

**FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA  
REHABILITACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL HUMEDAL “TEJARES” EN LA  
CIUDAD DE POPAYÁN**



CORPORACION UNIVERSITARIA  
**AUTONOMA**  
DEL CAUCA

**JUAN DANIEL MUÑOZ HINCAPIE**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE  
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA  
POPAYÁN  
2017**

**FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA  
REHABILITACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL HUMEDAL “TEJARES” EN LA  
CIUDAD DE POPAYÁN**



CORPORACION UNIVERSITARIA  
**AUTONOMA**  
DEL CAUCA

**JUAN DANIEL MUÑOZ HINCAPIE**

**Trabajo de grado en la modalidad de pasantía para optar al título de  
Ingeniero Ambiental y Sanitario**

**Director  
ARNOL ÁRIAS HOYOS, Biólogo**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE  
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA  
POPAYÁN  
2017**

## **NOTA DE ACEPTACIÓN**

**Una vez revisado el documento final del trabajo de grado “Formulación de un Plan de Manejo Ambiental para la Rehabilitación y Conservación del humedal “Tejares” en la ciudad de Popayán”, se autoriza la sustentación del mismo, para así realizar la gestión administrativa correspondiente para optar al título de: Profesional en Ingeniería Ambiental y Sanitaria.**

---

**Árnol Árias Hoyos, Biólogo**  
**Director**  
**Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria**  
**Corporación Universitaria Autónoma del Cauca**

---

**Jurado**  
**Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria**  
**Corporación Universitaria Autónoma del Cauca**

---

**Jurado**  
**Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria**  
**Corporación Universitaria Autónoma del Cauca**

**Popayán, mes día de 2017**

## DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo principalmente a mi familia, a mi madre Aura María Hincapié Bolaños, por su amor, entrega y apoyo incondicional durante todas y cada una de las etapas y logros de mi vida. A mi padre Iván Ernesto Muñoz Fernández quiero dedicarle este gran esfuerzo realizado, por su entrega, su perseverancia, sus consejos y su amor detrás de la firmeza y exigencia que caracteriza a un hombre que solo desea lo mejor para su familia y trabaja extremadamente duro para lograrlo. A mi hermano Pablo Ernesto Muñoz Hincapié por ser la voz de calma y serenidad en los tramos más difíciles de este proceso. A mi nana Rosalba, quien durante toda mi vida lo único que ha hecho es brindar amor y apoyo de manera incondicional, sin esperar nada a cambio. De manera muy especial quiero dedicarle este trabajo a mi abuelita Josefina Bolaños de Hincapié (Q.E.P.D), porque fue mi motor durante los últimos meses, ya que le prometí que me vería como un profesional antes de que partiera al cielo, pero las circunstancias de la vida hicieron que rompiera esta promesa, hoy te dedico este gran esfuerzo porque sé que añoraste mucho este paso en mi vida, ¡por fin abuelita, te amo!

## **AGRADECIMIENTOS.**

Quiero agradecerle principalmente a Dios, por darme esta oportunidad, la salud y demás bendiciones recibidas, que fueron claves para llegar a alcanzar este gran logro.

A mis padres, mi hermano y demás familia, por ser la razón principal del porque yo quiera salir adelante sin importar las circunstancias en que nos encontremos todos a lo largo de nuestra vida, gracias a ustedes estoy aquí, escribiendo estas líneas que se quedan cortas al expresar mi gratitud infinita hacia ustedes. Gracias totales.

A todo el grupo de docentes, de quienes aprendí muchísimo durante estos años y en especial quiero agradecer a mi director de pasantía, el profesor Arnol Arias, por su tiempo, exigencia y paciencia durante todo del proceso y otros espacios que compartimos en el grupo de investigación Manejo Integral del Recurso Hidrico (MIRH).

Al grupo profesional de la Alcaldía Municipal de Popayán, en especial la Ingeniera Liliana Perdomo y la bióloga Ángela Gallego, por su apoyo en cada una de las etapas de ejecución del proyecto, su paciencia y disposición para con la pasantía.

Por último, quiero agradecer a mis compañeros, con quienes viví grandes experiencias, momentos difíciles y de risas, que poco a poco fueron forjando algo más que un compañerismo, un lazo especial que hoy me hace considerar a muchos de ustedes como mis amigos.

## CONTENIDO

	<b>Pag.</b>
<b>RESUMEN</b> .....	12
<b>INTRODUCCION</b> .....	14
<b>CAPITULO I: PROBLEMA</b> .....	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.2. JUSTIFICACION.....	18
1.3 OBJETIVOS.....	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	19
<b>CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO O REFERENTES CONCEPTUALES</b> .....	20
2.1. ANTECEDENTES.....	20
2.2. BASES TEÓRICAS .....	22
2.2.1. Conformación del concepto de humedal .....	22
2.2.2. Los humedales: Ecosistemas estratégicos de gran importancia nacional e internacional .....	23
2.2.3. Servicios ecosistémicos de los humedales .....	24
2.2.4. Deterioro de los humedales .....	28
2.2.5 Biodiversidad en los humedales .....	29
2.2.6. Bioindicadores como método de evaluación de condiciones ambientales. ....	30
2.2.7 Plan de Manejo Ambiental (PMA).....	32
2.3 BASES LEGALES .....	37
<b>CAPITULO 3. METODOLOGIA</b> .....	38
3.1. Descripción del área de estudio .....	38
3.2. Fase 1: Caracterización y diagnóstico del humedal “Tejares” .....	40
3.2.1. Caracterización Abiótica.....	41
3.2.2. Caracterización biótica .....	43
3.3. Fase 2: Formulación del plan de acción acorde a los factores ambientales más afectados. ....	50
3.3.1. Evaluación participativa de las condiciones ambientales .....	50
3.3.2. Matriz de Priorización de Problemas.....	53
3.3.3 Plan de acción.....	55
3.4. Fase 3: Acciones Adelantadas referentes a la problemática del Humedal “Tejares”. .....	55

<b>CAPITULO 4: PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS</b> .....	56
4.1 Caracterización y diagnostico en el humedal “Tejares” .....	56
4.1.1 Componentes abióticos actuales .....	56
4.1.2 Componentes bióticos actuales .....	71
4.2 Diagnostico Participativo .....	89
4.2.1. Evaluación participativa para evaluar las condiciones ambientales del humedal .....	89
4.2.2 Matriz de Priorización de Problemas.....	93
4.3 Plan de Acción .....	95
4.3.1 Objetivo general del plan.....	95
4.3.2 Objetivos Específicos.....	95
4.3.3 Programas y proyectos.....	95
4.4 Actividades Adelantadas .....	103
<b>CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	105
5.1 CONCLUSIONES .....	105
5.2 RECOMENDACIONES.....	106
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	107

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pag.</b>
Tabla 1.Servicios ecosistémicos que derivan de los humedales.....	27
Tabla 2. Componentes del medio ambiente.....	35
Tabla 3.Normatividad para humedales, su protección y conservación.....	37
Tabla 4.Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua .....	42
Tabla 5.Escala BMWP .....	47
Tabla 6. Matriz para la evaluación participativa del humedal "Tejares" .....	51
Tabla 7. Matriz de Vester para priorización de problemas .....	53
Tabla 8. Ubicación y coordenadas de cada punto de muestra (quebrada “La Monja”).....	60
Tabla 9. Parámetros fisicoquímicos tomados en la quebrada “La Monja”, para la determinación de calidad de agua.....	60
Tabla 10. Aspectos microbiológicos de la quebrada "La Monja"......	61
Tabla 11. Vegetación identificada en la parte alta del humedal "Tejares" .....	72
Tabla 12. Lepidopteros identificados en la parte alta del humedal "Tejares". .....	79
Tabla 13. Lepidopteros identificados en la parte baja del humedal "Tejares". .....	81
Tabla 14. Aves identificadas en la parte alta del humedal. ....	83
Tabla 15.Identificación de aves en el área afectada de humedal "Tejares" .....	84
Tabla 16. Macroinvertebrados encontrados en la quebrada “La Monja”. .....	87
Tabla 17.Matriz para la evaluación participativa del humedal "Tejares".....	92
Tabla 18.Priorización de problemas por medio de la matriz de Vester. ....	93
Tabla 19.Actividades y proyectos encaminados al fortalecimiento de la educación ambiental en el humedal "Tejares"......	97
Tabla 20.Actividades y proyectos encaminados a la rehabilitación de las condiciones ambientales del humedal.....	98
Tabla 21.Actividades y proyectos encaminados a manejo sostenible y gestión interinstitucional del humedal "Tejares"......	102



## LISTADO DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
Figura 1. Ubicación del humedal "Tejares".....	39
Figura 2. Áreas estipuladas para análisis y muestreo de componentes ambientales .....	40
Figura 3. Metodologías para captura de lepidópteros .....	45
Figura 4. Identificación de individuos capturados.....	45
Figura 5. Colecta de macroinvertebrados en quebrada "La Monja" .....	46
Figura 6. Identificación de macroinvertebrados colectado en la quebrada "La Monja" .....	47
Figura 7. Avistamiento de avifauna en el humedal "Tejares" .....	48
Figura 8. Identificación de flora en la parte alta del humedal "Tejares".....	50
Figura 9. Socialización de los tensores ambientales y sus respectivas posibles soluciones propuestas por los líderes de la comunidad .....	52
Figura 10. Análisis estructural de la matriz de Vester. ....	54
Figura 11. Ubicación y clasificación geológica del humedal "Tejares". ....	57
Figura 12. Ubicación y clasificación geomorfológica del humedal "Tejares" .....	58
Figura 13. Geotecnia del humedal "Tejares" .....	59
Figura 14. Principales afecciones al humedal "Tejares".....	71
Figura 15. Especies arbóreas identificadas en la parte alta del humedal "Tejares" .....	75
Figura 16. Papa china ( <i>Colocasia esculenta</i> ) .....	76
Figura 17. Monstera ( <i>Monstera sp</i> ) .....	76
Figura 18. Plantas epífitas identificadas en la parte alta del humedal "Tejares" ....	77
Figura 19. Presencia en gran extensión de Pasto estrella ( <i>Cynodon nlemfuensis</i> ) y otras especies arbustivas en el humedal "Tejares" .....	78
Figura 20. Aves identificadas en la parte alta del humedal "Tejares" .....	85
Figura 21. Aves identificadas en el área afectada del humedal "Tejares" .....	86
Figura 22. Macroinvertebrados presentes en la quebrada "La Monja", parte alta del humedal "Tejares" .....	88

Figura 23. Macroinvertebrados presentes en la quebrada "La Monja", parte más afectada del humedal "Tejares".....	89
Figura 24. Realización de las actividades de evaluación participativa de las condiciones ambientales del humedal y priorización de problemas. ....	92
Figura 25. Análisis estructural de matriz de priorización de problemas humedal "Tejares" .....	94
Figura 26. Jornada de limpieza en el humedal "Tejares" .....	104

## LISTADO DE GRAFICAS

	<b>Pag.</b>
Grafica 1. Variación de pH en la quebrada "La Monja" .....	62
Grafica 2. Variación de DBO5 de la quebrada "La Monja" .....	63
Grafica 3. Variación de DQO en la quebrada "La Monja" .....	64
Grafica 4. Variación de Solidos suspendidos totales en la quebrada "La Monja"..	65
Grafica 5. Variación de la turbidez en la quebrada "La Monja" .....	66
Grafica 6. Variaciones de nitritos en la quebrada "La Monja" .....	67
Grafica 7. Variación en Coliformes totales en la quebrada "La Monja" .....	68
Grafica 8. Variación de los Coliformes fecales en la quebrada "La Monja" .....	69

## RESUMEN

Partiendo de la normatividad vigente en cuanto a la protección de los recursos naturales y su inclusión como pilar de desarrollo territorial, y teniendo en cuenta diferentes caracterizaciones de componentes sociales y biológicos realizadas en el Humedal “Tejares”, se realizó la formulación de un plan de manejo ambiental, cuyo principal objetivo es la rehabilitación a futuro de este ecosistema de la mano de las instituciones competentes en el tema y la comunidad del sector. En dicho plan se realizó la caracterización del ecosistema tanto en ámbitos de biodiversidad como en aspectos abióticos, siendo debidamente analizados como indicadores para evaluar el estado del ecosistema.

También se complementó el estudio de impacto ambiental realizado por el estudiante Cristian Muñoz en el año 2015 ajustando metodologías y análisis de esquemas para incluirlos como mecanismos de participación con la comunidad que facilitaron la socialización y comprensión sobre las condiciones en que se encuentra el humedal, logrando la estructuración de un plan de acción establecido con base a la inclusión de la comunidad en todas las fases del proyecto, por medio la realización de diferentes actividades de retroalimentación que aportaron a la construcción de un plan de acción, acorde y con criterio.

Finalmente se obtuvo un plan de manejo y rehabilitación para el humedal “Tejares” realizado en base a la normatividad vigente y la participación de la comunidad, siendo una aporte tanto a la protección del complejo de humedales de la ciudad de Popayán como a la inclusión de la ciudad al programa nacional de ciudades sostenibles y competitivas.

Palabras clave: Humedal Tejares, Rehabilitación, comunidad, participación, plan de manejo.

## ABSTRACT

Starting from the valid regulations about the natural resources protection and their inclusion as a territorial development mainstay and following different characterizations of social and biological components made in the "Tejares" Wetland, the formulation of a plan of Environmental management was made, whose main objective is the future rehabilitation of this ecosystem in cooperation with competent institutions in the subject and the sector's community. In this plan, the ecosystem characterization was carried out in both biodiversity and abiotic aspects, being properly analyzed as indicators to evaluate the state of the ecosystem.

The environmental impact study made by the student Cristian Muñoz in the year 2015, was complemented adjusting methodologies and schemes analysis to include them as mechanisms of participation with the community that facilitated the socialization and understanding of the conditions in which the wetland is nowadays, structuring an established action plan based on the community inclusion in all phases of the project, through the implementation of different feedback activities that contributed to the construction of an action plan with criteria.

Finally, a management and rehabilitation plan for the "Tejares" wetland was obtained based on current regulations and community participation, contributing to the wetland's group protection of Popayan city and the inclusion of The city to the sustainable and competitive cities national program.

Key words: Wetland Tejares, Rehabilitation, community, participation, management plan.

## INTRODUCCION

En este documento se realiza la presentación del Plan de Manejo Ambiental en el humedal “Tejares”, que permita a través de éste, conocer los componentes claves del ecosistema que impacta de manera importante en la población ubicada en el entorno urbano, denominada comuna seis (6) dentro del sistema de distribución geográfico de la ciudad de Popayán, y muy especialmente haciendo énfasis en el proceso de deterioro debido a las diferentes acciones de origen antrópico.

La formulación del plan se ha basado en la resolución 196 de 2006 dispuesta por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, que establece dentro de sus lineamientos, la realización de una caracterización de componentes tanto bióticos como abióticos. Dentro de los aspectos abióticos se hizo énfasis en geología de suelos, análisis de calidad de agua y factores antrópicos, tomando como base, literatura consultada sobre estudios realizados años atrás en el ecosistema.

En la caracterización florística del humedal, se determinó que en su parte alta, posee características propias de un bosque en regeneración, asemejándose a condiciones de sotobosque, representando una sucesión vegetal ostensible como respuesta a diferentes disturbios encaminados a procesos agrícolas, en comparación a las zonas más afectadas del ecosistema, en donde solo se identificaron especies gramíneas y pioneras, características por crecer en áreas muy poco fértiles y disturbadas. Para la caracterización de fauna, se realizó una identificación general de aves y lepidópteros, pues estos individuos son parte de la composición ambiental identificada pero también ayudaron a dar un concepto desde otra perspectiva sobre el estado o grado de afectación en el que se encuentra el humedal, construyendo un mayor criterio a la hora formular el plan de manejo ambiental del humedal “Tejares”. Una vez finalizada la etapa de caracterización se procedió a la realización de actividades encaminadas a la

participación de la comunidad, para que ellos mismos aportaran ideas e insumos para la estructuración del plan de acción.

Finalmente, se estipularon actividades, programas y proyectos, definidas gracias a la información y diagnóstico obtenidos tanto en campo por medio de información primaria como en otros estudios realizados previamente, los cuales sirvieron como un punto de partida para poder evidenciar y analizar el deterioro ocasionado al humedal "Tejares".

Durante el proceso de construcción del plan de manejo, se llevaron a cabo algunas reuniones, socializaciones, capacitaciones y limpiezas en el sector, siempre dándole gran valor a la participación de la comunidad y la cooperación institucional, ya que su vinculación dentro de procesos de mitigación de problemáticas de carácter ambiental, es clave para desarrollar dentro de las comunidades un arraigo por la cultura ambiental que se vería reflejado en el cumplimiento, mejoramiento y seguimiento de lo estipulado en el plan de manejo ambiental.

## **CAPITULO I: PROBLEMA**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los planes de ordenamiento y manejo de humedales son estrategias de gestión ambiental de gran importancia debido a que la protección y ordenación integral de recursos hídricos, en especial el agua dulce, deben plantearse como prioridad según lo estipulado en la Agenda 21 [1]. Sin embargo, a nivel mundial la calidad y extensión de humedales está disminuyendo a gran escala, pues según la investigación realizada por el Dr. Nick Davidson donde concluyo que en el siglo XX el área superficial de estos ecosistemas disminuyo aproximadamente entre 69% y 75% siendo Asia el continente más afectado y aun se estima que este proceso de deterioro persiste en el siglo XXI teniendo una tasa de disminución de aproximadamente 1.5% anual [2].

Según el análisis ambiental sobre el recurso hídrico en Latinoamérica realizado por el gobierno del Perú, las necesidades de desarrollo del ser humano, demandan procesos antrópicos de gran auge económico, desencadenando así una reducción en cuanto a diversidad y disponibilidad de los recursos naturales en todo el mundo, debido a esto, la implementación de programas de evaluación y monitoreo a los recursos naturales por medio de un fortalecimiento de la gestión ambiental, sería una alternativa para mitigar impactos generados a ecosistemas de gran importancia ambiental [3].

En Colombia, la afectación a ecosistemas estratégicos como humedales, se debe a tensiones ambientales proporcionados principalmente por acciones antrópicas debido a la falta de planeación, gestión ambiental, técnicas de manejo inadecuadas y políticas o planes de desarrollo inconsistentes y desarticulados. Consecuente a lo anterior se identifica una problemática del deterioro de estos ecosistemas de importancia a nivel internacional, nacional y local, pues la



degradación de diferentes humedales existentes en la ciudad de Popayán, se debe principalmente a la ausencia de gestión ambiental, la falta de articulación de las políticas públicas y normas definidas pero que no son aplicadas o articuladas en las decisiones que las instituciones deben establecer, como es el caso de la autoridad ambiental, la oficina de planeación municipal y las curadurías urbanas [1].

El Humedal Tejares, ubicado en la comuna 6 de la ciudad de Popayán, se encuentra en amenaza de desaparición debido principalmente a; la disminución de su calidad de agua por vertimientos, sedimentación por obras de infraestructura propias de procesos de invasión en las rondas hídricas, disminución de su retención hidráulica por tectores como la tala y el recubrimiento del espejo de agua con escombros, desviación del flujo del agua para habilitar zonas para invasión ocasionando inundaciones en predios construidos sobre estos ecosistemas y como efecto causando la alteración del sistema, la desaparición y afectación de flora propia de los humedales y la migración de especies, disminuyendo la biodiversidad en estas zonas de tan alta sensibilidad y riqueza.

La implementación del plan de manejo del humedal “Tejares” como una herramienta participativa para propender por la rehabilitación y ordenamiento del ecosistema, es una alternativa de solución para iniciar un proceso de gestión ambiental, donde la co-gestión es la estrategia para mitigar algunos de los tectores que afectan actualmente el ecosistema, implementando técnicas, administrativas, financieras y normativas, que permitan restablecer las características propias del humedal en aspectos paisajísticos y de funcionamiento, acompañados de procesos de concientización que garanticen la apropiación y sostenibilidad del proceso. Las diferentes afectaciones al humedal, ha afectado en los últimos años a la población de la comuna 6, debido a diferentes acciones como el vertimiento de aguas residuales que a su vez atrae la presencia

de vectores, los malos olores, las inundaciones y entre otros factores que se presentan en el estudio.

