimiento, FR: Factor regional, t: tiempo de evaluación, $\$DBO_5$: Costo en pesos de cada kg de DBO_5 , se cambia por $\$SST$ para calcular el valor de la tasa por sólidos.

- Actividad 1.5: Diagnóstico de sistemas de tratamiento de agua residual para usuarios no domésticos

El sistema de recolección y transporte de agua residual Machángara cuenta con usuarios de índole doméstico, industrial, comercial e institucional, por tanto y de acuerdo con la Resolución 0631 de 2015 estos últimos por la naturaleza de sus actividades presentan altos niveles de carga contaminante que tienen la capacidad de modificar fácilmente las condiciones fisicoquímicas del cuerpo receptor ello les obliga a tener sistemas de tratamiento previo a la descarga al sistema de alcantarillado.

Para el diagnóstico de usuarios no domésticos se realizó lo siguiente:

- Visitas a los establecimientos tomando fotografías de las estructuras existentes.
- Aplicación de la matriz de aspectos e impactos ambientales, en la que se identificaron los factores significativos en las unidades operativas, se efectuó el análisis de datos, y se propusieron controles operativos.
- Se realizó un consolidado de los periodos de limpieza y mantenimiento reportados ante la empresa Acueducto y Alcantarillado de Popayán.

3.2 Fase 2: Evaluación de impacto ambiental del colector Machángara

- Actividad 2.1: Definición del nivel de afectación por parte de los usuarios.

El nivel de afectación o impacto generado por los usuarios se calculó tomando como base la información recolectada en la actividad 2, adicional a ello se realizó una evaluación de impactos con la metodología de diagrama de procesos definiendo cada actividad antrópica como un proceso diferente desarrollada bajo la guía establecida en el Manual de Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos, Obras o Actividades de Jorge Arboleda [31], siendo esta combinada con el método Conesa.

Se decidió combinar dos metodologías teniendo en cuenta que el área que cubre el sistema de recolección y transporte de agua residual Machángara tiene diferentes tipos de actividades como son el comercio, salud y habitacional, cada una tiene procesos internos independientes en los que se hace uso del recurso hídrico para procesos de lavado, y otros finalmente son vertidos al sistema anteriormente mencionado; así, las condiciones de afectación pueden variar de acuerdo con el uso dado al agua, a los jabones y tensoactivos usados en procesos de lavado, entre otros, por tanto, es necesario conocer de primera mano cuáles son los productos que intervienen en la relación hombre-agua dentro del colector para de esta manera establecer mejores medidas de manejo ambiental.

La metodología Conesa considera los siguientes criterios para ser aplicada:

Tabla 1

Criterios de evaluación de impacto ambiental. Método Conesa

Criterio		Significado
Signo	+/-	Hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.
Intensidad	IN	Grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en el que actúa. Varía entre 1 y 10, siendo 10 la expresión de la destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y 1 una mínima afectación.
Extensión	EX	Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad (% de área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el impacto no admite una ubicación precisa del entorno de la actividad, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto

Criterio	Significado
	será Total (10). Cuando el efecto se produce en un lugar crítico, se le atribuye un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondía en función del % de extensión en que se manifiesta.
Momento	MO Alude al tiempo entre la aparición de la acción que produce el impacto y el comienzo de las afectaciones sobre el factor considerado. Si el tiempo transcurrido es nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de cuatro (10). Si es un período de tiempo es mayor a cinco años, Largo Plazo (1).
Persistencia	PE Tiempo que supuestamente permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por los medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.
Reversibilidad	RV Posibilidad de reconstrucción del factor afectado, es decir, de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales una vez aquel deje de actuar sobre el medio.
Recuperabilidad	MC Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana (o sea mediante la implementación de medidas de manejo ambiental). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la humana) se le asigna el valor de diez (10). En caso de ser irrecuperable, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será uno (1).
Sinergia	SI Atributo que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la esperada cuando las acciones que la provocan actúan de manera independiente, no simultánea.
Acumulación	AC Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma

Criterio		Significado
		continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como uno (1); si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a cuatro (10).
Efecto	EF	Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta, o indirecto o secundario, cuando la manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.
Periodicidad	PR	Regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo)

Fuente. Elaboración propia, Arboleda (2008).

Estos criterios se evalúan de manera cuantitativa para establecer la importancia ambiental de acuerdo a los criterios y rangos determinados en la Tabla 2.

Tabla 2
Criterios y rangos de clasificación

ATRIBUTO	VALORACIÓN	ATRIBUTO	VALORACIÓN		
TIPO DE IMPACTO	Impacto positivo	+	Corto plazo	1	
	Impacto negativo	-	REVERSIBILIDAD (RV)	Mediano plazo	3
EXTENSIÓN (EX)	Puntual	1		Largo plazo	7
	Local	3		Irreversible	10
	Regional	7	PERIODICIDAD (PR)	Discontinuo	1
	Nacional	10		Periódico	3
INTENSIDAD (I)	Baja	1		Continuo	7
	Media	3		Irregular	10
	Alta	7	CANTIDAD (C)	Insignificante	1

	Muy alta	10		Baja	3
	Largo plazo	1		Moderada	7
DURACIÓN (D)	Mediano plazo	3		Alta	10
	Corto plazo	7	ACUMULACIÓN (AC)	Simple	1
	Inmediato	10		Acumulativo	10

Fuente. Elaboración propia, Arboleda (2008).

A continuación, se elaboró una clasificación de acuerdo con el valor del cálculo de la intensidad tomando en consideración que el valor mínimo de esta evaluación es de 13 unidades y el máximo de 100, tomando el rango de la Tabla 3 como referencia.

Tabla 3

Clasificación de impacto ambiental

Clasificación	Rango
Normal	<25
Leve	26-50
Moderados	51-75
Severos	>76

Fuente. Elaboración propia, Arboleda (2008).

3.3 Fase 3: Diseño medidas de control y educación ambiental

- Actividad 3.1: Análisis de variables para la formulación de medidas de control

Una vez realizada la evaluación de impactos ambientales e identificados los componentes ambientales con impacto severo y crítico se procedió al diseño de estrategias y medidas de control ambiental.

- Actividad 3.2: Diseño de estrategias de educación ambiental

Como complemento a las visitas iniciales, se desarrollaron de manera simultánea un proceso de educación ambiental con la entrega de volantes en los que se detallan recomendaciones para el uso adecuado del agua, verificación de fugas en las conexiones internas de la vivienda, uso de jabones y otros que tengan tensoactivos usados constantemente en procesos de lavado según las actividades realizadas.

También se desarrollaron capacitaciones integrales respecto al manejo de residuos líquidos en instituciones de salud, comercio y viviendas, para ello se diseñaron presentaciones en línea utilizando plataformas como Zoom o Google Meet en las que se convocó al personal de los comercios, viviendas, estaciones de combustible y otras actividades realizadas en el área de trabajo. Se realizaron las capacitaciones de forma virtual estimando el riesgo sanitario provocado por el Covid-19 que, si bien se ha controlado, aún limita la aglomeración de personas en espacios cerrados.

Se llevaron a cabo tres sesiones de capacitación, la primera dirigida a instituciones prestadoras de salud y clínicas, la segunda, a propietarios de comercios como restaurantes, peluquerías, tiendas y otros, y finalmente la tercera se centró en la población habitacional del sector.

CAPITULO IV. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Condiciones ambientales del sistema de recolección y descarga del colector de aguas residuales Machángara y grado de influencia de las actividades antrópicas aferentes al sistema

El Acueducto y Alcantarillado de Popayán dentro de sus responsabilidades tiene el gestionar el uso adecuado del recurso hídrico que se realiza anualmente por medio de la contratación del protocolo de monitoreo para verificar la calidad de las fuentes hídricas que el municipio hace vertiendo aguas residuales, estimando que no dispone de una planta de tratamiento.

Actualmente, se efectúan descargas en tres subsistemas: Subsistema río Ejido, Subsistema río Molino y Subsistema río Cauca, este último recibe las descargas de los dos anteriores debido a que son afluentes de la cuenca del río Cauca.

En el Subsistema río Cauca está el punto de descarga del colector Machángara, localizado en las coordenadas 2°27'38,1" N y 76°36'23,49" W detrás de la Clínica Santa Gracia. A este punto de descarga, al igual que los demás en el Subsistema, el Acueducto y Alcantarillado de Popayán ha realizado la caracterización fisicoquímica mediante la contratación de los laboratorios Análisis Ambiental S.A.S. en diciembre del año 2019 y la empresa CIAN Ltda. en marzo de 2021, en ambos casos se midieron los parámetros establecidos en el Art. 8 de la Resolución 0631 de 2015 arrojando los siguientes resultados (Ver Tabla 4).

Tabla 4

Parámetros necesarios para el cálculo del ICA del vertimiento, monitoreo en 2019 y 2021

Parámetro	Unidad	dic-19	mar-21
Oxígeno Disuelto	mg/L	-	1,21
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	418,93	129
DQO	mg/L	104,99	91
pH	unidad	7,25	7,27
Fósforo Total	mg/L	3,45	2,97
Nitrógeno Total	mg/L	28,77	24,7

Fuente. Adaptado de los informes de monitoreo realizados por las empresas Análisis Ambiental S.A.S. y CIAN Ltda [28] [29].

4.1.1 Cálculo del Índice de Calidad de Agua (ICA)

Se utilizó la metodología de cálculo del Índice de Calidad de Agua (ICA) para cinco parámetros de acuerdo a la Tabla 4.

El Índice de Calidad de Agua utilizado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) es el resultado de la evaluación de la influencia de 44 parámetros sobre la calidad del agua estableciendo que únicamente 11 tienen influencia significativa [28], este índice se define como “el valor numérico que califica en una de cinco categorías la calidad del agua de una corriente superficial” [29].

Para calcular el ICA, se parte de la sumatoria de la multiplicación del indicador de parámetro y un índice de calidad como se muestra en la siguiente ecuación.

$$WQI = \sum_{i=0}^n w_i q_i$$

Donde, WQI (ICA): Índice de Calidad de Agua; q_i : Calidad del parámetro medido en un punto de muestra en un tiempo determinado, siendo valorado de 0 a 100; w_i : Ponderador o peso relativo de cada parámetro; n : Número de parámetros.

El valor del ponderador se calcula acorde con la Tabla 5 en la que se utilizan cinco parámetros.

Tabla 5

Variables y ponderaciones para el caso de cinco variables

Parámetro	Unidad de medida	Ponderación
Oxígeno disuelto	%saturación	0,2
Sólidos suspendidos totales	mg/l	0,2
Demanda química de oxígeno.	mg/l	0,2
pH	Unidades de pH	0,2
NT/PT	-	0,17

Fuente. Elaboración propia.

Cada una de las variables de la Tabla 5 hace referencia a lo siguiente:

- Saturación de oxígeno: Esta variable se refiere directamente a la cantidad de oxígeno presente en el agua, debe haber un mínimo de 70% de concentración para preservar el nivel de vida dentro de los sistemas acuáticos, de lo contrario existe un medio hipóxico [33], para calcular su ponderado se aplican las siguientes ecuaciones:

$$PS_{OD} = \frac{Ox * 100}{C_p}$$

Donde, O_x : corresponde al oxígeno disuelto medido en campo (mg/l); C_p : Concentración de equilibrio de oxígeno.

$$PS_{OD} = \frac{1,21 \text{ mg/l} * 100}{8,9 \text{ mg/l}}$$

$$PS_{OD} = 13,6\%$$

Según este resultado, la saturación de oxígeno en el punto de vertimiento del colector Machángara es de 13,6%. Para obtener el valor q_i se utiliza la siguiente ecuación:

$$q_{i_{OD}} = 1 - (1 - 0,01 * PS_{OD})$$

$$q_{i_{OD}} = 1 - (1 - 0,01 * 13,6)$$

$$q_{i_{OD}} = 0,136$$

- Sólidos Suspendidos Totales (SST): Corresponde a material sólido disuelto en un medio acuoso filtrado con una membrana porosa de $2\mu\text{m}$ o de menor diámetro [36], el índice de calidad de SST se calcula así:

$$q_{i_{SST}} = 1 - (-0,02 + 0,003 * SST)$$

Si $SST \leq 4,5$ entonces $q_i = 1$

Si $SST \geq 320$ entonces $q_i = 0$

- Demanda Química de Oxígeno (DQO): Refleja la presencia de sustancias químicas susceptibles de ser oxidadas a condiciones ácidas y a altas temperaturas como por ejemplo la materia orgánica o inorgánica.

Si $DQO \leq 20$ entonces $q_i = 0,91$

Si $20 < DQO \leq 25$ entonces $q_i = 0,71$

Si $25 < DQO \leq 40$ entonces $q_i = 0,51$

Si $40 < DQO \leq 80$ entonces $q_i = 0,26$

Si $DQO > 80$ entonces $q_i = 0,125$

- Potencial de Hidrógeno (pH): Es el logaritmo de la concentración de iones de hidrógeno medido en una escala de 0 a 14, donde 0 representa un medio muy ácido, 14 un medio alcalino y 7 un medio neutro a una temperatura media de 25°C (Mora, 2007) [37].

Según la metodología propuesta para determinar el q_i relacionado con el pH es necesario aplicar la siguiente ecuación:

Si $\text{pH} < 4$, entonces $q_i = 0,1$

Si $4 \leq \text{pH} \leq 7$, entonces $q_i = 0,02628419 * e^{(\text{pH} * 0,520025)}$

Si $7 < \text{pH} \leq 8$, entonces $q_i = 1$

Si $8 < \text{pH} \leq 11$, entonces $q_i = 1 * e^{[(\text{pH}-8) * -0,5187742]}$

Si $\text{pH} > 11$, entonces $q_i = 0,1$

- Nitrógeno Total/Fósforo Total (NT/PT): Es la relación que mide el balance de nutrientes presentes en el cuerpo de agua, para calcular el subíndice se estiman las siguientes condiciones una vez realizada la división de nitrógeno sobre fosforo.

Si $15 \leq NT/PT \leq 20$, entonces $q_i = 0,8$

Si $10 < NT/PT < 15$, entonces $q_i = 0,6$

Si $5 < NT/PT \leq 10$, entonces $q_i = 0,35$

Si $NT/PT \leq 5$ o $NT/PT > 20$, entonces $q_i = 0,15$

$$q_{i_{\frac{NT}{PT}}} = \frac{24,7}{2,97}$$

$$q_{i_{\frac{NT}{PT}}} = 8,32$$

$$5 < 8,32 \leq 10 = 0,35$$

Los resultados obtenidos para cada subíndice se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 6

Subíndices de cada parámetro

Parámetro	Qi
OD	0,136
SST	0,633
DQO	0,125
NT/PT	0,35
pH	1

Fuente. Elaboración propia.

Para calcular el ICA se multiplican los subíndices de la Tabla 6 y la ponderación de la Tabla 5.

$$ICA = [(0,136 * 0,2) + (0,633 * 0,2) + (0,125 * 0,2) + (0,35 * 0,17) + (1 * 0,2)]$$

$$ICA = 0,4383$$

Este resultado indica que el río Cauca en el punto de vertimiento Machángara tiene una mala calidad del agua, con base en las categorías establecidas en la Tabla 7.

Tabla 7*Calificación de la calidad del agua de acuerdo a los valores del ICA*

Categorías de valores que puede tomar el indicador	Calificación de la calidad de agua	Señal de alerta
0,00 – 0,25	Muy mala	Rojo
0,26 – 0,50	Mala	Naranja
0,51 – 0,70	Regular	Amarillo
0,71 – 0,90	Aceptable	Verde
0,91 – 1,00	Buena	Azul

Fuente. Elaboración propia.

Con base en este resultado se puede establecer que hay una fuerte influencia de las actividades antrópicas presentes en el colector, así, se requiere la implementación de controles sobre las mismas para mejorar la relación entre los usuarios y el Subsistema del río Cauca, considerando que es un eje ambiental fundamental para la ciudad y gran parte del país, con un recorrido de 1024 km que inician en el Macizo Colombiano y finalizan en el Brazo de La Loba en la región Momposina, trayecto que cruza siete departamentos y poblaciones ubicadas en su rivera [38].

4.1.2 Determinación de la Carga Contaminante en el Punto de Vertimiento.

El sistema de recolección y transporte de agua residual Machángara recibe descargas de aguas residuales de diversos tipos de usuarios como estaciones de servicio, hospitales, hoteles, comercio en general y en su mayoría viviendas, cada una de estas actividades genera una carga contaminante diversa que representa un riesgo para la salud ambiental y pública del municipio de Popayán, así, por medio del Acueducto y Alcantarillado se gestiona el cobro de tasas retributivas por concepto del contenido de DBO₅ y SST.

En el monitoreo efectuado por CIAN S.A.S, contratado por el Acueducto y Alcantarillado de Popayán en febrero de 2022 se estableció un caudal de vertimiento de 40,315 L/s, concentración de DBO₅ de 62,3 mg/L y concentración de 57 mg/L en SST, con lo cual se determinaron las cargas contaminantes detalladas en la Tabla 8.

Tabla 8*Carga contaminante en el punto de descarga del colector*

Parámetro	CC
DBO ₅	216,98 kg/día
SST	198,51 kg/día

Fuente. Elaboración propia.

Considerando que la tasa retributiva es un instrumento de control e incentivación para reducir las descargas de vertimientos líquidos con altas cargas contaminantes a fuentes hídricas, se estimó que para el caso particular y objeto de la investigación se deben pagar \$13.144.442,27 pesos colombianos por concepto de carga contaminante en DBO_5 y \$5.142.212,97 por carga contaminante relacionada con SST, para un total anual de \$18.286.655,24 pesos.

4.1.3 Determinación de la zona de mezcla para agentes contaminantes.

Teniendo en cuenta que el río en el punto de vertimiento cuenta con un ancho de más de 25 metros y no se disponía desde la entidad AAP E.S.P. S.A. con un equipo necesario para una caracterización directa, se efectuó la medición del ancho con el programa Google Earth Pro (Ver Figura 3) que permitió igualmente determinar la pendiente.

