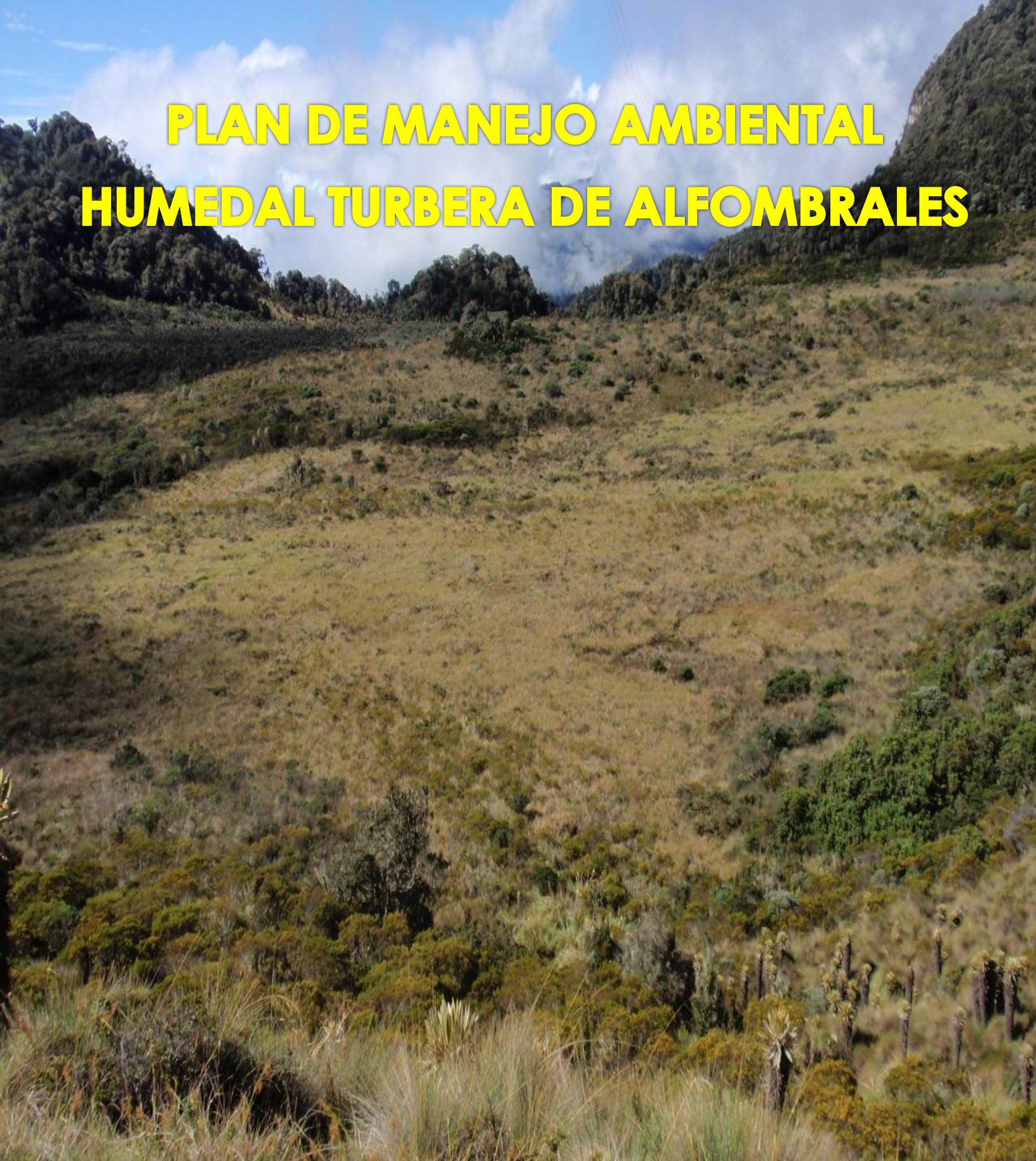


PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

HUMEDAL TURBERA DE ALFOMBRALES



República de Colombia

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Corporación Autónoma Regional del Tolima, CORTOLIMA

JORGE ENRIQUE CARDOSO RODRIGUEZ

Director General

LUIS FERNANDO POVEDA

Oficina de Planeación

Supervisión

Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima

GLADYS REINOSO FLÓREZ

Coordinadora General del proyecto

FRANCISCO ANTONIO VILLA NAVARRO

Coordinador Área Ictiología

SERGIO LOSADA PRADO

Coordinador Área Biología de la Conservación

GIOVANNY GUEVARA

Coordinador Área Fauna Silvestre

ADRIANA MARCELA FORERO CÉSPEDES

Coordinadora Técnica

Fotografías texto

Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima

Diseño y Diagramación

ADRIANA MARCELA FORERO CÉSPEDES

CORTOLIMA

Nit: 890.704.536-7.

PBX: +57(8) 265 5378 – 2654553

Dirección: Av. Ferrocarril Calle 44 Esquina – Ibagué, Colombia.

Universidad del Tolima

Nit 890.700.640-7

PBX +57(8) 2 771212

B. Santa Helena Parte Alta. A.A. 546 - Ibagué, Colombia.

EQUIPO TÉCNICO

Gladys Reinoso Flórez	Coordinadora del proyecto y del Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima
Francisco Antonio Villa Navarro	Coordinador ictiología
Sergio Losada Prado	Coordinador Biología de la Conservación
Giovanny Guevara	Coordinador fauna silvestre
Adriana Marcela Forero Céspedes	Coordinadora Técnica del Proyecto
Juan Diego Marin	Geomática
Jorge Eliecer Mayor Camacho Jerson Candela	Área: Análisis Socioeconómico
Jaider Manuel Peña Cerpa	Área: Flora
Gladys Reinoso Flórez Carlos Vaquero Kelly Huertas	Área: Plancton
Gladys Reinoso Flórez Adriana Marcela Forero Céspedes José Luis Poveda Cuéllar Karent Paez	Área: Macroinvertebrados acuáticos
Gladys Reinoso Flórez Adriana Marcela Forero Céspedes	Área: Calidad de Agua
Francisco Antonio Villa Navarro Juan Gabriel Albornoz Garzón Daniela Bedoya Giraldo	Área: Ictiología
Leonardo Alberto Ospina López	Área: Herpetología
Sergio Losada Prado Nathalia Sanchez Cristian Galeano Norvey Vega	Área: Ornitología
Leidy Viviana García Herrera Katherine Rodriguez	Área: Mastozoología
Fernando Poveda	Área Planeación CORTOLIMA