## 1.2. JUSTIFICACION

Teniendo en cuenta la problemática identificada con anterioridad se desea formular un plan de manejo ambiental el cual pueda ser ejecutado para el humedal Tejares de la ciudad de Popayán, y posiblemente también pueda ser ajustado y aplicado para diferentes humedales ubicados, ya sea en la ciudad o en el departamento, permitiendo descentralizar la protección y conservación de los humedales logrando rehabilitar y minimizar los impactos generados por diferentes intervenciones realizadas por el ser humano.

La realización de planes de manejo ambiental para los humedales ubicados en el Municipio de Popayán es indispensable porque estos deben ser incluidos en el Plan de ordenamiento territorial como estudios específicos según la priorización del Estudio Estructura Ecológica del municipio de Popayán (2015), en donde específicamente estipula al humedal “Tejares” como un *“elemento de la estructura ecológica principal por su función de regulación hídrica y de hábitat de especies asociadas a estos ecosistemas”*. Pero independientemente de que estos instrumentos de planificación queden avalados en el Plan de ordenamiento territorial de Popayán, el propósito actual es iniciar con la rehabilitación de este ecosistema ya que es uno de los más afectados a la fecha en el municipio de Popayán, enmarcándose en la coyuntura actual de construcción del plan de desarrollo y el ajuste del POT [4].

Se busca la ejecución de una propuesta que permita tanto a la comunidad como la administración municipal y la institucionalidad, coadyuvar en las estrategias y medidas preventivas de cuidado del ecosistema, a través de procesos de educación ambiental y planes de acción, permitiendo la rehabilitación de parte del

área de este ecosistema, logrando no sólo beneficios de los servicios ambientales, sino la posible concientización y articulación de las entidades públicas, entre las que se destaca la administración municipal, con el fin de establecer y direccionar la importancia que se debe dar a la dimensión ambiental como parte fundamental del plan de desarrollo [4].

Uno de los ejes principales para la realización es por medio de la concientización y educación pública ambiental, ya que se tiene la intención de realizar campañas de interacción con la comunidad, con el fin de que esta comprenda la importancia de los humedales, sus componentes abióticos y sus servicios ambientales.

Contextualizando la problemática descrita con anterioridad, se ve la necesidad de contrarrestar el fenómeno de la degradación de ecosistemas estratégicos como los humedales por medio de iniciativas por parte de diferentes gobiernos y organizaciones no gubernamentales desde un ámbito internacional, nacional y local, haciendo uso de herramientas para la conservación y restauración de estas áreas de gran importancia, como los planes de manejo ambiental.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Formular un plan de manejo ambiental, como estrategia para la recuperación, rehabilitación y conservación de áreas en el humedal Tejares y sus zonas de influencia con la participación de las comunidades e instituciones.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Caracterizar el componente Biótico y Abiótico del humedal Tejares.
- Evaluar técnica y participativamente las condiciones ambientales del humedal.
- Formular un plan de acción acorde a los factores más afectados en el área de estudio.

## **CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO O REFERENTES CONCEPTUALES**

### **2.1. ANTECEDENTES**

En Colombia, encaminar dinámicas de restauración y/o rehabilitación de áreas altamente disturbadas debido a la ocupación insostenible del territorio, se ha estipulado como prioridad según el Plan nacional de restauración ecológica presentado por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible en el año 2012 [5]. No obstante, iniciativas con proyectos de caracterización biótica con miras a la formulación de planes para la conservación y rehabilitación de ecosistemas como los humedales, no dieron espera. La identificación de la cobertura vegetal presente en el humedal “Jaboque” de la ciudad de Bogotá, realizada por la Universidad Nacional de Colombia en el año 2009 da fe de ello, pues en este estudio se encontró predominancia de especies de vegetación pleustofítica (flotante) y de ribera, pero también se identificó una especie de planta característica de ecosistemas de paramo que posiblemente disminuyo su abundancia debido a intervenciones antrópicas también identificadas en esta investigación como la presencia de escombros y relleno de áreas con fines urbanísticos al igual que las constantes inundaciones debido a procesos de sedimentación de diferentes cuerpos de agua [6].

La anterior investigación y la revisión de otros estudios realizados en esa área, fue un punto de partida para la formulación de plan de manejo del humedal “Jaboque” de la ciudad de Bogotá, el cual fue realizado por la empresa de acueducto de la ciudad en el año 2010. En la formulación del plan de manejo de este humedal, también se usó como herramienta la participación comunitaria por medio del establecimiento de compromisos en cuanto a sensibilización en torno a la conservación del humedal y limpiezas realizadas en las zonas más afectadas. Como resultado se obtuvo un plan de acción que consta de cinco líneas estratégicas las cuales se clasifican en: investigación participativa; educación,

comunicación y participación; recuperación, compensación y protección; manejo y uso sostenible; y por último la gestión interinstitucional [7]

Para la ciudad de Popayán, se han realizado diversos proyectos encaminados a la protección del humedal “Tejares”, uno de los ecosistemas más valiosos de la ciudad, pero a su vez, el que se encuentra en estado más crítico. La evaluación del impacto generado a este ecosistema entre los años 2006 y 2015, realizado por un estudiante de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, donde se contempló que los factores ambientales más nocivos para el humedal “Tejares” derivan de la presencia de procesos urbanísticos sobre las rondas hídricas de los principales afluentes del ecosistema (quebrada “La Monja” y quebrada “Tejares”), esto por medio de una metodología cuantificada y cualificada de identificación de aspectos ambientales, acompañado de procesos de caracterización socioeconómica por medio de encuestas semiestructuradas y un análisis multitemporal de la reducción en la extensión del área del humedal [8]

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. Conformación del concepto de humedal

Internacionalmente, la primera iniciativa se llevó a cabo formando la conferencia MAR (cuyas siglas en español significan Pantanos, humedales y marismas) realizada desde el día 12 al 16 de Noviembre de 1962, que tuvo cabida en la localidad y comuna francesa de Les Saintes Maries-de-la-Mer, conferencia organizada por el Dr Hans Lucas Hoffman, ornitólogo, conservacionista y filántropo Suizo. Este fue el primer espacio donde diferentes gobiernos y organizaciones no gubernamentales, en conjunto con expertos sobre humedales, debido a la preocupación sobre la pérdida y degradación de ecosistemas estratégicos, piden la creación de un tratado internacional para su protección y una lista de humedales de importancia internacional que después se denominarían “sitios Ramsar” [9].

Consecuente a lo anterior el gobierno de Iran, por medio del departamento de caza y pesca, organiza una conferencia celebrada a orillas del mar Caspio en el balneario de Ramsar, donde 18 naciones se unen en un acuerdo denominado “Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas”, el cual es firmado el día 3 de febrero de 1971, lo que conocemos hoy en día como la Convención de Ramsar, convirtiéndose este en el tratado intergubernamental más antiguo en materia de medio ambiente con el objetivo primordial “*conservar y el usar racionalmente los humedales mediante acciones locales y nacionales gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo*” [10].

En cumplimiento a lo estipulado en la convención de Ramsar, Australia es el primer país en designar un sitio Ramsar, pues en el año 1974 establece a la península de Cobourg como ecosistema de importancia internacional, debido a que en este alberga numerosas especies de aves marinas amenazadas y propicia un lugar seguro de reproducción [9]

La protección y conservación de humedales de una forma descentralizada, es un aporte fundamental para disminuir la degradación de los humedales y cumplir a cabalidad con el objetivo internacional estipulado en la convención de Ramsar, debido a esto, en Colombia la primera iniciativa se basó principalmente en la consolidación del ministerio del medio ambiente, gracias a la ley 99 de 1993, la cual tendría gran influencia en la organización de la gestión ambiental y directamente en la administración de los recursos naturales dentro de lo cual se crea una dependencia especial para manejar temas relacionados con los humedales y su protección, dependencia que en el año 1996 estipula lineamientos y políticas para diferentes ecosistemas entre los cuales se encuentran los humedales [1].

Por otro lado, la adhesión de Colombia a la Convención de Ramsar, por medio de la aprobación de la ley 357 de 1997 por parte de la corte constitucional, fue una de las mayores iniciativas en materia de protección de humedales, debido a que abriría paso a investigaciones sobre estos ecosistemas en el país, llegando a designar 6 sitios Ramsar, ocupando 708,684 hectáreas de todo el territorio nacional [11]. Herramientas institucionales como la estipulación de criterios para la delimitación de humedales en pro de asegurar su funcionamiento ecosistémico y la resolución 196 de 2006 Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia [12].

### **2.2.2. Los humedales: Ecosistemas estratégicos de gran importancia nacional e internacional**

Tomando como referencia la Convención de Ramsar (1971), se define a los humedales como “*extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina, cuya profundidad en marea baja no exceda los 6 metros*”, en otras palabras se trata de ecosistemas híbridos, es decir , intermedios

entre medio acuático y terrestre, con porciones húmedas, semi húmedas y secas con una fauna y flora determinada, que brinda ciertos beneficios a comunidades y asentamientos humanos [13].

Los humedales hacen alusión a ecosistemas estratégicos que son determinantes para conservar la biodiversidad y el bienestar de la humanidad en general, por tanto, el llevar a cabo acciones tendientes tanto al mantenimiento de sus funciones eco sistémicas como a su protección, es una ardua tarea que compete, de manera descentralizada, a gobiernos, organizaciones y comunidades de todos los ámbitos [14].

### **2.2.3. Servicios ecosistémicos de los humedales**

Los hábitats de agua dulce, en comparación con los terrestres y marinos, ocupan aproximadamente un 6,4% del territorio mundial. Representan gran importancia para el hombre y su subsistencia en la tierra, debido que proporcionan una serie de servicios y benéficos claves para el desarrollo de la vida de cualquier especie [15].

Los servicios ecosistémicos brindados por estos hábitats van desde lo ecológico hasta lo cultural, entre los que resaltan:

En primera instancia, el *Mejoramiento de la calidad de agua*. Los humedales purifican el agua por medio de procesos físicos, pues hacen el papel de pozos de sedimentación, por lo cual pueden retener altas cantidades de sólidos suspendidos en el agua. A demás, una gran cantidad y variedad de partículas presentes en el suelo de estos ecosistemas, que están cargadas eléctricamente, realizan un proceso de adsorción, removiendo contaminantes como los fosfatos. Sin embargo, los humedales también tienen la capacidad de remover contaminantes por medios biológicos debido a la alta actividad microbiana en condiciones óptimas para realizar diferentes procesos de depuración como la



desnitrificación (remoción de nitrógeno en estado amoniacal y nitratos) debido a la alta dinámica biológica entre una gran variedad de microorganismos y plantas, permitiendo la conformación de microambientes con altas concentraciones de oxígeno [16].

Otro servicio es el *Abastecimiento*. Debido a que los humedales recargan aguas subterráneas, suministran agua potable a aproximadamente 1.500 y 2.000 millones de personas en todo el mundo. Sin embargo, también brinda el servicio de abastecimiento de agua para uso industrial y agrícola (riego), en un 40% y 20% respectivamente [17].

Un tercer servicio es la *Regulación de cuencas hidrográficas*. Debido a un proceso de recarga y descarga de aguas subterráneas, los humedales regulan cuencas hidrográficas, una tarea de suma importancia debido a que las tasas promedio de escorrentía a largo plazo se aproximan a valores entre 33.500 y 47.000 kilómetros cúbicos por año ( $\text{Km}^3/\text{año}$ ), requiriendo procesos de almacenamiento y descarga de estas aguas [17].

*El secuestro de carbono* es un servicio de gran importancia y contribución a la problemática ambiental vigente en el planeta, pues estos ecosistemas pueden ser un gran aporte a la lucha contra el cambio climático. Gracias a la fotosíntesis, diferentes plantas presentes en los humedales realizan el proceso de transformación del carbono a carbohidratos y tejidos. Por otro lado, la formación de una capa de suelo muy rica en materia orgánica debido a la acumulación de material vegetal degradado y no degradado, también permite el almacenamiento de carbono [18].

Desde una perspectiva *socio-cultural*, los humedales pueden aportar en cuanto a ámbitos espirituales y religiosos, de recreación, turismo, estética, educación y herencia cultural [18].

De manera un poco más global e incluyendo otros ecosistemas de agua dulce similares a los humedales, a continuación se ilustrara en la Tabla 1 los servicios ecosistémicos que brindan.

Tabla 1. Servicios ecosistémicos que derivan de los humedales

SERVICIOS	COMENTARIOS Y EJEMPLOS
<b>De aprovechamiento</b>	
Alimento	Producción de pescado, caza, frutas y granos
Agua dulce	Almacenamiento y retención de agua para uso doméstico, industrial y agrícola.
Fibra y combustible	Producción de troncos, leña, turba y forrajes
Bioquímicos	Extracción de medicinas y otros materiales desde la biota
Materiales genéticos	Genes para la resistencia a patógenos de plantas, especies ornamentales, etc
<b>De regulación</b>	
Regulación del clima	Fuente y sumidero de gases de efecto invernadero, influyendo sobre temperatura, precipitación y otros procesos climáticos.
Regulación del agua	Recarga y descarga de aguas subterráneas
Purificación del agua y tratamiento de residuos	Retención, recuperación y eliminación del exceso de nutrientes y otros contaminantes
Regulación de la erosión	Retención de suelos y sedimentos
Regulación de desastres naturales	Control de inundaciones, protección contra las tormentas
Polinización	Hábitat para polinizadores
<b>Culturales</b>	
Espirituales y de inspiración	Fuente inspiración, muchas religiones vinculan valores espirituales y religiosos a aspectos de los ecosistemas de los humedales
Recreativos	Oportunidades para actividades recreativas
Estéticos	Muchas personas encuentran belleza y valores estéticos en ciertos aspectos de los humedales
Educacionales	Oportunidades para educación formar y no formal, y para capacitaciones
<b>De apoyo</b>	
Formación de suelos	Retención de sedimentos y acumulación de materia orgánica
Ciclo de los nutrientes	Almacenaje, reciclaje, procesamiento y adquisición de nutrientes

Fuente: [19]

#### **2.2.4. Deterioro de los humedales**

A pesar de que el ser humano se ve altamente beneficiado con los servicios ambientales proporcionados por humedales, la degradación de estos ecosistemas se ve principalmente a mano del hombre, es decir, a procesos netamente antrópicos. Tensores ambientales como el vertimiento de aguas residuales domésticas y en muchos casos también industriales, sin ningún tipo de tratamiento preliminar, aporta altas cargas de materia orgánica y minerales, provocando una contaminación hidro-química en el agua presente en estos ecosistemas [20]. Por otro lado, el depósito de escombros y basuras ligado a procesos de urbanización ilegal, son otros tensores que agobian y deterioran ecosistemas estratégicos limitando la proporción de servicios ambientales vitales para el hombre [21].

Los cambios del uso de la tierra se relacionan directamente con las afectaciones generadas a los humedales, pues el crecimiento del sector urbano, unificando áreas rurales a perímetros urbanísticos e industriales, de manera insostenible y desarticulada fronteriza estos ecosistemas con el crecimiento urbano en las ciudades, vulnerando sus condiciones ambientales a tensores ya mencionados. La transformación de bosques nativos remanentes a potreros de grandes extensiones con familias de plantas pioneras y anemócoras, trae consigo efectos sobre el ecosistema como la desaparición de especies nativas que conforman bosques naturales (en primera instancia), seguido de la aparición de plantas colonizadoras, para después, la llegada de especies oportunistas, la cuales aparecen posterior a una sucesión ecológica [22].

Consecuente a lo anterior, la disminución en la extensión de los humedales ubicados al interior de los continentes (humedales continentales, generalmente hábitats de agua dulce) en el siglo XX osciló entre un 69 y 75% aproximadamente, mientras que en humedales costeros disminuyeron entre un 62 y 63% [2].

## **2.2.5 Biodiversidad en los humedales**

En Colombia, se conoce a los humedales con una gran variedad de nombres (madreviejas, ríos, lagos, ciénagas, manglares, pantanos, charcos etc.). Sin embargo, se caracterizan por su gran diversidad biológica, pues estos ecosistemas, se asocian a una gran variedad de individuos y comunidades adaptadas a este medio, que constantemente presenta diferentes cambios, proporcionando condiciones óptimas de refugio y alimentación [23].

### **2.2.5.1 Flora**

En ecosistemas de los humedales, es muy común encontrar especies obligadas de vegetación (como las higrofitas), pues estas requieren indispensablemente de un suelo húmedo constante para poder sobrevivir y se encuentra en el 95% de los humedales en todo el mundo y varían de especie según la ubicación geográfica [24]. También se pueden encontrar especies de plantas hidrofitas o anfibas, desarrolladas facultativamente para sobrevivir a ambientes con poca disponibilidad de oxígeno, debido a zonas completa o parcialmente inundadas. Sin embargo, también se pueden encontrar especies de plantas completamente sumergidas [25].

En la flora de agua dulce se encuentran las algas, las cuales son los organismos productores más importantes. En complemento, los organismos sapotrofos encontrados en los humedales, como bacterias y hongos acuáticos, tienen la misma importancia dentro de la conformación del volumen de la biomasa, pues también tienen la tarea de transformar la materia orgánica e inorgánica, la cual puede ser reutilizada por organismos productores nuevamente [15].

### **2.2.5.2 Fauna**

Debido a la alta productividad como característica de ecosistemas de humedales, la concentración de un gran número y variedad de organismos dentro de este, permite las condiciones óptimas para albergar una gran diversidad de fauna,

desde pequeños insectos hasta grandes aves, anfibios y mamíferos. Por tanto, el estudio de la fisiología y presencia de cierta fauna en los humedales, aporta como bioindicador la ilustración de las condiciones en que se encuentra el ecosistema, como la fauna bentónica presente en cuerpos de agua, identificación de avifauna y entomofauna [26].

#### **2.2.6. Bioindicadores como método de evaluación de condiciones ambientales.**

Actualmente, es muy común el uso de bioindicadores para evaluar la calidad ambiental de un ecosistema, pues algunos organismos son muy susceptibles a diferentes intervenciones y/o alteraciones de su hábitat, generando respuestas fisiológicas y en algunos casos acumulando contaminantes (bioacumuladores), siendo de fácil y económico monitoreo para el investigador, al evaluar las condiciones del medio en que se encuentran los individuos u organismos estudiados [27].

##### **2.2.6.1 Macroinvertebrados acuáticos.**

Aquellos animales invertebrados, los cuales sobre pasan un tamaño de 500  $\mu\text{m}$ , se le denominan macroinvertebrados, entre los cuales se pueden encontrar a los moluscos o crustáceos, las sanguijuelas, esponjas, planarias, entre otros. Se caracterizan por desarrollar la totalidad de su ciclo de vida en el agua, sin embargo algunos grupos de macroinvertebrados desarrollan solo su etapa de larvas y huevos, saliendo del agua cuando alcanzan la madurez. La importancia de los macroinvertebrados en ecosistemas acuáticos se debe a que tienen como función transferir energía de los recursos básicos a organismos superiores (de las cadenas tróficas), es decir, consumen la materia orgánica producida tanto por procesos fotosintéticos de diferentes plantas briofitas, como por ecosistemas terrestres ubicado en zonas ribereñas, representando una gran fuente de alimento para grandes vertebrados, por tanto su papel dentro de la cadena trófica en ecosistemas acuáticos y terrestres, es fundamental [28].

La taxonomía de los macroinvertebrados presenta diferentes respuestas y tolerancias a variadas afectaciones causadas a su hábitat, asociando la presencia de diferentes individuos a la existencia o no de una perturbación concreta. Es por esto que el uso de macroinvertebrados como bioindicador de calidad de agua es un método implementado en muchas partes del mundo [28].