Figura 3
Identificación pendiente y ancho de río



Fuente. Google Earth, 2023.

La zona de mezcla es el espacio requerido para que un agente contaminante se diluya por completo o que llegue a una concentración constante en un cuerpo de agua [26]; para determinarlo se hizo necesario la caracterización morfológica del río Cauca en el área circundante al punto de vertimiento del colector Machángara, cuya información se sintetiza en la Tabla 9.

Tabla 9*Parámetros morfométricos del río Cauca sobre el punto de vertimiento*

Parámetro	Dato
Ancho	26,67 m
Pendiente	1,6 %
Caudal promedio	25,43 m ³ /s
Profundidad media	1,78 m

Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo con la metodología para establecer la zona de mezcla del río Cauca se parte de la estimación de la velocidad de corte y el coeficiente de dispersión, cuyas ecuaciones y datos se presentan a continuación.

Velocidad de corte:

$$u' = \sqrt{9,81 \frac{m}{s^2} * 1,78 m * 0,016 m/m}$$

$$u' = 0,53 m/s$$

Coefficiente de dispersión

$$Dy = 1 * 1,78m * 0,53 m/s$$

$$Dy = 0,94$$

Longitud zona de mezcla en la orilla del río. En este caso, se utilizó la ecuación de la longitud de zona de mezcla en la orilla del río sabiendo que el vertimiento Machángara se ubica en el margen izquierdo del río Cauca y por tanto, la zona de mezcla tendrá una pendiente desde ese punto.

$$LZdM = \frac{(26,67 m)^2 * 0,53 m/s}{2 * \pi * 0,94}$$

$$LZdM = 63,43 m$$

A su vez, el caudal disponible para dilución se expresa de la siguiente forma, utilizando la ecuación (6):

$$QR = \frac{40,315 l/s * 62,3 mg/l - 12, mg/l * 40,315 l/s}{12 mg/l - 10 mg/l}$$

$$QR = 1013 l/s$$

4.1.4 Condiciones de operación del colector Machángara

El sistema de recolección y transporte de agua residual del sector Machángara se localiza en la Comuna 1 de la ciudad de Popayán, caracterizado por la gran concentración de actividades comerciales como estaciones de servicio, centros comerciales, restaurantes, hoteles, centros recreativos, centros de atención en salud: clínicas, EPS y hospitales, y viviendas.

Actualmente el sistema presenta una operación de más de 30 años, que iniciaron como sistema de recolección y transporte de agua residual combinado, en que el agua residual producida en las actividades humanas se combina con las aguas lluvias conllevando un deterioro significativo del colector, pudiendo ocasionar socavaciones, y rotura en la línea de alcantarillado.

Una de las fuentes principales de los problemas anteriormente anotados fue el desarrollo del Proyecto Centro Comercial Campanario que supuso un agravante para la evacuación de las aguas lluvias del sector, pues originariamente en el terreno donde está el inmueble se localizaba un humedal que se rellenó con material externo, no obstante, el nivel freático se ha mantenido cercano a la superficie haciendo que en el proyecto se implemente un sistema de bombeo para extraer el exceso de aguas lluvias al colector.

En consideración a que el sistema de bombeo se conectó al colector Machángara en su sección de agua residual, se conoce que el caudal adicional ha hecho que cada vez que se presentan lluvias el colector pase de operar en flujo libre a flujo a presión, incrementando los problemas, debido a que, en la zona de Olímpica, ubicada frente a Campanario ocurren contraflujos y por consiguiente inundaciones constantes.

Estas condiciones de operación causan que una de las cámaras existentes en el tramo de la glorieta Papal al Batallón haya colapsado, situación que es preocupante para el Acueducto y Alcantarillado de Popayán puesto que en este sector se presenta una situación particular en que múltiples viviendas han trasladado su superficie paramento sobre la línea de conducción del colector, convirtiéndose en un obstáculo en temas de reparaciones y adecuaciones al sistema.

Como solución se ha propuesto desde la empresa un rediseño al colector para que este pase por la vía principal atravesando el Batallón para finalmente llegar al punto de descarga en el río Cauca. Este proyecto está en fase de evaluación y ajuste de diseños por falta de permisos para ingresar al Batallón.

4.2 Evaluación del Impacto Ambiental generado por las aguas residuales transportadas por el colector Machángara.

Al ser el colector un sistema integrado por diversas actividades económicas que aportan de manera complementaria descargas al sistema de recolección y transporte de agua residual se implementó un modelo de evaluación de impactos ambientales basado en la metodología descrita por Jorge Arboleda. Esta se aplicó en campo para 6 tipos de actividades económicas como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10
Clasificación de actividades económicas

Clasificación	Descripción
Instituciones de salud	Integra actividades relacionadas con la prestación de servicios de salud como lo son EPS, IPS, hospitales, clínicas y consultorios odontológicos.
Instituciones Educativas	Agrupan centros educativos en todos los niveles de educación tanto formal como informal, es decir, escuelas, colegios, universidades y centros de formación informal.
Vivienda	Constituyen actividades no comerciales, primando la ocupación domiciliaria del predio.
Hoteles	Une establecimientos de comercio como hoteles y hostales.
Centros Comerciales	Integra actividades de comercialización de productos al por mayor y detal, agrupando establecimientos dispersos o concentrados.
Estaciones de Servicio	Evalúan los impactos derivados de las actividades relacionadas con la dispensación de combustible gasolina, extra y gas presentes en el colector. También se tienen en cuenta estaciones que cuentan con lavadero vehicular y taller de servicio.

Fuente. Elaboración propia.

Para elaborar la clasificación se estimó que, aunque en todas se realizan procesos y actividades similares respecto al uso de agua, su nivel de impacto es diferente por la naturaleza de su objeto social y el nivel de afluencia de público.

4.2.1 Instituciones de salud

Los hospitales, clínicas y otras entidades de salud aportan generalmente un nivel alto a la contaminación ambiental, debido a que por la naturaleza de las actividades que desarrollan generan altos volúmenes de desechos y vertimientos que requieren de un manejo especial [39]. Al caracterizar los efluentes de origen hospitalario se destaca la presencia de agentes radioactivos como el yodo, patógenos (*E. coli*, *Staphylococcus aureus*), coliformes (fecales y totales), e incluso metales pesados [40].

Con base en ello, se elaboró la matriz de evaluación de impactos ambientales, enfocándose esencialmente en actividades relacionadas con el uso de agua como el lavado de ropa de cama, limpieza de pisos, preparación de alimentos para pacientes, uso de sanitarios, entre otros (Ver anexo A).

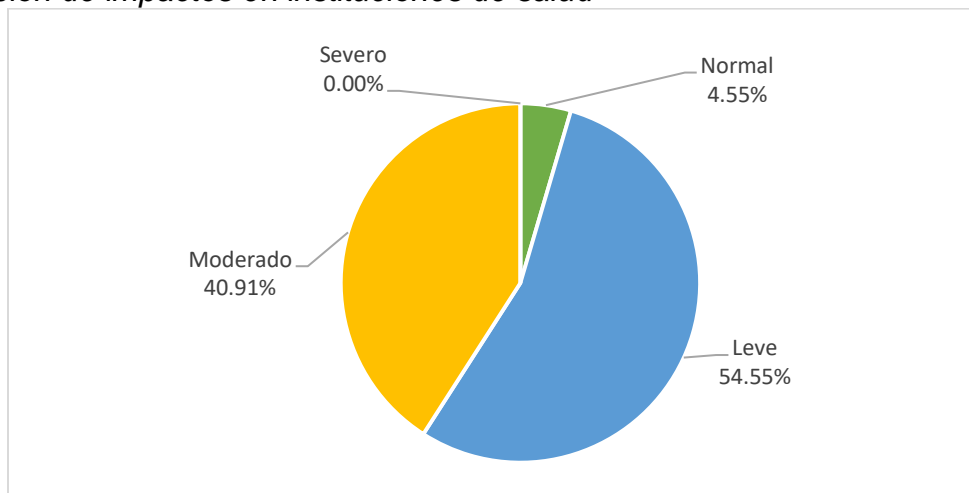
Se identificaron así las siguientes actividades que pueden causar impacto al medio ambiente:

- Uso de sanitarios, que incrementan el consumo de agua, generan residuos peligrosos, y no aprovechables que causan agotamiento del recurso, afectación a la salud humana y presión al relleno sanitario.
- Lavado de pisos, que genera residuos no aprovechables, incremento del consumo de agua, vertimientos que se descargan en el alcantarillado, y humedad que afectan el ambiente de trabajo, causan contaminación, presión al relleno sanitario, y afectan la salud.
- Limpieza de rejillas y canales, generador de residuos que incrementan el consumo, vertimientos que se depositan directamente en el alcantarillado, y agotamiento del recurso.
- Lavado de telas, que aumentan el consumo y causan agotamiento del recurso agua.
- Cocina de alimentos, que incide en el incremento del consumo, y genera residuos no aprovechables que causan contaminación, y presión sobre el relleno sanitario.
- Lavado de ollas e implementos de cocina, que aumenta el consumo de agua, y contamina el recurso.
- Uso de regaderas y duchas, que incrementa el consumo de agua, y genera agotamiento.
- Atención de pacientes, que producen residuos no aprovechables, altos consumos de agua, vertimientos, y residuos peligrosos que causan presión sobre el relleno sanitario, agotamiento y contaminación del recurso.

Los componentes ambientales susceptibles de recibir impacto son los siguientes: agua, suelo, y aire.

Así, a través de la aplicación de la matriz de evaluación de aspectos e impactos ambientales se identificaron 22 impactos que presentan en conjunto instituciones de salud como IPS, EPS, consultorios y clínicas hacia el sistema de recolección y transporte de agua residual Machángara (Ver Figura 4).

Figura 4
Clasificación de impactos en instituciones de salud



Fuente. Elaboración propia.

Del total de impactos ambientales, 12 (54,55%) presentan un efecto leve, o sea baja intensidad y daño al medio ambiente. Dentro de estos, hay 9 impactos negativos centrados en la contaminación del recurso hídrico asociada a la generación de residuos hospitalarios y riesgo biológico como papel higiénico, tapabocas y otros que, producidos en los consultorios se arroja en los sanitarios y no en un contenedor como se establece en la Resolución 2184 de 2019. Se destaca igualmente la implementación de sistemas ahorradores de agua en baños, regaderas y cocinas lo que evidencia la intención de proteger el recurso agua empezando por reducir consumos innecesarios de personal médico, colaboradores y pacientes.

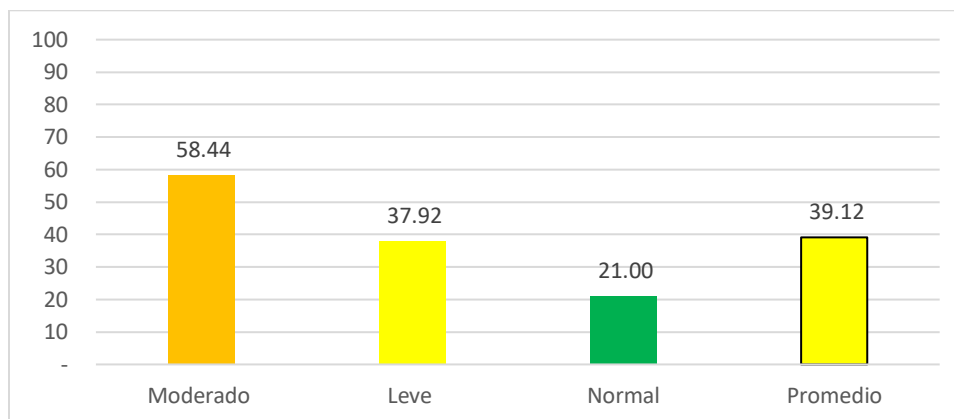
Así mismo, se identificaron 9 impactos ambientales moderados que corresponden al 40,91% derivados de generación de residuos no aprovechables en el uso de sanitarios, residuos peligrosos (hospitalarios), y vertimientos no domésticos arrojados al sistema de alcantarillado, que se resume en contaminación del recurso agua y suelo, afectación a la flora y fauna del río Cauca por ser el receptor final de la descarga.

Se identificó 1 impacto ambiental normal que representa el 4,55% por el lavado de pisos que genera humedad, la cual puede afectar la salud humana, estos son de baja intensidad y no causan un daño ambiental importante.

En cuanto a las medidas que se aconseja realizar está la utilización eficiente del agua y separación en la fuente, y controles respecto a emisiones, vertimientos y consumo de agua.

Figura 5

Importancia del efecto en instituciones de salud



Fuente. Elaboración propia.

Respecto a la importancia del efecto, las actividades realizadas por las instituciones de salud en promedio causan un efecto leve (39,12), es decir, generan un impacto de intensidad media reversible en el mediano plazo. Donde, la mayoría tienen un efecto moderado (58,44), luego leve (37,92), y normal (21) (Ver Figura 5).

4.2.2 Instituciones y centros educativos

En las instituciones y centros educativos se identificaron actividades que no difieren en gran medida a las realizadas en el sector domiciliario, sin embargo, se han analizado de forma separada estimando que por la afluencia de personal se espera generación de vertimientos en gran caudal y concentraciones variables de agentes contaminantes, adicionalmente que en la mayoría se identifica la presencia de restaurantes y/o cafeterías, lo que suma agentes como aceites y grasas que afectan de manera directa el sistema de alcantarillado al generar costras y taponamientos al mezclarse con otras sustancias presentes en el agua.

Respecto a las actividades que realizan las instituciones y centros educativos que generan impacto ambiental se identificaron las siguientes:

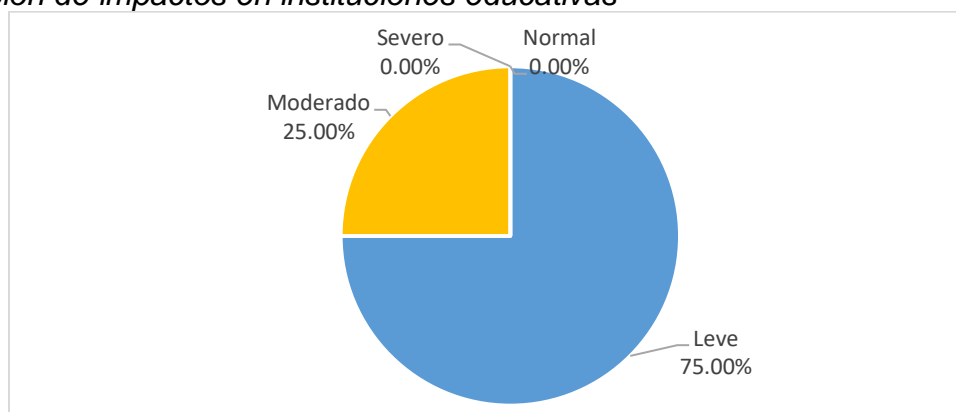
- Uso de sanitarios, que inciden sobre el alto consumo de agua, y generan residuos no aprovechables causando agotamiento y contaminación del recurso.
- Limpieza de rejillas y canales, que producen vertimientos y aumentan el consumo, afectando la salud humana y contaminando el recurso.
- Cocina de alimentos, que se refleja en altos consumos de agua, y generan humedad, causando agotamiento y contaminación del agua.

En este caso, el principal componente afectado con este tipo de actividades es el agua, aunque también pueden tener incidencia en el suelo, y el aire.

Se identificaron igualmente los siguientes centros educativos en la zona:

- Universidad Cooperativa de Colombia
- Colegio Sagrado Corazón de Jesús – Salesianas
- Colegio Gimnasio Ángeles y Sala cuna preescolar Angelitos
- Centro de idiomas Cambridge Language Center
- Bakala, sala cuna preescolar

Figura 6
Clasificación de impactos en instituciones educativas



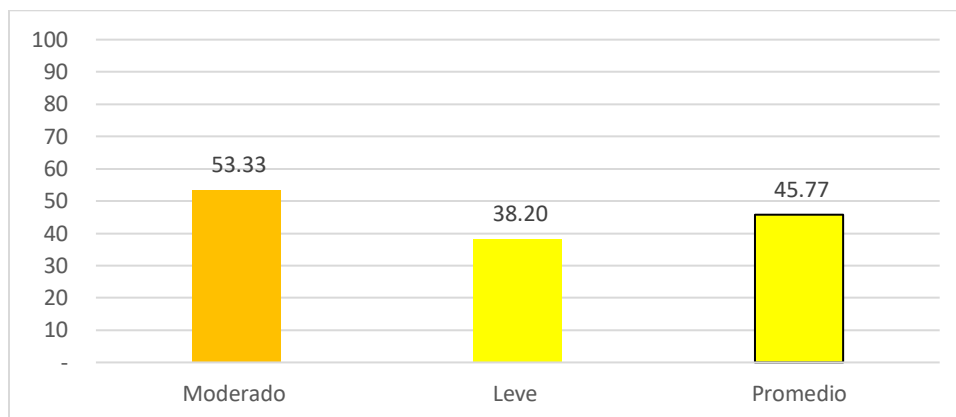
Fuente. Elaboración propia.

Estos establecimientos presentan población constante que diariamente usa los sistemas sanitarios permitiendo definir 8 impactos ambientales (Ver Anexo B). De acuerdo a la Figura 6, el 75% de estos impactos son leves y reversibles a mediano plazo relacionados con el uso de sanitarios que generan contaminación del agua, instalación de ahorradores que disminuye su consumo, y generación de residuos no aprovechables que contaminan el recurso. Otros se relacionan con la limpieza de rejillas y canales generadores de vertimientos que son descargados directamente al alcantarillado y que pueden afectar la salud humana, igualmente, el consumo de agua que se descarga a través de sistemas sanitarios, los cuales, generan contaminación.