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	7
MARCO TEÓRICO	9
NORMATIVIDAD	16
OBJETIVOS	22
CAPITULO 1: LOCALIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN	23
1. LOCALIZACIÓN	24
1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	24
1.2 CLASIFICACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DEL HUMEDAL	26
CAPITULO 2: COMPONENTE FÍSICO	27
2. COMPONENTE FÍSICO	28
2.1. GEOLOGÍA DE SUELOS	28
2.2. GEOMORFOLOGÍA DE SUELOS	29
2.3. COBERTURA Y USO DE SUELOS	29
2.4. CLIMA	29
2.5. HIDROLOGÍA	29
CAPITULO 3: COMPONENTE BIÓTICO	30
3.1. FLORA	31
3.1.2. METODOLOGÍA	40
3.1.3 FITOPLANCTON Y FLORA PRESENTE EN EL HUMEDAL	44
3.2. FAUNA	66
3.2.2. METODOLOGÍA	80
3.2.3. FAUNA PRESENTE EN EL HUMEDAL	96
CAPITULO 4: COMPONENTE CALIDAD DE AGUA	125
4.1 MARCO CONCEPTUAL	126
4.2. METODOLOGÍA	130
4.3. ANALISIS DE RESULTADOS	131
CAPITULO 5: COMPONENTES SOCIAL Y ECONÓMICO	134
5. COMPONENTE SOCIOECONOMICO	135
5.1. METODOLOGÍA	135
5.2. CONTEXTO POLITICO ADMINISTRATIVO DEL HUMEDAL	137
5.2.1. Municipio de Murillo	137
5.2.2. Historia del Humedal	138

5.3 CARACTERIZACIÓN ECONOMICA	141
5.3.1. Uso del suelo, Área de Influencia Indirecta (AII)	141
5.3.2. Actividad económica del humedal Turbera de Alfombrales, Área de Influencia Directa (AID)	142
5.3.3. RELACIÓN ECONÓMICA-AMBIENTAL	144
5.4. CARACTERIZACIÓN SOCIAL.....	145
5.5. PROSPECTIVA.....	149
5.5.1. ESCENARIOS HUMEDAL TURBERA DE ALFOMBRALES	150
CAPITULO 6: COMPONENTE AMBIENTAL	153
6.1 INTRODUCCIÓN.....	154
6.2 METODOLOGÍA	155
6.2.1. La transformación total de un humedal (orden de magnitud 1)	155
6.2.2. Perturbación Severa (orden de magnitud 2)	155
6.3 CALIFICACIÓN DE IMPACTOS	157
6.3.1 Indicadores de la Matriz de Impacto	157
6.3.2. Análisis Cualitativo del Humedal.....	159
6.4 ANÁLISIS DEL COMPONENTE AMBIENTAL	161
CAPITULO 7: VALORACIÓN Y EVALUACIÓN	163
7.1. EVALUACIÓN ECOLÓGICA	164
7.1.1 Generalidades del humedal.....	164
7.1.2 Diversidad biológica.....	164
7.1.3 Naturalidad.....	165
7.1.4 Rareza	165
7.1.5 Fragilidad	165
7.1.6 Posibilidades de mejoramiento	166
7.2 EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL	167
7.2.1 Conocimiento del humedal por los habitantes aledaños.....	167
7.2.2 Valoración económica.....	168
CAPITULO 8: ZONIFICACIÓN DEL HUMEDAL.....	171
8. ZONIFICACIÓN DEL HUMEDAL	172
8.1. ASPECTOS CONCEPTUALES	172
8.2. ASPECTOS METODOLÓGICOS	177
8.2.1. Etapas de la zonificación	178
8.3. ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA Y AMBIENTAL	181
8.3.1. Áreas de preservación y protección ambiental:	182
8.3.2. Áreas de Producción sostenible bajo condicionamientos ambientales específicos: ..	184
CAPITULO 9: PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	187
9.1. INTRODUCCION.....	188
9.2. METODOLOGÍA	189
9.3. VISIÓN.....	190

9.4. MISIÓN	191
9.5. OBJETIVOS	191
9.5.1. Objetivo General del Plan de Manejo.....	191
9.5.2. Objetivos específicos.....	191
9.6. TIEMPOS DE EJECUCIÓN.....	191
9.7. ESTRATEGIAS	192
9.8. PROGRAMAS Y PROYECTOS.....	195
9.9. EVALUACIÓN DEL PLAN DE MANEJO	211
9.10. PLAN DE TRABAJO ANUAL	212
BIBLIOGRAFIA	213
ANEXOS	229

INTRODUCCIÓN

Los humedales son considerados ecosistemas muy sensibles a la intervención de origen antrópico, en Colombia son vitales dentro de la amplia variedad de ecosistemas y, al ofrecer distintos bienes y servicios, constituyen en un región importante de la economía nacional, regional y local (Ministerio del Medio Ambiente, 2002). Los humedales sirven para mitigar los impactos generados por el ciclo hidrológico de una región y, paralelamente, proveen de hábitat a distintos organismos, incluyendo aquellas especies que recurren a la migración como estrategia adaptativa. Proveen de hábitat, alimento, refugio, y áreas de crianza y reproducción a un elevado número de especies de peces, aves, anfibios, reptiles, mamíferos e invertebrados. Son reconocidos por su alto nivel de endemismos, en particular de peces e invertebrados, por su fauna altamente especializada y por ser refugio de una gran diversidad de especies de aves migratorias. Los humedales tienen también un papel ecológico muy importante en el control de la erosión, la sedimentación y las inundaciones; en el abastecimiento y depuración del agua, y en el mantenimiento de pesquerías. En la actualidad estos sistemas han reducido su extensión considerablemente debido al drenado y relleno de sus áreas para diferentes usos (Aguilar, 2003).

Su afectación obedece a distintos factores, generalmente antrópicos. Uno de ellos ha sido la inadecuada planificación y el uso de técnicas nocivas, así la ejecución de políticas de desarrollo sectorial inconsistentes y desarticuladas (Ministerio del Medio Ambiente, 2002). Con el fin de detener la pérdida de humedales se han desarrollado distintas iniciativas, una de ellas es la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas, adoptada en RAMSAR en 1971 (Sánchez, 1998). Igualmente, la Agenda 21 plantea como prioridad para los recursos de agua dulce la protección de los ecosistemas y la ordenación integrada de los recursos hídricos (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

La declinación en la producción de las especies acuáticas en general se ha asociado a la pérdida de diversos tipos de hábitat estuarinos y ribereños, como la vegetación acuática sumergida, vegetación marginal halófila, sustratos someros lodosos, arrecifes ostrícolas y restos de vegetación arbórea. Sin embargo, la declinación en el tamaño de las poblaciones de igual manera es causada por una serie de procesos biológicos, geológicos, físicos y químicos, tales como la alteración física de los hábitat, la modificación de los influjos de agua dulce y la contaminación crónica o accidental (Barba, 2004). Los humedales poseen atributos o valores intrínsecos que los distinguen de otros ecosistemas y es ahí donde reside su gran importancia en el sistema vital del

planeta y el hecho de detentar la máxima consideración desde el punto de vista de la conservación (Viñals, 2004).

Situaciones como la agricultura intensiva, la urbanización, la contaminación, la desecación, sobreexplotación de recursos y la introducción de especies foráneas, han afectado los procesos naturales que se dan en los humedales convirtiéndolos en ecosistemas frágiles con pérdida de capacidad productiva. Las acciones antrópicas sobre los humedales tienen efectos negativos tanto en las especies silvestres, como en las mismas comunidades humanas, ya que se ven afectado los servicios ecosistémicos de los cuales se benefician (Lasso et al., 2014).