#### **2.2.6.2 Avifauna.**

En el campo de la ornitología se argumenta que “*es conveniente concentrarse en las aves porque son buenas indicadores de cambios ambientales en zonas de gran importancia para otros grupos taxonómicos (anfibios, insectos, e.t.c)*”, por tanto centrarse en la conservación de avifauna, sería conservar una gran variedad de elementos presentes en ecosistemas tan ricos en diversidad como los humedales. El uso de aves como bioindicadoras, se debe principalmente a su ubicación en la cadena trófica, lo que las hace un consumidor o depredador potencial dentro del ecosistema, sufriendo diferentes variedades en cuanto a factores fisiológicos sujetos a las condiciones de su hábitat [29].

Al igual que los macroinvertebrados, las aves también presentan diferentes niveles de tolerancia a ciertos disturbios generados en su hábitat, pues la presencia o ausencia de algunas especies pueden ser indicación de diferentes impactos ambientales. De esta manera, los estudios de identificación de avifauna como bioindicación, son una alternativa simple para la determinación de las condiciones ambientales de un ecosistema urbano, demandando poco tiempo y bajo costo [30].

#### **2.2.6.3 Entomología**

El estudio de los insectos como bioindicadores de calidad ambiental, se argumenta principalmente en base a los siguientes 5 aspectos:

- Debido a su gran abundancia dentro del reino animal, su *alta riqueza y diversidad de especies* facilita la captura de individuos en términos de probabilidad.

- Su *fácil manipulación*, permite menos esfuerzo en labores de muestreo
- Los insectos presentan cierta *fidelidad a sus hábitats*, siendo un factor de alta relevancia a la hora de discernir aspectos de un área a estudiar, es decir que su biogeografía puede ser respuesta a un impacto o efectos al ecosistema. La identificación del uso de suelo que se está dando a una zona de conservación, es un ejemplo aplicado a ecosistemas urbanos.
- La *susceptibilidad frente a mínimas perturbaciones* a su hábitat sería otra de las razones en la escogencia de insectos como bioindicadores
- Su *corto tiempo de evolución*, permite el análisis en varias etapas de diferentes insectos, como por ejemplo las mariposas [31].

La taxonomía de diferentes insectos, como las mariposas diurnas, es muy estable y conocida, al igual que su historia natural, pues es quizá una de las mejores conocidas en todo el reino animal [32]

### **2.2.7 Plan de Manejo Ambiental (PMA)**

La elaboración de planes de manejo como herramienta para rehabilitar áreas disturbadas y restablecer procesos ecológicos manteniendo la estructura y funcionamiento ecosistémico en los humedales, es una estrategia para responder a lo planteado en la Convención de Ramsar (1971). Por tanto se pueden definir como un conjunto de actividades propuestas con el fin de prevenir, mitigar, corregir y compensar, los impactos ambientales generados a un ecosistema por factores antrópicos, basado en una evaluación previa de las condiciones del área a intervenir. Un Plan de manejo ambiental (PMA) debe estar compuesto principalmente por una descripción del lugar en cuanto a componentes biológicos y biofísicos, una evaluación de estas condiciones seguido de una zonificación ambiental para así llegar a los objetivos y plan de acción; etapa final según lo estipula la Resolución 196 de 2006 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [33].



### **2.2.7.1 Descripción.**

La descripción del área disturbada, es un punto de partida para poder llevar a cabo procesos de planificación del PMA, y agrupa aspectos físicos, biológicos y sociales afectados.

Dentro del componente físico se pueden encontrar; geomorfología, clima, suelos, componentes hidrológicos y atmosféricos, y ruidos. Mientras que dentro de los componentes biológicos se encuentran principalmente la flora y fauna. El uso del paisaje y el desarrollo económico de la región a estudiar, harían parte de los aspectos socioeconómicos del área.

### **2.2.7.2 Evaluación.**

En este proceso se considera la caracterización realizada previamente, para así determinar el estado de degradación en que se encuentran las condiciones descritas. Dentro de este procedimiento se agrupan dos evaluaciones, una evaluación ecológica, donde se considera el tamaño y posición, la diversidad biológica, la naturalidad, rareza, fragilidad, representatividad y posibilidades de restauración rehabilitación y /o recuperación del humedal). La otra es una evaluación socioeconómica enfocada a aspectos valiosos en cuanto historia y religión, a los bienes y servicios del humedal y sus sistemas productivos. Por ultimo un planteamiento de la problemática y confrontación de intereses cierra esta etapa en la formulación de un PMA.

- **Evaluación de impactos ambientales (EIA):** Con la finalidad de proponer alternativas acordes a los daños causados por la ejecución de proyectos y acciones de origen antrópico, el uso de la evaluación de impacto ambiental es una herramienta de planificación que facilita este proceso, incrementando la eficiencia en el uso de los recursos naturales y previniendo la intervención a áreas sensibles para así evitar altos costos en tema de restauración de áreas y sanciones [34].

- **Componentes Del Medio Ambiente:** Para llevar a cabo un estudio de impacto ambiental, es clave conocer los diferentes factores ambientales que pueden estar afectados dependiendo de las características del proyecto o acción a realizar. Por esto, tener conocimiento sobre los diferentes componentes ambientales para asociarlos con sus respectivos disturbios detectados previamente al estudio, es vital.

Según lo anterior se encuentran numerosos componentes y elementos ambientales como se puede observar a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2. Componentes del medio ambiente

<b>COMPONENTE</b>	<b>ELEMENTOS</b>
Componente Geosférico	Geología
	Geomorfología
	Geotecnia
	Sismología
	Suelos
Componente Atmosférico	Climatología
	Calidad de Aire
	Ruido
Componente Hídrico	Numero de cuerpos de agua
	Subcuencas
	Caudales
	Calidad fisicoquímica del agua
	Uso del agua
Componente Biótico	Vegetación
	Fauna
	Ictiofauna
	Limnología
	Ecosistemas
Componente Socioeconomico	Asentamientos humanos
	Población
	Tenencia de la tierra
	Actividades económicas
	Obras de infraestructura
Componente cultural	Arqueología
	Paisaje
	Zonas recreacionales
	Zonas turísticas.

Fuente: [34]

- **Estudio De Impacto Ambiental (EsIA):** Para llevar a cabo de manera estructurada y satisfactoria el proceso de la evaluación de impactos ambientales, un estudio técnico capaz de identificar y valorar las diferentes consecuencias ocasionadas por proyectos y acciones del ser humano, es un proceso crucial para la proposición de acciones correctivas que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida del hombre y su entorno. Así que se puede denominar que aquel estudio se puede denominar un Estudio de Impacto Ambiental [35].

#### **2.2.7.3 Objetivos de manejo**

Son parte del proceso de planificación y según la Resolución 196 de 2006, los objetivos que se plantean en un plan de manejo ambiental deben ser principalmente, medibles, alcanzables, realistas y encaminados a mejorar las condiciones del área descrita en el primer paso, ya que de lo contrario habría inconvenientes a la hora de realizar el debido procedimiento de monitoreo para determinar el grado de cumplimiento en el que se encuentra el PMA.

#### **2.2.7.4 Plan de acción**

Descrita como la parte operacional del proceso de planificación y encamina todas sus acciones en cumplimiento de los objetivos planteados. Como mínimo el plan de acción debe contener programas y proyectos establecidos con su respectiva prioridad [33].

## 2.3 BASES LEGALES

A continuación se ilustrara la normatividad vigente tomada en cuenta para la ejecución del proyecto (ver Tabla 3).

Tabla 3. Normatividad para humedales, su protección y conservación.

ALCANCE	MARCO LEGAL
INTERNACIONAL	Convención de RAMSAR sobre los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (1971)
NACIONAL	Ley 99 de 1993. Por el cual se dicta regular la conservación, preservación, uso y manejo del medio ambiente y de los recursos naturales renovables en zonas marinas, costeras y demás ecosistemas hídricos continentales
	Ley 165 de 1994. Política Nacional de Biodiversidad por medio de la cual se aprueba el convenio sobre la diversidad biológica (Rio de Janeiro 1992)
	Ley 357 de 1997. Por la cual se adopta la convención de RAMSAR (Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas)
	Decreto 2811 de 1974. Por el cual se dicta el Código de los Recursos Naturales y protección del medio ambiente
	Decreto 1541 de 1978. Establece los lagos, lagunas, ciénagas y pantanos como aguas de dominio público.
	Resolución 0157 de 2004 (MAVDT). Reglamenta el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales.
	Resolución 1128 de 2006 (MAVDT). Establecimiento de manejo de humedales
	Resolución 0196 de 2006 (MAVDT). Se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia. Política nacional para humedales interiores de Colombia 2002. Incorporación de ecosistemas acuáticos continentales dentro del ordenamiento territorial de la región
NORMATIVIDAD CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA	Acuerdo del concejo directivo de la CRC N° 006 del 18 de agosto de 2010. Por el cual se adopta la primera fase de la "caracterización y plan de manejo de los humedales del departamento del Cauca" y se establece como determinante ambiental.

Fuente: Elaboración propia.

## **CAPITULO 3. METODOLOGIA**

Para la descripción de la metodología, es pertinente precisar que se ha extraído información secundaria sobre la composición y el estado del humedal “Tejares”. Para efectos de orden, jerarquía y secuencia del trabajo, se decidió dividir el mismo en tres fases: la primera enfocada a la caracterización y diagnóstico del humedal “Tejares”; la segunda fase se titula evaluación técnica y participativa de las condiciones ambientales del humedal “Tejares”; la tercera fase ejecución de acciones tendientes al mejoramiento de las condiciones ambientales del humedal “Tejares”.

### **3.1. Descripción del área de estudio**

Actualmente, el humedal “Tejares” se encuentra ubicado al extremo suroccidente de la comuna 6 cuyas coordenadas son: Latitud 2°25'21,5” con Longitud - 76°36'36,4”. Su área total es de 1 hectárea y presenta aproximadamente 0,23 hectáreas de protección; cuenta con un aporte de afluentes provenientes, principalmente, de la quebrada “La Monja”. Consta con diferentes zonas directas que impactan negativamente sus componentes ambientales, algunas de estas zonas urbanas son los barrios Loma de la Virgen y Recuerdo Sur que limitan en el extremo occidental del humedal; el barrio Nuevo Japón que limita en el extremo norte; los barrios Madres Solteras y El Boquerón que limitan en el extremo sur, mientras que al extremo oriental del humedal limita con el barrio Tejares [8].

Este ecosistema, se encuentra dentro del casco urbano de la ciudad de Popayán, municipio que por estar ubicado en una zona templada o cafetera (con una altitud de 1.738 msnm) y por su catalogación dentro de las zonas de vida como bosque húmedo premontano, presenta características especiales de precipitación, humedad y altitud que permiten la formación de espejos de agua natural y permanente [36]. De esta manera se ha identificado la presencia de aproximadamente 87 humedales sobre el casco urbano de la ciudad, de los

cuales, un gran porcentaje de ellos están amenazados, principalmente, por el constante crecimiento urbano [37].

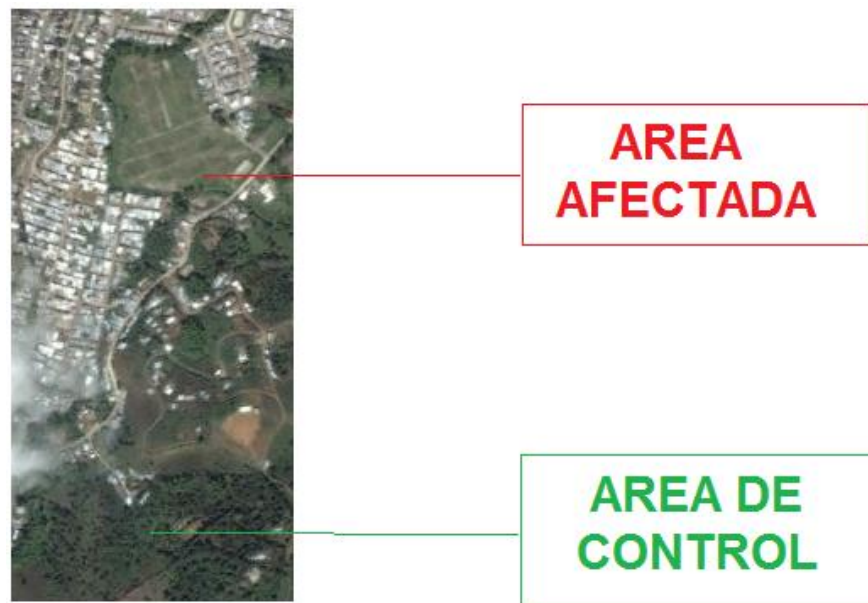
Para el desarrollo de la pasantía, fue clave establecer dos zonas para analizar los componentes ambientales. Una ubicada en la parte alta del humedal debido a que era el área, aparentemente menos alterada, por tanto se denominó “área de control” y cuyas coordenadas son: Latitud  $2^{\circ}25'15,8''$  con longitud  $76^{\circ}36'46,1''$ . La otra zona de estudio se ubicó justamente sobre el humedal, cuyas coordenadas son: Latitud  $2^{\circ}25'21,5''$  con Longitud  $76^{\circ}36'36,4''$ . Esta última se denominó el “área afectada” (ver Figura 2).

Figura 1. Ubicación del humedal “Tejares”.



Fuente: Adaptado de Google Earth. 2017

Figura 2. Áreas estipuladas para análisis y muestreo de componentes ambientales



Fuente: Adaptado de Google Earth. 2017

### 3.2. Fase 1: Caracterización y diagnóstico del humedal “Tejares”

En esta fase se realizó una caracterización del componente abiótico utilizando información secundaria disponible en el Servicio Geológico Colombiano, la Corporación Autónoma Regional del Cauca, la Oficina Asesora de Planeación Municipal, donde se centró principalmente en los estudios de Geología, Geomorfología y limnología, para así disponer de esta información dentro del plan.

Para el componente biótico, se realizó una caracterización de fauna basada en bioindicación de aves, lepidópteros (mariposas diurnas) y macroinvertebrados. Para la flora se realizó un levantamiento de información basada en recorridos por las áreas de estudio y así actualizar y complementar datos relevantes sobre los componentes ambientales y su estado actual en el humedal. A continuación se describirán las metodologías empleadas en la ejecución de esta primera fase.



### **3.2.1. Caracterización Abiótica**

#### **3.2.1.1 Composición y Geología de suelos**

Para la geología de suelos, se hizo uso de información secundaria brindada por el geólogo Cesar Solano, contratista de la oficina asesora de planeación municipal, quien facilito la extracción de datos del “Estudio de amenaza por remoción en masa” realizado por el Servicio Geológico Colombiano en el año 2015, que consta principalmente de la geología, geomorfología y geotecnia en la ciudad de Popayán, para así extraer la información específica del área de estudio en cuanto a estos factores además de la determinación del grado de riesgo por inundación y deslizamiento.

#### **3.2.1.2 Calidad de Agua**

En el análisis de calidad de agua, la Corporación Autónoma Regional del Cauca brindo información en cuanto al resultado de muestras de parámetros fisicoquímicos tomadas en el año 2006, por tanto se tomaron estos datos para compararlos con unos más actualizados, disponibles en la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca gracias al estudio de “Evaluación de los impactos ambientales generados al humedal Los Tejares desde el año 2006 al año 2015” realizado por el estudiante Cristian Muñoz, no obstante se realizaron nuevamente estos estudios para análisis la evolución de este componente.

La metodología adoptada para realizar el muestreo de calidad de agua por parámetros fisicoquímicos para el presente proyecto, se basó en lo establecido por la Corporación Autónoma Regional del Cauca por medio del “*Instructivo para toma de muestras de agua*”, en donde aclara que para captar una muestra de aguas superficiales con el fin de estudiar los efectos provocados por el vertimiento de aguas domésticas, industriales y/o agropecuarios, se debe tomar muestras antes y después del vertimiento [38]. Por tanto, las muestras tomadas fueron procedentes de la quebrada “La Monja” en diferentes sectores antes y después de los vertimientos de aguas servidas generados por diferentes barrios del sector.

En total se tomaron tres muestras puntuales teniendo en cuenta diferentes recomendaciones brindadas por el personal del laboratorio ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Cauca, las cuales consistieron básicamente en la utilización de un recipiente de 2 Litros para cada muestra y “purgarlo” tres veces, es decir, lavarlo con el agua de la fuente hídrica antes de tomar la muestra. Para captar el agua dentro del recipiente, este se debe ubicar en el mismo sentido en que va el flujo del agua sumergiéndolo totalmente, una vez sumergido se abre el recipiente hasta obtener la totalidad de su capacidad (es decir 2 Litros) para finalmente taparlo bajo el agua. Es importante mencionar que la muestra se refrigeró en una nevera de icopor de 19 Litros en todo el trayecto hasta el laboratorio ambiental. En cada punto de muestreo se realizó una medición en campo de temperatura y pH, mientras que los demás parámetros fisicoquímicos para determinar la calidad de agua se midieron en laboratorio (ver Tabla 4).

Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua

Parámetro	Unidad
pH	Unidades de pH
Conductividad	$\mu\text{S/cm}$
DBO <sub>5</sub>	mg/L
DQO	mg/L
SST	mg/L
Color	UPC
Turbidez	UNF
Nitritos	Mg NO <sub>2</sub> -N/L
Coliformes Totales	Ufc/100 ml
Coliformes Fecales	Ufc/100 ml

Fuente: Elaboración propia (2017)

### **3.2.1.3 Factores Antrópicos**

Al igual que en el análisis de calidad de agua, los factores antrópicos fueron analizados en base al estudio mencionado con anterioridad y comparados con los hallazgos durante las visitas técnicas por medio de observación directa, fotografía y diferentes actividades de retroalimentación con algunos de los representantes de la comunidad. Principalmente se identificaron las principales actividades antrópicas realizadas dentro del humedal y sus áreas de influencia, que han llevado a la degradación del ecosistema, con el fin de determinar si los aspectos ambientales identificados en estudios realizados y mencionados anteriormente, persisten dentro del ecosistema. La actualización de las actividades y factores inducidos a la mano del ser humano, es clave a la hora de determinar y priorizar programas y proyectos encaminados al mejoramiento de las condiciones ambientales del humedal.

### **3.2.2. Caracterización biótica**

Para la identificación de flora y fauna en el humedal “Tejares” como estrategia de evaluación de las condiciones actuales del ecosistema a estudiar, se escogieron dos lugares para la realización de esta actividad, tomando como criterio de elección, el fácil acceso y la cercanía al área afectada para determinar con ostensibilidad la afectación. Uno ubicado en la parte alta del humedal, donde aparentemente se vio menor afectación al ecosistema, por tanto sería seleccionado como área de control. El otro lugar de muestreo sería seleccionado sobre el área propia del humedal, la cual sería la zona más afectada como se puede apreciar en la figura 2.

#### **3.2.2.1 Mariposas (Lepidopteros)**

Cabe resaltar que esta actividad se realizó para identificar las especies de mariposas diurnas presentes en el ecosistema, ya que estos individuos permiten la descripción de zonas disturbadas. Para esta identificación, se realizó una sola colecta, la cual consto de procesos de captura, identificación y registro fotográfico

de cada individuo, debido a que se deseaba conocer de manera general las especies de mariposas diurnas presentes en el área de estudio como herramienta de evaluación y descripción de las condiciones del ecosistema. Gracias a la fragmentación del humedal, las colectas se efectuaron en dos zonas diferentes especificadas en la figura 2.

Para el proceso de captura se hizo uso de dos metodologías: La colecta de individuos con jama y trampas tipo Van Someren-Rydon (ver Figura 3), utilizando cebos de material en descomposición (pescado y plátano). En total se instalaron 5 trampas Van Someren-Rydon desde las 8 am hasta las 3 pm. Las trampas fueron separadas por transeptos de 50 m, intercalando los cebos en cada una.