El 25% de impactos ambientales presentan una incidencia moderada y sus medidas deben ser correctivas o de compensación tal como el consumo de agua por medio de los sistemas sanitarios que se refleja en el agotamiento de recursos naturales renovables, la cocina de los restaurantes de centros educativos de nivel primaria, básica y media que no solo produce contaminación del agua sino agotamiento de la misma.

Así, es fundamental efectuar un manejo eficiente del agua, al igual que realizar separación en la fuente, y desarrollar control de emisiones, vertimientos y del consumo del recurso.

Figura 7
Importancia del efecto en instituciones educativas



Fuente. Elaboración propia.

En cuanto a la importancia del efecto generado por las actividades desarrolladas por las instituciones educativas en promedio es leve (45,77), es decir, producen un impacto de intensidad media reversible en el mediano plazo. Donde, la mayor parte tienen un efecto moderado (53,33) y posteriormente leve (38,20) (Ver Figura 7).

4.2.3 Viviendas

El colector Machángara presta servicio a los habitantes de los barrios Machángara, Conjunto cerrado La Villa, Pontevedra, Catay y parte del barrio Ciudad Jardín, barrios que en su mayoría son comerciales, predominando centros de salud como clínicas, estéticas, hospitales, entre otros, los cuales, presentan alta densidad poblacional por los conjuntos residenciales en los que se tiene en promedio 3 habitantes por vivienda.

En cuanto a las viviendas, se identificaron las siguientes actividades que afectan el medio ambiente:

- Uso de sanitarios, que generan altos consumos de agua, y residuos no aprovechables, que causan agotamiento y contaminación del agua.
- Limpieza de rejillas y canales, que producen vertimientos con descarga al alcantarillado, y altos consumos de agua, causantes de contaminación del recurso y afectación a la salud humana.
- Cocina de alimentos, que se refleja en altos consumos de agua, y generación de aceites y grasas que causan agotamiento, contaminación, y afectación a flora y fauna.
- Uso de regaderas y duchas, que aumentan el consumo de agua, y causan contaminación y agotamiento de la misma.
- Lavado de telas, que incrementa el consumo de agua, incidiendo en la contaminación del recurso y pérdida de la biodiversidad.

Con estas actividades, se afectan esencialmente los siguientes componentes ambientales: agua, flora, y fauna, aunque también pueden tener incidencia sobre el suelo y aire.

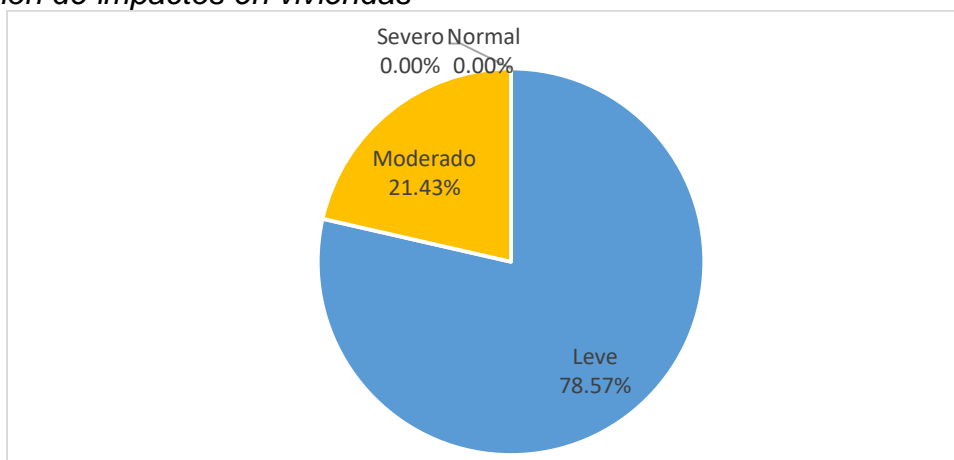
Con base en esta información se aplicó la matriz de evaluación de impactos ambientales (Ver Anexo C), en la que se identificó 14 impactos pertenecientes a actividades de uso de sanitarios, labores de limpieza, y preparación de alimentos.

En la Figura 8, se muestra la clasificación de estos según nivel de impacto y recuperabilidad. En esta se observa que 11 impactos son leves y reversibles a mediano plazo, los cuales representan el 78,57% del total, relacionados con el lavado de telas que produce pérdida de biodiversidad, uso de regaderas que se refleja en el agotamiento del recurso y su contaminación; cocina de alimentos que no solo contamina el agua, sino que afecta la fauna y flora, limpieza de rejillas y canales que contamina, afecta la salud humana, y uso de sanitarios que contamina el recurso.

A su vez, 3 impactos que son el 21,43% se clasifican como moderados, lo que indica que su intensidad es alta y las medidas a adoptar deben ser de compensación o correctivas, estas son generadas por el uso de sanitarios que conllevan agotamiento de recursos naturales renovables, cocina de alimentos que además de agotar el agua la contamina, y lavado de telas que produce contaminación del recurso hídrico.

Como medidas para la mitigación del impacto ambiental, se tiene la realización de un uso eficiente del recurso hídrico, separación en la fuente, y control de vertimientos, del consumo de agua, y de las emisiones generadas en el desarrollo de las actividades.

Figura 8
Clasificación de impactos en viviendas

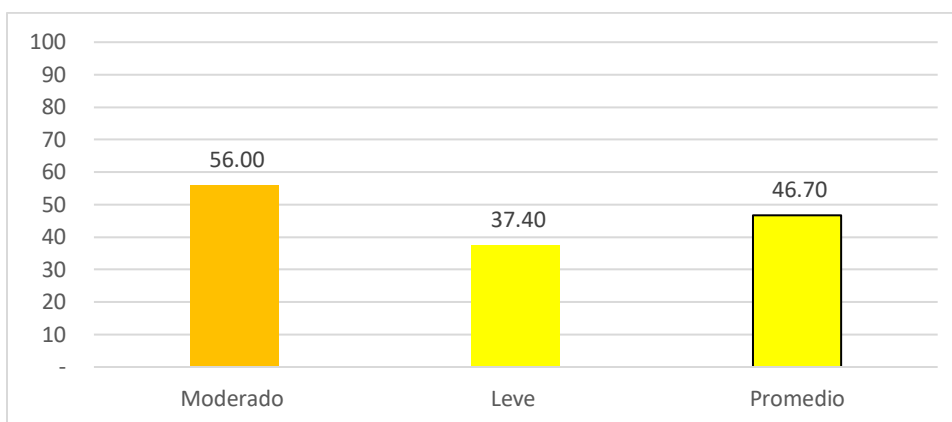


Fuente. Elaboración propia.

Al valorar los impactos ambientales se evidenció que en las viviendas se desconoce el manejo correcto de los aceites usados, que de acuerdo a la comunidad son desechados por los desagües de lavaderos y cocinas, lo que se reconoce como afectación propia que trae como consecuencia el taponamiento de las tuberías.

Figura 9

Importancia del efecto en viviendas



Fuente. Elaboración propia.

El efecto generado por las actividades realizadas por las viviendas es en promedio leve (46,70) de intensidad media y reversible en el mediano plazo, siendo la mayoría moderado (56), y posteriormente leve (37,70) (Ver Figura 9).

4.2.4 Sector hotelero

El sector a pesar de no tener atractivos turísticos presenta una oferta hotelera importante que permite atender a visitantes nacionales e internacionales a lo largo del año, especialmente en temporada de Semana Santa cuando llegan a su capacidad total.

Respecto a las actividades que desarrolla el sector hotelero y que pueden afectar el medio ambiente se identificaron las siguientes:

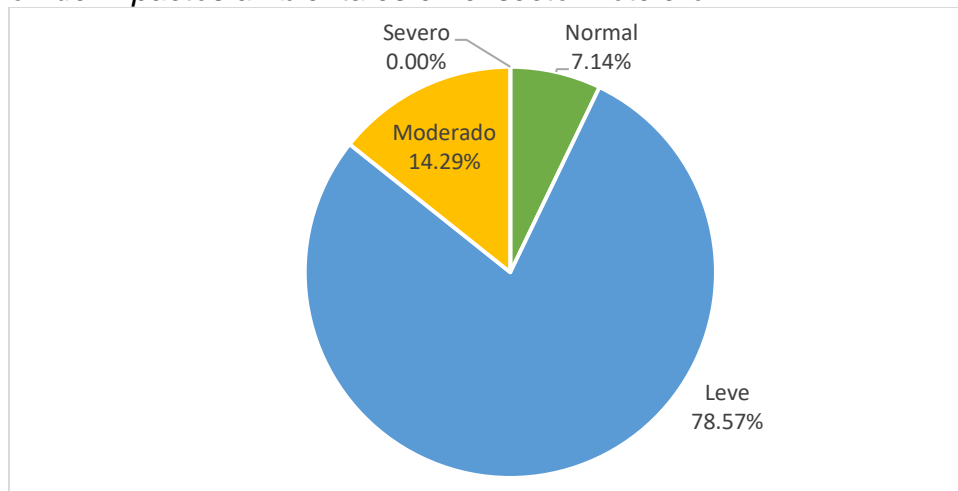
- Uso de sanitarios, que produce altos consumos de agua y contaminación del recurso, causando su agotamiento y contaminación.
- Limpieza de rejas y canales, generador de vertimientos que se descargan en el alcantarillado, y aumento del consumo de agua, que contamina el recurso y afecta la salud humana.
- Cocina de alimentos, que produce altos consumos de agua, y generación de aceites, que afectan a la flora, fauna y contamina el recurso.
- Uso de regaderas y duchas, que incrementa el consumo de agua, incidiendo en su agotamiento y contaminación.

- Lavado de telas, que se refleja en un consumo alto de agua que contamina y afecta la biodiversidad.

A través del desarrollo de estas actividades, se afectan esencialmente los componentes ambientales agua, flora, y fauna, con una menor incidencia sobre el aire y el suelo.

Figura 10

Clasificación de impactos ambientales en el sector hotelero



Fuente. Elaboración propia.

Tomando como referencia una ocupación del 80% se identificaron 14 impactos ambientales pertenecientes a instalaciones sanitarias, lavado de ropa de cama, y actividades de lavado y limpieza (Ver Anexo D).

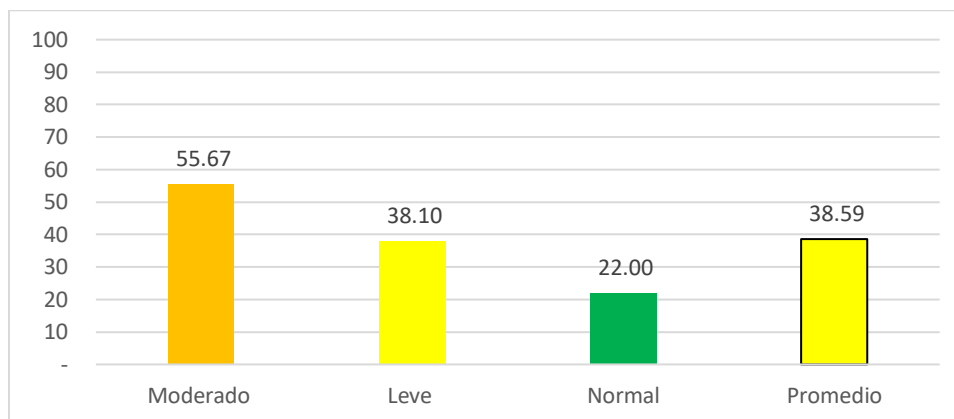
En la Figura 10, se muestra la clasificación de impactos en el sector hotelero, de los cuales 11 que son el 78,57% son leves, lo que indica que son de intensidad media y reversibles en el corto plazo, este se genera por el uso de sanitarios, limpieza de rejillas y canales, cocina de alimentos, uso de duchas, y lavado de telas, que causan contaminación del agua, afectación a la salud humana, agotamiento del recurso, afectación a la flora y fauna, y pérdida de biodiversidad.

El 14,29% que son 2 impactos son moderados, lo que muestra que su intensidad es alta y sus medidas de compensación son correctivas o compensatorias, estas se generan por el uso de sanitarios, cocina de alimentos, y lavado de telas, que producen agotamiento de recursos naturales renovables, y contaminación del agua.

Y el 7,14% que corresponde a 1 impacto es normal, de baja intensidad y no genera un daño importante en el medio ambiente, el cual, está relacionado con el uso de duchas y tiene como consecuencia contaminación del agua.

Figura 11

Importancia del efecto en el sector hotelero



Fuente. Elaboración propia.

En lo que respecta a la importancia del efecto producido por las actividades realizadas por las viviendas en promedio es leve (38,57), o sea, producen un impacto de intensidad media reversible en el mediano plazo. Donde, la mayoría presentan un efecto moderado (55,67), luego leve (38,20), y posteriormente normal (22) (Ver Figura 7).

4.2.5 Centros comerciales

Los centros comerciales son la agrupación de comercios de diversos tipos excluyendo restaurantes, para este caso se han evaluado los impactos ambientales del Centro Comercial Campanario, sumado al comercio en locales distribuidos a lo largo y ancho del área de influencia del colector Machángara.

En cuanto a las actividades realizadas por los centros comerciales y que afectan el medio ambiente están:

- Uso de sanitarios, que producen aumento en el consumo de agua y de residuos no aprovechables, que causa su agotamiento y contaminación.
- Limpieza de rejillas y canales, que generan vertimientos y altos consumos de agua, afectando la salud humana y contaminación del recurso.
- Cocina de alimentos, generador de aceites que contaminan el agua, y afectan la flora y fauna.

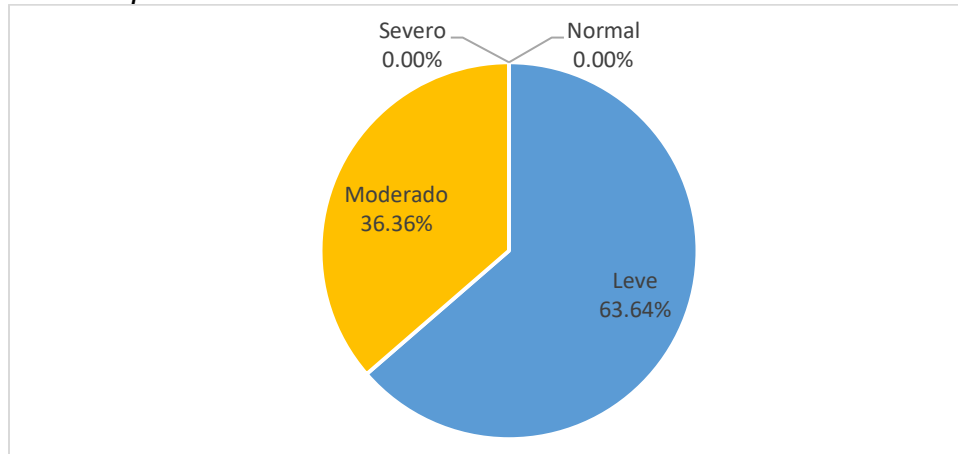
Estas actividades afectan fundamentalmente los componentes agua, flora y fauna, y en menor grado el aire y suelo.

De acuerdo al Anexo E, se estableció un total de 11 impactos ambientales, de los cuales 7 que son el 63,64% son leves, con una intensidad media y reversibles en el mediano plazo, estos son generados por la utilización de sanitarios, limpieza de canales y rejillas, y

cocina de alimentos en restaurantes que producen contaminación del recurso agua, reducción de su consumo, y afectación a la salud humana (Ver Figura 12).

Figura 12

Clasificación de impactos ambientales en centros comerciales



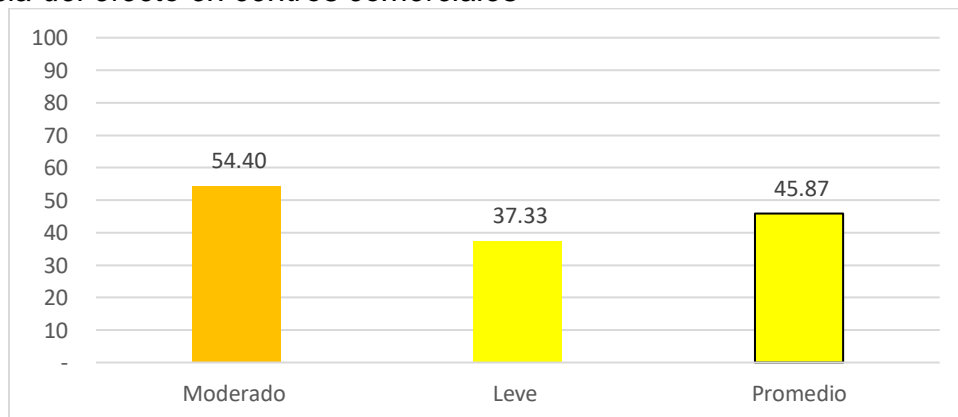
Fuente. Elaboración propia.

A su vez, se obtuvo 4 impactos moderados que son el 36,36%, con una intensidad alta y cuyas medidas deben ser de compensación o correctivas para la mitigación del impacto ambiental, estos se generan por el uso de sanitarios, y cocina de alimentos en restaurantes, que producen agotamiento de recursos naturales renovables, contaminación del agua, y afectación a la fauna y flora (Ver Figura 12).

Ante esta situación es necesario la implementación de controles respecto al consumo de agua, emisiones y vertimientos, así como separación en la fuente de residuos, y utilización adecuada del recurso hídrico en cada uno de los establecimientos comerciales.

Figura 13

Importancia del efecto en centros comerciales



Fuente. Elaboración propia.

La importancia del efecto generado por las actividades desarrolladas en centros comerciales es en promedio leve (45,87) de intensidad media y reversible en el mediano plazo, donde, la mayoría tiene un efecto moderado (54,40), y posteriormente leve (37,33) (Ver Figura 13).

4.2.6 Estaciones de servicio

El colector objeto de análisis cuenta con un área de 72,9 hectáreas, no obstante, a pesar de dicha extensión tiene una sola estación localizada en el sector Catay que presta servicios de lavado de vehículos, taller mecánico y dispensación de combustible principalmente a los vehículos que transitan de norte a sur sobre la carrera 9.