Debido a la alteración de estos ecosistemas el Estado propone su protección mediante la Ley 99 de 1993, en su artículo 5 numeral 24, donde establece la responsabilidad del Ministerio del Medio Ambiente en relación con los humedales, y menciona que: "le corresponde regular las condiciones de conservación y manejo de ciénagas, pantanos, lagos, lagunas y demás ecosistemas hídricos continentales". El Ministerio del Medio Ambiente adopta esta responsabilidad por medio de la Resolución 157 del 12 de febrero de 2004, y en su artículo 4, dispone en relación con el Plan de Manejo Ambiental, que las Autoridades Ambientales competentes deberán elaborarlos y ejecutarlos para los humedales prioritarios de su jurisdicción, los cuales deberán partir de una delimitación, caracterización y zonificación para la definición de medidas de manejo, con la participación de los distintos interesados. Así mismo, el Plan de Manejo Ambiental deberá garantizar el uso sostenible y el mantenimiento de su diversidad y productividad biológica (Resolución 196 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 01 de Febrero de 2006).

En el departamento del Tolima se registran como los humedales más importantes 300 lagunas de cordillera, de origen glaciar, localizadas en la cordillera central en áreas de los Parques Nacionales Naturales y numerosas lagunas y sistemas de humedales en las zonas bajas. A pesar de esta variedad de humedales en el departamento del Tolima solo se han realizado evaluaciones iniciales de los humedales ubicados en el Parque Natural Nacional Los Nevados y en su área amortiguadora.

Teniendo en cuenta lo anterior y consciente de la importancia de los humedales, de la fauna y flora que los caracteriza, la Corporación Autónoma del Tolima CORTOLIMA y Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) ha considerado muy relevante desarrollar el proyecto de estudio de nueve humedales ubicados en las zonas bajas y altas del departamento del Tolima cuyo objetivo es la caracterización de la fauna y flora presente en ellos y generar la línea base para plantear el Plan de Manejo para su conservación.

MARCO TEÓRICO

LOS HUMEDALES.

Existen más de cincuenta definiciones de humedales (Dugan 1992) y los expertos debaten la conveniencia de acuñar una de uso general (Scott & Jones 1995). El Ministerio del Medio Ambiente ha adoptado la definición de la Convención RAMSAR, la cual establece: «...son humedales aquellas extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros» (Scott & Carbonell, 1986).

Cowardin *et al.* (1979) sugirieron que los humedales fueran reconocidos por su carácter de interfaz entre los sistemas terrestres y acuáticos. Por otro lado, Farinha *et al.* (1996) ofrecieron criterios operativos, como los siguientes: El límite entre tierra con cobertura vegetal predominantemente hidrofítica y aquella con cobertura mesofítica o xerofítica; el límite entre suelo predominantemente hídrico y aquel predominantemente seco; en aquellos sitios en donde no hay ni suelo ni vegetación, el límite entre la tierra que es inundada o saturada con agua en algún momento del año y aquella que no lo es.

Las funciones ecológicas y ambientales de los humedales colombianos representan numerosos beneficios para la sociedad. En primer término, son sistemas naturales de soporte vital, y base de actividades productivas y socioculturales, tales como economías extractivas basadas en el uso de muchas especies, a través de la pesca artesanal y de sustento, caza y recolección y el pastoreo y la agricultura en épocas de estiaje (Ministerio del Medio Ambiente - Instituto Alexander Von Humboldt, 1999). Sin embargo, los humedales no han merecido atención prioritaria, siendo entonces ignorada su contribución a la economía del país.

Por su naturaleza, los humedales son ecosistemas altamente dinámicos, sujetos a una amplia gama de factores naturales que determinan su modificación en el tiempo aún en ausencia de factores de perturbación. Sus atributos físicos, principalmente hidrográficos, topográficos y edáficos son constantemente moldeados por procesos endógenos tales como la sedimentación y la desecación y por fenómenos de naturaleza principalmente exógena, tales como avalanchas, el deslizamiento de tierras, las tormentas y vendavales, la actividad volcánica y las inundaciones tanto estacionales como ocasionales.

Se puede decir que un humedal degradado es un humedal que ha perdido algunos de sus valores o funciones o todos ellos a causa de la desecación, por tanto hay varias buenas razones para iniciar actividades de restauración y rehabilitación de humedales degradados. En esencia, se trata de las mismas razones para conservar los humedales naturales: las valiosas funciones y servicios que prestan. Vale la pena establecer una definición para los términos valores y funciones de los humedales. Las funciones son procesos químicos, físicos y biológicos o atributos del humedal que son vitales a la integridad del sistema y que operan sean o no considerados importantes para la sociedad. Los valores son atributos del humedal que no son necesariamente importantes a la integridad del sistema pero que son percibidos como de importancia a la sociedad. La importancia social de las funciones y valores de un humedal se define como el valor que la sociedad le asigna a una función o valor evidenciado por su valor económico o reconocimiento oficial (Adamus *et al.*, 1991).

Pese a que es muy difícil restaurar humedales exactamente como eran antes de su conversión y que incluso puede ser imposible, existen muchos ejemplos de proyectos de restauración que han restablecido al menos algunas de estas funciones y valores. Debido a la dificultad que conlleva un proceso de restauración, es indispensable determinar el criterio de éxito de la misma desde un comienzo y en forma detallada. Otra limitante es la ausencia de información sobre el estado de los humedales antes de ser impactados.

LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y LA REHABILITACIÓN AMBIENTAL.

Las perturbaciones naturales son un elemento integral de los ecosistemas de todo tipo. Estas perturbaciones afectan la composición y estructura de los ecosistemas, generando cambios permanentes y una dinámica propia. La velocidad de recuperación de los ecosistemas depende de varios factores, pero principalmente de la magnitud y frecuencia. Muchos modelos extractivos y productivos de pequeña escala generan impactos comparables con las perturbaciones naturales, de los cuales se recuperan fácilmente, la capacidad de un ecosistema para recuperarse de estos cambios se conoce bajo el término de resiliencia: entre mayor resiliencia mayor capacidad de recuperación a las perturbaciones (Samper, 1999).

Con la perturbación de un ecosistema se produce un cambio en la estructura, usualmente representada en una reducción en el número de especies y complejidad del ecosistema. Al mismo tiempo se puede producir un impacto sobre la función, por ejemplo la reducción en la capacidad de reciclaje de nutrientes. En sentido estricto, la restauración de un ecosistema implica el retorno a la estructura y función original. El problema conceptual es como

definir el ecosistema original, sobre todo si tenemos en cuenta que todos los ecosistemas cambian con el tiempo.

En el estudio de los ecosistemas se tiene en cuenta su composición de especies, su estructura y su funcionamiento (procesos), porque en últimas la restauración ecológica es un tipo de manejo de ecosistemas que apunta a recuperar la biodiversidad, su integridad y salud ecológicas. La biodiversidad es su composición de especies (principalmente de los productores primarios, las plantas), la integridad ecológica es su estructura y función y la salud ecológica es su capacidad de recuperación después de un disturbio (resistencia a disturbios y resiliencia), lo cual garantiza su sostenibilidad.