Para la captura de individuos con jama, se establecieron rangos de tiempo de captura aproximadamente de 30 minutos durante toda la jornada de muestreo. Una vez capturado el individuo se identificó y fotografió para conservar un registro dentro del plan de manejo, utilizando como referente la guía para Mariposas diurnas de la zona central cafetera colombiana. Cabe resaltar que para este procedimiento el acompañamiento de la bióloga Angela Patricia Gallego, facilitó el registro del nombre científico de cada especie capturada.

Figura 3. Metodologías para captura de lepidópteros



Jama o red entomológica.



Trampa Van someren-Rydon



Figura 4. Identificación de individuos capturados

### 3.2.2.2 Identificación de fauna bentónica.

Para esta actividad, se tomaron 6 muestras; 3 en el área de control sobre la quebrada “La Monja” y 3 en el área afectada. Cabe resaltar que en este procedimiento se realizó una sola colecta entre 8 am y 12 m, y se llevó a cabo con el fin de obtener mayor criterio a la hora de dar un concepto sobre el estado del principal afluente del humedal “Tejares” (Quebrada “La Monja”).

La metodología empleada para la captura de macroinvertebrados se denomina “red de mano o pantalla” y consiste principalmente en ubicar una red muy fina (se aconseja de 500  $\mu\text{m}$  de abertura) de 1m x 1m en dirección contraria a la corriente del agua y se pateo el fondo de la quebrada desprendiendo el sustrato hacia la red ubicada aguas abajo (Figura 5). El tiempo empleado para realizar el desprendimiento del sustrato en la corriente se tomó de 30 segundos por muestra.

Figura 5. Colecta de macroinvertebrados en quebrada “La Monja”



Una vez capturados los individuos en cada estación, son vertidos en un recipiente con etanol al 80% y debidamente rotulados. Finalmente en el laboratorio de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca se realizó la identificación utilizando un estereoscopio para visualizar características morfológicas de cada individuo y así compararlo con lo estipulado en la “*Guía para el estudio de los*

*macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia*”, como se puede observar en la Figura 6.

Figura 6. Identificación de macroinvertebrados colectado en la quebrada "La Monja"



Finalmente, posterior a la identificación y conteo de los individuos colectados en cada estación, se procede a dar un concepto de la calidad del agua según el índice biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party score) ilustrado en la Tabla 5.

Tabla 5. Escala BMWP

Categoría	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
I	Buena	>150	Aguas muy limpias a limpias	Blue
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	Green
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	Yellow
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	Orange
V	Muy Critica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	Red

Fuente: [48]

### 3.2.2.3 Identificación de avifauna

Al igual que en la identificación entomológica, el avistamiento de aves se realizó en una sola visita tanto en el área de control como en el área afectada, esta vez en un horario de 7 am a 12m y desde la 1 pm hasta las 4pm. Se estableció estos rangos de avistamiento debido principalmente a las jornadas laborales estipuladas por la administración Municipal y por cuestiones de seguridad y transporte en el área de estudio.

La metodología utilizada fue básicamente realizar un recorrido sobre el área de control y el área afectada, efectuando caminatas entre la vegetación de porte alto, medio y bajo, para así visualizar y fotografiar cada individuo. Posterior al registro fotográfico, se procede a la identificación, comparando las características morfológicas de cada individuo, gracias a las imágenes capturadas, con lo estipulado en la “*Guía de aves de Colombia*”, para lo cual la asesoría del biólogo experto en aves Camilo Arturo fue de vital importancia para evitar desaciertos en el listado de especies identificadas.

Figura 7. Avistamiento de avifauna en el humedal "Tejares"





#### **3.2.2.4 Identificación de flora**

La identificación de flora se llevó a cabo por medio de una sola visita tanto en el área de control como en el área afectada, en donde se realizó un recorrido con un horario de 9 am a 1 pm. Este horario se estableció para facilitar el transporte de los contratistas quienes fueron apoyo en todo el proceso a demás por condiciones de seguridad en el sector.

Debido a que se contó con personal capacitado para esta actividad como es el caso de los ecólogos María Teresa Rodríguez (contratista de la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria-UMATA) y Andrés Vivas (profesor de la Fundación Universitaria de Popayán) además de los miembros de la comunidad, la actividad se basó principalmente en dividir a los asistentes en dos grupos, con el fin de estructurar el trabajo, es decir, un grupo se encargó de la identificación de estratificaciones arbóreas y epifitas, mientras que el otro en la identificación de especies arbustivas y rasantes.

La metodología de identificación se basó principalmente en el uso de guías de campo, las cuales poseen diferentes ilustraciones y/o dibujos de las especies de plantas de determinado bioma, las cuales son comparados con fotografías tomadas en campo o directamente con la planta a identificar, en este caso se utilizó la "*Guía de 150 especies de la flora de los andes*" como base para identificar las vegetación, no se realizó colecta de ninguna planta, más si se registraron por medio de fotografías. Las claves taxonómicas, fueron otra metodología para identificar la vegetación, pues cada familia posee características morfológicas como la forma de hojas y tallos, frutos y flores, etc, que son clave para la identificación de flora en un ecosistema.

Figura 8. Identificación de flora en la parte alta del humedal "Tejares".



### **3.3. Fase 2: Formulación del plan de acción acorde a los factores ambientales más afectados.**

Para la formulación del plan de acción en el humedal “Tejares”, se utilizaron diferentes metodologías con el fin de priorizar algunas acciones de mitigación a los factores ambientales más afectados, para así tener un criterio técnico a la hora de estipular las actividades, programas y proyectos para la rehabilitación del ecosistema.

A continuación las actividades utilizadas como herramienta para la formulación de del plan de acción.

#### **3.3.1. Evaluación participativa de las condiciones ambientales**

En esta actividad, se tomó como punto de partida la pasantía elaborada por el estudiante Cristian Muñoz, denominada “Evaluación del impacto ambiental generado al humedal Los Tejares de la ciudad de Popayán desde el año 2006 a 2015”, quien implemento una matriz cuantitativa y cualitativa de los aspectos e

impactos ambientales generados a este ecosistema, sin embargo, la ausencia de una socialización a la comunidad de esta actividad, conlleva a complementar este trabajo por medio de la estructuración de una matriz de evaluación de impacto ambiental, la cual se basó principalmente en una matriz adaptada de metodología de Leopold. La variación que se realizó a esta metodología consiste en la ausencia de valores cuantitativos, es decir que se utiliza un criterio de valoración subjetiva brindada por los líderes de la comunidad (ver Tabla 6). La capacidad dinámica de esta metodología y la evaluación subjetiva por parte de la comunidad, permitieron llegar al dimensionamiento de la problemática ambiental, la sensibilización y potencializar el trabajo participativo dentro de la estructuración del plan de manejo ambiental y su futura ejecución.

Tabla 6. Matriz para la evaluación participativa del humedal "Tejares"

<b>MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL DEL HUMEDAL TEJARES</b>					
<b>FACTORES AMBIENTALES</b>		<b>TENSORES AMBIENTALES</b>			
		ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2	ACTIVIDAD 3	ACTIVIDAD 4
AGUA	CALIDAD				
	CANTIDAD				
AIRE	CALIDAD				
SUELO	EROSION				
	USO				
FLORA	ABUNDANCIA				
	REPRESENTACION				
FAUNA	ABUNDANCIA				
	REPRESENTACION				
PAISAJE	ESTETICA				
SOCIOECONOMICO	CULTURA				
	EMPLEO				
<b>CALIFICACION AMBIENTAL</b>			IMPACTO CRITICO	IMPACTO MODERADO	AUSENCIA DE IMPACTO O IMPACTO POSITIVO

Fuente: Elaboración propia

Para la ubicación de las actividades más impactantes dentro del ecosistema, se llevó a cabo una dinámica que consistió principalmente en formar diferentes grupos entre los asistentes a la capacitación, y por cada grupo definir las actividades que impactan negativamente las condiciones del humedal “Tejares” y la quebrada “La Monja”, luego proponer soluciones (debidamente socializadas); finalmente en modo de dinamizador y acogiendo lo expresado por la comunidad, se establecen y se toman en cuenta sensores ambientales que posiblemente no se habían contemplado durante las visitas al área afectada.

Posterior a la identificación de los sensores ambientales establecidos por la comunidad, se procede a ejecutar la matriz para la evaluación participativa del humedal “Tejares” ilustrada en el Tabla 6, utilizando papeletas de los colores rojo, naranja y verde, ya que se trata de una evaluación con criterios subjetivos tomados por los líderes de la comunidad, y de manera participativa, llenar la matriz para así finalizar esta actividad con las apreciaciones y reflexiones de la comunidad ante los resultados obtenidos.

Figura 9. Socialización de los sensores ambientales y sus respectivas posibles soluciones propuestas por los líderes de la comunidad



### 3.3.2. Matriz de Priorización de Problemas.

Para poder iniciar con la estructuración de un plan de acción acorde a las condiciones ambientales, es importante darle prioridad a algunos problemas ya establecidos por la comunidad. Para ello, se priorizo los problemas por medio de una matriz de Vester la cual se ilustra en la Tabla 7.

Tabla 7. Matriz de Vester para priorización de problemas

		MOTRICIDAD					
DEPENDENCIA	MATRIZ DE PRIORIZACION						
	HUMEDAL	Problema 1	Problema 2	Problema 3	Problema 4	Problema 5	TOTAL
	TEJARES						
	Problema 1	X					
	Problema 2		X				
	Problema 3			X			
	Problema 4				X		
	Problema 5					X	-
TOTAL						-	

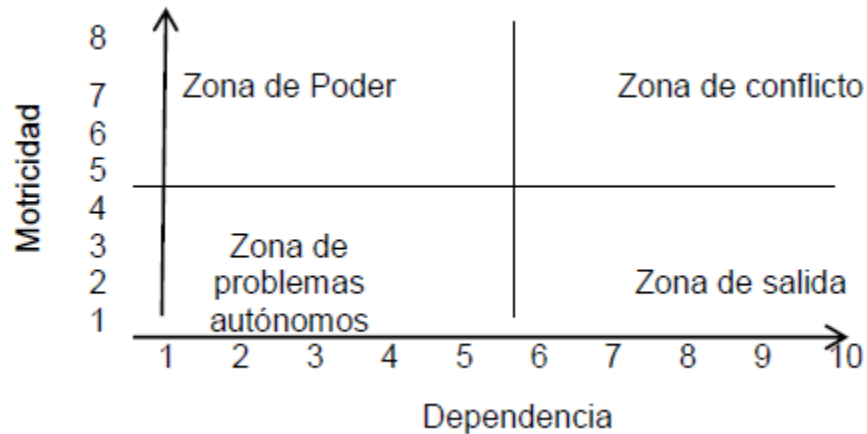
Fuente: [26]

Para calificar el grado de incidencia de cada uno de los problemas se tuvieron en cuenta los siguientes valores:

- 0: Para la ausencia de relación
- 1: Para la presencia de poca relación
- 2: Para la existencia directa de relación

Finalmente se realiza una sumatoria de los valores tanto en columnas como en filas para así proceder a la realización del grafico Motricidad vs Dependencia ilustrado en la figura 10.

Figura 10. Análisis estructural de la matriz de Vester.



Fuente: [25]

Como se puede observar en la figura 9, se debe realizar un plano cartesiano dividido en cuatro zonas:

- **Zona de Poder (A):** En esta zona se ubican los problemas con alta motricidad y baja dependencia, es decir que tienen alta capacidad de influir en los otros problemas y no dependen de la solución de otras situaciones para su mitigación.
- **Zona de Conflicto (B):** Aquí se ubican problemas con alta dependencia y alta motricidad, lo cual indica que incide alta y directamente sobre otros problemas y viceversa.

Por tanto, los problemas situados en la zona A y zona B son a los que se debe priorizar una solución dentro del plan de acción.

- **Zona de Problemas Autónomos (C):** En esta zona se sitúan los problemas con bajos niveles de dependencia y de motricidad.

- **Zona de Salida (D):** Aquí se las situaciones con baja motricidad y alta dependencia, lo que indicaría que, junto a los problemas ubicados en la zona C, son lo que no se les puede dar tanta prioridad pero aun asi se deben tener en cuenta para ubicar sus soluciones dentro del plan de acción [26].

-

### **3.3.3 Plan de acción**

Teniendo como base toda la información recolectada en las fases anteriores, se procede a la estructuración de un plan de acción el cual consta de diferentes programas y proyectos con sus respectivos objetivos y su prioridad establecida entre corto, mediano y largo plazo.

### **3.4. Fase 3: Acciones Adelantadas referentes a la problemática del Humedal “Tejares”.**

Esta fase se basó principalmente en la ejecución de algunas acciones a corto plazo estipuladas dentro del plan de acción. Principalmente, con el fin de avanzar en el actuar de la institucionalidad sobre la problemática de la contaminación del humedal “Tejares” y sus zonas de influencia, se inició la ejecución de estas acciones por medio de diferentes reuniones realizadas en las instalaciones de la Oficina Asesora de Planeación Municipal.

Se establecieron diferentes compromisos entre sectores privados, como la asociación de Vivienda “Portales del Macizo” y la empresa prestadora del servicio de aseo (SERVIASEO S.A), con diferentes partes interesadas como la unidad municipal de asistencia técnica agropecuaria, la corporación autónoma regional del cauca, la oficina asesora de planeación municipal y la empresa de acueducto y alcantarillado de Popayán, por medio de diferentes citaciones con el fin de coordinar el actuar según el campo de acción de cada una de estas partes.

## **CAPITULO 4: PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS**

### **4.1 Caracterización y diagnostico en el humedal “Tejares”**

#### **4.1.1 Componentes abióticos actuales**

##### **4.1.1.1 Geología**

Popayán, departamento del Cauca, se encuentra localizado en el Valle de Pubenza, al suroccidente colombiano, entre la sierra montañosa del oeste y la cordillera central al este. El municipio se ubica sobre la falla de Romeral, siendo una zona de alta sismicidad como se evidencia en su historial registrado desde el 10 de Marzo de 1983, fecha en la cual se presentó el evento de mayor significancia, el terremoto de Popayán [39].

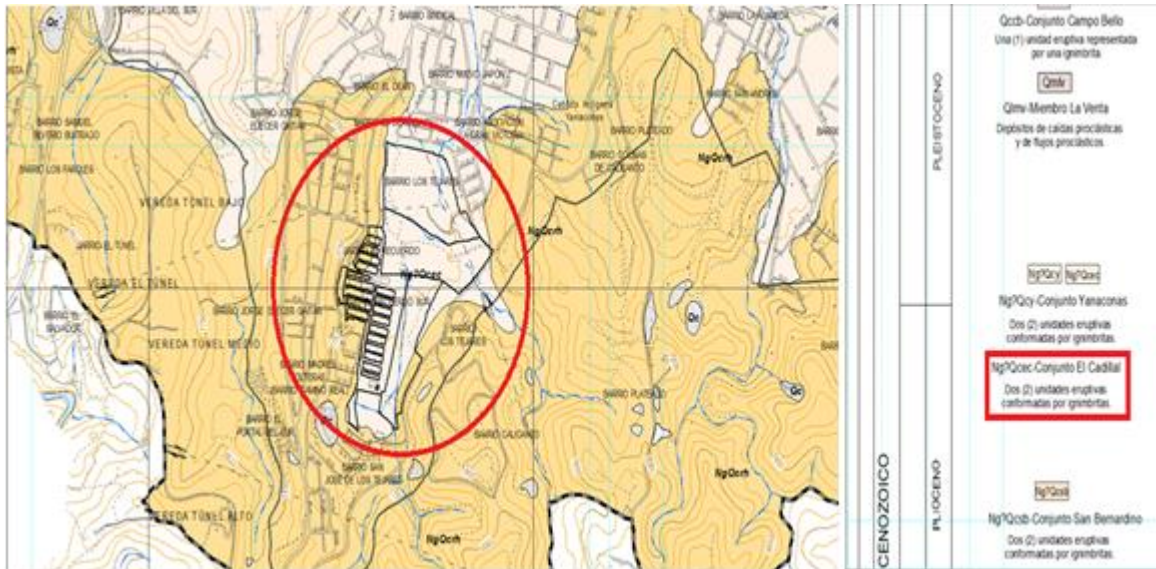
Según el estudio de remoción en masa realizado por el Servicio Geológico Colombiano – SGC, la zona donde se encuentra ubicado el humedal “Tejares” se clasifica entre las fallas de Rumbo Sinestral, es decir: es un área donde pasan dos fallas geológicas como La falla Puente a Julumito y la falla NNE-NNW (North North East-North North West). El humedal corresponde en antigüedad a la era geológica del cenozoico, final del periodo del plioceno y segunda época del periodo del neógeno; el terreno también se encuentra sobre el conjunto El Cadillal (Ng?Qcec) donde se ubican dos unidades eruptivas, conformadas principalmente por ignimbritas como se puede ilustrar en la Figura 11 [40].

Debido a que las fallas que atraviesan al humedal “Tejares” (fallas de rumbo sinestral) son de tipo traslacional, las cuales se caracterizan principalmente por la formación de áreas cóncavas y laderas naturales habilitando diferentes zonas de inundación parcial, posiblemente, el área de estudio ha presentado diferentes cambios en su estructura geológica debido principalmente a modificaciones y cambios en el uso del suelo, encaminadas a la habilitación de sectores del



humedal con fines urbanísticos, como el cambio en el flujo del agua y el relleno de sectores inestables y húmedos [41].

Figura 11. Ubicación y clasificación geológica del humedal "Tejares".



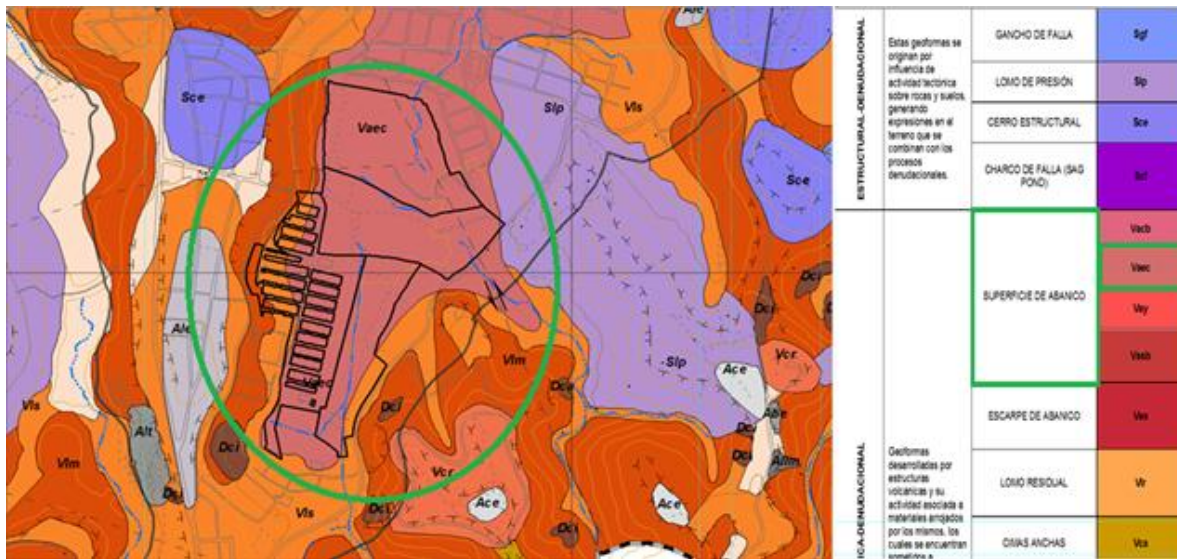
Fuente: [40]

#### 4.1.1.2 Geomorfología

Partiendo del Estudio de amenaza por remoción en masa realizado por el Servicio Geológico Colombiano - SGC, el humedal Tejares se clasifica geomorfológicamente como **Vaec** (superficie de abanico de El Cadillal) el cual es de origen volcánico denudacional y se caracteriza por tener una superficie amplia suave a ondulada, originada por la acumulación de material volcánico que se localiza en una zona de cambio de pendiente, pasando de un flujo angosto confinado a una región de menor pendiente y más amplia [40].