Así, en el proceso de evaluación y análisis de impactos ambientales se tuvieron en cuenta actividades, aspectos e impactos relacionados con el uso del agua en un entorno en el que continuamente se generan desechos combustibles haciendo que actividades como el lavado de pisos pase de tener impactos bajos a impactos elevados que requieren medidas de mitigación especiales.

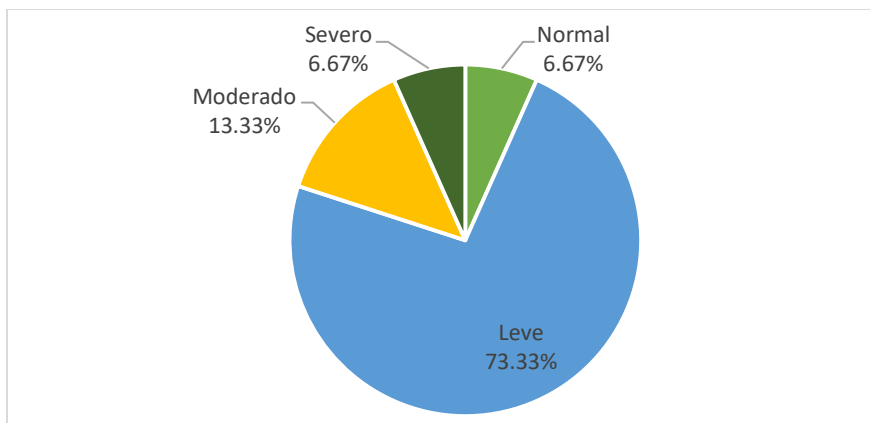
En cuanto a las actividades realizadas por la estación de servicio que afectan los diferentes componentes ambientales están:

- Parqueo de vehículos, que generan emisiones atmosféricas y consumo de combustible, que inciden sobre la salud humana, y contaminan el recurso hídrico.
- Cargue de combustible, generador de residuos peligrosos que contaminan el agua.
- Uso de sanitarios, que incrementan el consumo y generan residuos no aprovechables, que agotan y conminan el agua.
- Secado de derrames, productor de residuos no aprovechables, y de vertimientos que se descargan en el alcantarillado que alteran el ambiente y contaminan el agua.
- Lavado de vehículos, que incrementa el consumo de agua y generan vertimientos descargados al alcantarillado afectando la fauna y flora.

Las actividades realizadas por la estación de servicio afectan directamente el aire, agua, flora y fauna, pero también el suelo.

Figura 14

Clasificación de impactos ambientales en estaciones de servicio



Fuente. Elaboración propia.

Tomando como referencia el Anexo F se identificaron 15 impactos, de los cuales 11 que son el 73,33% son leves, es decir, con intensidad media y reversibles en el mediano plazo, los cuales causan contaminación del agua por generación de emisiones atmosféricas por fuentes móviles, recursos peligrosos, recursos no aprovechables, vertimientos no domésticos con descarga al alcantarillado, y alto consumo del recurso; también afectan la salud humana por generación de emisiones atmosféricas; agotamiento de recursos naturales renovables por altos consumos; alteración del ambiente de trabajo por generación de residuos no aprovechables, y afectación a fauna y flora por vertimientos no domésticos por descarga al alcantarillado (Ver Figura 9).

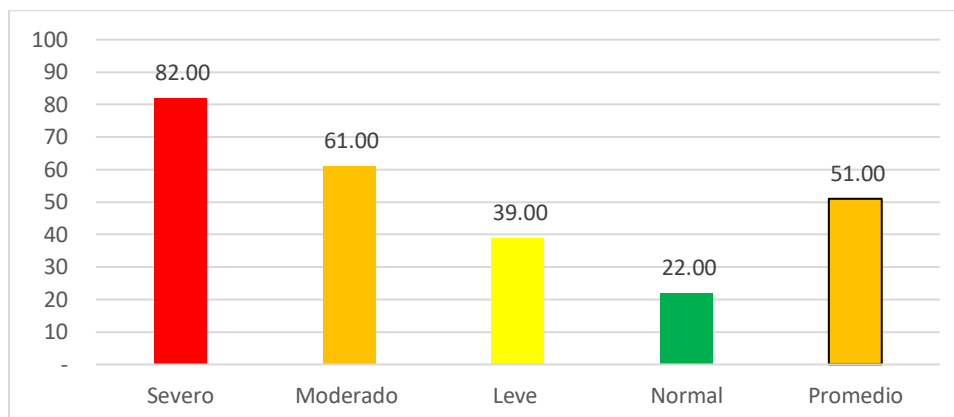
El 13,33% que son 2 impactos son moderados, o sea, con intensidad alta y medidas de compensación o correctivas, son causados por emisión de gases de efecto invernadero por consumo de combustible, y reducción del consumo de agua por instalación de ahorradores (Ver Figura 9). Se presenta una alta emisión de gases de efecto invernadero como resultado de la combustión interna de los vehículos que recargan combustible, considerando que el parque automotor de la ciudad de Popayán y a nivel regional tienen más de 30 años en circulación, lo que evidencia que están por fuera de las certificaciones internacionales de emisiones como la EURO III, norma vigente en Colombia, que establece los límites máximos permisibles para emisiones de gases (Ver Figura 9).

Luego, el 6,67% correspondiente a 1 impacto es normal, de baja intensidad y no genera daño en el medio ambiente, este es generado por el uso de sanitarios por el alto consumo de agua que produce a su vez contaminación de la misma (Ver Figura 9).

Y el 6,67% que es 1 impacto, es severo, con una intensidad muy alta y con una afectación irreversible, este se produce como consecuencia del consumo de combustibles que genera una alta contaminación al recurso hídrico (Ver Figura 9).

Figura 15

Importancia del efecto en estaciones de servicio



Fuente. Elaboración propia.

Las actividades realizadas por las estaciones de servicio presentan en promedio un efecto moderado (51) de intensidad alta y con una duración de corto plazo, donde, la mayoría presentan un efecto severo (82), luego, moderado (61), leve (39), y normal (22) (Ver Figura 15).

4.3 Estrategias de manejo ambiental para las aguas residuales del colector Machángara para el control de impactos ambientales.

Tabla 11

Estrategias de manejo ambiental

Factor crítico	Estrategia	Actividades	Objetivos	Indicadores	Meta	Responsables
Vertimientos de manejo especial como agentes radiactivos, patógenos, coliformes y metales pesados por parte de las Instituciones de Salud.	Implementar Buenas prácticas en la desinfección de las instalaciones para reducir compuestos fenólicos.	- Prevenir derrame de líquidos en las instalaciones.	Reducir la cantidad de vertimientos arrojados en el alcantarillado.	Días con presencia de derrame de líquidos / Días del mes x 100.	Lograr al menos que el 90% de los días no se presenten derrame de líquidos.	Directivos y administración de las Instituciones de salud.
		- No verter liquido de desinfección directamente en el alcantarillado.	Capacitar al total de personal responsable del proceso.	Personal capacitado / Personal responsable x 100	Capacitar al 100% del personal responsable de la desinfección de las instalaciones.	
	Reducir los niveles de plomo en los vertimientos.	- Prevenir el vertido del líquido de placas diagnósticas directamente al alcantarillado.	Disminuir el vertido de plomo al alcantarillado.	Días del mes con presencia de derrames / Días del mes x 100	Reducir al menos el 80% por vertido de plomo.	
		- Instalar kits antiderrames en las salas de revelado.	Capacitar al total de personal responsable.	Personal capacitado / Personal responsable x 100	Capacitar al 100% de personal responsable de la gestión de	
		- Capacitar al talento humano				

			para prevenir derrames de líquidos de impresión.			imágenes diagnósticas.	
Disminuir los niveles de vertimiento de materia orgánica.	los de de	- Suministrar al personal médico equipamiento para la captura de fluidos orgánicos. - Evitar el vertido de fluidos orgánicos directamente al alcantarillado. - Capacitación y concientización a personal médico para la adecuada gestión de los residuos orgánicos.	Reducir el vertimiento de materia orgánica al alcantarillado. Capacitar a todo el talento humano responsable.	Días del mes con presencia de vertido de materia orgánica al alcantarillado / Días del mes x 100 Talento humano capacitado / Talento humano responsables x 100	Disminuir al menos en un 40% el vertimiento de materia orgánica. Capacitar al 100% de empleados responsables del proceso.		
Agentes contaminantes como aceites y grasas	Reducir la cantidad de aceites y grasas vertidas directamente al alcantarillado.	- Colocar varios puntos de acopio de aceites y grasas en la zona. - Depositar en un contenedor especial el aceite y las grasas. - Entregar a una empresa de economía circular para que le de un aprovechamiento.	Disminuir la cantidad de aceites y grasas arrojados al alcantarillado.	Cantidad de hogares e instituciones educativas que entregan el aceite y las grasas / Total hogares e instituciones educativas x 100	Lograr que al menos el 60% de hogares e instituciones educativas entreguen el aceite y grasas en los centros de acopio.	Administración de Instituciones y centros educativos Habitantes de los barrios Machángara, Conjunto Cerrado La villa, Pontevedra, Catay y Ciudad Jardín.	

Agentes químicos por actividades de lavado y limpieza	Utilizar en las actividades de lavado y limpieza productos biodegradables.	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilizar a los gerentes de los hoteles que utilicen productos biodegradables. - Contactar a un proveedor de productos biodegradables a que envíen muestras a los hoteles. - Verificar los hoteles que efectivamente emplean productos biodegradables. 	<p>Sensibilizar a todos los gerentes de hoteles.</p> <p>Hacer que la mayoría de hoteles del sector utilicen productos biodegradables en las labores de lavado y limpieza.</p>	<p>Gerentes de hoteles sensibilizados / Total de hoteles x 100</p> <p>Hoteles que utilizan productos biodegradables / Total hoteles x 100</p>	<p>Sensibilizar al 100% de gerentes de hoteles.</p> <p>Lograr que al menos el 60% de hoteles utilicen productos de limpieza biodegradables.</p>	Administración de hoteles
Uso indiscriminado de recurso hídrico en baterías sanitarias	Emplear métodos de limpieza para las instalaciones en seco.	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilizar a administradores de centros comerciales y estaciones de servicio sobre lavado en seco. - Establecer los establecimientos que adoptaron el lavado en seco. - Documentar los beneficios que tiene para las empresas la adopción de esta práctica. 	<p>Sensibilizar a todos los administradores de las empresas.</p> <p>Hacer que la mayoría de empresas utilicen el lavado en seco.</p>	<p>Administradores de empresas sensibilizados / Empresas totales x 100</p> <p>Empresas que adoptaron el lavado en seco / Total empresas x 100</p>	<p>Sensibilizar al 100% de administradores.</p> <p>Lograr que al menos el 70% de empresas adopten el lavado en seco.</p>	Administración de centros comerciales y estaciones de servicio.

	Instalar dispositivos ahorradores y muebles de bajo consumo	-	Verificar que empresas están utilizando dispositivos ahorradores y de bajo consumo. - Sensibilizar a las empresas que no disponen de esta tecnología. - Definir qué empresas efectuaron su transición hacia esta tecnología.	Lograr que la mayoría de empresas usen este tipo de tecnología.	Empresas que utilizan dispositivos ahorradores y de bajo consumo / Total empresas x 100	Hacer que al menos el 80% de empresas utilicen esta tecnología.	
Desechos combustibles	Disminuir el vertimiento de desechos combustibles al piso.	-	Prevenir el derrame de desechos combustibles. - Capacitar al personal para la limpieza adecuada de los desechos combustibles. - No lavar el piso hasta verificar que no haya presencia de desechos combustibles.	Disminuir el derrame de desechos combustibles. Capacitar a todo el personal responsable.	Días en los que se presenta derrame de desechos combustibles / días del mes x 100 Personal capacitado / Personal total x 100	Reducir en 90% el derrame de desechos combustibles. Capacitar al 100% del personal responsable.	Administradores de estaciones de servicio.
Gran cantidad de vertimientos en la zona que afectan el	Identificar puntos críticos que generan vertimientos	-	Elaborar una lista de chequeo que permita identificar los puntos donde hallar mayor	Definir puntos de generación de vertimientos que generan contaminación.	Puntos identificados / Total puntos que generan vertimientos que	Identificar el 100% de puntos que generan vertimientos que	Acueducto y Alcantarillado de Popayán SA ESP.

medio ambiente.	constantes intermitentes.	e	número de vertimientos.		afectan el medio ambiente x 100	afectan ambiente.	el
			- Implementar herramientas para controlar los puntos encontrados				
			- Plantear planes de acción para mitigar los impactos generados				
			- Evaluar las afectaciones generadas al Plan de tratamiento de aguas residuales				

Fuente. Elaboración propia.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Al calcular el Índice de Calidad de Agua (ICA) con base en la metodología propuesta por el IDEAM, se obtuvo un valor de 0,4383, lo que muestra que en el punto de vertimiento Machángara la calidad del agua es mala, por lo cual, no se puede utilizar directamente para consumo humano, limita la vida acuática, y para su utilización en la agricultura e industria debe ser sometida a un tratamiento.
2. La carga contaminante del sistema de recolección Machángara es variable proveniente de hoteles, hospitales, estaciones de servicio, viviendas, y comercio constituye un riesgo para el ambiente y la salud pública, generando una tasa retributiva que es cobrada por el Acueducto y Alcantarillado de Popayán (AAPSA), en este caso, se obtuvo la siguiente carga contaminante en el punto de descarga Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) de 216,98 kg/día que genera una tasa retributiva de \$13.144.442,27, y Sólidos Suspendidos Totales (SST) de 198,51 kg / día con una tasa de \$5.142.212,97.
3. La composición de las aguas residuales varía de acuerdo al tipo de actividad que se realice, la cual depende de aspectos como el consumo de agua, generación de residuos peligrosos, vertimientos domésticos, generación de humedad, producción de residuos no aprovechables, aceites provenientes de la cocina, instalación de ahorradores, generación de emisiones atmosféricas por fuentes móviles, y residuos no domésticos que son vertidos directamente al alcantarillado.
4. Al evaluar el impacto ambiental de cada una de las actividades relacionadas con el uso del agua se pudo establecer que la mayoría de impactos ambientales son leves, con valores porcentuales entre 54,55% y 78,57%, luego, moderados entre 13,33% y 40,91%, normales entre 0% y 6,67%, y severos entre 0% y 6,67%. Esto indica que los mayores impactos presentan una intensidad media y pueden ser reversibles en el mediano plazo, no obstante, hay impactos severos a considerar causados por las estaciones de servicio relacionados con la contaminación del agua por la generación de emisiones atmosféricas por fuentes móviles.
5. Los usuarios localizados en el área de influencia del colector Machángara implementan medidas para mitigar el impacto sobre el agua, no obstante, prevalece la afectación negativa sobre el río Cauca por el aumento de concentración de contaminantes, aunque debido a sus condiciones morfométricas se determinó que la contaminación proveniente del vertimiento se disuelve al 80% aproximadamente a 64 m aguas abajo.

6. En lo que respecta a la importancia del efecto de las actividades sobre el medio ambiente, las estaciones de servicio son las que presentan el mayor impacto con un puntaje promedio de 51, posteriormente, el sector domiciliario con 46,70, y los centros comerciales con 45,87.

5.2 Recomendaciones

1. Se recomienda a los diferentes establecimientos del sector, especialmente los de atención a la salud humana y estaciones de servicio, que realicen o implementen el tratamiento previo de aguas residuales, control en el consumo del agua, de vertimientos, y separación en la fuente con el propósito de reducir los porcentajes de carga contaminante vertida.

2. Las instituciones de salud son uno de los establecimientos que más generan carga contaminante, por lo cual, deben adoptar medidas como buenas prácticas para disminuir la generación de compuestos fenólicos por actividades de limpieza, reducción de niveles de plomo, y de materia orgánica.

3. Es importante disminuir la cantidad de aceites y grasas vertidas de forma directa al alcantarillado, los cuales son generados por las actividades de preparación de alimentos en las viviendas y en restaurantes de instituciones y centros educativos, lo cual, se puede efectuar a través de la colocación de puntos de acopio de estos elementos en el sector para entregarlos posteriormente a una empresa de economía circular.

4. Es esencial la utilización de productos biodegradables en las actividades de lavado y limpieza tanto en los hoteles, como en las viviendas, centros educativos y demás establecimientos que las realicen, esto con el fin de reducir la contaminación del recurso y la carga contaminante que es vertida al sistema de alcantarillado.

5. Se recomienda implementar las estrategias de manejo ambiental propuestas, las cuales, están dirigidas directamente a reducir la carga contaminante, igualmente valorar el alcance de las mismas a través de los indicadores y metas propuestas.