En consecuencia la capacidad de restaurar un ecosistema dependerá de una gran cantidad de conocimientos, como por ejemplo: el estado del ecosistema antes y después del disturbio, el grado de alteración de la hidrología, la geomorfología y los suelos, las causas por las cuales se generó el daño; la estructura, composición y funcionamiento del ecosistema preexistente, la información acerca de las condiciones ambientales regionales, la interrelación de factores de carácter ecológico cultural e histórico: es decir la relación histórica y actual entre el sistema natural y el sistema socioeconómico, la disponibilidad de la biota nativa necesaria para la restauración, los patrones de regeneración, o estados sucesionales de las especies (por ejemplo, estrategias reproductivas, mecanismos de dispersión, tasas de crecimiento y otros rasgos de historia de vida o atributos vitales de las especies), las barreras que detienen la sucesión y el papel de la fauna en los procesos de regeneración (Vargas, 2007).

El éxito en la restauración también dependerá de los costos, de las fuentes de financiamiento y voluntad política de las instituciones interesadas en la restauración; pero ante todo de la colaboración y participación de las comunidades locales en los proyectos.

- **Restauración ecológica.**

La Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SERI por sus siglas en inglés) define la restauración ecológica como “el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado, o destruido” (SER, 2004). En otras palabras la restauración ecológica es el esfuerzo práctico por recuperar de forma asistida las dinámicas naturales tendientes a restablecer algunas trayectorias posibles de los ecosistemas históricos o nativos de una región. Se entiende que las dinámicas naturales deben estar dirigidas a la recuperación, no de la totalidad sino de los componentes básicos de la estructura, función y composición de especies, de acuerdo a las condiciones actuales en que se encuentra el ecosistema que se va a restaurar (SER, 2004).

La visión ecosistémica implica que lo que debe retornar a un estado predisturbio son las condiciones ecológicas que garantizan la recuperación de la composición estructura y función del ecosistema y que recuperan servicios ambientales. Desde este punto de vista la restauración es un proceso integral de visión ecosistémica tanto local, como regional y del paisaje, que tiene en cuenta las necesidades humanas y la sostenibilidad de los ecosistemas naturales, seminaturales y antrópicos (Vargas, 2007).

El valor de usar la palabra restauración desde el punto de vista ecosistémico es que nos ayuda a pensar en todos los procesos fundamentales de funcionamiento de un ecosistema, especialmente en los procesos ligados a las sucesiones naturales (Cairns, 1987), sus interacciones y las consecuencias de las actividades humanas sobre estos procesos.

- **Rehabilitación**

Varios autores utilizan la palabra rehabilitación como sinónimo de restauración. Pero en realidad su uso presenta diferencias. La rehabilitación no implica llegar a un estado original. Por esta razón la rehabilitación se puede usar para indicar cualquier acto de mejoramiento desde un estado degradado (Bradshaw, 2002), sin tener como objetivo final producir el ecosistema original. Es posible que podamos recuperar la función ecosistémica, sin recuperar completamente su estructura, en este caso se realiza una rehabilitación de la función ecosistémica, muchas veces incluso con un reemplazo de las especies que lo componen (Samper, 2000).

En muchos casos la plantación de árboles nativos o de especies pioneras dominantes y de importancia ecológica puede iniciar una rehabilitación.

- **Revegetalización**

Es un término utilizado para describir el proceso por el cual las plantas colonizan un área de la cual ha sido removida su cobertura vegetal original por efecto de un disturbio. La revegetalización no necesariamente implica que la vegetación original se reestablece, solamente que algún tipo de vegetación ahora ocupa el sitio. Por ejemplo, muchas áreas que sufren disturbios son ocupadas por especies invasoras que desvían las sucesiones a coberturas vegetales diferentes a las originales (Vargas, 2007).

ESTRATEGIA PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE HUMEDALES

La restauración es un componente de la planificación nacional para la conservación y uso racional de los humedales. De acuerdo con la 8ª reunión de la Conferencia de las partes implicadas en la convención sobre humedales

RAMSAR (2002) se establecen principios y lineamientos para la restauración de humedales en el documento RAMSAR COP8 Resolución VIII.16.

A continuación se enuncian algunos principios de consideración en los proyectos de restauración de humedales:

1. Comprensión y declaración clara de metas, objetivos y criterios de rendimiento.
2. Planificación detenida para reducir posibilidades de efectos secundarios indeseados.
3. Examen de procesos naturales y condiciones reinantes durante la selección, preparación y elaboración de proyectos.
4. No debilitar esfuerzos para conservar los sistemas naturales existentes.
5. Planificación a escala mínima de cuenca de captación, sin desestimar el valor de hábitats de tierras altas y los nexos entre estos y hábitats propios de humedales.
6. Tomar en cuenta principios que rigen la asignación de recursos hídricos y el papel que la restauración puede desempeñar en el mantenimiento de las funciones ecológicas de los humedales.
7. Involucrar a todos los interesados directos en un proceso abierto
8. Gestión y monitoreo continuos (custodia a largo plazo).

Lograr la restauración o rehabilitación de un humedal requiere en primer lugar del restablecimiento del régimen hidrológico, lo cual depende de actividades que consisten principalmente en eliminar obras de infraestructura que impidan el flujo de agua al humedal, o tubos y canales que drenan el agua de este. Sin embargo, la regulación hídrica del humedal también se relaciona con actividades que conciernen al control de la entrada de sedimentos, residuos sólidos y flujos contaminantes y la reconfiguración geomorfológica del sitio.

El régimen hidrológico puede recuperarse de manera indirecta si se controla la calidad del agua a partir de las concentraciones de nutrientes, la explotación de acuíferos y manantiales abastecedores, si se mantiene la cobertura vegetal en las partes altas de las cuencas. Dado que el aporte de sedimentos está relacionado con el régimen hidrológico, en ocasiones es necesario construir gaviones o estructuras de retención de suelo. En otros casos se deben quitar las presas que retienen el sedimento o construir playas y dunas protectoras (Vargas, 2010).

Otro de los factores relacionados con el ambiente físico es la restitución de la microtopografía del sustrato porque determina la variación de factores como el potencial de oxidoreducción y temperatura, y/o la distribución y establecimiento de las especies. Las especies vegetales de los humedales son

susceptibles a variaciones pequeñas en el relieve del sustrato en escalas de centímetros a metros (Collins *et al.* 1982, Titus 1990). La reconfiguración física del humedal involucra técnicas de empleo de maquinaria y manuales para estabilizar la geoforma y al mismo tiempo propiciar la heterogeneidad en el relieve.