Las condiciones amplias y de menor pendiente a las que se refiere el estudio de amenaza por remoción en masa, posiblemente sean la principal causa por la cual se ven amplios y numerosos asentamientos urbanos, pues la comunidad ve estos sectores con un gran potencial para poder construir su vivienda. Por tanto, la recuperación de la morfología del área estudio se vería como una tentativa para incluir dentro del plan de acción.

Figura 12. Ubicación y clasificación geomorfológica del humedal "Tejares"



Fuente: [40]

#### 4.1.1.3 Geotecnia

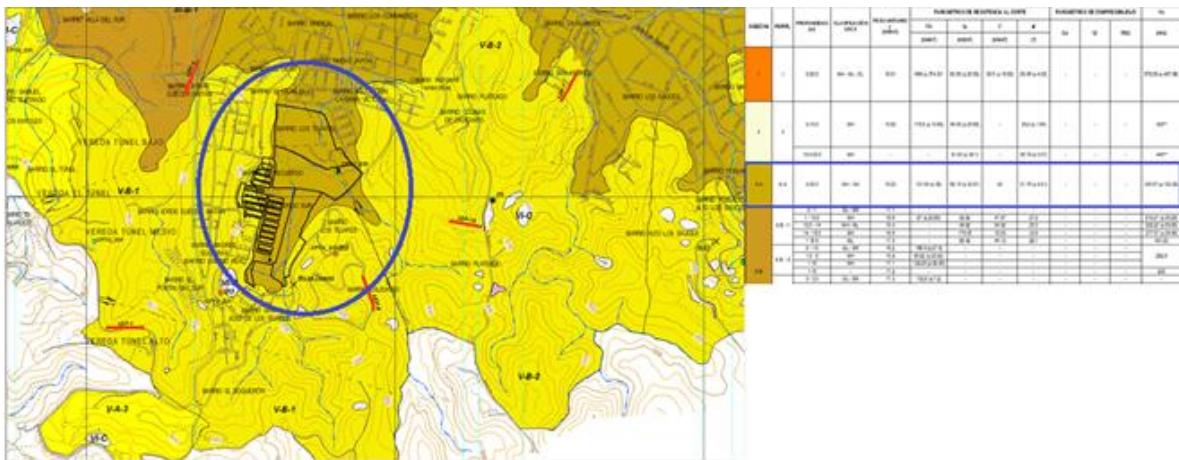
La zona donde se ubica el humedal Tejares se clasifica como zona geomecánica **III-A** que se extiende hacia el occidente de la cabecera municipal ocupando un área aproximadamente de 6,1 km<sup>2</sup>. Este sector está compuesto por suelo residuales de ignimbrita con grado VI de meteorización y su nivel freático fluctúa entre 0,1 y 11,7 metros de profundidad del suelo [40].

Los suelos en esta zona geotécnica están conformados en superficie hasta 1 metro de profundidad por rellenos antrópicos principalmente compuesto de escombros y suelos orgánicos, seguido por una capa de limos de alta plasticidad con algo de arena de color rojizo y amarillento de consistencia media a firme, de acuerdo a los valores de la resistencia a la compresión confinada. A partir de los 2,5 m se puede encontrar arena en mayor proporción, mientras que a los 6 m se puede encontrar delgadas capas de grava y entre los 6 y 9 m encontramos algunas capas delgadas de turba [40].

Los rellenos antrópicos muy probablemente se presentan con fines de urbanización, lo cual demandaría diferentes procesos de desecación del humedal,

afectando directamente las condiciones de nivel freático y a su vez la composición orgánica de los suelos. Por otro lado, estos rellenos demandarían también procesos de descapote de vegetación, lo cual conllevaría a la erosión del suelo y finalmente la poca resistencia a partículas que terminan en cuerpos de agua superficiales debido a la acción de la escorrentía. Como resultado de acciones encaminadas a la urbanización sobre áreas protegidas, sobre todo del proceso de relleno y estabilización de taludes, se puede obtener suelos fuertemente erosionados, procesos de sedimentación en cuerpos de agua superficiales, y el aumento de sólidos suspendidos dentro de los mismos.

Figura 13. Geotecnia del humedal "Tejares".



Fuente: [39]

#### 4.1.1.4 Calidad de Agua

Según las muestras tomadas por; la Corporación Autónoma Regional del Cauca en el año 2006, el estudiante Cristian Muñoz en el año 2015 y en el presente proyecto en el año 2016, para la determinación de la calidad de agua en la quebrada "La Monja", los resultados se pueden expresar en un cuadro comparativo denotado en la Tabla 9.

Tabla 8. Ubicación y coordenadas de cada punto de muestra (quebrada “La Monja”)

CODIGO DE MUESTRA	UBICACIÓN	COORDENADAS GEOGRAFICAS
1180	Parte alta del humedal-área de control	Latitud: 2°25'13,5" Longitud: 76°36'43,2"
1181	Barrio Colinas de Calicanto- área afectada	Latitud: 2°25'35,8" Longitud: 76°36'47,2"
1182	Barrio Palmares del sur-área afectada	Latitud: 2°25'39,3" Longitud: 76°36'47,7"

Tabla 9. Parámetros fisicoquímicos tomados en la quebrada “La Monja”, para la determinación de calidad de agua.

VARIABLES	UNIDADES	2006	2015			2016			Valores máximos permisibles establecidos por el decreto 475/98
			1005	1006	1007	1180	1181	1182	
pH	Unidades de pH	5.72	7.84	7.26	7.21	7.10	7.28	7.56	6.5-9.0
Conductividad	µS/cm	31.2	158	300	361	203	214	243	50-1000
DBO5	mg/L	23	1.1	4.0	7.8	1.0	1.4	1.4	*
DQO	mg/L	1.6	12.1	27.4	20.2	<15	15.7	15.6	*
SST	mg/L	4.0	5.1	16.0	11.1	28.8	25.0	18.4	500
Color	UPC	*	51	60	50	24	32	35	15
Turbidez	UNF	6	6.4	4.7	4.5	11.3	12.8	13.7	5
Nitritos	Mg NO <sub>2</sub> -N/L	*	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.1

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 10 se ilustran los parámetros microbiológicos de la quebrada “La Monja” para los años 2006, 2015 y 2016. Es importante recalcar que la información disponible para el año 2006 solo constaba con un valor para cada parámetro.

Tabla 10. Aspectos microbiológicos de la quebrada "La Monja".

VARIABLE MICROBIOLÓGICAS	UNIDADES	2006	2015			2016			Valores máximos permisibles establecidos por el Decreto 1594/84
			1005	1006	1007	1180	1181	1182	
Coliformes Totales	UFC/100ml	2419	106000	6400	52000	1500	1300	3600	5000
Coliformes Fecales	UFC/100ml	108	77000	100	400	100	100	200	1000

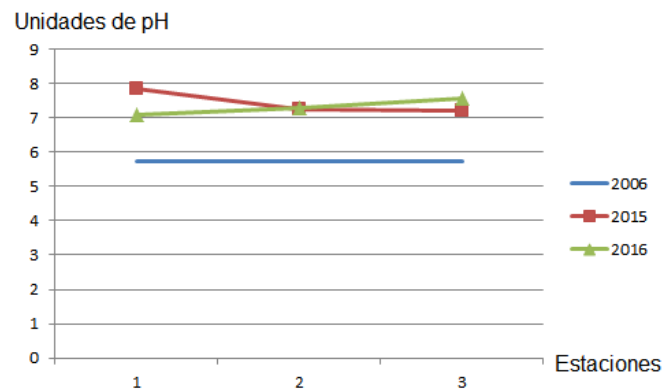
Fuente: Elaboración propia

Comparando la información que representa la calidad de agua en la quebrada “La Monja” desde un aspecto fisicoquímico, se puede observar el aumento de la contaminación, ya que esto está reflejado en la variación de algunos valores de parámetros analizados, corroborando lo observado en las visitas de campo, sin embargo, en algunos parámetros como los coliformes totales y fecales, el gradiente de variación para sus valores excede ampliamente los valores permisibles estipulados en los decretos 1594 de 1984 y 475 de 1998. Los parámetros que presentaron cambios significativos fueron principalmente:

**Potencial de hidrogeniones (pH):** El pH varió significativamente sobre todo desde el año 2006 hasta el año 2015, esto debido posiblemente a que hubo 9 años en donde no se tuvo registro de su variación. Sin embargo, este parámetro fisicoquímico tiende a variar constantemente, pues en el 2006 presentó un valor de 5,72, estando por debajo del valor estipulado en el decreto 475/98 (6,5-9), pasando a obtener unos valores pico de 7,84 y 7,56 en los años 2015 y 2016 respectivamente. La variación constante del potencial de hidrogeno presente en el agua, refleja la descomposición de materia orgánica y otros procesos biológicos relacionados con la respiración y el metabolismo de microorganismos (ver Grafica 1) [42].



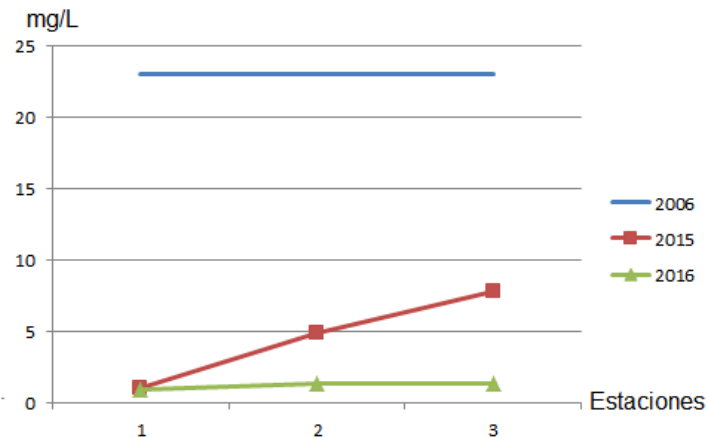
Grafica 1. Variación de pH en la quebrada "La Monja"



Fuente: Elaboración Propia

***Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>):*** Este parámetro indica la cantidad de oxígeno que los microorganismos están utilizando para realizar procesos como respiración, oxidación y degradación de materia [43]. Teniendo claro lo anterior, se puede evidenciar la gran variación que presentó la DBO<sub>5</sub>, con una disminución de 23 mg/L en el año 2006 a valores pico de 7,8 mg/L y 1,4 mg/L para los años 2015 y 2016 respectivamente. Esta disminución posiblemente se deba a que se está realizando la construcción de diferentes cajas de inspección para evitar verter las aguas servidas a la quebrada en algunos sectores de estudio como el barrio "Recuerdo sur".

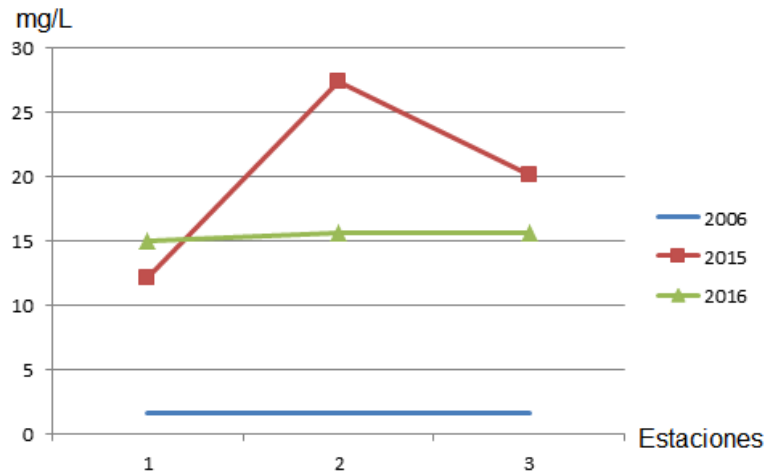
Grafica 2. Variación de DBO5 de la quebrada "La Monja"



Fuente: Elaboración Propia

***Demanda Química de Oxígeno (DQO):*** Este parámetro indica la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica. Su variación fue proporcionalmente inversa a los valores de DBO<sub>5</sub>. Es decir que mientras valores de la DBO<sub>5</sub> cayeron considerablemente, los de DQO pasaron de tener un valor de 1,6 mg/L en el año 2006 a valores pico de 27,4 en el 2015, mientras que en el año 2016 logro valores estables que se mantuvieron muy cerca de 15 mg/L. Lo anterior indica el aumento de procesos de oxidación de materia orgánica por medio de sustancias ya sean orgánicas o inorgánicas en la quebrada "La Monja" [44]. Sin embargo, la estabilización de este parámetro en el año 2016 se debe posiblemente al empalme con el alcantarillado municipal en algunos sectores del área de estudio.

Grafica 3. Variación de DQO en la quebrada "La Monja".

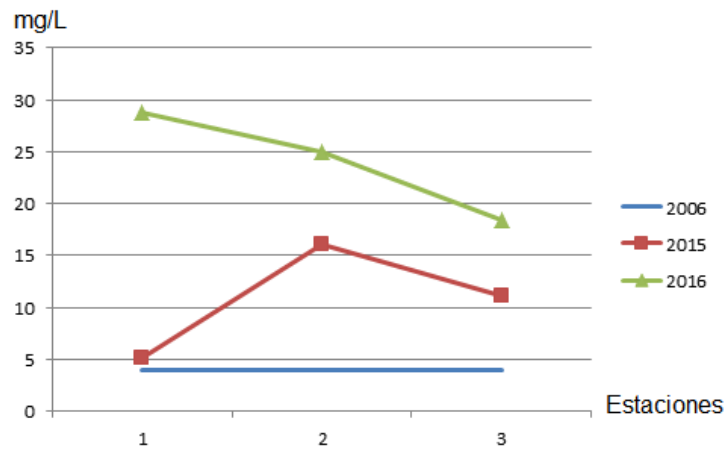


Fuente: Elaboración propia

**Sólidos suspendidos totales (SST):** Este parámetro ha presentado un incremento constante, pues su aumento puede estar ligado principalmente a factores naturales como el arrastre de partículas debido a escorrentía, potencializado por la erosión en suelos consecuencia de la afectación de su uso, y a factores antrópicos como la presencia de material coloidal en el agua como bacterias y partículas causante de color, debido al vertimiento de aguas residuales a la quebrada [45]. Las variaciones de este parámetro no sobrepasaron los valores permisibles establecidos en el Decreto 475/98.



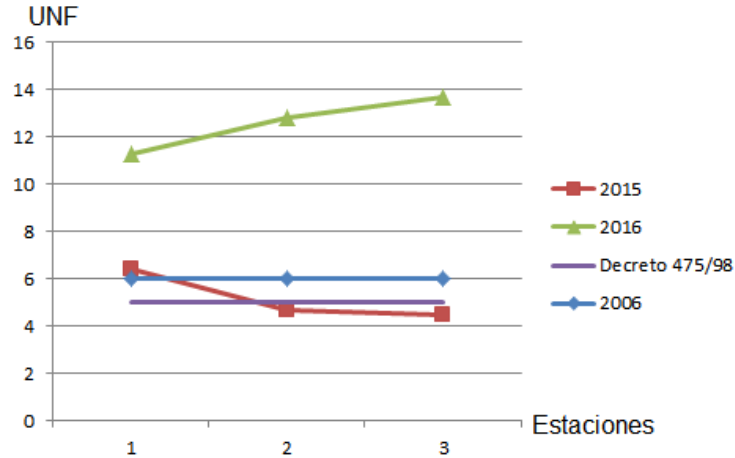
Grafica 4. Variación de Sólidos suspendidos totales en la quebrada "La Monja"



Fuente Elaboración propia

**Turbidez:** Según Betanzos A., la turbidez se relaciona directamente con los sólidos suspendidos totales (SST) [46], lo cual se evidenció principalmente en el incremento de los valores para estos parámetros entre los años 2015 y 2016. Es importante recalcar que solo dos de las muestras tomadas en el año 2015 se encontraban en cumplimiento con lo estipulado en el Decreto 475/98 (5UNT) (ver Grafica 5)

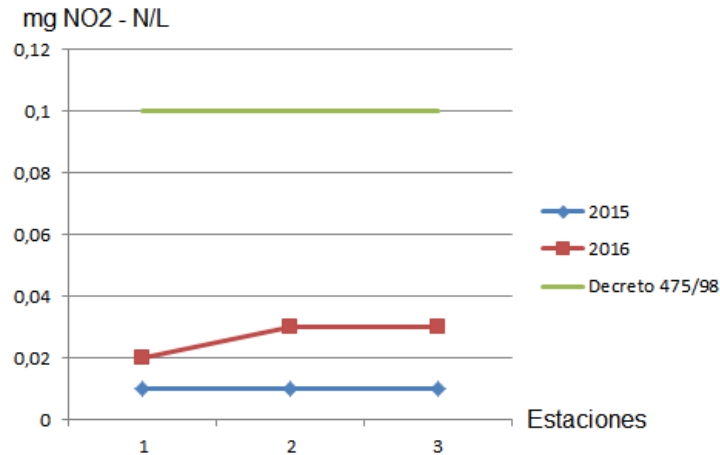
Grafica 5. Variación de la turbidez en la quebrada "La Monja"



Fuente: Elaboración propia

**Nitritos:** Este parámetro indica la presencia de contaminación de carácter fecal reciente. Concentraciones estimadas entre 0,1 y 0,9 mg NO<sub>2</sub>-N/L en aguas superficiales se consideran muy tóxicas para la vida acuática, por esto, el Decreto 475/98 estipula que este parámetro no puede superar el valor de 0,1 mg NO<sub>2</sub>-N/L. Se encontró que este parámetro se encuentra por debajo de los valores permisibles, cumpliendo con la normatividad citada anteriormente, sin embargo, se observó un incremento entre el año 2015 y 2016, por tanto es importante tomar acciones para controlar o estabilizar los valores de nitritos en la quebrada "La Monja".

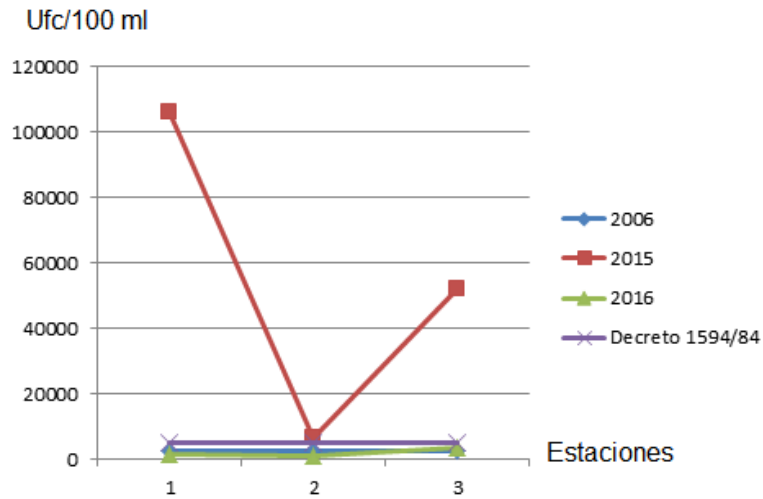
Grafica 6. Variaciones de nitritos en la quebrada "La Monja"



Fuente: Elaboración Propia.

**Coliformes Totales:** Este parámetro se relaciona directamente con la presencia de bacterias capaces de fermentar lactosa a temperaturas entre 35 y 37°C, las cuales pueden generar enfermedades del tracto digestivo por su consumo. Los valores de este parámetro tuvieron gran significancia para el año 2015, en donde superaron ampliamente lo establecido en el Decreto 1594/84 (<5000 Ufc/100 ml) con un valores pico de hasta 106.000 Ufc/100 ml. Lo anterior posiblemente se haya debido a una des calibración en los equipos de medición o inconsistencias en la toma de muestra. Para el año 2006 y 2016 los valores cumplieron con la normatividad.