BIBLIOGRAFÍA



- [1] D. M. Salazar Alfaro, “Estudio del impacto ambiental generado por vertimientos provenientes de un establecimiento penitenciario de orden nacional al recurso hídrico. Estudio de caso,” *Universidad Militar Nueva*, p. 20, 2015.
- [2] G. J. Pérez-Valbuena, A. M. Arrieta-Arrieta, and J. G. Contreras-Anaya, “río Cauca: la geografía económica de su área de influencia,” in *Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional y Urbana*, no. 225, Banco de la República, Ed. Cartagena: Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER) - Cartagena, 2015.
- [3] IDEAM, “Estudio Nacional del Agua 2018.” Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Bogotá D.C., p. 452, 2019.
- [4] Acueducto y alcantarillado de Popayán S.A E.S.P, “Estudio de caracterización de vertimientos líquidos,” pp. 1–206, 2017.
- [5] A. Gomez Gómez, “Evaluación y seguimiento a la afectación del río Cauca, por vertimientos de aguas residuales domésticas para los años 2018 y 2019 en un tramo de 6.5 km que atraviesa el sector urbano del municipio de Popayán,” Corporación Universitaria del Cauca, 2020.
- [6] L. A. Camacho Botero, “LA PARADOJA DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA DE MALA CALIDAD EN EL SECTOR RURAL COLOMBIANO,” *Revista de Ingeniería*, no. 49, pp. 38–51, Jul. 2020, doi: 10.16924/revinge.49.6.
- [7] J. Barreiro Hurlé and L. Pérez y Pérez, “Beneficios sociales de la mejora en la calidad del agua: una aproximación a partir de los costes defensivos en los hogares,” *Estudios de Economía Aplicada*, vol. 24, no. 1, pp. 453–476, 2006.
- [8] R. Guadarrama-Tejas, J. Kido-Miranda, G. Roldan-Antunez, and M. Salas-Salgado, “Contaminación del agua,” *Revista de ciencias ambientales y recursos naturales*, vol. 2, no. 5, pp. 1–10, 2016.
- [9] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, “Decreto 1594 de 1984,” vol. 1984, no. Junio 26, p. 55, 1984.
- [10] Y. Y. Morales, “Diagnóstico y seguimiento de aguas residuales no domésticas al alcantarillado urbano de Duitama”, Tunja, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2019.
- [11] D. M. Castillo, J. F. Rojas, C. F. Puerto, N. A. Villalba, and D. C. Córdoba, “Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado 2018,” Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Bogotá D.C., 2019.
- [12] J. D. Allan, “Landscapes and riverscapes: The influence of land use on stream ecosystems,” *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, vol. 35, pp. 257–284, 2004, doi: 10.1146/annurev.ecolsys.35.120202.110122.

- [13] M. H. Gerardi, *Wastewater Bacteria*. New Jersey: Jhon Wiley & Sons Inc., 2006.
- [14] E. Díaz-Cuenca, A. R. Alavarado-Granados, and K. E. Camacho-Calzada, “El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México,” *Quivera*, vol. 14, no. 1, pp. 78–97, 2012.
- [15] Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, *Resolucion 631 DE 2015*. Colombia, 2015.
- [16] F. D. R. Jacobo García, “Aguas residuales urbanas y sus efectos en la comunidad de Paso Blanco, municipio de Jesús María, Aguascalientes,” *Revista de El Colegio de San Luis*, vol. 8, no. 16, p. 267, 2018, doi: 10.21696/rcsl9162018760.
- [17] Organización Mundial de la Salud (OMS), “Agua.” Organización Mundial de la Salud, 2019.
- [18] Laboratorio Lous Pasteur, “Aguas residuales - causas y consecuencias por falta de tratamiento,” 2019. <http://lablouispasteur.pe/noticias/las-aguas-residuales-procedencia-efectos/> (accessed Oct. 06, 2021).
- [19] A. F. Breña Puyol, *Hidrología Urbana*, 1st ed. Tlalpan: Universidad Autónoma Metropolitana, 2003.
- [20] G. A. Duque, “Plan de manejo ambiental de residuos líquidos industriales y los riesgos asociados de seguridad y salud en el trabajo por el manejo de los mismos en la Cía. Hotelera Andes Plaza Bogotá D.C.”, Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2017.
- [21] A. A. Chucos, “Impacto ambiental del manejo de residuos sólidos del botadero “El Porvenir – El Tambo”, Huancayo, Universidad Continental, 2020.
- [22] D. M. Cuesta, “Evaluación ambiental asociada a los vertimientos de aguas residuales generadas por la empresa de curtiembres, en la cuenca del río Aburrá”, Bogotá, Universidad de Manizales, 2017.
- [23] S. Aguilar, y G. A. Solano, “Evaluación del impacto por vertimientos de aguas residuales domésticas, mediante la aplicación del Índice de Contaminación (ICOMO) en Caño Grande, localizado en Villavicencio, Meta”, Villavicencio, Universidad Santo Tomás, 2018.
- [24] Alcaldía de Popayán, “Plan de Desarrollo Municipal 2020-2023”, Popayán, Secretaria de Planeación.
- [25] Congreso de la República de Colombia, “Ley 09 de 1979,” 1979.
- [26] El Congreso de Colombia, “Ley 142 de 1994,” *Diario Oficial*, vol. 1994, no. 41.433, p. 597, 1994.

- [27] Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, *DECRETO 3930 DE 2010*. 2010, pp. 1–91.
- [28] Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, “Decreto 1076 26 de mayo de 2015,” *Diario Oficial*, vol. 1, no. 2015. p. 654, 2015.
- [29] IDEAM, “Hoja metodológica del indicador Índice de calidad del agua (Versión 1,00). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia - Indicadores de Calidad del agua superficial,” no. 96, p. 10, 2011, [Online]. Available: www.ideam.gov.co
- [30] ANA, *Guía para la determinación de la zona de mezcla y la evaluación del impacto del vertimiento de aguas residuales tratadas a un cuerpo natural de agua*. 2017.
- [31] J. Arboleda, *Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades*. 2008.
- [32] CIAN LTDA, “Informe caracterización fisicoquímica y microbiológica de aguas superficiales y descargas del sistema de alcantarillado,” Popayan, 2021.
- [33] Análisis Ambiental S.A.S, “Caracterización de vertimientos líquidos,” Santiago de Cali, 2020.
- [34] R. M. Brown, N. I. McClelland, R. A. Deininger, and R. G. Tozer, “A water quality index do we dare?,” *Water and sewage works*, vol. 117, no. 10, 1970.
- [35] M. López Ortega, G. Pulido Flores, A. Serrano Solís, J. C. Gaytan Oyarzún, W. Monks Sheets, and M. A. López Jiménez, “Evaluación estacional de las variables fisicoquímicas del agua de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México,” *Revista Científica UDO Agrícola*, vol. 12, no. 3, pp. 713–719, 2012.
- [36] K. E. Vera Bravo and M. M. Zambrano Zambrano, “Evaluación del polvo de moringa (M. oleífera) para remoción de sólidos suspendidos totales en agua residual del camal municipal de Calceta,” 2019. [Online]. Available: <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/996>
- [37] J. Rodríguez Zamora, “Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del Acueducto, (ASADAS), de cada distrito de Grecia, cantón de Alajuela,” *Revista Pensamiento Actual, Universidad de Costa Rica*, vol. 9, no. 12, pp. 125–134, 2009, [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5897932>
- [38] G. Duque Escobar, “El río Cauca en el desarrollo de la región,” *Cuarta Cátedra de Historia Regional de Manizales y Caldas “Alipio Jaramillo Giraldo,”* pp. 1–23, 2019, [Online]. Available: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77027>
- [39] Rodríguez-Miranda JP, García-Ubaque CA, García-Vaca MC. Gestión ambiental en hospitales públicos: aspectos del manejo ambiental en Colombia. *Rev. Fac. Med.* 2016;64(4):621-4. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n4.54772>.

[40] Oliveira, T.S., Al Aukidy, M., Verlicchi, P. (2017). Occurrence of Common Pollutants and Pharmaceuticals in Hospital Effluents. En: Verlicchi, P. (eds) Hospital Wastewaters. The Handbook of Environmental Chemistry, vol 60. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/698_2017_9

[41] Duarte, M. C., y Galindo, M. A. “Descripción de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas más utilizados en Colombia y análisis de la situación actual de los vertimientos directos de los efluentes líquidos producidos por la red del alcantarillado urbano del municipio de Silvania (Cundinamarca)”, Arbeláez, UNAD, 2018.

 	INFORME TECNICO APLICACIÓN MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES		Fecha de Diligenciamiento		
			13	OCT	2022
NOMBRE DE LA EMPRESA/ORGANIZACIÓN/ENTIDAD	INSTITUCIONES DE SALUD / EPS - IPS				
ACTIVIDAD ECONÓMICA	SERVICIOS DE SALUD	SECTOR DE LA ECONOMIA	SECUNDARIO		
BARRIO	MODELO		VEREDA	NO APLICA	
COLECTOR	Colector Machangara				
ESTRATO	4	TELEFONO	0		
NOMBRE DEL (LA) DIRECTOR(A) O COORDINADOR(A) DEL AREA O SECCION					
0					
E-MAIL	0				
1. OBJETIVO					
Identificar y evaluar la importancia de los impactos ambientales generados por la unidad operativa utilizando como herramienta la matriz de aspectos e impactos ambientales, con el fin de determinar las oportunidades de mejora o soluciones alternativas para garantizar que las actividades derivadas de la prestación de los servicios cumplan con la normatividad Ambiental Vigente.					
2. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS EN LAS UNIDADES OPERATIVA					
La evaluación e identificación del impacto ambiental es un proceso destinado a prever e informar sobre los efectos que una determinada actividad o proyecto pueden ocasionar en el medio ambiente. Para ello la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, uso la matriz de Aspectos e impactos ambientales la cual permite evaluar el impacto generado por la Unidad operativa teniendo en cuenta el tipo de servicio, las actividades relacionadas con la prestación del servicio, el aspecto ambiental, el recurso afectado y los atributos que son relacionados en la tabla 1 con sus valoración.					
Tabla 1. Parámetros y valoración del impacto					
ATRIBUTO	VALORACIÓN		ATRIBUTO	VALORACIÓN	
TIPO DE IMPACTO	Impacto positivo	+	REVERSIBILIDAD (RV)	Corto plazo	1
	Impacto negativo	-		Mediano plazo	3
EXTENCIÓN (EX)	Puntual	1		Largo plazo	7
	Local	3		Irreversible	10
	Regional	7	PERIODICIDAD (PR)	Discontinuo	1
	Nacional	10		Periódico	3
INTENSIDAD (I)	Baja	1	CANTIDAD (C)	Continuo	7
	Media	3		Irregular	10
	Alta	7	ACUMULACIÓN (AC)	Insignificante	1
	Muy alta	10		Baja	3
DURACION (D)	Largo plazo	1	Moderada	7	
	Mediano plazo	3	Alta	10	
	Corto plazo	7	Simple	1	
	Inmediato	10	Acumulativo	10	
Finalmente se establece el grado de importancia del impacto generado sobre el recurso, y con ello se realiza la jerarquización en un rango de importancia, la clase de efecto y trama del color que se especifican a continuación					
Tabla 2. Rangos de jerarquización de la importancia del efecto					
Rango de Importancia	Clase de efecto	Trama			
0 ≤ 25	Normal	Verde			
26 ≤ 50	Leve	Amarillo			
51 ≤ 75	Moderado	Naranja			
76 ≤ 100	Severo	Rojo			

Impacto Ambiental Normal: Es aquel que por su baja intensidad y por su poca permanencia en el medio son reversibles a corto plazo. Generalmente no son muy notorios debido a su baja magnitud, es decir son aquellos que no ocasionan daños considerables al medio ambiente en general. Se contempla con una valoración de $0 \leq 25$ unidades en el rango de importancia para la calificación de impactos ambientales

Impacto Ambiental leve: Son considerados de intensidad media, extensión local, su reversibilidad al igual que su duración es de mediano plazo. Las medidas de manejo que se pueden generar para este tipo de impactos son de mitigación, **corrección** y prevención. La calificación de este se encuentra en el rango entre $26 \leq 50$ unidades de calificación.

Impacto Ambiental Moderado: Esta categoría suelen tener una intensidad alta, tienen una duración de corto plazo (el tiempo de afectación es superior a un año, reversibles a largo plazo y su periodicidad es continua. Las medidas de manejo son de **corrección** prevención, mitigación y hasta compensación. La calificación de importancia se encuentra en el rango entre $51 \leq 75$ unidades de calificación.

Impacto Ambiental Severo: Son impactos con una intensidad muy alta, su extensión es total, su duración es inmediata, es irreversible y su aparición es irregular. Las medidas de manejo para este tipo de impactos son corrección, prevención, mitigación y hasta compensación. Su importancia está calificada entre $76 \leq 100$ unidades

3. ANALISIS DE LA MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS DE LA UNIDAD OPERATIVA

De acuerdo al diligenciamiento de la matriz de impactos que se realizó en campo a la unidad operativa INSTITUCIONES DE SALUD / EPS - IPS se identifica que los impactos ambientales evaluados son 22 los cuales se encuentran distribuidos de acuerdo a su efecto tal y como se identifica en la tabla 3.

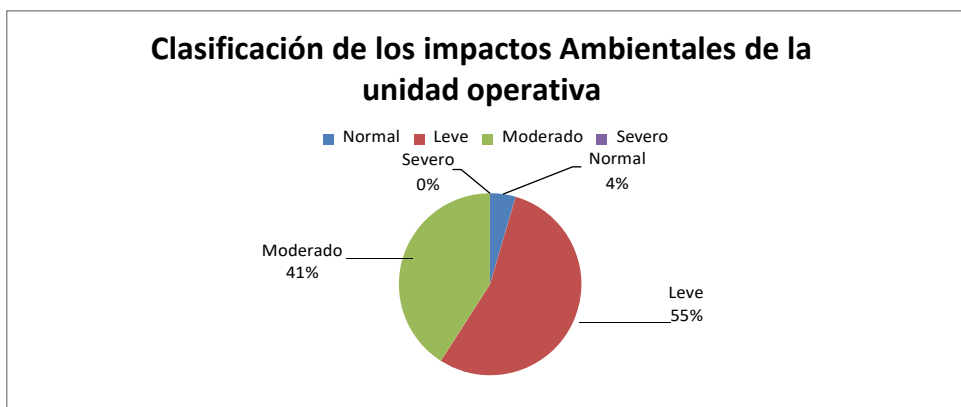
Tabla 3. Identificación de la clase de impactos

Clase de efecto	Numero de impactos
Normal	1
Leve	12
Moderado	9
Severo	0

En la grafica 1 se muestra la valoración de los impactos de acuerdo a su clasificación donde el 4,55% de los impactos del predio son normales lo cual quiere decir son de baja intensidad y no ocasionan daños al medio ambiente en general.


Por otro lado los impactos con valoración leve representan el 54,55%, lo cual quiere decir que son impactos de intensidad media y son reversibles a mediano plazo.



Grafica 1. Clasificación de los impactos Ambientales de la unidad operativa



Adicionalmente en la grafica se identifican los impactos con clasificación moderada los cuales representan el			
40,91		% del total de los impactos valorados, lo cual quiere decir que su intensidad es alta	
y sus medidas de compensación deben ser correctivas o de compensación. Finalmente los impactos clasificados como severos representan			
0,00		% con una intensidad muy alta y con una afectación irreversible.	
4. CONTROLES OPERACIONALES			
El control operacional de los impactos identificados hace referencia a establecer medidas que pueden ser de control, mitigación, prevención, compensación o recuperación dependiendo de los impactos generados por las actividades de la Unidad operativa, de acuerdo a los resultados de la matriz se proponen las siguiente acción de control, las cuales se realizan sobre la implementación de los planes, programas, políticas, procedimientos y demás lineamientos ambientales de la entidad los cuales son articulados con el plan desarrollo empresarial:			
En el componente normativo, dar cumplimiento lo siguiente:	Resolución 631 de 2015, Artículo 11, Parámetros y valores máximos permisibles en los vertimientos de aguas superficiales y a sistemas de alcantarillado público.		
	Decreto 4741 de 2005, Artículos 11, 20, 21 y 23, Gestión de los residuos especiales peligrosos		
	Decreto 1076 de 2015, Secciones 4 y 5, Vertimientos a cuerpos superficiales de agua y sistemas de alcantarillado		
Tener en cuenta lo establecido en:	PDM	PDD	PDN
En realacion a los programas tener presentes los siguientes:	Uso y manjo eficiente del agua		
	Separación en la fuente		
	Control de emisiones		
Se recomienda realizar los siguientes controles:	Control de vertimientos		
	Control en el consumo de agua		
Nombre de quien Revisa		Andres Steven Oliveros	
Cargo	Pasante - Ingeniería Ambiental	Firma	

Anexo B. Evaluación de Impacto Ambiental Instituciones Educativas

 Universidad del Cauca Facultad de Ingeniería y Arquitectura Popayán S.A.S.P		INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA										CODIGO		FIMEIA										
		VERSION 1										13		OCT 2022										
NOMBRE DE LA EMPRESA/ORGANIZACION/ENTIDAD		MATRIZ DE EVALUACION DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES										FECHA		SERVICIOS DE SALUD										
SECUNDARIO		INSTITUCIONES EDUCATIVAS/COLEGIOS - UNIVERSIDADES										ACTIVIDAD ECONOMICA		NO APLICA										
SECTOR DE LA ECONOMIA		BARRIO		MODELO		ESTRATO		VEREDA		TELEFONO														
COLECTOR		Colector Michiganga		4																				
NOMBRE DEL (LA) DIRECTOR(A) O COORDINADOR(A) DEL AREA O SECCION		IMPACTO AMBIENTAL		RECURSO		TIPO DE IMPACTO		EXTENSION (EX) (Area de influencia)		INTENSIDAD (I) (Grado de destrucción)		DURACION (D) (Plazo de manifestación)		REVERSIBILIDAD (RV)		PERIODICIDAD (PR)		CANTIDAD (C)		ACUMULACION (AC)		CLASE DE EFECTO		
ACTIVIDAD		ASPECTO AMBIENTAL		RECURSO		TIPO DE IMPACTO		EXTENSION (EX) (Area de influencia)		INTENSIDAD (I) (Grado de destrucción)		DURACION (D) (Plazo de manifestación)		REVERSIBILIDAD (RV)		PERIODICIDAD (PR)		CANTIDAD (C)		ACUMULACION (AC)		CLASE DE EFECTO		
Uso de baños	15. CONSUMOS DE AGUA	4. AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES	AGUA	3	3	3	3	7	1	1	1	7	10	10	50	10	10	10	10	10	10	10	10	MODERADO
	17. INSTALACION DE AHORRADORES DE AGUA	8. CONTAMINACION DEL RECURSO AGUA	AGUA	3	3	3	3	7	1	1	1	7	10	10	41	10	10	10	10	10	10	10	10	LEVE
	2. GENERACION DE RESIDUOS NO APROVECHABLES	18. REDUCCION DEL CONSUMO DE AGUA	AGUA	1	1	1	1	7	1	1	1	7	10	10	42	10	10	10	10	10	10	10	10	LEVE
	18. VERTIMIENTOS DOMESTICOS CON RESERVA AL ALCANTARILLADO	8. CONTAMINACION DEL RECURSO AGUA	AGUA	1	1	1	1	7	1	1	1	7	10	10	34	10	10	10	10	10	10	10	10	LEVE
	15. CONSUMOS DE AGUA	3. AFECTACION A LA SALUD HUMANA	TODOS	3	3	3	3	7	1	1	1	7	10	10	31	10	10	10	10	10	10	10	10	LEVE
	15. CONSUMOS DE AGUA	8. CONTAMINACION DEL RECURSO AGUA	AGUA	3	3	3	3	7	1	1	1	7	10	10	43	10	10	10	10	10	10	10	10	LEVE
	15. CONSUMOS DE AGUA	4. AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES	AGUA	3	3	3	3	7	1	1	1	7	10	10	57	10	10	10	10	10	10	10	10	MODERADO
	28. GENERACION DE HUMEDAD	8. CONTAMINACION DEL RECURSO AGUA	AGUA	3	3	3	3	7	1	1	1	7	10	10	53	10	10	10	10	10	10	10	10	MODERADO
Nombre de quien Diligencia		Andres Steven Oliveros		Cargo		Pasante - Ingeniería Ambiental		Firma																