En segundo lugar es necesario el control de especies invasoras acuáticas, semiacuáticas y terrestres. Esto puede realizarse a través de métodos como el entresacado manual o la remoción con maquinaria liviana. Es conveniente hacerlo antes del establecimiento de especies vegetales nativas ya que es otra de las barreras a la restauración. El establecimiento de especies vegetales en los humedales tiene dos alternativas metodológicas (Lindig-Cisneros & Zedler, 2005):

- Métodos de diseño: esta aproximación toma en cuenta la estrategia de historia de vida de las especies como el factor más importante en el desarrollo de la vegetación en un sitio.
- Esta estrategia enfatiza aproximaciones intervencionistas basadas en resultados predecibles ya que involucra la selección e introducción de especies con implementación de medidas necesarias para su permanencia.
- Métodos de autodiseño: consisten en permitir que las comunidades vegetales se organicen espontáneamente dejando que las especies se establezcan de manera natural colonizando el sitio. El restaurador puede plantar especies vegetales o no pero las condiciones ambientales naturales determinarán la permanencia de la vegetación (Middleton 1999).

Al igual que los métodos de diseño la creación de hábitats para la fauna requiere de la selección de especies vegetales de acuerdo a las especies animales. Restablecer la vegetación de los alrededores del humedal involucra sembrar especies nativas que sirvan como barrera, perchas vivas y refugios. Al final del proceso es imprescindible restablecer también la vegetación de los alrededores. Algunos criterios para el manejo de la cobertura vegetal terrestre de un humedal son: diseño de las plantaciones, diversidad de especies, conectividad interna, atractivos (perchas y árboles de fructificación), condiciones edáficas, alternancia de corredores, estratificación, protección de la franja litoral, zonas de recreación y vegetación de transición.

Dentro de los atributos o variables de medición recomendables en el monitoreo de la restauración de humedales se reconocen los siguientes (Callaway *et al.* 2001):

- Hidrología: régimen de inundación, nivel freático, tiempo de retención de agua, caudales de entradas y salidas, tasas de flujo, elevación, sedimentación y erosión.
- Calidad del agua: temperatura del agua y oxígeno disuelto, pH, turbidez y estratificación de la columna de agua, nutrientes.
- Suelos: contenido de agua, textura, salinidad, densidad aparente, pH, potencial de reducción, contenido de materia orgánica, nitrógeno total, nitrógeno inorgánico, procesos del nitrógeno, descomposición, sustancias tóxicas.
- Vegetación acuática: porcentaje de cobertura, composición de especies, etapas de sucesión.
- Vegetación terrestre: mapeo, cobertura y altura de plantas vasculares, arquitectura del dosel, tamaño de parches y distribución de especies particulares, biomasa epigea, biomasa hipogea, estimación visual de algas y tipo dominante, concentración de nitrógeno en tejidos.
- Fauna: tasa de colonización, composición de especies, densidad, estructura poblacional, crecimiento, periodos de migración, anidación y cuidado de crías, relación reptiles/mamíferos. Entre los grupos considerados como indicadores biológicos para realizar el seguimiento de estos parámetros se encuentran los Macroinvertebrados acuáticos, peces y aves acuáticas.

NORMATIVIDAD

Desde finales de la década de los 80 y principios de los 90 se empezaron a gestionar en Colombia los primeros pasos para la conservación de los humedales del país. En este sentido, en 1991, durante la Segunda Reunión de los Miembros Sudamericanos de la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN), el Programa Mundial de Humedales de la UICN convocó un taller en donde se recomendó la realización de otros talleres de Humedales en cuatro países de la región para la elaboración de la Estrategia Nacional de Conservación de los Humedales.

Posteriormente, en 1992 se llevó a cabo en Bogotá, el Primer Taller Nacional de Humedales, en el cual se construyó de manera informal un Comité *ad hoc* con el fin de canalizar acciones tendientes a la conservación de estos ecosistemas (Naranjo, 1997).

Con la creación del Ministerio del Medio Ambiente mediante la Ley 99 de 1993, se reorganizó el sistema nacional encargado de la gestión ambiental y en la estructura interna del Ministerio se creó una dependencia específica para el tema de los humedales. En 1996, esta dependencia generó un documento preliminar de lineamientos de Política para varios ecosistemas, incluyendo los humedales. Un año más tarde, el Ministerio del Medio Ambiente realizó una consultoría con el Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt con el fin de proporcionar las bases técnicas para la formulación de una política nacional de estos ecosistemas acuáticos. Los resultados de dicha consultoría hacen parte de la publicación "Humedales Interiores de Colombia, Bases Técnicas para su conservación y Desarrollo Sostenible". En este mismo sentido, el Ministerio realizó en 1999 un estudio que identificó las prioridades de gestión ambiental de varios ecosistemas, entre ellos los humedales.

Por otra parte, en el plano internacional, el Ministerio del Medio Ambiente realizó desde su creación las gestiones políticas y técnicas para que el Congreso de la República y la Corte Constitucional aprobaran la adhesión del país a la Convención RAMSAR. Lo anterior se logró mediante la Ley 357 del 21 de enero de 1997, produciéndose la adhesión protocolaria el 18 de junio de 1998.

La Convención RAMSAR (2000), plantea que la perturbación de los humedales debe cesar, que la diversidad de los que permanecen debe conservarse, y,

cuando sea posible, se debe procurar rehabilitar o restaurar aquellos que presenten condiciones aptas para este tipo de acciones.

Por medio de la Resolución 196 de 2006 se adopta la Guía Técnica para la Formulación, Complementación o Actualización, por parte de las autoridades ambientales competentes en su área de jurisdicción de los Planes de Manejo para los Humedales Prioritarios en Colombia y para la delimitación de los mismos. Así mismo, la conservación de estos ecosistemas es prioritaria para cumplir con los objetivos de protección contemplados en otros tratados internacionales de los cuales Colombia es parte, como por ejemplo el Convenio sobre la Diversidad Biológica.

En el párrafo 1 del artículo 3 de la Convención RAMSAR se estipula que **“Las Partes Implicadas deberán elaborar y aplicar su plantificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional, y en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio.”**

Con este propósito, en la 7ª COP (Conferencia de las Partes) celebrada en Costa Rica en 1999, se aprobaron los *Lineamientos para Elaborar y Aplicar Políticas Nacionales de Humedales*, en los cuales se mencionan los siguientes elementos para lograr su conservación:

- Fijación de objetivos de conservación de humedales en las políticas gubernamentales
- Fortalecimiento de la coordinación y la comunicación entre los organismos gubernamentales
- Creación de más incentivos a la conservación de los humedales
- Fomento de un mejor manejo de humedales después de su adquisición o retención
- Conocimientos más elaborados y su aplicación
- Educación dirigida al público en general, a los decisores, los propietarios de tierras y al sector privado.
- Fomento de la participación de las organizaciones no gubernamentales y las comunidades locales.