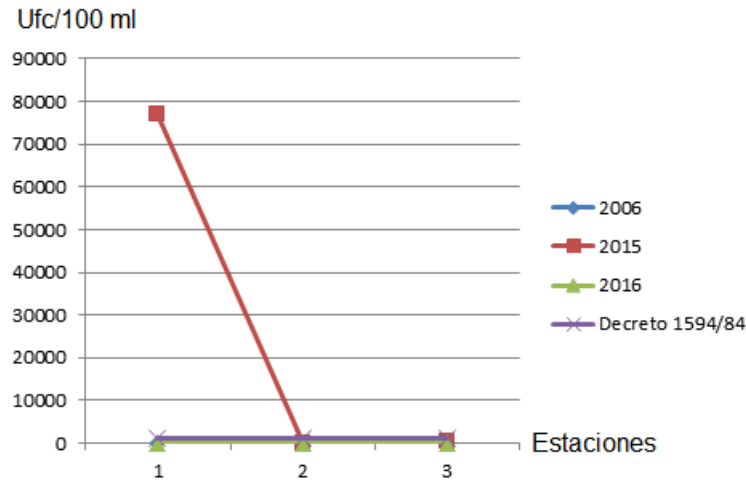
Grafica 7. Variación en Coliformes totales en la quebrada "La Monja"



Fuente: Elaboración propia

**Coliformes Fecales:** Al igual que en los Coliformes totales, para el año 2015 los Coliformes fecales tuvieron valores que sobrepasaron ampliamente lo estipulado en el decreto 1594/84 (<1000 Ufc/100 ml) con un valor atípico de 77000 Ufc/100 ml, mientras que para los años 2006 y 2016, los Coliformes fecales se encuentran dentro de los valores permisibles estipulado por la normatividad. Lo anterior posiblemente se haya debido a una des calibración en los equipos de medición o inconsistencias en la toma de muestra.

Grafica 8. Variación de los Coliformes fecales en la quebrada "La Monja"



Fuente: Elaboración propia

Acciones encaminadas principalmente a mejorar el manejo de las aguas residuales en barrios como el Recuerdo Sur y madres solteras, pueden ser la causa principal en la disminución de parámetros indicadores de presencia de materia orgánica y actividad biológica dentro de la quebrada "La Monja" como lo es la Demanda Biológica de Oxígeno y la Demanda Química de Oxígeno (entre el año 2015 y 2016).

#### 4.1.1.5 Factores Antrópicos

La urbanización en espacios denotados como áreas de interés público y ambiental, genera una serie de afecciones a diferentes componentes medio ambientales del ecosistema estudiado, como es el caso de la calidad de agua y la composición del suelo. Sin embargo, actividades de origen agropecuario, como lo es la presencia de animales equinos y bovinos sobre áreas de protección, al igual que criaderos de cerdos, contribuyen directamente a contaminación del humedal "Tejares", debido principalmente al manejo inadecuado de sus excretas y su pisoteo. Según la "Evaluación de impactos generados al humedal "Tejares" desde el año 2006 al año 2015" los dos aspectos ambientales anteriormente

mencionados, son los más significativos y que aún persisten en el área de estudio con mucha frecuencia [8].

Por parte de la urbanización sobre áreas de protección ambiental, estos demandan diferentes tipos de aspectos ambientales de alta relevancia. El recubrimiento de zonas de protección en sobre el humedal “Tejares” y la ronda hídrica de la quebrada “La Monja”, junto al vertimiento de aguas residuales sobre la misma quebrada, son alguno de ellos. Estas actividades de origen antrópico inciden directamente en la afectación a las funciones ecosistemicas del humedal como la regulación de microcuencas por medio de la recarga y descarga de agua subterránea.

Por otra parte, el vertimiento de residuos sólidos domiciliarios sobre lugares inadecuados afecta aspectos paisajísticos en el ecosistema, además de atraer presencia de vectores como roedores e insectos. Sin embargo, la procedencia de los residuos sólidos presentes en áreas de protección del humedal, no solo es de carácter domiciliario, sino que también es resultado de procesos de construcción como es el caso de escombros y madera. Procesos de sedimentación en la quebrada y la contaminación del suelo, pueden ser consecuencias sobre el ecosistema que ocasionan las actividades descritas.

Figura 14. Principales afecciones al humedal "Tejares"



#### **4.1.2 Componentes bióticos actuales**

##### **4.1.2.1 Flora**

Según la vegetación observada en la parte alta del humedal "Tejares", se identificaron alrededor de 47 especies de 31 familias de plantas como se ilustra en la Tabla 11.

Tabla 11. Vegetación identificada en la parte alta del humedal "Tejares"

<b>Familia</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>
Actinidaceae	<i>Saurauia ursina</i>	Moquillo
Amaranthaceae	<i>Celosia cristata</i>	Cresta de gallo
Araceae	<i>Colocasia esculenta</i>	Papa china
	<i>Anthurium pedatum</i>	Anturio
	<i>Monstera</i>	Monstera
	<i>Anthurium sp.</i>	Anturio
Aspleniaceae	<i>Asplenium aethiopicum</i>	Helecho
	<i>Asplenium theciferum</i>	Helecho
	<i>Asplenium</i>	Helecho
Asteraceae	<i>Critoniella acuminata</i>	Pati negra
Brachytheciaceae	<i>Brachythecium</i>	Musgo
Bromeliaceae	<i>Guzmania sp.</i>	Bromelia
Cecropiaceae	<i>Cecropia angustifolia</i>	Yarumo
Clusiaceae	<i>Clusia multiflora</i>	Cucharo
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pulpuria</i>	Batatilla
Cyatheaceae	<i>Cyathea sp.</i>	Helecho arboreo
Euphorbiaceae	<i>Ricinus comunis</i>	Ricino, higueilla
Fabácea	<i>Melilotus officinalis</i>	Trébol dulce
	<i>Trifolium repens</i>	Trébol blanco
Gesneriaceae	<i>Kohleria sp.</i>	Terciopelo
	<i>Besleria solanoides</i>	No registraso



Lauraceae	<i>Nectandra reticulata</i>	Nacedero
Lobariaceae	<i>Sticta sp.</i>	Liquen
Lythraceae	<i>Lafoensia acuminata</i>	Guayacán de Manizales
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon bogotense</i>	Cola de caballo. Limpia plata
Melastomataceae	<i>Tibouchina lepidota</i>	Flor de mayo
Mimosaceae	<i>Inga densiflora</i>	Guamo
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayabo
Moraceae	<i>Ficus soatensis</i>	Caucho sabanero
Musaceae	<i>Musa acuminata</i>	Platano
Orchidaceae	<i>Oncidium sp.</i>	Torito, dama danzante
	<i>Rodriguezia granadensis</i>	No registrado
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino
Piperaceae	<i>Piper hartwegianum</i>	No registrado
	<i>Peperomia tetraphylla</i>	No registrado
Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i>	Guadua
	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Pasto estrella
Pteridaceae	<i>Pteris sp</i>	No registrado
Rubiaceae	<i>Palicourea angustifolia</i>	Cafeto de monte
	<i>Palicourea sp.</i>	No registrado
	<i>Coffea arabica</i>	Café
	<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	No registrado
Siparunaceae	<i>Siparuna sp.</i>	No registrado
	<i>Siparuna aspera</i>	No registrado
Solanaceae	<i>Browallia americana</i>	No registrado
	<i>Solanum quitoense</i>	Lulo

	<i>Solanum sisymbriifolium</i>	Guinda
--	--------------------------------	--------

Fuente: [47]

Según lo observado en la parte alta del humedal sobre la ronda hídrica de la quebrada “La Monja”, las especies de plantas identificadas en esta área de control se clasificaron principalmente en estratificaciones arbóreas, arbustivas y epifitas.

En cuanto a la vegetación arbórea o leñosa, se encontró diferentes especies de árboles, los cuales muy posiblemente fueron plantados por los mismos pobladores de la zona de estudio, debido a la presencia de: especies frutales como es el caso de los guayabos (*Psidium guajava*) y guamos (*Inga densiflora*), también especies comerciales como los pinos (*Pinus patula*) y especies provenientes de otros sectores del país como por ejemplo la presencia del guayacán de Manizales (*Lafoensia acuminata*). Las especies mencionadas anteriormente, corresponden principalmente a especies introducidas que pueden brindar refugio y alimentación a fauna (aves) y entre otros servicios tanto ambientales como ornamentales, pero a su vez no podrían contribuir a la conectividad de ecosistemas altamente fragmentados como es el caso del humedal “Tejares” [48].

Es de mucha relevancia mencionar la presencia del helecho arbóreo (*Cyathea sp.*) perteneciente a la familia Cyatheaceae , especies que, según estudios realizados por la Universidad del Cauca, son plantas endémicas del norte del continente que habitan generalmente en Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela y Bolivia, entre los 100 y 2800 metros sobre el nivel del mar, propios de hábitats tropicales, lluviosos y subtropicales. En el departamento del cauca se ha identificado la presencia de estas plantas en los municipios de: El Tambo, Santa Rosa y la Vega. Algunas de estas especies se remontan a la era jurásica, razón por la cual se encuentran protegidas en muchos sectores del continente donde habita [49].

Figura 15. Especies arbóreas identificadas en la parte alta del humedal "Tejares"



Helecho arbóreo (*Cyathea sp.*)



Moquillo (*Saurauia ursina*)



Pino (*pinus patula*)

Fuente: Elaboración propia

Debido a diferentes actividades antrópicas encaminadas a prácticas agrícolas como el descapote de vegetación nativa para la siembra de café, plátano y lulo dentro del área de estudio, las especies arbustivas encontradas posiblemente se han establecido de manera natural debido a procesos zocoros de diseminación de semillas, conformando así condiciones de sotobosque dentro de la zona de estudio. Esto se evidencia debido a la presencia de plantas de porte bajo pertenecientes a la familia Araceae como los anturios (*Anthurium pedatum*), *Monstera*s y papa china (*Colocasia esculenta*).



Figura 16. Papa china (*Colocasia esculenta*)



Figura 17. Monstera (*Monstera sp*)

En cuanto a especies epifitas en el área de estudio se encontraron principalmente musgos (*Brachythecium*), líquenes (*Sticta sp.*) y bromelias (*Guzmania sp.*). Por otra parte, es muy importante resaltar la siembra de café (*Coffea arabica*), lulo (*Solanum quitoense*) y plátano (*Musa acuminata*) como principal causa del descapote y desplazamiento de vegetación nativa de estos ecosistemas.

Figura 18. Plantas epifitas identificadas en la parte alta del humedal "Tejares"



Bromelia (*Guzmania sp.*)

Musgos (*Brachythecium*)



Líquenes (*Sticta sp.*)

Fuente: Elaboración propia

Sobre el área propia del humedal "Tejares", la vegetación existente consta principalmente de especies gramíneas, pioneras y de porte bajo, que posiblemente son resultado de procesos anemocoros de dispersión de semillas, como es el caso de la presencia en gran extensión de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), especie que se caracteriza por su alta capacidad de adaptación en suelos pertenecientes a áreas altamente disturbadas, y utilizados ampliamente en procesos agropecuarios de pastoreo [50].



Figura 19. Presencia en gran extensión de Pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y otras especies arbustivas en el humedal "Tejares".

#### **4.1.2.2 Fauna.**

##### **Identificación de lepidópteros (mariposas diurnas):**

De acuerdo a los recorridos realizados sobre el área de estudio, los lepidópteros encontrados en la parte alta y baja del humedal, se ilustran en la Tabla 12 y 13 respectivamente.



Tabla 12. Lepidopteros identificados en la parte alta del humedal "Tejares".

FAMILIA	SUBFAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO
Nymphalidae	Biblidinae	<i>Adelpha Alala Negra</i>
	Nymphalidae	<i>Castilia eranites</i>
	Danainae	<i>Episcada salvina</i>
		<i>Lycorea cleobeae</i>
	Satyrinae	<i>Euptychia sp.</i>
		<i>Graphita griphe</i>
		<i>Oressinoma typhla</i>
		<i>Parataygetis lineata</i>
		<i>Pareuptychia sp.</i>
		<i>Taygetis andromeda</i>
		<i>Pseudohaetera hypaesia</i>
	Heliconiidae	<i>Heliconius clysonimus</i>
		<i>Heliconius cydno weneri</i>
		<i>Heliconius cydno weneri forma gustavi</i>
	Ithomiinae	<i>Oleria prob santineza</i>
		<i>Pseudoscada andromica</i>
		<i>Pteronimia veia</i>
	Dismorphiinae	<i>Dismorphia crisia</i>
		<i>Dismorphia zathoe</i>
	Coliadinae	<i>Eurema proterpia</i>
<i>Eurema venusta</i>		
<i>Phoebis philea</i>		
Lycaenidae	Theclinae	<i>Calycopis beon</i>
Papilionidae	Papilionidae	<i>Papilio polyxenes</i>

Fuente: Elaboración propia

Según lo denotado en la Tabla 12, en la parte alta del humedal, zona estipulada como área de control, se encontró mayor diversidad de la familia de las Ninfalidas (*Nymphalidae*), con ocho (8) subfamilias identificadas, seguida por las familias *Lycanidae* y *Papilionidae* representadas dentro del área de estudio, por tan solo una subfamilia cada una.

La subfamilia *Satyrinae* fue la que presentó una mayor representación con siete (7) especies identificadas, seguida por: Las subfamilias *Coliadinae*, *Ithomiinae* y *Heliconiidae* (cada una con tres especies identificadas), las subfamilias *Danainae* y *Dismorphiinae* (con dos especies identificadas cada una) y por último las subfamilias *Biblidinae* y *Nymphalidae* con una sola especie identificada.

La alta representación de la subfamilia *Satyrinae*, se debe probablemente a que la parte alta del humedal es un ecosistema característico de tierras altamente húmedas debido a procesos de evapotranspiración por medio de la neblina, con disponibilidad de vegetación con plantas hospederas representadas principalmente en las familias *Poaceae*, *Araceae*, *Cyperaceae*, *Selaginellaceae* y *Loranthaceae*, de las cuales solo dos de estas familias fueron identificadas en la caracterización florística del ecosistema (*Poaceae* y *Araceae*), conformando un ambiente propicio para su ciclo de vida [51].

Por otro lado, según la caracterización preliminar de lepidopterofauna en pie de monte (Calvario-Meta, Colombia), la subfamilia *Nymphalidae* constituye uno de los grupos más grandes y ampliamente representativos de la familia *Nymphalidae*, no obstante, en la parte alta del humedal solo se identificó una especie de esta subfamilia, lo que probablemente se debe a la baja oferta de plantas hospederas [52]. Esto contradice directamente lo mencionado con anterioridad, generando incertidumbre en los resultados posiblemente debido a la desviación en cuanto a los métodos de captura y cebos utilizados [53].



La subfamilia *Heliconiidae*, representada dentro del área de estudio por tres (3) especies identificadas, coinciden con las reportadas por Andrade, 1998. Esta subfamilia habita generalmente en ecosistemas previamente perturbados debido a otros usos dados a la tierra como por ejemplo actividades agrícolas, y que se encuentran en regeneración, es decir bosques secundarios [31], coincidiendo directamente con la composición florística detallada en la caracterización de flora descrita anteriormente.

Tabla 13. Lepidopteros identificados en la parte baja del humedal "Tejares".

FAMILIA	SUBFAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO
Pieridae	Pierinae	<i>Ascia monuste</i>
Lycaenidae	Theclinae	<i>Calycopis beon</i>
	Polyommatinae	<i>Leptotes cassius</i>
Nymphalidae	Nymphalidae	<i>Junonia evarete</i>
		<i>Vanessa braziliensis</i>
	Danainae	<i>Danaus sp.</i>
Papilionidae	Papilionidae	<i>Papilio polyxenes</i>
Hesperiidae	Eudaminae	<i>Urbanus sp.</i>

Fuente: Elaboración propia

En modo de comparación, el área afectada presenta una mayor diversidad en cuanto a familias de lepidópteros (5 familias) con referencia a las encontradas en la parte alta (3 familias), sin embargo, variación en cuanto a diversidad de subfamilias encontradas entre la parte alta (10 subfamilias representadas en 24 especies) y en la zona afectada (7 subfamilias representadas en 8 especies), es evidente. Esto probablemente debido a la ausencia de plantas hospederas las cuales son clave para el desarrollo del ciclo de vida de estos insectos.

Una vez más se puede observar mayor representación de la familia *Nymphalidae* en un a ecosistemas aun altamente afectado como lo es el humedal "Tejares",

esto debido su alta capacidad de adaptación a diferentes estratos vegetales y prolongados periodos de vuelo [53].

**Identificación de avifauna:**

Según las observaciones realizadas, se identificó un total de 11 familias y 26 especies de aves en el área de control (Tabla 14), mientras que en el área afectada, se encontraron 7 especies de 7 diferentes familias (Tabla 15).

Tabla 14. Aves identificadas en la parte alta del humedal.

<b>FAMILIA</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>NOMBRE COMUN</b>
Picidae (Carpinteros)	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero blanco
	<i>Leuconotopicus fumigatus</i>	Carpintero ahumado
	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero real
Parulidae (Chipes)	<i>Mniotilta varia</i>	Pegapalo
	<i>Dendroica fusca</i>	Reinita gorginaranja
	<i>Myioborus miniatus</i>	Abanico colinegro
Emberizidae (semilleros, gorriones y afines)	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrioncito
	<i>Sicalis flaveola</i>	Canarito
	<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero capuccino
	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero olivaceo
Columbidae (palomas)	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita o torcaza
Turdidae (mirlas)	<i>Turdus ignobilis</i>	Mirla ollera
Trochilidae (colibríes)	<i>Amazilia saucerrottei</i>	Amazilia coliazul
Thraupidae (tangaras)	<i>Piranga rubra</i>	Piranga abejera
	<i>Thraupis episcopus</i>	Azulejo
	<i>Tangara vitriolina</i>	Tangara rastrojera
	<i>Tangara girola</i>	Tangara cabecirrojo
	<i>Tangara arthus</i>	Tangara dorada
	<i>Saltator atripennis</i>	Saltador alinegro
	<i>Ramphocellus flammigerus</i>	Toche enjalmado
Momotidae	<i>Momotus aequatorialis</i>	Barranquero
Corvidae (cuervos y Urracas)	<i>Cyanocorax yncas</i>	Quinquina
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bichifue
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Siriri
	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	Suelda crestinegra
Furnariidae (cantores)	<i>Synallaxis azarae</i> -	Piscuis

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Identificación de aves en el área afectada de humedal "Tejares"

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Thraupidae (cantores)	Sicalis flaveola	Gorrión azafrán
Charadriidae	Vanellus chilensis	Alcaraván o anguilla
Troglodytidae (insectívoras)	Troglodytes aedon	Cucarachero
Columbidae (palomas)	Columbina talpacoti	Tortolita o torcaza
Emberizidae	Zonotrichia capensis	Gorrión americano
Cathartidae (buitres)	Coragyps atratus	Chulo
Tyrannidae	Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal

Fuente: Elaboración propia

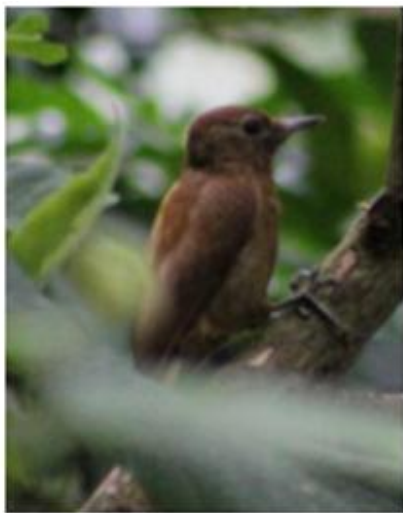
Partiendo de los resultados obtenidos en la identificación de avifauna en las zonas tanto de control como afectadas en el área de estudio, se puede observar que en la parte alta se encontró un mayor número de familias de aves que en el área afectada, esto posiblemente se debe al tipo de vegetación existente, ya que en el área de control predomina más vegetación de porte alto, contribuyendo a diferentes procesos de reproducción, alimentación y nidificación. Es por eso que prevenir y mitigar acciones antrópicas tendientes a la degradación del suelo y su cobertura vegetal, es de vital importancia para conservar diferentes especies de aves que no logran adaptarse a hábitats con tan alta perturbación [54].