 	INFORME TECNICO APLICACIÓN MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES		Fecha de Diligenciamiento		
			13	OCT	2022
NOMBRE DE LA EMPRESA/ORGANIZACIÓN/ENTIDAD	INSTITUCIONES EDUCATIVAS/COLEGIOS - UNIVERSIDADES				
ACTIVIDAD ECONÓMICA	SERVICIOS DE SALUD	SECTOR DE LA ECONOMIA		SECUNDARIO	
BARRIO	MODELO		VEREDA	NO APLICA	
COLECTOR	Colector Machangara				
ESTRATO	4	TELÉFONO		0	
NOMBRE DEL (LA) DIRECTOR(A) O COORDINADOR(A) DEL AREA O SECCION					
0					
E-MAIL	0				
1. OBJETIVO					
<p>Identificar y evaluar la importancia de los impactos ambientales generados por la unidad operativa utilizando como herramienta la matriz de aspectos e impactos ambientales, con el fin de determinar las oportunidades de mejora o soluciones alternativas para garantizar que las actividades derivadas de la prestación de los servicios cumplan con la normatividad Ambiental Vigente.</p>					
2. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS EN LAS UNIDADES OPERATIVA					
<p>La evaluación e identificación del impacto ambiental es un proceso destinado a prever e informar sobre los efectos que una determinada actividad o proyecto pueden ocasionar en el medio ambiente. Para ello la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, uso la matriz de Aspectos e impactos ambientales la cual permite evaluar el impacto generado por la Unidad operativa teniendo en cuenta el tipo de servicio, las actividades relacionadas con la prestación del servicio, el aspecto ambiental, el recurso afectado y los atributos que son relacionados en la tabla 1 con sus valoración.</p>					
<i>Tabla 1. Parámetros y valoración del impacto</i>					
ATRIBUTO	VALORACIÓN		ATRIBUTO	VALORACIÓN	
TIPO DE IMPACTO	Impacto positivo	+	REVERSIBILIDAD (RV)	Corto plazo	1
	Impacto negativo	-		Mediano plazo	3
EXTENCIÓN (EX)	Puntual	1		Largo plazo	7
	Local	3		Irreversible	10
	Regional	7	PERIODICIDAD (PR)	Discontinuo	1
	Nacional	10		Periódico	3
INTENSIDAD (I)	Baja	1	Continuo	7	
	Media	3	Irregular	10	
	Alta	7	CANTIDAD (C)	Insignificante	1
	Muy alta	10		Baja	3
DURACION (D)	Largo plazo	1		Moderada	7
	Mediano plazo	3	Alta	10	
	Corto plazo	7	ACUMULACIÓN (AC)	Simple	1
	Inmediato	10		Acumulativo	10
<p>Finalmente se establece el grado de importancia del impacto generado sobre el recurso, y con ello se realiza la jerarquización en un rango de importancia, la clase de efecto y trama del color que se especifican a continuación</p>					
Tabla 2. Rangos de jerarquización de la importancia del efecto					
Rango de Importancia	Clase de efecto	Trama			
0 ≤ 25	Normal	Verde			
26 ≤ 50	Leve	Amarillo			
51 ≤ 75	Moderado	Naranja			
76 ≤ 100	Severo	Rojo			

Impacto Ambiental Normal: Es aquel que por su baja intensidad y por su poca permanencia en el medio son reversibles a corto plazo. Generalmente no son muy notorios debido a su baja magnitud, es decir son aquellos que no ocasionan daños considerables al medio ambiente en general. Se contempla con una valoración de $0 \leq 25$ unidades en el rango de importancia para la calificación de impactos ambientales

Impacto Ambiental leve: Son considerados de intensidad media, extensión local, su reversibilidad al igual que su duración es de mediano plazo. Las medidas de manejo que se pueden generar para este tipo de impactos son de mitigación, **corrección** y prevención. La calificación de este se encuentra en el rango entre $26 \leq 50$ unidades de calificación.

Impacto Ambiental Moderado: Esta categoría suelen tener una intensidad alta, tienen una duración de corto plazo (el tiempo de afectación es superior a un año, reversibles a largo plazo y su periodicidad es continua. Las medidas de manejo son de **corrección** prevención, mitigación y hasta compensación. La calificación de importancia se encuentra en el rango entre $51 \leq 75$ unidades de calificación.

Impacto Ambiental Severo: Son impactos con una intensidad muy alta, su extensión es total, su duración es inmediata, es irreversible y su aparición es irregular. Las medidas de manejo para este tipo de impactos son corrección, prevención, mitigación y hasta compensación. Su importancia está calificada entre $76 \leq 100$ unidades

3. ANALISIS DE LA MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS DE LA UNIDAD OPERATIVA

De acuerdo al diligenciamiento de la matriz de impactos que se realizó en campo a la unidad operativa INSTITUCIONES EDUCATIVAS/COLEGIOS - UNIVERSIDADES se identifica que los impactos ambientales evaluados son los cuales se encuentran distribuidos de acuerdo a su efecto tal y como se identifica en la tabla 3.

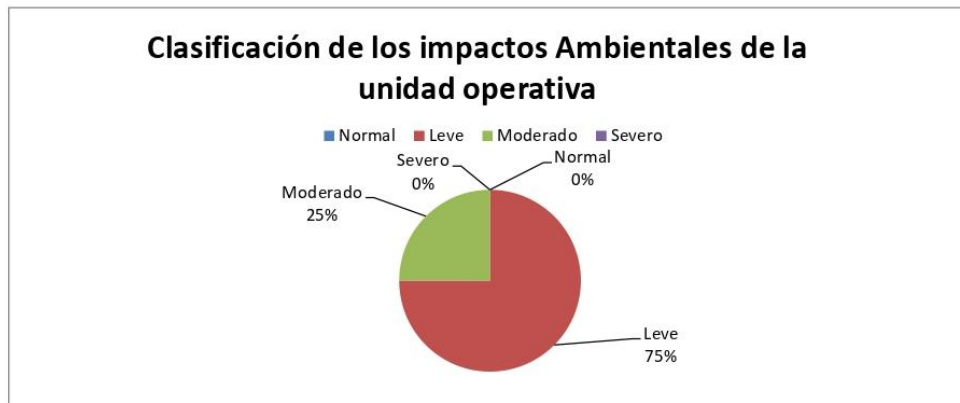
Tabla 3. Identificación de la clase de impactos

Clase de efecto	Numero de impactos
Normal	0
Leve	6
Moderado	2
Severo	0

En la gráfica 1 se muestra la valoración de los impactos de acuerdo a su clasificación donde el % de los impactos del predio son normales lo cual quiere decir son de baja intensidad y no ocasionan daños al medio ambiente en general.

Por otro lado los impactos con valoración leve representan el %, lo cual quiere decir que son impactos de intensidad media y son reversibles a mediano plazo.

Gráfica 1. Clasificación de los impactos Ambientales de la unidad operativa



Adicionalmente en la grafica se identifican los impactos con clasificación moderada los cuales representan el % del total de los impactos valorados, lo cual quiere decir que su intensidad es alta y sus medidas de compensación deben ser correctivas o de compensación. Finalmente los impactos clasificados como severos representan % con una intensidad muy alta y con una afectación irreversible.


4. CONTROLES OPERACIONALES

El control operacional de los impactos identificados hace referencia a establecer medidas que pueden ser de control, mitigación, prevención, compensación o recuperación dependiendo de los impactos generados por las actividades de la Unidad operativa, de acuerdo a los resultados de la matriz se proponen las siguiente acción de control, las cuales se realizan sobre la implementación de los planes, programas, políticas, procedimientos y demás lineamientos ambientales de la entidad los cuales son articulados con el plan desarrollo empresarial:

En el componente normativo, dar cumplimiento lo siguiente:	Resolución 631 de 2015, Artículo 11, Parámetros y valores máximos permisibles en los vertimientos de aguas superficiales y a sistemas de alcantarillado público.			
	Decreto 4741 de 2005, Artículos 11, 20, 21 y 23, Gestión de los residuos especiales peligrosos			
	Decreto 1076 de 2015, Secciones 4 y 5, Vertimientos a cuerpos superficiales de agua y sistemas de alcantarillado			
Tener en cuenta lo establecido en:	PDM	PDD	PDN	
En realacion a los programas tener presentes los siguientes:	Uso y manjo eficiente del agua			
	Separación en la fuente			
	Control de emisiones			
Se recomienda realizar los siguientes controles:	Control de vertimientos			
	Control en el consumo de agua			
Nombre de quien Revisa	Andres Steven Oliveros			
Cargo	Pasante - Ingeniería Ambiental		Firma	

Anexo C. Evaluación de Impacto Ambiental Sector Domiciliario

UNIAUTONOMA DEL CAUCA		INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA		CODIGO		FMEA								
NOMBRE DE LA EMPRESA/ORGANIZACIÓN/ENTIDAD		MATRIZ DE EVALUACION DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES		FECHA		VERSION 1								
SECTOR DE LA ECONOMIA		ACTIVIDAD ECONOMICA		13		OCT 2022								
COLECTOR		VIVIENDAS - SECTOR DOMICILIARIO		VEREDA		VIVIENDA								
SECCIONARIO		BARRIO		TELEFONO		NO APLICA								
NOMBRE DEL (LA) DIRECTOR(A) O COORDINADOR(A) DEL AREA O SECCION		ESTRATO		4										
NOMBRE DEL (LA) DIRECTOR(A) O COORDINADOR(A) DEL AREA O SECCION		IMPACTO AMBIENTAL		E-MAIL										
TIPO DE SERVICIO	ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	RECURSO	TIPO DE IMPACTO	Extension (EX) (Area de influencia)	Intensidad (I) Grado de destrucción	Duration (D) (plazo de manifestación)	Reversibilidad (RV)	Periodicidad (PR)	Cantidad (C)	Acumulación (AC)	Importancia	clase de efecto	
PRIVADO	Uso de sanitarios	15. CONSUMOS DE AGUA	AGUA	1	3	3	10	7	1	7	10	50	MODERADO	
		8. CONTAMINACION DE RESIDUOS NO APROVECHABLES	AGUA	1	3	3	7	1	1	7	10	41	LEVE	
		2. GENERACION DE RESIDUOS NO APROVECHABLES	AGUA	1	3	3	7	1	1	7	10	34	LEVE	
		18. VERTIDOS NO DOMESTICOS CON DESCARGA AL CANTARELLADO	AGUA	1	3	3	7	1	1	7	10	31	LEVE	
		15. CONSUMOS DE AGUA	AGUA	1	3	3	7	7	10	3	1	43	LEVE	
		15. CONSUMOS DE AGUA	AGUA	1	3	3	7	3	3	7	10	57	MODERADO	
		24. GENERACION DE ACEITES PROVENIENTES DE LA COCINA	AGUA	1	3	3	7	3	3	7	10	50	MODERADO	
		2. AFECTACION A LA FLORA	AGUA	1	3	3	7	3	3	7	10	41	LEVE	
		8. CONTAMINACION DEL RECURSO AGUA	AGUA	1	3	3	7	3	3	7	10	29	LEVE	
		15. CONSUMOS DE AGUA	AGUA	1	3	3	7	7	10	3	1	33	LEVE	
		4. AZOTAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES	AGUA	1	3	3	10	7	7	3	7	1	30	LEVE
		8. CONTAMINACION DEL RECURSO AGUA	AGUA	1	3	3	7	7	7	3	7	10	44	LEVE
		15. CONSUMOS DE AGUA	AGUA	1	3	3	7	7	7	3	7	10	64	MODERADO
		14. PERDIDA DE BIODIVERSIDAD	AGUA	1	3	3	7	3	7	3	7	10	48	LEVE
Nombre de quien Diligencia		Andrés Steven Olivares		Cargo		Pasante - Ingeniería Ambiental		Firma						

	INFORME TECNICO		Fecha de Diligenciamiento		
	APLICACIÓN MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES			13	OCT
NOMBRE DE LA EMPRESA/ORGANIZACIÓN/ENTIDAD	VIVIENDAS - SECTOR DOMICILIARIO				
ACTIVIDAD ECONÓMICA	VIVENDA	SECTOR DE LA ECONOMIA		SECUNDARIO	
BARRIO	0		VEREDA	NO APLICA	
COLECTOR	Colector Machangara				
ESTRATO	4	TELEFONO		0	
NOMBRE DEL (LA) DIRECTOR(A) O COORDINADOR(A) DEL AREA O SECCION					
0					
E-MAIL	0				

1. OBJETIVO

Identificar y evaluar la importancia de los impactos ambientales generados por la unidad operativa utilizando como herramienta la matriz de aspectos e impactos ambientales, con el fin de determinar las oportunidades de mejora o soluciones alternativas para garantizar que las actividades derivadas de la prestación de los servicios cumplan con la normatividad Ambiental Vigente.

2. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS EN LAS UNIDADES OPERATIVA

La **evaluación e identificación del impacto ambiental** es un proceso destinado a prever e informar sobre los efectos que una determinada actividad o proyecto pueden ocasionar en el medio ambiente. Para ello la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, uso la matriz de Aspectos e impactos ambientales la cual permite evaluar el impacto generado por la Unidad operativa teniendo en cuenta el tipo de servicio, las actividades relacionadas con la prestación del servicio, el aspecto ambiental, el recurso afectado y los atributos que son relacionados en la tabla 1 con sus valoración.

Tabla 1. Parámetros y valoración del impacto

ATRIBUTO	VALORACIÓN		ATRIBUTO	VALORACIÓN	
	TIPO DE IMPACTO	Impacto positivo		+	REVERSIBILIDAD (RV)
	Impacto negativo	-	Mediano plazo	3	
EXTENCIÓN (EX)	Puntual	1	PERIODICIDAD (PR)	Largo plazo	7
	Local	3		Irreversible	10
	Regional	7		Discontinuo	1
INTENSIDAD (I)	Nacional	10	CANTIDAD (C)	Periódico	3
	Baja	1		Continuo	7
	Media	3		Irregular	10
DURACION (D)	Alta	7	ACUMULACIÓN (AC)	Insignificante	1
	Muy alta	10		Baja	3
	Largo plazo	1		Moderada	7
	Mediano plazo	3		Alta	10
	Corto plazo	7		Simple	1
	Inmediato	10		Acumulativo	10

Finalmente se establece el grado de importancia del impacto generado sobre el recurso, y con ello se realiza la jerarquización en un rango de importancia, la clase de efecto y trama del color que se especifican a continuación

Tabla 2. Rangos de jerarquización de la importancia del efecto

Rango de Importancia	Clase de efecto	Trama
0 ≤ 25	Normal	Verde
26 ≤ 50	Leve	Amarillo
51 ≤ 75	Moderado	Naranja
76 ≤ 100	Severo	Rojo

Impacto Ambiental Normal: Es aquel que por su baja intensidad y por su poca permanencia en el medio son reversibles a corto plazo. Generalmente no son muy notorios debido a su baja magnitud, es decir son aquellos que no ocasionan daños considerables al medio ambiente en general. Se contempla con una valoración de $0 \leq 25$ unidades en el rango de importancia para la calificación de impactos ambientales

Impacto Ambiental leve: Son considerados de intensidad media, extensión local, su reversibilidad al igual que su duración es de mediano plazo. Las medidas de manejo que se pueden generar para este tipo de impactos son de mitigación, **corrección** y prevención. La calificación de este se encuentra en el rango entre $26 \leq 50$ unidades de calificación.

Impacto Ambiental Moderado: Esta categoría suelen tener una intensidad alta, tienen una duración de corto plazo (el tiempo de afectación es superior a un año, reversibles a largo plazo y su periodicidad es continua. Las medidas de manejo son de **corrección**, prevención, mitigación y hasta compensación. La calificación de importancia se encuentra en el rango entre $51 \leq 75$ unidades de calificación.

Impacto Ambiental Severo: Son impactos con una intensidad muy alta, su extensión es total, su duración es inmediata, es irreversible y su aparición es irregular. Las medidas de manejo para este tipo de impactos son corrección, prevención, mitigación y hasta compensación. Su importancia está calificada entre $76 \leq 100$ unidades

3. ANALISIS DE LA MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS DE LA UNIDAD OPERATIVA

De acuerdo al diligenciamiento de la matriz de impactos que se realizó en campo a la unidad operativa VIVIENDAS - SECTOR DOMICILIARIO se identifica que los impactos ambientales evaluados son 14 los cuales se encuentran distribuidos de acuerdo a su efecto tal y como se identifica en la tabla 3.