Colombia cuenta con herramientas adecuadas para la protección y conservación de los humedales y es así como a partir de su Constitución Política de 1991 se “eleva el medio ambiente a la calidad de derecho constitucional colectivo, estableciendo derechos y deberes de la sociedad en relación con el manejo y protección de los recursos naturales, instando como elemento constitucional el desarrollo sostenible y asignando funciones de protección ambiental a diferentes autoridades del poder público”

NORMA	DESCRIPCIÓN
Connotación Legal de los Humedales	La ley les ha dado la connotación de espacio público, lo que los destina a satisfacer necesidades colectivas para su protección y los demás cuerpos de agua integrantes del sistema hídrico de las regiones; creándose la ronda hidráulica y la zona de manejo y preservación ambiental de la ronda, que también hace parte del espacio público.
Regulación de Carácter Nacional Decreto 1355 de 1970	Decreto 1355 de 1970. Art.1: Son ilegales los rellenos y la desecación de los humedales, por esto las autoridades ambientales, pueden solicitar a las alcaldías, entes municipales y distritales, detener los rellenos y la invasión de la zona de ronda o protección alrededor de estos sistemas, que es hasta de 30 m.
Convención RAMSAR, 1971 Comunidad Internacional	Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas
Decreto-Ley 2811 de 1974 Congreso de Colombia	Código de los Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente Art. 8 , literal f- considera factor de contaminación ambiental los cambios nocivos del lecho de las aguas. literal g, considera como el mismo de contaminación la extinción o disminución de la biodiversidad biológica. Art.9 Se refiere al uso de elementos ambientales y de recursos naturales renovables. Art.137 Señala que serán objeto de protección y control especial las fuentes, cascadas, lagos y otras corrientes de agua naturales o artificiales, que se encuentren en áreas declaradas dignas de protección. Art 329 precisa que el sistema de parques nacionales tiene como uno de sus componentes las reservas naturales. Las reservas naturales son aquellas en las cuales existen condiciones de diversidad biológica destinada a la conservación. Investigación y estudio de sus riquezas naturales.
Normas Sanitarias Sobre Residuos Sólidos de 1974 Art.25,31 y 33	Art.25: Se podrán utilizar como sitios de disposición de basuras, los predios autorizados expresamente por el Ministerio de Salud o la Entidad delegada. Art. 31: Quienes produzcan basuras con características especiales son responsables de su recolección, transporte y disposición final. Art. 33: Los vehículos destinados al transporte de basura, reunirán disposiciones técnicas que reglamente el Ministerio de Salud preferiblemente de tipo cerrado a prueba de agua y de carga a baja altura.
Código Nacional de Recursos Naturales, Decreto 2811 de 1974, Congreso De Colombia Arts. 193 al 197	Sobre conservación, defensa y toma de medidas para la protección del recurso flora

Decreto 1541 de 1978 Ministerio de Agricultura	Por el cual se reglamenta la parte III del libro II del Decreto Ley 2811 de 1974; «De las aguas no marítimas» y parcialmente la Ley 23 de 1973. Normas relacionadas con el recurso agua. Dominio, ocupación, restricciones, limitaciones, condiciones de obras hidráulicas, conservación y cargas pecuniarias de aguas, cauces y riberas.
Decreto 1594 de 1984 Ministerio de Agricultura	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la parte III - Libro I - del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a Usos del Agua y Residuos Líquidos. Los usos de agua en los humedales, dados sus parámetros físicos-químicos son: Preservación de Flora y Fauna, agrícola, pecuario y recreativo. El recurso de agua comprende las superficies subterráneas, marinas y estuarianas, incluidas las aguas servidas. Se encuentran definidos los usos del agua así: a) Consumo humano y doméstico b) Preservación de flora y fauna c) Agrícola d) Pecuario e) Recreativo f) Industrial g) Transporte.
Constitución Política de Colombia, 1991 Congreso de Colombia	Artículo 58: Se garantizan la propiedad privada y los demás derechos adquiridos con arreglo a las leyes civiles, los cuales no podrán ser desconocidos ni vulnerados por leyes posteriores. Cuando de la aplicación de una ley expedida por motivo de utilidad pública o interés social, resultaren en conflicto los derechos de los particulares con la necesidad por ella reconocida, el interés privado deberá ceder al interés público o social. Artículo 63: Los bienes de uso público, los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos, las tierras de resguardo, patrimonio arqueológico de la nación y los demás bienes que determine la ley, son inalienables, imprescriptibles e inembargables. Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines. Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Artículo 366. El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable. Para tales efectos, en los planes y presupuestos de la nación y de las entidades territoriales, el gasto público social tendrá prioridad sobre cualquier otra asignación.

Convenio Sobre la Diversidad Biológica, 1992 Comunidad Internacional	Convenio de la Diversidad Biológica (Río de Janeiro, 1992)
Ley 99 de 1993 Congreso de Colombia	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones Art.1. Dentro de los principios generales ambientales dispone en el numeral 2 que la biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible. Art. 116 lit. g, autoriza al Presidente de la República para establecer un régimen de incentivos económicos, para el adecuado uso y aprovechamiento del medio ambiente y de los recursos renovables y para la recuperación y conservación de ecosistemas por parte de propietarios privados.
Ley 165 de 1994 Congreso de Colombia	Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992. En el que se reconoce la estrecha y tradicional dependencia de muchas comunidades locales y poblaciones indígenas con sistemas de vida tradicionales basados en los recursos biológicos y la conveniencia de compartir equitativamente los beneficios, además insta a los gobiernos nacionales, a que con arreglo a su legislación nacional, respeten, preserven y mantengan los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica.
Lineamientos de Política para el Manejo Integral del Agua, 1995.	El Ministerio de Ambiente elaboró el documento "Lineamientos para la construcción colectiva de una cultura del agua". Uno de sus objetivos es proteger acuíferos, humedales y otros reservorios importantes de agua.
Ley 357 de 1997 Congreso de Colombia	Por medio de la cual se aprueba la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", suscrita en RAMSAR el dos (2) de febrero de mil novecientos setenta y uno (1971).
Resolución VIII.14 RAMSAR 2002	Por medio de la cual se establecen los nuevos lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales.
Resolución N° 157 de 2004 MAVDT	Por la cual se reglamenta el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales, y se desarrollan aspectos referidos a los mismos en aplicación de la convención RAMSAR.

Resolución N° 196 de 2006 MAVDT	"Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia "
Resolución 1128 de 2006 MAVDT	Por la cual se modifica el artículo 10 de la resolución 839 de 2003 y el artículo 12 de la resolución 157 de 2004 y se dictan otras disposiciones.
Artículo 202 de la Ley del Plan de Desarrollo: Prosperidad para todos 2011- 2014 (Ley 1450 de 2011)	Por la cual se estableció la delimitación de los ecosistemas de páramos y humedales a escala 1:25.000 con base en estudios técnicos, económicos sociales y ambientales.

El humedal Turbera de Alfombrales al ser una Turbera aplica la resolución emitida por Ramsar sobre el plan de acción mundial para el uso racional y el manejo de las turberas que se encuentra en el anexo B.

OBJETIVOS

El objetivo general del presente Plan de Manejo Ambiental es establecer medidas, estrategias y acciones necesarias para fomentar la conservación in situ, uso racional sostenible, evitar la degradación y potenciar algunas funciones del humedal Laguna Humedal Turbera de Alfombrales en el municipio de Murillo; priorizando sus características ecológicas y socioeconómicas.