Según lo que se pudo observar en el área de control (ver Tabla 14), se trata de un ecosistema aparentemente boscoso e íntegro en temas de altura, cobertura, densidad y diversidad de árboles, con capacidades de proporcionar refugio y alimentación, esto debido a que se identificó la presencia de diferentes individuos pertenecientes a las familias *Picidae* (pajaros carpinteros) y *Trochilidae* (colibríes), los cuales son indicación de estas condiciones ambientales [55]. Sin embargo, también se observó la presencia de individuos pertenecientes a la familia *Parulidae* (chipes), el cual es un buen indicador debido a que es un ave migratoria con sensibilidad media a áreas disturbadas y habita temporalmente en árboles nativos de diámetros grandes, cafetales sombríos y potreros arbolados [56],

siendo esta familia de aves considerada una prioridad a conservar debido a que su población ha estado disminuyendo constantemente en los últimos 40 años [57].

Lo anterior acierta en cierta forma al ecosistema encontrado en la parte alta del humedal, puesto que se encuentra cierto terreno cubierto por cultivos de plátano y café, presentando una sucesión vegetal; algo característico de bosques secundarios, condición descrita en la caracterización de flora en el humedal.

Figura 20. Aves identificadas en la parte alta del humedal "Tejares"



*Carpintero Ahumado: Picoides Fumigatus*



*Saltador Alinegro: Saltator atripennis*

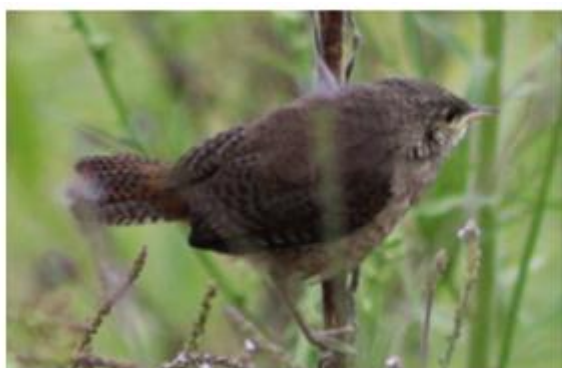
Fuente: Elaboración propia

En cuanto al área afectada, se identificaron familias de aves que se destacan como indicadoras, debido a su capacidad de adaptación a asentamientos urbanos y áreas altamente disturbadas como es el caso de la *Columbina Tapacolti*; una especie de la familia de los Columbidos, la cual puede distribuirse en áreas intervenidas y altamente urbanizadas, habitando en terrenos abiertos y secos, siendo una especie que se puede encontrar aun en áreas fuertemente deforestadas [58]. También fue identificada la especie *Zonotrichia capensis* perteneciente a la familia *Emberizidae*, un ave granívora que, al igual que los Columbidos, se caracterizan por su alta capacidad de adaptación a áreas fuertemente disturbadas, agroecosistemas, campos secos destinados

generalmente al pastoreo e incluso son capaces de adaptarse a ecosistemas anteriormente incendiados [59].

Una de las aves más representativas en cuanto a áreas pobladas, es el que se conoce coloquialmente en Colombia como “chulos”, los cuales son pertenecientes a la familia *Cathartidae* ; aves rapaces las cuales no solo toleran la presencia del ser humano, sino que se puede usar como alimento los desperdicios antrópicos generados [60].

Figura 21. Aves identificadas en el área afectada del humedal "Tejares"



*Cucarachero común: Troglodytes aedon*



*Alcaravan: Vanellus chilensis*

Fuente: Elaboración propia

### **Fauna Bentónica:**

En el muestreo realizado en seis diferentes estaciones (tres en el área de control y tres en el área afectada) como se estipulo en la metodología, se evidencio que el grado de contaminación tanto en la zona de control, como en el área afectada es muy alto según se ilustra en la Tabla 16.

Tabla 16. Macroinvertebrados encontrados en la quebrada “La Monja”.

ESTACION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	NUMERO DE INDIVIDUOS	PUNTAJE
Control 1	Insecta	Diptera	Tipulidae	2	4
			Chironomidae	1	2
		Odonata	Coenagrionidae	1	6
		Ephemeroptera	Baetidae	1	8
	Turbellaria	Coleoptera	Chrysomelidae	1	4
		Tricalida	Planariidae	2	5
Oligochaeta	Haplotaxia	Tubificidae	3	1	
<b>TOTAL</b>					<b>30</b>
Control 2	Insecto	Coleoptera	Ptilodactylidae	4	10
		Diptera	Tipulidae	3	4
	Gastropodo	Crustaceo	Psudothepusidae	2	8
<b>TOTAL</b>					<b>22</b>
Control 3	Turbellaria	Tricalida	Planariidae	2	5
	Gastropodo	Crustaceo	Psudothepusidae	1	8
	Insecto	Ephemeroptera	Baetidae	1	8
		Diptera	Chironomidae	2	2
<b>TOTAL</b>					<b>23</b>
Muestra 1	Insecta	Diptera	Chironomidae	22	2
	Turbellaria	Tricalida	Planariidae	1	5
<b>TOTAL</b>					<b>7</b>
Muestra 2	Insecta	Diptera	Chironomidae	19	2
<b>TOTAL</b>					<b>2</b>
Muestra 3	Insecta	Diptera	Chironomidae	26	2
			Muscidae	1	2
<b>TOTAL</b>					<b>4</b>

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados ilustrados en la Tabla 16, en la parte alta del humedal, el cuerpo de agua de la quebrada “La Monja” posee una calidad “*crítica*”, es decir que son “*aguas muy contaminadas*”, así lo evidencio su bajo puntaje dentro de la escala BMWP el cual en ninguna estación bajo de 16 unidades. El área afectada evidencio su estado “*muy crítico*”, es decir que se trata de “*aguas fuertemente contaminadas*” lo cual se reflejó su bajo puntaje el cual no supero las 7 unidades.

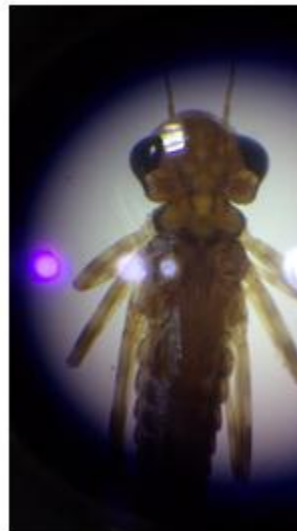
La parte alta del humedal (establecida como área de control) presento macroinvertebrados de orden Ephemeroptera, Coleoptera y Odonata, las cuales son característicos por habitar en aguas bien oxigenadas y con poca carga de material orgánico presente y procesos de eutrofización, es decir aguas limpias, cuyo sustrato se basa principalmente en troncos, hojas y material similar. Sin

embargo, en este sector también hubo presencia de algunos individuos del orden de los Dipteros representados por las familias *Chironomidae* y *Tipulidae*, indicando presencia de alta cantidad de materia orgánica en descomposición .

Figura 22. Macroinvertebrados presentes en la quebrada "La Monja", parte alta del humedal "Tejares"



*Ephemeroptera: Baetidae*



*Odonata: Coenagrionidae*

Fuente: Elaboración propia

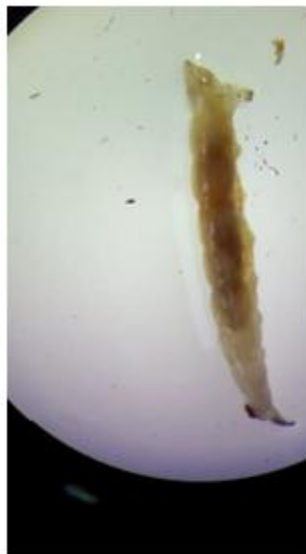
Para el área afectada, los individuos capturados solo fueron por macroinvertebrados de orden Diptera y Tricalida, los cuales son indicador de procesos de descomposición de materia orgánica en el agua, pues también poseen alta capacidad de adaptación a hábitats fuertemente contaminados [48]. Posiblemente el vertimiento de aguas residuales en la quebrada sea la principal causa de la presencia de estos macroinvertebrados.



Figura 23. Macroinvertebrados presentes en la quebrada "La Monja", parte más afectada del humedal "Tejares"



*Diptera: Chironomidae*



*Diptera: Muscidae*

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Diagnostico Participativo

### 4.2.1. Evaluación participativa para evaluar las condiciones ambientales del humedal

En esta actividad realizada con la participación de líderes de los barrios de Nuevo Japón, Sindical primera etapa, Recuerdo sur y entre otros sectores de la comuna seis, en conjunto con el grupo profesional de la administración municipal como apoyo al proceso, se definió subjetivamente y de manera de educación ambiental, que las principales problemáticas que se presentan en el humedal "Tejares" y quebrada "La Monja" se basan principalmente en el vertimiento de aguas servidas y residuos sólidos domiciliarios como consecuencia de urbanizaciones que carecen de alcantarillado y de una disposición adecuada de residuos sólidos; la presencia de zancudos entre otros vectores de mayor tamaño y las inundaciones constantes en la zona. Este último aspecto, es importante resaltar, no se había

tomado en cuenta durante las visitas por tanto esta actividad contribuyo notablemente a la estructuración del plan de acción.

En cuanto a la Matriz para la evaluar participativamente las condiciones ambientales del humedal "Tejares", se logró que la comunidad y el comité ambiental del sector, de manera subjetiva y dinámica, tomando como criterio su conocimiento empírico de la zona, determinara y magnificara cómo se encuentra el ecosistema actualmente y que actividades son las que más lo están afectando.

En la Tabla 17 se indica que, según la comunidad, actualmente la urbanización sobre áreas de protección, es la actividad antrópica que impacta de manera crítica la mayoría de los componentes ambientales tenidos en cuenta en la matriz, con excepción de componentes socioeconómicos, lo cual posiblemente se debe a que la oportunidad de obtener una vivienda, es un aspecto positivo para algunos habitantes del sector. Sin embargo, según apreciaciones de la comunidad, este tensor ambiental se potencializa debido a la actividad de algunos urbanizadores ilegales, quienes aprovechan los terrenos de propiedad pública e interés ambiental, para comercializarlos a personas de bajos recursos, que desconocen los procedimientos legales y trámites pertinentes para iniciar procesos de urbanización, convirtiéndose en una problemática social, ambiental, jurídico y económico dentro del sector.

El vertimiento de aguas servidas en la quebrada "La Monja", fue la actividad que, después de la urbanización en áreas de protección, la comunidad determino, impacta críticamente la mayoría de componentes ambientales, con excepción del uso del suelo y el empleo como componente socioeconómico, ya que no se vieron relacionados. Lo anterior debido a que cuando el cuerpo de agua se encuentra fuertemente contaminado, se pierde la posibilidad de albergar alguna fauna acuática, la vegetación perteneciente a la ronda hídrica de la quebrada, afectando

a su vez la estética del sector y la calidad del vida, debido a los malos olores que frecuentan en el área de estudio.

La disposición inadecuada de residuos sólidos, fue definida por la comunidad como otro aspecto ambiental relevante dentro de las afectaciones a componentes ambientales del ecosistema estudiado, haciendo alusión a los impactos críticos generados principalmente a la estética del sector, la generación de malos olores, posiblemente atribuido al mismo proceso de urbanización desarticulado y descontrolado.

Por último, las inundaciones y presencia de vectores en el sector fueron las que, según la comunidad, menos impactan al humedal. Analizando este resultado, todo se debe a que la urbanización ilegal, es la actividad antrópica que tiene alta incidencia sobre las demás. Esto se evidenciara en la matriz de priorización de problemas.

Figura 24. Realización de las actividades de evaluación participativa de las condiciones ambientales del humedal y priorización de problemas.



Tabla 17. Matriz para la evaluación participativa del humedal "Tejares"

MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL DEL HUMEDAL TEJARES						
FACTORES AMBIENTALES		TENSORES AMBIENTALES				
		Vertimiento de aguas residuales	Disposición inadecuada de residuos sólidos	Urbanización sobre áreas de protección	Inundaciones frecuentes en el sector	Presencia de vectores en el sector
AGUA	CALIDAD					
	CANTIDAD					
AIRE	CALIDAD					
SUELO	EROSION					
	USO					
FLORA	ABUNDANCIA					
	REPRESENTACION					
FAUNA	ABUNDANCIA					
	REPRESENTACION					
PAISAJE	ESTETICA					
SOCIOECONOMICO	CALIDAD DE VIDA					
	EMPLEO					
CALIFICACION AMBIENTAL			IMPACTO CRITICO	IMPACTO MODERADO	AUSENCIA DE IMPACTO O IMPACTO POSITIVO	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2 Matriz de Priorización de Problemas

Una vez finalizada la actividad anterior, y teniendo claros los factores ambientales más significativos dentro del sector, determinados por los líderes de la comunidad, la matriz de priorización de problemas (Matriz de Vester) es el siguiente paso para identificar que problemas son los que se deben solucionar con mayor prioridad, basándose en su capacidad de mover otros problemas (motricidad). La Tabla 18 ilustra los resultados obtenidos. Cabe resaltar que la comunidad decidió agregar a la lista de problemas identificados anteriormente a la falta de pertenencia y apropiación para con el ecosistema.

Tabla 18. Priorización de problemas por medio de la matriz de Vester.

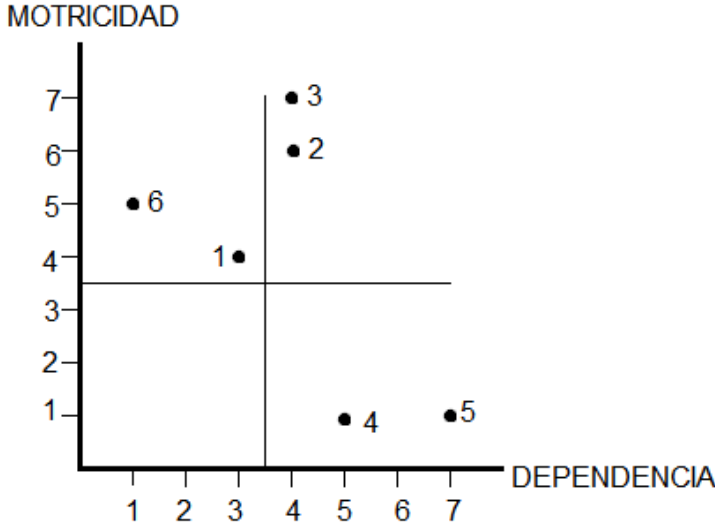
MATRIZ DE PRIORIZACION DE PROBLEMAS HUMEDAL "TEJARES"- QUEBRADA "LA MONJA".	1. Vertimiento de Aguas	2. Disposición inadecuada	3. Urbanización sobre áreas	4. Inundaciones en el sector	5. Presencia de vectores en	6. Ausencia de apropiación y	TOTAL
1. Vertimiento de Aguas residuales	0	0	0	2	2	0	4
2. Disposición inadecuada de residuos sólidos	0	2	2	2	2	0	6
3. Urbanización sobre áreas de protección.	2	2	1	1	1	1	7
4. Inundaciones en el sector	0	0	0	1	0	0	1
5. Presencia de vectores en la zona	0	0	1	0	1	0	1
6. Ausencia de apropiación y cultura ambiental	1	2	1	0	1	0	5
TOTAL	3	4	4	5	7	1	24

Fuente: Elaboración propia (2017)

El análisis estructural de la matriz de priorización de problemas, el vertimiento de aguas residuales y la ausencia de cultura ambiental se ubicaron sobre la zona de poder, lo que indica que son problemas dentro del ecosistema, cuya solución debe

priorizarse dentro del plan de acción, ya que su mitigación contribuiría amplia y directamente en la solución a otros problemas como la contaminación de la quebrada, los malos olores generados y la presencia de vectores en el sector.

Figura 25. Análisis estructural de matriz de priorización de problemas humedal “Tejares”



Fuente: Elaboración propia

La urbanización sobre áreas de protección es un problema que debió estar ubicado en la zona de poder, ya que su mitigación contribuiría a la solución de otros aspectos ambientales como la disposición inadecuada de residuos sólidos domiciliarios y escombros, y el vertimiento de aguas residuales. Sin embargo los procesos urbanísticos fueron ubicados en una zona de conflicto, lo cual indica que dependería de la solución de otros problemas. Esto debido principalmente a que la población determina la construcción de viviendas como un aspecto positivo al desarrollo de la comunidad, por lo cual no ve prioritaria su mitigación, sin embargo, manifiesta que su control estricto para respetar y conservar el medio ambiente, debe ser muy tenido en cuenta dentro del plan de acción.

Las inundaciones y la presencia de vectores se ubicaron en la zona de salida, esto debido a que su mitigación depende directamente de la solución de los problemas ubicados en las zonas de poder y de conflicto. Es decir que estos problemas son consecuencia directa de otras actividades expuestas y priorizadas como es el caso de la disposición inadecuada de residuos sólidos domiciliarios en cuerpos de agua y en otras áreas de protección.

### **4.3 Plan de Acción**

#### **4.3.1 Objetivo general del plan**

Llograr que la comunidad adyacente al área del humedal se apropie del ecosistema por medio de la formación y participación ciudadana en apoyo con la interinstitucionalidad según los campos de acción definidos por cada entidad.

#### **4.3.2 Objetivos Específicos.**

- Proponer estrategias de divulgación masiva de información en lo que respecta tanto a la importancia del manejo integral de estos ecosistemas como a los responsables de las acciones tendientes al mejoramiento de estos.
- Generar procesos incluyentes de participación en la comunidad con miras en el desarrollo de la gestión ambiental tendiente a la organización y desarrollo sostenible en la comunidad.
- Articular y fortalecer procesos de interacción entre la comunidad y las instituciones pertinentes en temas de conservación del medio ambiente

#### **4.3.3 Programas y proyectos**

Para lograr los objetivos propuestos, se ha establecido una serie de programas y proyectos encaminados al fortalecimiento de la relación entre la comunidad y el

medio ambiente en donde se tomaron 4 principales líneas de acción establecidas como programas.

1. Línea de educación ambiental y desarrollo participativo.
2. Línea de conservación y rehabilitación ambiental
3. Línea de Manejo Sostenible al Humedal Tejares
4. Línea de Gestión Interinstitucional

Las actividades y proyectos de cada línea de acción se pueden observar a continuación.



Tabla 19. Actividades y proyectos encaminados al fortalecimiento de la educación ambiental en el humedal "Tejares".