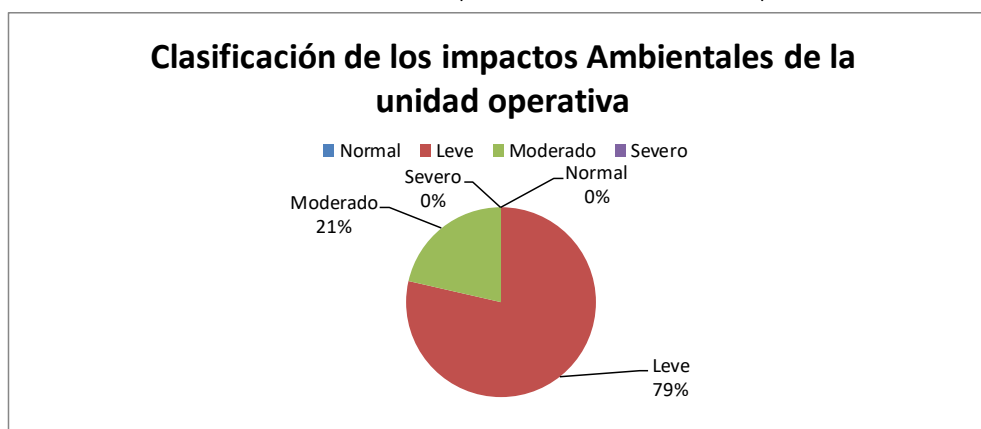
Tabla 3. Identificación de la clase de impactos

Clase de efecto	Numero de impactos
Normal	0
Leve	11
Moderado	3
Severo	0

En la grafica 1 se muestra la valoración de los impactos de acuerdo a su clasificación donde el 0,00% de los impactos del predio son normales lo cual quiere decir son de baja intensidad y no ocasionan daños al medio ambiente en general.

Por otro lado los impactos con valoración leve representan el 78,57%, lo cual quiere decir que son impactos de intensidad media y son reversibles a mediano plazo.

Grafica 1. Clasificación de los impactos Ambientales de la unidad operativa




Adicionalmente en la grafica se identifican los impactos con clasificación moderada los cuales representan el % del total de los impactos valorados, lo cual quiere decir que su intensidad es alta y sus medidas de compensación deben ser correctivas o de compensación. Finalmente los impactos clasificados como severos representan % con una intensidad muy alta y con una afectación irreversible.

4. CONTROLES OPERACIONALES

El control operacional de los impactos identificados hace referencia a establecer medidas que pueden ser de control, mitigación, prevención, compensación o recuperación dependiendo de los impactos generados por las actividades de la Unidad operativa, de acuerdo a los resultados de la matriz se proponen las siguiente acción de control, las cuales se realizan sobre la implementación de los planes, programas, políticas, procedimientos y demás lineamientos ambientales de la entidad los cuales son articulados con el plan desarrollo empresarial:

En el componente normativo, dar cumplimiento lo siguiente:	Resolución 631 de 2015, Artículo 11, Parámetros y valores máximos permisibles en los vertimientos de aguas superficiales y a sistemas de alcantarillado público.		
	Decreto 4741 de 2005, Artículos 11, 20, 21 y 23, Gestión de los residuos especiales peligrosos		
	Decreto 1076 de 2015, Secciones 4 y 5, Vertimientos a cuerpos superficiales de agua y sistemas de alcantarillado		
Tener en cuenta lo establecido en:	PDM	PDD	PDN
En realacion a los programas tener presentes los siguientes:	Uso y manjo efficiente del agua		
	Separación en la fuente		
	Control de emisiones		
Se recomienda realizar los siguientes controles:	Control de vertimientos		
	Control en el consumo de agua		
Nombre de quien Revisa	Andres Steven Oliveros		
Cargo	<u>Pasante - Ingeniería Ambiental</u>	Firma	

		INFORME TECNICO APLICACIÓN MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES		Fecha de Diligenciamiento		
				13	OCT	
NOMBRE DE LA EMPRESA/ORGANIZACIÓN/ENTIDAD		SECTOR HOTELERO				
ACTIVIDAD ECONÓMICA		VIVENDA	SECTOR DE LA ECONOMIA		SECUNDARIO	
BARRIO		0		VEREDA	NO APLICA	
COLECTOR		Colector Machangara				
ESTRATO		4	TELEFONO		0	
NOMBRE DEL (LA) DIRECTOR(A) O COORDINADOR(A) DEL AREA O SECCION						
0						
E-MAIL		0				
1. OBJETIVO						
<p>Identificar y evaluar la importancia de los impactos ambientales generados por la unidad operativa utilizando como herramienta la matriz de aspectos e impactos ambientales, con el fin de determinar las oportunidades de mejora o soluciones alternativas para garantizar que las actividades derivadas de la prestación de los servicios cumplan con la normatividad Ambiental Vigente.</p>						
2. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS EN LAS UNIDADES OPERATIVA						
<p>La evaluación e identificación del impacto ambiental es un proceso destinado a prever e informar sobre los efectos que una determinada actividad o proyecto pueden ocasionar en el medio ambiente. Para ello la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, uso la matriz de Aspectos e impactos ambientales la cual permite evaluar el impacto generado por la Unidad operativa teniendo en cuenta el tipo de servicio, las actividades relacionadas con la prestación del servicio, el aspecto ambiental, el recurso afectado y los atributos que son relacionados en la tabla 1 con sus valoración.</p>						
Tabla 1. Parámetros y valoración del impacto						
ATRIBUTO	VALORACIÓN		ATRIBUTO	VALORACIÓN		
TIPO DE IMPACTO	Impacto positivo	+	REVERSIBILIDAD (RV)	Corto plazo	1	
	Impacto negativo	-		Mediano plazo	3	
EXTENSIÓN (EX)	Puntual	1		Largo plazo	7	
	Local	3		Irreversible	10	
	Regional	7		PERIODICIDAD (PR)	Discontinuo	1
	Nacional	10			Periódico	3
INTENSIDAD (I)	Baja	1	CANTIDAD (C)	Continuo	7	
	Media	3		Irregular	10	
	Alta	7		Insignificante	1	
	Muy alta	10		Baja	3	
DURACION (D)	Largo plazo	1	ACUMULACIÓN (AC)	Moderada	7	
	Mediano plazo	3		Alta	10	
	Corto plazo	7		Simple	1	
	Inmediato	10		Acumulativo	10	
<p>Finalmente se establece el grado de importancia del impacto generado sobre el recurso, y con ello se realiza la jerarquización en un rango de importancia, la clase de efecto y trama del color que se especifican a continuación</p>						
Tabla 2. Rangos de jerarquización de la importancia del efecto						
Rango de Importancia		Clase de efecto	Trama			
0 ≤ 25		Normal	Verde			
26 ≤ 50		Leve	Amarillo			
51 ≤ 75		Moderado	Naranja			
76 ≤ 100		Severo	Rojo			

Impacto Ambiental Normal: Es aquel que por su baja intensidad y por su poca permanencia en el medio son reversibles a corto plazo. Generalmente no son muy notorios debido a su baja magnitud, es decir son aquellos que no ocasionan daños considerables al medio ambiente en general. Se contempla con una valoración de $0 \leq 25$ unidades en el rango de importancia para la calificación de impactos ambientales

Impacto Ambiental leve: Son considerados de intensidad media, extensión local, su reversibilidad al igual que su duración es de mediano plazo. Las medidas de manejo que se pueden generar para este tipo de impactos son de mitigación, **corrección** y prevención. La calificación de este se encuentra en el rango entre $26 \leq 50$ unidades de calificación.

Impacto Ambiental Moderado: Esta categoría suelen tener una intensidad alta, tienen una duración de corto plazo (el tiempo de afectación es superior a un año, reversibles a largo plazo y su periodicidad es continua. Las medidas de manejo son de **corrección** prevención, mitigación y hasta compensación. La calificación de importancia se encuentra en el rango entre $51 \leq 75$ unidades de calificación.

Impacto Ambiental Severo: Son impactos con una intensidad muy alta, su extensión es total, su duración es inmediata, es irreversible y su aparición es irregular. Las medidas de manejo para este tipo de impactos son corrección, prevención, mitigación y hasta compensación. Su importancia está calificada entre $76 \leq 100$ unidades

3. ANALISIS DE LA MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS DE LA UNIDAD OPERATIVA

De acuerdo al diligenciamiento de la matriz de impactos que se realizó en campo a la unidad operativa SECTOR HOTELERO se identifica que los impactos ambientales evaluados son 14 los cuales se encuentran distribuidos de acuerdo a su efecto tal y como se identifica en la tabla 3.

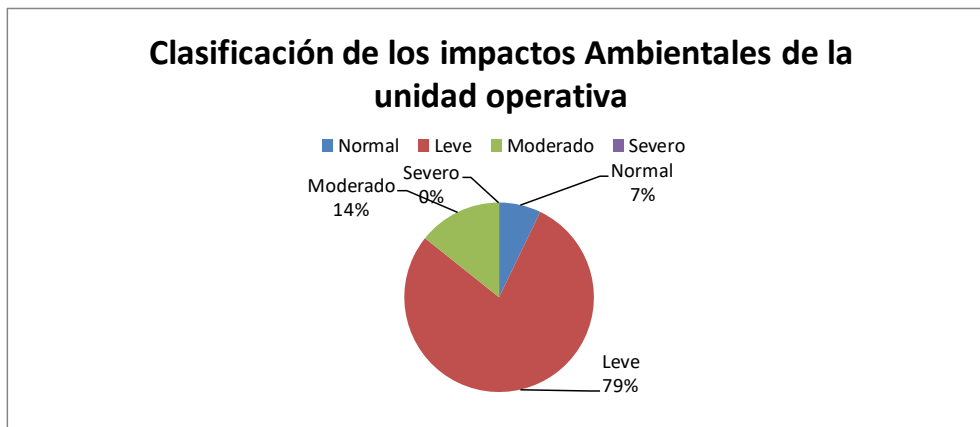
Tabla 3. Identificación de la clase de impactos

Clase de efecto	Numero de impactos
Normal	1
Leve	11
Moderado	2
Severo	0

En la grafica 1 se muestra la valoración de los impactos de acuerdo a su clasificación donde el 7,14% de los impactos del predio son normales lo cual quiere decir son de baja intensidad y no ocasionan daños al medio ambiente en general.



Por otro lado los impactos con valoración leve representan el 78,57%, lo cual quiere decir que son impactos de intensidad media y son reversibles a mediano plazo.



Grafica 1. Clasificación de los impactos Ambientales de la unidad operativa



Adicionalmente en la grafica se identifican los impactos con clasificación moderada los cuales representan el			
14,29		% del total de los impactos valorados, lo cual quiere decir que su intensidad es alta	
y sus medidas de compensación deben ser correctivas o de compensación. Finalmente los impactos clasificados como severos representan			
0,00		% con una intensidad muy alta y con una afectación irreversible.	
4. CONTROLES OPERACIONALES			
El control operacional de los impactos identificados hace referencia a establecer medidas que pueden ser de control, mitigación, prevención, compensación o recuperación dependiendo de los impactos generados por las actividades de la Unidad operativa, de acuerdo a los resultados de la matriz se proponen las siguiente acción de control, las cuales se realizan sobre la implementación de los planes, programas, políticas, procedimientos y demás lineamientos ambientales de la entidad los cuales son articulados con el plan desarrollo empresarial:			
En el componente normativo, dar cumplimiento lo siguiente:	Resolución 631 de 2015, Artículo 11, Parámetros y valores máximos permisibles en los vertimientos de aguas superficiales y a sistemas de alcantarillado público.		
	Decreto 4741 de 2005, Artículos 11, 20, 21 y 23, Gestión de los residuos especiales peligrosos		
	Decreto 1076 de 2015, Secciones 4 y 5, Vertimientos a cuerpos superficiales de agua y sistemas de alcantarillado		
Tener en cuenta lo establecido en:	PDM	PDD	PDN
En realacion a los programas tener presentes los siguientes:	Uso y manjo efficiente del agua		
	Separación en la fuente		
	Control de emisiones		
Se recomienda realizar los siguientes controles:	Control de vertimientos		
	Control en el consumo de agua		
Nombre de quien Revisa	Andres Steven Oliveros		
Cargo	Pasante - Ingeniería Ambiental	Firma	

Anexo E. Evaluación de Impacto Ambiental Centros Comerciales

 Uniautónoma DEL CAUCA		 Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A.S.P.		INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA				CODIGO		FMEIA					
NOMBRE DE LA EMPRESA ORGANIZACIÓN/ ENTIDAD				MATRIZ DE EVALUACION DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES				VERSION 1		2022					
SECTOR DE LA ECONOMIA				ACTIVIDAD ECONOMICA				FECHA		SERVICIOS DE SALUD					
COLECTOR				BARRIO				VEREDA		NO APLICA					
NOMBRE DEL(LA) DIRECTOR(A) O COORDINADOR(A) DEL AREA O SECCION				ESTRATO				TELEFONO		E-MAIL					
NOMBRE DE LA EMPRESA ORGANIZACIÓN/ ENTIDAD				CENTRO COMERCIALES				ACTIVIDAD ECONOMICA		NO APLICA					
SECTOR DE LA ECONOMIA				BARRIO				VEREDA		NO APLICA					
COLECTOR				Colector Machangara				TELEFONO		E-MAIL					
NOMBRE DEL(LA) DIRECTOR(A) O COORDINADOR(A) DEL AREA O SECCION				ESTRATO				TELEFONO		E-MAIL					
TIPO DE SERVICIO	ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	RECURSO	TIPO DE IMPACTO	Extensión (EX) (Área de influencia)	Intensidad (I) Grado de destrucción	Duración (D) (plazo de manifestación)	Reversibilidad (RV)	Periodicidad (PR)	Cantidad (C)	Acumulación (AC)	Importancia	Clase de efecto	
	Uso de sanitarios	15. CONSUMOS DE AGUA	4. AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES	AGUA	-	3	3	10	7	1	7	10	50	MODERADO	
			8. CONTAMINACIÓN DEL RECURSO AGUA	AGUA	-	3	3	7	1	1	7	10	41	LEVE	
		17. INSTALACIÓN DE AHORRADORES DE AGUA	18. REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA	AGUA	+	1	1	10	7	7	3	10	42	LEVE	
		2. GENERACIÓN DE RESIDUOS NO APROVECHABLES	8. CONTAMINACIÓN DEL RECURSO AGUA	AGUA	-	1	1	7	1	10	1	10	34	LEVE	
	Empresa de agua y canales	19. VERTIMIENTOS DOMÉSTICOS CON RECARGA AL CANTARILLADO	3. AFECTACIÓN A LA SALUD HUMANA	TIPOS	-	1	3	1	7	10	1	1	31	LEVE	
		15. CONSUMOS DE AGUA	8. CONTAMINACIÓN DEL RECURSO AGUA	AGUA	-	3	3	7	7	10	3	1	43	LEVE	
		15. CONSUMOS DE AGUA	4. AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES	AGUA	-	3	7	7	3	3	7	10	57	MODERADO	
			8. CONTAMINACIÓN DEL RECURSO AGUA	AGUA	-	3	7	3	3	3	7	10	50	MODERADO	
		24. GENERACIÓN DE ACEITES PROVENIENTES DE LA COCINA	8. CONTAMINACIÓN DEL RECURSO AGUA	AGUA	-	1	3	1	7	10	3	1	33	LEVE	
			1. AFECTACIÓN A LA FAUNA	FAUNA	-	7	3	3	7	10	3	10	56	MODERADO	
			2. AFECTACIÓN A LA FLORA	FLORA	-	3	3	7	7	10	7	10	56	MODERADO	
Nombre de quien Diligencia				Andrés Steven Ojiveros				Cargo		Peasante - Ingeniería Ambiental		Firma		MODERADO	

 	INFORME TECNICO		Fecha de Diligenciamiento		
	APLICACIÓN MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES		13	OCT	2022
NOMBRE DE LA EMPRESA/ORGANIZACIÓN/ENTIDAD	CENTROS COMERCIALES				
ACTIVIDAD ECONÓMICA	SERVICIOS DE SALUD	SECTOR DE LA ECONOMIA		SECUNDARIO	
BARRIO	0		VEREDA	NO APLICA	
COLECTOR	Colector Machangara				
ESTRATO	4	TELEFONO		0	
NOMBRE DEL (LA) DIRECTOR(A) O COORDINADOR(A) DEL AREA O SECCION					
0					
E-MAIL	0				
1. OBJETIVO					
Identificar y evaluar la importancia de los impactos ambientales generados por la unidad operativa utilizando como herramienta la matriz de aspectos e impactos ambientales, con el fin de determinar las oportunidades de mejora o soluciones alternativas para garantizar que las actividades derivadas de la prestación de los servicios cumplan con la normatividad Ambiental Vigente.					
2. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS EN LAS UNIDADES OPERATIVA					
La evaluación e identificación del impacto ambiental es un proceso destinado a prever e informar sobre los efectos que una determinada actividad o proyecto pueden ocasionar en el medio ambiente. Para ello la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, uso la matriz de Aspectos e impactos ambientales la cual permite evaluar el impacto generado por la Unidad operativa teniendo en cuenta el tipo de servicio, las actividades relacionadas con la prestación del servicio, el aspecto ambiental, el recurso afectado y los atributos que son relacionados en la tabla 1 con sus valoración.					
<i>Tabla 1. Parámetros y valoración del impacto</i>					
ATRIBUTO	VALORACIÓN		ATRIBUTO	VALORACIÓN	
TIPO DE IMPACTO	Impacto positivo	+	REVERSIBILIDAD (RV)	Corto plazo	1
	Impacto negativo	-		Mediano plazo	3
EXTENSIÓN (EX)	Puntual	1		Largo plazo	7
	Local	3		Irreversible	10
	Regional	7	PERIODICIDAD (PR)	Discontinuo	1
Nacional	10	Periódico		3	
INTENSIDAD (I)	Baja	1		Continuo	7
	Media	3	Irregular	10	
	Alta	7	CANTIDAD (C)	Insignificante	1
Muy alta	10	Baja		3	
DURACION (D)	Largo plazo	1		Moderada	7
	Mediano plazo	3		Alta	10
	Corto plazo	7	ACUMULACIÓN (AC)	Simple	1
	Inmediato	10		Acumulativo	10
Finalmente se establece el grado de importancia del impacto generado sobre el recurso, y con ello se realiza la jerarquización en un rango de importancia, la clase de efecto y trama del color que se especifican a continuación					
Tabla 2. Rangos de jerarquización de la importancia del efecto					
Rango de Importancia		Clase de efecto	Trama		
0 ≤ 25		Normal	Verde		
26 ≤ 50		Leve	Amarillo		
51 ≤ 75		Moderado	Naranja		
76 ≤ 100		Severo	Rojo		

Impacto Ambiental Normal: Es aquel que por su baja intensidad y por su poca permanencia en el medio son reversibles a corto plazo. Generalmente no son muy notorios debido a su baja magnitud, es decir son aquellos que no ocasionan daños considerables al medio ambiente en general. Se contempla con una valoración de $0 \leq 25$ unidades en el rango de importancia para la calificación de impactos ambientales

Impacto Ambiental leve: Son considerados de intensidad media, extensión local, su reversibilidad al igual que su duración es de mediano plazo. Las medidas de manejo que se pueden generar para este tipo de impactos son de mitigación, **corrección** y prevención. La calificación de este se encuentra en el rango entre $26 \leq 50$ unidades de calificación.