Así mismo se busca diagnosticar los problemas ambientales y socioeconómicos que caracterizan el humedal y su zona de influencia, así como las oportunidades de servicios ambientales y finalmente determinar las acciones de mitigación, compensación y de solución a la problemática presente en el municipio de Murillo mediante el plan de acción.



CAPITULO 1: LOCALIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN

1. LOCALIZACIÓN

1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El humedal Turbera de Alfombrales se encuentra localizado en la vereda del mismo nombre en el municipio de Murillo, departamento del Tolima. Se encuentra establecido dentro del predio La Siberia el cual, colinda al noroccidente con la Peña la Leonera, al nororiente con el predio el Billar, al oriente con predio el Toro, al suroriente con el predio el Diviso, al sur con predios de Cortolima y al suroccidente con el predio la Rochela. El humedal tributa casi todas sus aguas a la quebrada Alfombrales; la cual, deposita sus aguas directamente a la subzona hidrográfica río Recio. Comprende un área de 22.91 hectáreas y una altura promedio de 3670 m.s.n.m. Los límites se encuentran definidos por las siguientes coordenadas geográficas (Tabla 1.1; Figura 1.1).

Tabla 1.1. Coordenadas geográficas del humedal Humedal Turbera de Alfombrales, municipio de Murillo.

EXTREMO	NORTE	OESTE
NORTE	4° 51' 53.256"	75° 14' 34.591"
SUR	4° 51' 34.089"	75° 14' 25.609"
ORIENTE	4° 51' 40.994"	75° 14' 18.981"
OCCIDENTE	4° 51' 43.23.5"	75° 14' 40.994"

Fuente: GIZ (2016)

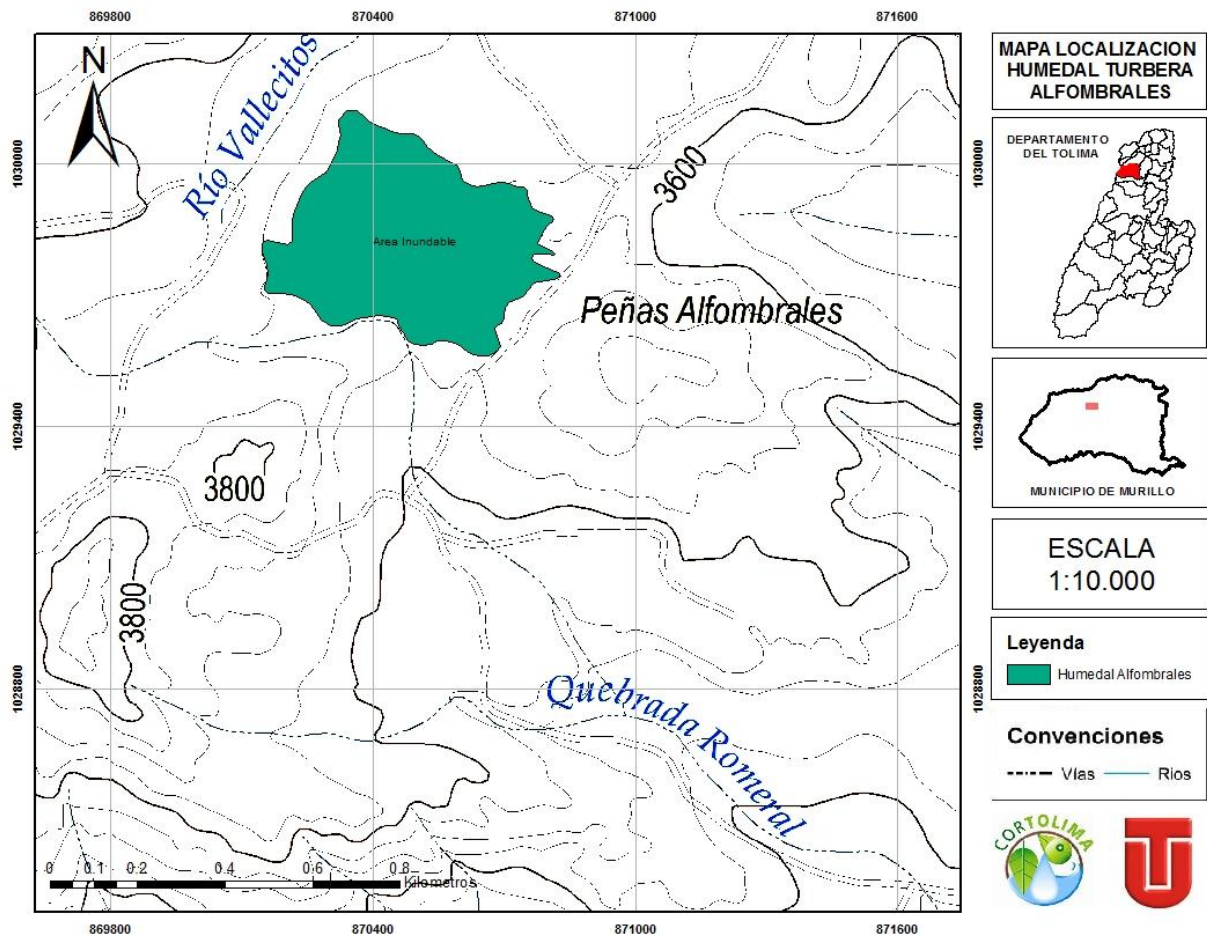
El acceso al humedal se realiza desde el municipio de Murillo por la vía que lleva a la vereda Alfombrales y al llegar al sitio denominado Casa Roja (predio la Siberia) ubicado en la vereda mencionada anteriormente, se recorren alrededor de 500 metros a pie en dirección al suroccidente (Figura 1.2).

Figura 1.1 Humedal Turbera de Alfombrales, Municipio de Murillo.



Fuente: GIZ (2016)

Figura 1.2. Localización del Humedal Turbera de Alfombrales, municipio de Murillo.



Fuente: GIZ (2016)

1.2 CLASIFICACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DEL HUMEDAL

Teniendo en cuenta la Convención RAMSAR el humedal Turbera de Alfombrales se clasifica según sus cinco niveles jerárquicos (Tabla 1.2), basados en la Política Nacional para Humedales interiores de Colombia (2002)

Tabla 1.1. Clasificación del Humedal Turbera de según la Convención RAMSAR

Sistema jerárquico (niveles)	Clasificación Humedal Turbera de Alfombrales
Ámbito: Es la naturaleza ecosistémica más amplia en su origen y funcionamiento	Interior
Sistema: Los humedales naturales se subdividen según la influencia de factores hidrológicos, geomorfológicos, químicos o biológicos. Los artificiales se separan con base en el proceso que los origina o mantiene.	Palustre
Subsistema: Los humedales naturales se subdividen dependiendo del patrón de circulación del agua.	Permanente
Clase: Se define con base en descriptores de la fisionomía del humedal, como formas de desarrollo dominantes o características del sustrato, tales como textura y granulometría en caso de no estar cubierto por plantas.	Emergente
Subclase: Depende principalmente de aspectos biofísicos particulares de algunos sistemas o de la estructura y composición de las comunidades bióticas presentes.	Turbera Abierta

Fuente: GIZ (2016)



CAPITULO 2: COMPONENTE FISICO

2. COMPONENTE FISICO

2.1. GEOLOGÍA DE SUELOS

La geología de los suelos referentes al humedal Turbera de Alfombrales se encuentra asociado a las siguientes unidades geológicas:

- **Flujos de Lava (NgQI)**

Flujos de lava provenientes del Volcán Nevado del Ruiz y el Volcán Nevado Santa Isabel forman mesetas o altillanuras, generalmente por encima de 3.000 a 3.500 metros de altura, en la parte alta de la cuenca del río Recio. Las lavas cubren las rocas metamórficas del Complejo Cajamarca y las rocas intrusivas del Batolito El Bosque. Entre los flujos de lava es posible identificar niveles piroclásticos de flujos y caída, así como flujos de lodo.