PROGRAMA	PROYECTO/ ACTIVIDAD	OBJETIVO	PRIORIDAD
<p align="center"><b>PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL Y DESARROLLO PARTICIPATIVO</b></p>	<p>Construcción de cultura ambiental desde aulas de clase de las instituciones educativas del sector.</p>	<p>Generar conciencia y sensibilización para con el ecosistema por parte de la comunidad educativa adyacente al humedal.</p>	<p align="center"><b>Corto Plazo</b></p>
	<p>Campaña en contra de la Urbanización ilegal por medio de un eslogan, volantes y otros medios masivos de información.</p>	<p>Persuadir a la comunidad sobre la gravedad del impacto generado al medio ambiente y a la sociedad en general, por la urbanización ilegal.</p>	<p align="center"><b>Mediano Plazo</b></p>
	<p>Humedal Tejares como lugar de ilustración y educación ambiental</p>	<p>Generar espacios de interacción y educación entre el humedal y las comunidades educativas del sector.</p>	<p align="center"><b>Largo Plazo</b></p>
	<p>Fortalecimiento y conformación de una gobernanza para la administración del humedal como área protegida en convenio con las entidades competentes y la comunidad.</p>	<p>Incluir todos los sectores de interés para coordinar la ejecución del plan de Manejo</p>	<p align="center"><b>Mediano Plazo</b></p>
	<p>Consolidación de comité de trabajo conformado entre la comunidad y la institucionalidad, para socializar, evaluar, monitorear y modificar el</p>	<p>Dar seguimiento y medir el grado de cumplimiento de las actividades propuestas en el plan</p>	<p align="center"><b>Corto Plazo</b></p>

	Plan de Manejo Ambiental cuando este lo requiera.		
	Instalación de vallas educativas y otros medio de difusión informativa sobre la importancia de los humedales.	Informar a la comunidad la importancia de la conservación de estos ecosistemas	<b>Corto Plazo</b>

Tabla 20. Actividades y proyectos encaminados a la rehabilitación de las condiciones ambientales del humedal

<b>PROGRAMA</b>	<b>SUBPROGRAMA</b>	<b>PROYECTO/ ACTIVIDAD</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>PRIORIDAD</b>
		Georreferenciación y cerramiento perimetral de nacedores de agua y otras áreas de importancia del ecosistema como rondas hídricas.	Aislar áreas de importancia del humedal de toda intervención antrópica.	<b>Corto Plazo</b>
	<b>Programa de conservación y rehabilitación del recurso agua</b>	Identificación de conexiones erradas y predios que no están adscritos a la red de alcantarillado y del uso	Obtener información cualitativa y cuantitativa que permitan un diseño de depuración del agua residual acorde al sector	<b>Mediano Plazo</b>

<b>PROGRAMA DE CONSERVACION Y REHABILITACION AMBIENTAL</b>		agroquímicos para realizar su respectivo seguimiento	y las condiciones ambientales.	
		Diseño de sistemas de depuración de aguas residuales en los sectores donde se vierten las aguas servidas directamente a la quebrada	Disminuir la carga contaminante depositada a la quebrada La Monja	<b>Mediano Plazo</b>
		Avanzar en estudios de Hidrogeología del Humedal	Definir alcances geográficos del plan de manejo, ya sea para ampliar o disminuir el campo de acción	<b>Corto Plazo</b>
		Recuperación de la hidrogeomorfología del Humedal	Regresar al ecosistema las condiciones morfológicas de cuerpos de agua aferentes al humedal.	<b>Largo Plazo</b>
		Identificación y regulación de captaciones de agua en	Aumentar la disponibilidad y abundancia del	<b>Corto Plazo</b>

		la quebrada, de manera insostenible e ilegal.	componente agua en el humedal.	
		Retiro de sedimentos y lodos residuales acumulados en cuerpos de agua adyacentes al humedal.	Mejorar las condiciones ambientales de los cuerpos de agua aferentes al humedal.	<b>Corto Plazo</b>
	<b>Programa de conservación y rehabilitación del suelo y componente estético del Humedal</b>	Destinación de espacios estratégicos para el depósito de residuos restantes de procesos urbanísticos a pequeña escala y residuos sólidos urbanos.	Dar un manejo integral a los escombros y residuos urbanos	<b>Mediano Plazo</b>
		Apoyo técnico para la implementación de compostaje de manera sostenible en fincas ubicadas en la parte alta del humedal.	Dar aprovechamiento a los residuos orgánicos y mejorar las condiciones del suelo.	<b>Mediano Plazo</b>
	<b>Programa de conservación y rehabilitación de Flora y Fauna</b>	Revegetación de la ronda hídrica de la quebrada La Monja mediante la adecuación del terreno e	Brindar un hábitat óptimo para el regreso y desarrollo de especies sobre la ronda hídrica	<b>Corto y mediano Plazo</b>

		implementación de material vegetal acorde al ecosistema.	del humedal convirtiéndose en un área de conservación y protección	
		Consolidación de nichos aptos para fauna propia del ecosistema como aves e insectos presentes en el humedal.	Incrementar considerablemente la abundancia y diversidad de individuos en cuanto a fauna.	<b>Largo Plazo</b>
		Monitoreo y seguimiento de la fauna y flora conforme a la evolución en la rehabilitación del ecosistema.	Tomar la fauna como bioindicación a la respuesta de los procesos de rehabilitación	<b>Mediano y largo Plazo</b>
		Proyecto de reforestación en la parte alta del humedal sujeto a los estudios hidrogeológicos adelantados.	Aumentar la abundancia y diversidad de la flora en los sectores menos intervenidos.	<b>Corto Plazo</b>

Tabla 21. Actividades y proyectos encaminados a manejo sostenible y gestión interinstitucional del humedal "Tejares".

<b>Programa</b>	<b>Proyecto/ Actividad</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Prioridad</b>
<b>PROGRAMA DE MANEJO SOSTENIBLE AL HUMEDAL TEJARES</b>	Humedal Tejares como ilustración de educación ambiental y ecoturismo en el sector.	Propiciar el desarrollo sostenible en el sector.	<b>Largo Plazo</b>
	Apoyo técnico y seguimiento a fauna propia de procesos agrícolas.	Implementar de prácticas de agricultura sostenible.	<b>Mediano Plazo</b>
<b>PROGRAMA DE GESTIÓN INTERINSTITUCIONAL</b>	Establecimiento del Humedal Tejares como prioridad de rehabilitación ante entidades competentes.	Fomentar la inclusión de Popayán al programa de ciudades sostenibles y competitivas.	<b>Corto Plazo</b>
	Apoyo jurídico y seguimiento de las acciones propuestas.	Brindar garantías jurídicas para definir claramente el campo de acción del Plan de Manejo Ambiental.	<b>Corto Plazo</b>
	Convenio con la comunidad de educación superior para llevar a cabo tesis y pasantías que aporten al monitoreo, mejoramiento continuo y ejecución del Plan de Manejo.	Buscar apoyo técnico y profesional de instituciones de educación superior , para realizar un seguimiento a las condiciones ambientales del humedal Tejares	<b>Corto Plazo</b>

#### **4.4 Actividades Adelantadas**

En esta pasantía, el levantamiento de toda la información para la construcción del plan de acción, fue previamente planificado y ejecutado en cooperación con las partes interesadas como lo es la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA), la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC), la empresa prestadora del servicio de aseo (SERVIASEO S.A E.S.P), la empresa de acueducto y alcantarillado de Popayán, la Policía Nacional, la Oficina Asesora de Planeación Municipal y la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, sin embargo, una vez finalizada la formulación del plan de manejo ambiental, se llevaron a cabo algunas iniciativas acordes al tiempo del que se dispuso.

Las citas y reuniones realizadas con las partes interesadas, con el objetivo de revivir la problemática sobre la contaminación del humedal “Tejares” y socializar el trabajo realizado, fueron el punto de partida para la cooperación y gestión interinstitucional, con el fin de que las instituciones, dependiendo de su campo de acción, tomaran participación y compromiso en algunas de los programas y proyectos estipulados en el plan de manejo.

La limpieza del sector liderada por la Oficina asesora de Gestión del Riesgo, en acompañamiento de la comunidad y otras instituciones como la Policía Nacional, la empresa prestadora del servicio de aseo (SERVIASE S.A E.S.P) y la participación de diferentes dependencias de la Alcaldía Municipal, fue una acción realizada con el fin dar un punto de partida al resto de actividades que se vendrán a futuro y que se deben realizar en cooperación con las instituciones (ver Figura 25). La socialización y digitalización de información relacionada con el comparendo ambiental en la comuna 6, fue otra actividad realizada con la cooperación de la Policía Nacional y la UMATA.

Figura 26. Jornada de limpieza en el humedal "Tejares"





## CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

Basado en caracterización biótica en el humedal, se puede determinar que este ecosistema ha venido deteriorándose como se evidencia en las variaciones, en cuanto a diversidad de flora y fauna, presentes entre el área de control y el área más afectada.

En el área más afectada, el recubrimiento de áreas propias del humedal con fines urbanísticos, lo cual demanda procesos de descapote de vegetación, ocasiono diferentes afectaciones en cuanto a la cobertura vegetal propia, siendo estas, unas condiciones óptimas para la propagación de pastos y otras especies de plantas pioneras y de estratificación rasante, como el caso del Pasto Estrella (*Cynodon Nlemfunsis*).

Según la identificación de flora en el área de control, esta posee condiciones de sotobosque, ya que se encuentra en regeneración por algunas afectaciones antrópicas como la siembra de café y plátano, evidenciado en la presencia de diferentes especies de plantas de la familia *Araceae*, por tanto esta área puede ser catalogada como un bosque secundario.

Según el diagnóstico participativo, la comunidad considera que la problemática de contaminación y pérdida del humedal, radica principalmente en la urbanización en áreas de protección, la disposición inadecuada de residuos sólidos y la falta de cultura ambiental, a los cuales, relacionando directamente estas problemáticas con la ausencia de un control estricto por parte de los entes gubernamentales, dejando al ecosistema altamente afectado.

Debido a la gran cantidad de urbanizaciones presentes en áreas de protección del humedal, se puede concluir que la ausencia de control urbanístico estricto,

sumado a políticas de desarrollo desarticuladas en cuanto a la protección de los recursos naturales presentes en los sectores urbanos, conllevan a la pérdida de ecosistemas estratégicos y de gran importancia.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

Continuar en la realización de investigación en cuanto a los componentes ambientales del humedal, para así evaluar la evolución y respuesta que tiene antes el plan de manejo ambiental.

Es muy importante incluir a la comunidad en la toma de decisiones encaminadas al mejoramiento y manejo del humedal “Tejares” y quebrada “La Monja”, con el objetivo de lograr un arraigo a la cultura ambiental y el ecosistema en rehabilitación.

Realizar campañas en contra de la urbanización ilegal, por medio de la difusión de información masiva como vallas, volantes y capacitaciones, para lograr que la comunidad denuncie estos hechos a las autoridades pertinentes.

Evaluar periódicamente las actividades y proyectos estipulados en esta pasantía, para así mejorar continuamente el plan de manejo ambiental.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] M. Del, M. Ambiente, and C. N. Ambiental, "Política nacional para humedales interiores de Colombia estrategias para su conservación y uso racional," 2001.
- [2] Ramsar, "Estado de los humedales del mundo y de los servicios que prestan a las personas: una recopilación de análisis recientes," 2015.
- [3] World Bank, "Análisis Ambiental del Perú: Retos para un desarrollo sostenible," 2007.
- [4] D. E. L. M. D. E. Popayán, D. D. E. La, and E. Ecologica, "Estructura ecologica principal del municipio de Popayán."
- [5] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, *Plan Nacional de Restauración*. 2015, p. 92.
- [6] J. Hernandez and J. Rangel, "La Vegetación Del Humedal De Jaboque ( Bogotá , D . C . )," 2009.
- [7] Fundación Agua y Paz, "Plan de Manejo Ambiental humedal Jaboque," 2011.
- [8] C. Muñoz, "EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO AL HUMEDAL LOS TEJARES DE LA CIUDAD DE POPAYÁN DESDE EL AÑO 2006 A 2015," 2015. [Online]. Available: <http://www.ramsar.org/es/acerca-de/historia-de-la-convención-de-ramsar>.
- [9] C. de Ramsar, "HISTORIA DE LA CONVENCION DE RAMSAR." [Online]. Available: <http://www.ramsar.org/es/acerca-de/historia-de-la-convención-de-ramsar>.
- [10] C. de Ramsar, "La convencion de Ramsar y su mision." [Online]. Available: <http://www.ramsar.org/es/acerca-de/la-convención-de-ramsar-y-su-misión>.
- [11] C. de Ramsar, "Sitios Ramsar en Colombia." [Online]. Available: <http://www.ramsar.org/es/humedal/colombia>.
- [12] "Criterios para la delimitacion de humedales." [Online]. Available: <http://www.humboldt.org.co/es/investigacion/ecosistemas-estrategicos-2/item/560-criterios-para-la-delimitacion-de-los-humedales-de-colombia>.
- [13] A. DAMA, "Humedales de Bogota." [Online]. Available: <https://encolombia.com/medio-ambiente/humedales/bogotah/hhb/hume-bogota-intro/>.
- [14] CONANP, "Humedales de Mexico." [Online]. Available: [http://ramsar.conanp.gob.mx/la\\_conanp\\_y\\_los\\_humedales.php](http://ramsar.conanp.gob.mx/la_conanp_y_los_humedales.php).
- [15] E. P. Odum, *ECOLOGIA*, vol. 3. 1965.
- [16] M. E. Hernández, "Los humedales y su papel para limpiar el agua y

recuperar su calidad,” no. Figura 1.

- [17] UNESCO-WWAP, “Agua para todos, agua para la vida,” 2003.
- [18] J. L. M. Muñiz and M. E. Hernandez, “Los humedales sus funciones y su papel en el almacenamiento del carbono.” [Online]. Available: <http://www.ecologia.edu.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/172-los-humedales-sus-funciones-y-su-papel-en-el-almacenamiento-del-carbono>.
- [19] W. V. Reid *et al.*, “Evaluación de los Ecosistemas del Milenio,” 2005.
- [20] J. Acherman, “ANÁLISIS DEL ESTADO DE ALTERACIÓN Y CONTAMINACION DEL HUMEDAL JABOQUE,” 2007.
- [21] I. A. M. AMPUDIA, “ANÁLISIS DEL MARCO REGULATORIO E INSTITUCIONAL DE LA PROBLEMÁTICA DEL MANEJO Y PRESERVACIÓN DEL ECOSISTEMA DEL HUMEDAL LA VACA,” 2014.
- [22] T. van der Hammen, “Capítulo 2, ESTADO ACTUAL DE LOS HUMEDALES.”, 2008.
- [23] C. A. Lasso, F. de P. Gutiérrez, and D. Morales-B, *Humedales interiores de Colombia: identificación, caracterización y establecimiento de límites según criterios biológicos y ecológicos*. 2014.
- [24] J. R. Mella, “Flora asociada a los humedales.” [Online]. Available: <http://cremc.ponce.inter.edu/humedales/flora.htm>.
- [25] A. M. Gonzalez, “Morfología de plantas vasculares.” .
- [26] J. Ipia, V. Gaon, and S. Sarmiento, “FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO Y REHABILITACIÓN DEL HUMEDAL UNIVERSIDAD DEL CAUCA, MUNICIPIO DE POPAYÁN,” 2015.
- [27] A. Fernandez, “Bioindicadores: Seres vivos que detectan la contaminación,” 2008. [Online]. Available: [http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/naturaleza/2008/02/11/174440.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/naturaleza/2008/02/11/174440.php).
- [28] R. Ladrera, M. Rieradevall, and N. Prat, “MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO INDICADORES BIOLÓGICOS: UNA HERRAMIENTA DIDÁCTICA.”, no. 11, p. 1, 2014.
- [29] A. Green and J. Figuerola, “AVES ACUATICAS COMO BIOINDICADORES EN LOS HUEMDALES,” 2008.
- [30] M. Villegas and Á. Garitano-Zavala, “Las comunidades de aves como indicadores ecológicos para programas de monitoreo ambiental en la ciudad de La Paz, Bolivia,” 2008.
- [31] M. G. Andrade-C, “Utilización De Las Mariposas Como Bioindicadores Del Tipo De Habitat Y Su Biodiversidad En Colombia,” 1998.

- [32] F. Guerra and A. Ticona, "Manejo De Lepidopteros Como Bioindicadores."
- [33] Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, *Resolución No. 196 del 1 de febrero de 2006 "por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia,"* no. 1. 2006, pp. 1–31.
- [34] A. Sterling and M. C. Santos, "Impacto ambiental en cuencas hidrograficas," 1999.
- [35] V. Conesa, *"Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental,"* 2ª Edición. 1993.
- [36] Iina Briñez, S. Castro, D. Cifuentes, A. Guepe, A. Matoma, and D. Ospina, "H2O Habemus2oikos," 2011.
- [37] C. A. R. del Cauca, *Acuerdo 006: CARACTERIZACION Y PLAN DE MANEJO DE LOS HUMEDALES DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA*, no. 1. 2010, pp. 1–19.
- [38] C.R.C, *instructivo para toma de muestras de agua.* 2016.
- [39] Alcaldía Municipal de Popayan, "Plan de Ordenamiento Territorial Dimención Ambiental," p. 351, 2002.
- [40] S. G. C. (SGC), "Estudio de amenaza por remocion en masa," 2015.
- [41] Á. F. de Matteis, "Geología y Geotecnia Tema : Estabilidad de taludes," 2003.
- [42] U. de P. R. en Mayagüez, "PARAMETROS FISICO-QUIMICOS: pH," 1992.
- [43] IDEAM, "Demanda bioquímica de oxígeno 5 días, incubación y electrometría," *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*, vol. 2. pp. 2–9, 2015.
- [44] C. Leon, "Estandarizacion y Validación de una Técnica para Medición de la Demanda Bioquímica de Oxígeno por el Método Respirométrico y la Demanda Química de Oxígeno por el Método Colorimétrico," 2009.
- [45] IDEAM, "Determinación De Sólidos Suspendidos Totales En Agua Secados." 2007.
- [46] A. Betanzos, N. Capetillo, and A. Lopeztegui, "Variaciones de la turbidez en aguas marinas costeras de la region norcentral de cuba.," 2011.
- [47] M. T. Rodriguez, "CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE FLORA DEL HUMEDAL LOS TEJARES MUNICIPIO DE POPAYÁN," 2017.
- [48] L. Fernando Molina Prieto, "Arborizaciones urbanas en clima cálido," 2007.
- [49] B. R. R. Padilla and D. J. M. Pinto, "Catálogo De Helechos Y Plantas Afines Del Departamento Del Cauca," 2007.

- [50] D. antonia Velazquez, "Características y Producción del Pasto Estrella (Cynodon Plectostachyus)," 2010.
- [51] J. F. García-Perez, L. A. Ospina-López, F. A. Villa-Navarro, and G. Reinoso-Flórez, "Diversidad y distribución de mariposas Satyrinae (Lepidoptera: Nymphalidae) en la cuenca del río Coello, Colombia. (Spanish)," *Rev. Biol. Trop.*, vol. 55, no. 2, pp. 645–653, 2007.
- [52] R. Castillo, D. Cabrera, and E. Lombana, "Caracterización preliminar de la lepidopterofauna (Insecta: Rophalocera) presente en la reserva el refugio del oso de anteojos (Calvario - MEta, Colombia)," *Cult. Científica*, pp. 28–35, 2011.
- [53] S. Marta, "RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE HESPERIOIDEA Y PAPILIONOIDEA (LEPIDOPTERA) EN LA RESERVA NATURAL LAS DELICIAS, SANTA MARTA, MAGDALENA, COLOMBIA," *Acta Biol. Colomb.*, vol. 16, 2011.
- [54] E. Mezquida, "La reproducción de cinco especies de emberizidae y fringillidae en la reserva de ñacuñán, argentina," *Hornero*, vol. 18, no. 1, pp. 13–20, 2003.
- [55] J. A. Navarro Alberto, J. L. Leirana-Alcocer, S. F. Hernández-Betancourt, and L. L. Guerrero-gonzález, "Palomas (Columbidae), pájaros carpinteros (Picidae) y colibríes (Trochilidae) como indicadores de sucesión en la selva baja de Dzilam, Yucatán, México," *Huitzil*, vol. 17, no. 1, pp. 1–7, 2016.
- [56] L. G. Naranjo, J. D. Amaya, D. Eusse-González, and Y. Cifuentes-Sarmiento, *Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Aves*. 2012.
- [57] L. Cruz-bernat, "Aspectos Ecológicos De Las Aves Migratorias Ecological Aspects of Neartic Migrant Birds," vol. 18, no. 2, pp. 93–108, 2015.
- [58] T. Monterrico, J. F. Villaseñor, M. Alvares, and P. Escalante, "ECOLOGÍA Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA BIOSFERA LOS TUXTLAS , VERACRUZ," *Ornitol. Neotrop.*, no. June, 2016.
- [59] D. Grigera and C. Pavic, "Ensamblados de aves en un sitio quemado y en un sitio no alterado en un área forestal del noroeste de la Patagonia argentina," *El hornero*, vol. 22, no. 1, pp. 29–37, 2007.
- [60] F. Ballejo, "Ecología trófica y tafonomía del jote de cabeza negra, *Coragys atratus* (Cathartidae) y su comparación con otros Cathartidae en el noroeste de la Patagonia," 2016.