Impacto Ambiental Moderado: Esta categoría suelen tener una intensidad alta, tienen una duración de corto plazo (el tiempo de afectación es superior a un año, reversibles a largo plazo y su periodicidad es continua. Las medidas de manejo son de **corrección**, prevención, mitigación y hasta compensación. La calificación de importancia se encuentra en el rango entre $51 \leq 75$ unidades de calificación.

Impacto Ambiental Severo: Son impactos con una intensidad muy alta, su extensión es total, su duración es inmediata, es irreversible y su aparición es irregular. Las medidas de manejo para este tipo de impactos son corrección, prevención, mitigación y hasta compensación. Su importancia está calificada entre $76 \leq 100$ unidades

3. ANALISIS DE LA MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS DE LA UNIDAD OPERATIVA

De acuerdo al diligenciamiento de la matriz de impactos que se realizó en campo a la unidad operativa CENTROS COMERCIALES se identifica que los impactos ambientales evaluados son los cuales se encuentran distribuidos de acuerdo a su efecto tal y como se identifica en la tabla 3.

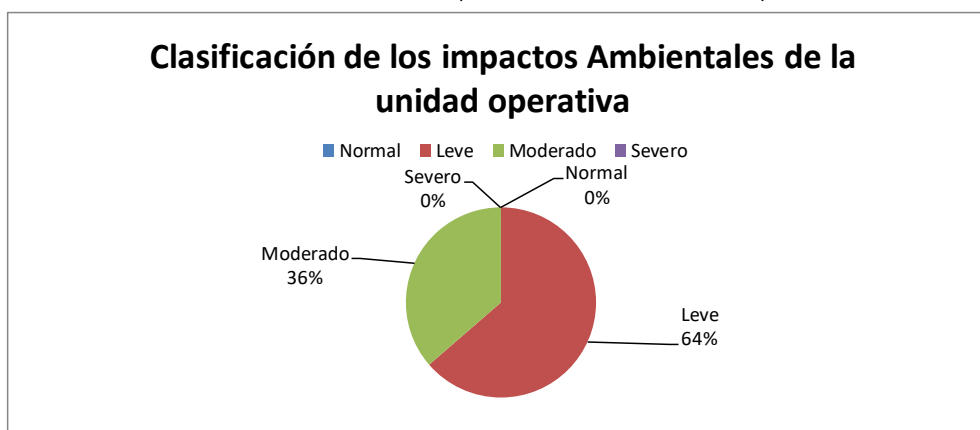
Tabla 3. Identificación de la clase de impactos

Clase de efecto	Numero de impactos
Normal	0
Leve	7
Moderado	4
Severo	0

En la gráfica 1 se muestra la valoración de los impactos de acuerdo a su clasificación donde el % de los impactos del predio son normales lo cual quiere decir son de baja intensidad y no ocasionan daños al medio ambiente en general.

Por otro lado los impactos con valoración leve representan el %, lo cual quiere decir que son impactos de intensidad media y son reversibles a mediano plazo.

Gráfica 1. Clasificación de los impactos Ambientales de la unidad operativa




Adicionalmente en la grafica se identifican los impactos con clasificación moderada los cuales representan el % del total de los impactos valorados, lo cual quiere decir que su intensidad es alta y sus medidas de compensación deben ser correctivas o de compensación. Finalmente los impactos clasificados como severos representan % con una intensidad muy alta y con una afectación irreversible.

4. CONTROLES OPERACIONALES

El control operacional de los impactos identificados hace referencia a establecer medidas que pueden ser de control, mitigación, prevención, compensación o recuperación dependiendo de los impactos generados por las actividades de la Unidad operativa, de acuerdo a los resultados de la matriz se proponen las siguiente acción de control, las cuales se realizan sobre la implementación de los planes, programas, políticas, procedimientos y demás lineamientos ambientales de la entidad los cuales son articulados con el plan desarrollo empresarial:

En el componente normativo, dar cumplimiento lo siguiente:	Resolución 631 de 2015, Artículo 11, Parámetros y valores máximos permisibles en los vertimientos de aguas superficiales y a sistemas de alcantarillado público.		
	Decreto 4741 de 2005, Artículos 11, 20, 21 y 23, Gestión de los residuos especiales peligrosos		
	Decreto 1076 de 2015, Secciones 4 y 5, Vertimientos a cuerpos superficiales de agua y sistemas de alcantarillado		
Tener en cuenta lo establecido en:	PDM	PDD	PDN
En realacion a los programas tener presentes los siguientes:	Uso y manjo eficiente del agua		
	Separación en la fuente		
	Control de emisiones		
Se recomienda realizar los siguientes controles:	Control de vertimientos		
	Control en el consumo de agua		
Nombre de quien Revisa	Andres Steven Oliveros		
Cargo	<u>Pasante - Ingeniería Ambiental</u>	Firma	



Anexo F. Evaluación de Impacto Ambiental Estaciones de Servicio

 CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA		INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA		CODIGO		FMEA			
NOMBRE DE LA EMPRESA/ORGANIZACIÓN/ENTIDAD		ESTACIONES DE SERVICIO		MATRIZ DE EVALUACION DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES		VERSION 1			
SECTOR DE LA ECONOMIA		BARRIO		ACTIVIDAD ECONOMICA		FECHA			
COLECTOR		MODELO		VEREDA		13 OCT 2022			
NOMBRE DEL (LA) DIRECTOR(A) O COORDINADOR(A) DEL AREA O SECCION		ESTRATO		TELEFONO		VENTA DE COMBUSTIBLE			
ASPECTO AMBIENTAL		IMPACTO AMBIENTAL		TIPO DE IMPACTO		EXTENSION (EX) (Area de influencia)			
ACTIVIDAD		RECURSO		DURACION (D) (Plazo de manifestación)		INTENSIDAD (I) (Grado de destrucción)			
TIPO DE SERVICIO		REVERSIBILIDAD (RV)		PERIODICIDAD (PR)		CANTIDAD (C)			
ACUMULACION (AC)		CLASE DE EFECTO		IMPORTANCIA		NO APLICA			
Pago de vehículos	13. GENERACION DE EMISIONES ATMOSFERICAS POR FUENTES MOVILES	AIRE	3	3	3	7	15	37	LEVE
		AGUA	3	3	3	3	15	44	LEVE
	9. CONSUMO DE COMBUSTIBLES	AGUA	10	10	7	7	15	82	SEVERO
		AIRE	3	3	3	3	15	69	MODERADO
Compra de combustible (fuente de compra de depesación)	1. GENERACION DE RESIDUOS DE LOS RECURSOS GENERALES DE PRODUCTOS OLIVOS, GENERACION DE EMISIONES DE PRODUCTOS QUIMICOS, GENERACION DE MATERIAS PRIMAS	AGUA	3	3	3	3	15	38	LEVE
Uso de sábanos	15. CONSUMO DE AGUA	AGUA	3	3	3	3	15	43	LEVE
		AGUA	3	3	3	3	15	22	MODERADO
MAYO	2. GENERACION DE RESIDUOS NO APROVECHABLES	AGUA	3	3	3	3	15	40	LEVE
	17. INSTALACION DE APORRADORES DE AGUA	AGUA	3	3	3	3	15	53	MODERADO
Secado de sábanos	2. GENERACION DE RESIDUOS NO APROVECHABLES	TODOS	1	10	7	10	15	28	LEVE
	19. VERTIMIENTOS NO CONTROLADOS CON DESGARRA AL CANTARILLAS	AGUA	3	3	3	3	15	31	LEVE
Lavado de vehículos	15. CONSUMO DE AGUA	AGUA	3	3	3	3	15	55	LEVE
	19. VERTIMIENTOS NO CONTROLADOS CON DESGARRA AL ACANTARILLAS	AGUA	3	3	3	3	15	45	LEVE
		FLORA	3	3	3	3	15	45	LEVE
		FAUNA	3	3	3	3	15	43	LEVE

Nombre de quien Diligencia: Andres Steven Oliveros

Cargo: Pasante - Ingeniería Ambiental

Firma:

 	INFORME TECNICO APLICACIÓN MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES		Fecha de Diligenciamiento		
			13	OCT	2022
NOMBRE DE LA EMPRESA/ORGANIZACIÓN/ENTIDAD	ESTACIONES DE SERVICIO				
ACTIVIDAD ECONÓMICA	VENTA DE COMBUSTIBLE	SECTOR DE LA ECONOMIA		SECUNDARIO	
BARRIO	MODELO		VEREDA	NO APLICA	
COLECTOR	Colector Machangara				
ESTRATO	4	TELEFONO			
NOMBRE DEL (LA) DIRECTOR(A) O COORDINADOR(A) DEL AREA O SECCION					
0					
E-MAIL	0				
1. OBJETIVO					
<p>Identificar y evaluar la importancia de los impactos ambientales generados por la unidad operativa utilizando como herramienta la matriz de aspectos e impactos ambientales, con el fin de determinar las oportunidades de mejora o soluciones alternativas para garantizar que las actividades derivadas de la prestación de los servicios cumplan con la normatividad Ambiental Vigente.</p>					
2. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS EN LAS UNIDADES OPERATIVA					
<p>La evaluación e identificación del impacto ambiental es un proceso destinado a prever e informar sobre los efectos que una determinada actividad o proyecto pueden ocasionar en el medio ambiente. Para ello la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, uso la matriz de Aspectos e impactos ambientales la cual permite evaluar el impacto generado por la Unidad operativa teniendo en cuenta el tipo de servicio, las actividades relacionadas con la prestación del servicio, el aspecto ambiental, el recurso afectado y los atributos que son relacionados en la tabla 1 con sus valoración.</p>					
Tabla 1. Parámetros y valoración del impacto					
ATRIBUTO	VALORACIÓN		ATRIBUTO	VALORACIÓN	
TIPO DE IMPACTO	Impacto positivo	+	REVERSIBILIDAD (RV)	Corto plazo	1
	Impacto negativo	-		Mediano plazo	3
EXTENSIÓN (EX)	Puntual	1		Largo plazo	7
	Local	3		Irreversible	10
	Regional	7	Discontinuo	1	
INTENSIDAD (I)	Nacional	10	PERIODICIDAD (PR)	Periódico	3
	Baja	1		Continuo	7
	Media	3		Irregular	10
DURACION (D)	Alta	7	CANTIDAD (C)	Insignificante	1
	Muy alta	10		Baja	3
	Largo plazo	1		Moderada	7
DURACION (D)	Mediano plazo	3	ACUMULACIÓN (AC)	Alta	10
	Corto plazo	7		Simple	1
	Inmediato	10		Acumulativo	10
<p>Finalmente se establece el grado de importancia del impacto generado sobre el recurso, y con ello se realiza la jerarquización en un rango de importancia, la clase de efecto y trama del color que se especifican a continuación</p>					
Tabla 2. Rangos de jerarquización de la importancia del efecto					
Rango de Importancia		Clase de efecto	Trama		
0 ≤ 25		Normal	Verde		
26 ≤ 50		Leve	Amarillo		
51 ≤ 75		Moderado	Naranja		
76 ≤ 100		Severo	Rojo		

Impacto Ambiental Normal: Es aquel que por su baja intensidad y por su poca permanencia en el medio son reversibles a corto plazo. Generalmente no son muy notorios debido a su baja magnitud, es decir son aquellos que no ocasionan daños considerables al medio ambiente en general. Se contempla con una valoración de $0 \leq 25$ unidades en el rango de importancia para la calificación de impactos ambientales

Impacto Ambiental leve: Son considerados de intensidad media, extensión local, su reversibilidad al igual que su duración es de mediano plazo. Las medidas de manejo que se pueden generar para este tipo de impactos son de mitigación, **corrección** y prevención. La calificación de este se encuentra en el rango entre $26 \leq 50$ unidades de calificación.

Impacto Ambiental Moderado: Esta categoría suelen tener una intensidad alta, tienen una duración de corto plazo (el tiempo de afectación es superior a un año, reversibles a largo plazo y su periodicidad es continua. Las medidas de manejo son de **corrección** prevención, mitigación y hasta compensación. La calificación de importancia se encuentra en el rango entre $51 \leq 75$ unidades de calificación.

Impacto Ambiental Severo: Son impactos con una intensidad muy alta, su extensión es total, su duración es inmediata, es irreversible y su aparición es irregular. Las medidas de manejo para este tipo de impactos son corrección, prevención, mitigación y hasta compensación. Su importancia está calificada entre $76 \leq 100$ unidades

3. ANALISIS DE LA MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS DE LA UNIDAD OPERATIVA

De acuerdo al diligenciamiento de la matriz de impactos que se realizó en campo a la unidad operativa ESTACIONES DE SERVICIO se identifica que los impactos ambientales evaluados son 15 los cuales se encuentran distribuidos de acuerdo a su efecto tal y como se identifica en la tabla 3.

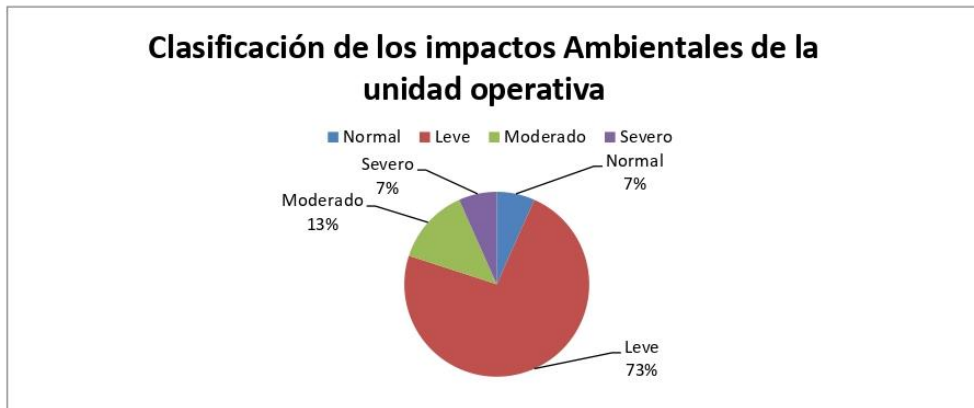
Tabla 3. Identificación de la clase de impactos

Clase de efecto	Numero de impactos
Normal	1
Leve	11
Moderado	2
Severo	1

En la grafica 1 se muestra la valoración de los impactos de acuerdo a su clasificación donde el 6,67% de los impactos del predio son normales lo cual quiere decir son de baja intensidad y no ocasionan daños al medio ambiente en general.

Por otro lado los impactos con valoración leve representan el 73,33%, lo cual quiere decir que son impactos de intensidad media y son reversibles a mediano plazo.

Grafica 1. Clasificación de los impactos Ambientales de la unidad operativa



Adicionalmente en la grafica se identifican los impactos con clasificación moderada los cuales representan el			
13,33		% del total de los impactos valorados, lo cual quiere decir que su intensidad es alta	
y sus medidas de compensación deben ser correctivas o de compensación. Finalmente los impactos clasificados			
como severos representan		6,67 % con una intensidad muy alta y con una afectación irreversible.	
4. CONTROLES OPERACIONALES			
El control operacional de los impactos identificados hace referencia a establecer medidas que pueden ser de control, mitigación, prevención, compensación o recuperación dependiendo de los impactos generados por las actividades de la Unidad operativa, de acuerdo a los resultados de la matriz se proponen las siguiente acción de control, las cuales se realizan sobre la implementación de los planes, programas, políticas, procedimientos y demás lineamientos ambientales de la entidad los cuales son articulados con el plan desarrollo empresarial:			
En el componente normativo, dar cumplimiento lo siguiente:	Resolución 631 de 2015, Artículo 11, Parámetros y valores máximos permisibles en los vertimientos de aguas superficiales y a sistemas de alcantarillado público.		
	Decreto 4741 de 2005, Artículos 11, 20, 21 y 23, Gestión de los residuos especiales peligrosos Decreto 1076 de 2015, Secciones 4 y 5, Vertimientos a cuerpos superficiales de agua y sistemas de alcantarillado		
Tener en cuenta lo establecido en:	PDM	PDD	PDN
En realacion a los programas tener presentes los siguientes:	Uso y manjo eficiente del agua		
	Separación en la fuente		
	Control de emisiones		
Se recomienda realizar los siguientes controles:	Control de vertimientos		
	Control en el consumo de agua		
Nombre de quien Revisa		Andres Steven Oliveros	
Cargo	Pasante - Ingeniería Ambiental	Firma	