Los flujos lávicos son masivos y espesos, de composición andesítica, con pocas excepciones basálticas. Algunas veces aparecen como domos volcánicos de composición dacítica.

Las lavas más antiguas fueron fechadas en $2,7 \pm 0,19$ millones de años (Flórez, 1986 citado en Corporación Autónoma Regional del Tolima [CORTOLIMA], 2009) y $1,8 \pm 2,3$ millones de años (Thouret, 1989 citado en CORTOLIMA, 2009), es decir del Plioceno y corresponderían al substrato o basamento antiguo de la cadena volcánica del Parque Nacional Natural Los Nevados (Núñez, 1997 citado en CORTOLIMA, 2009).

- **Depósitos Piroclásticos de Flujo y Caída**

Zonas extensas en la parte alta de la cuenca mayor del río Recio están cubiertas por depósitos piroclásticos, constituidos por flujos piroclásticos y capas de ceniza y lapilli de caída, frecuentemente pumítico, con bombas; estas acumulaciones volcánicas están intercaladas con lahares y depósitos lagunares, glaciales y fluviales, así como con flujos de lava. La composición de estos materiales es andesítica - dacítica. Los depósitos piroclásticos cubren todas las unidades geológicas, suavizando la topografía de la cordillera.

La edad de estas acumulaciones piroclásticas se ha considerado Pleistoceno – Holoceno (Herd, 1982; Thouret, 1989 citado en CORTOLIMA, 2009), hasta actuales como lo testifica la erupción del 13 de noviembre de 1985 del Nevado del Ruiz.

2.2. GEOMORFOLOGÍA DE SUELOS

El humedal Turbera de Alfombrales se encuentra asociado a la Consociación TYPIC HAPLUDANDS – MGC; Corresponde al tipo de relieve de lomas, caracterizado por domos redondeados y alargados, con pendientes cortas, de 7 - 12 - 25%. El material parental está constituido por cenizas volcánicas, depositadas sobre andesitas. La vegetación natural ha sido destruida y reemplazada inicialmente por cultivos de papa y luego por potreros para explotación ganadera extensiva. Los suelos de esta consociación están representados por los Typic Haplundands en un 90% e inclusiones de Humic Udivitrands en un 10%. Los tipos de suelos asociados específicamente al humedal son el MGCd y MGCE1 los cuales son suelos profundos, bien drenados, de textura mediana, ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada (CORTOLIMA, 2009).

2.3. COBERTURA Y USO DE SUELOS

El humedal Turbera de Alfombrales se encuentra asociado a coberturas de suelo de Arbustales Abiertos Mesofilos, Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales, Pastos Limpios, Herbazal Denso, Arbustal Denso, Vegetación Secundaria Baja y Pastos Enmalezados; Siendo los Arbustos y los Herbazales las coberturas predominantes.

2.4. CLIMA

El humedal Turbera de Alfombrales se encuentra en la zona de transición entre el Páramo Bajo Semi Húmedo (PbSH) y el Páramo Alto Súper Húmedo (PaSH); de los cuales, el Páramo Bajo Semi Húmedo (PbSH) comprende alturas entre los 3200 y 3700 m.s.n.m., temperaturas entre los 7 y 12°C y una relación P/T entre 60 y 100; y el Páramo Alto Súper Húmedo comprende alturas mayores a 3700 m.s.n.m., temperatura menor a los 7 °C y una relación P/T mayor a 160.

2.5. HIDROLOGIA

El humedal Turbera de Alfombrales es tributario de la unidad hidrográfica quebrada Alfombrales y de la quebrada Romeral; la cual, posee un caudal medio de 1.198 m³/seg y presenta una relación entre oferta y demanda baja. Estas dos quebradas, pertenecen a la subzona Hidrográfica del río Recio, situado dentro de la Zona hidrográfica del Alto Magdalena.



CAPITULO 3: COMPONENTE BIÓTICO

3. COMPONENTE BIÓTICO

3.1. FLORA

3.1.1. MARCO TEÓRICO

- **FITOPLANCTON.**

Está constituido por algas y algunas bacterias que realizan fotosíntesis y que constituye el componente principal en la productividad primaria en los ecosistemas lénticos y lóticos, y la mayoría de sus organismos son utilizados como indicadores de la calidad de agua (Roldán *et al*, 2008).

Las cianobacterias y las algas constituyen los organismos dominantes del fitoplancton en los ecosistemas acuáticos, su metabolismo controla enormemente el flujo de energía y el ciclo de nutrientes en los ecosistemas, por sus niveles poblacionales y la variedad de tipos metabólicos (Salazar, 2001).

Una de las características más importantes del fitoplancton es la capacidad de mantenerse en suspensión con el fin de permanecer dentro de la zona fótica. Para mantenerse en suspensión, los organismos desarrollan adaptaciones indispensables dado que la mayoría de ellos tienen una densidad de 1.01 a 1.03 veces superior a la del agua; diferencia que aunque pequeña determina su hundimiento (Ramírez, 2000).

Divisiones algales más representativas del agua dulce. Se trata de las siguientes seis divisiones: Cyanoprocariota, Chlorophyta, Chrysophyta, Euglenophyta, Pyrrophyta, y Cryptophyta.

Reino procariota

División Cyanoprocariota (Nostocophyta). También se reconocen como Myxophyta, Schizophyta, Cianophyta, Cianobacteria y Nostocophyta. Su denominación común es algas verdeazules o azul verdosas y su amplio rango de tolerancia les permite adaptarse a condiciones difíciles, por lo que se distribuyen en todos los biotopos del ecosistema lacustre (interfase aire-agua, toda la columna de agua, el sedimento, etc.), y poseen adaptación cromática, lo que les permite adoptar un color complementario al de la luz disponible y lo que conduce a un mejor aprovechamiento de esta (Roldán-Ramírez, 2008).

Las algas verdeazules se desarrollan en agua dulce o en agua marina, aunque en este último medio están menos frecuentes. En esta división se presentan

formas unicelulares como pluricelulares donde las formas filamentosas tienen su predominancia (Roldán-Ramírez, 2008).

Según Ramírez (2000), La temperatura óptima para el desarrollo de las algas verdeazules oscila entre 35 y 40 °C, por lo que abundan en los meses más calientes del año y crecen normalmente en medios alcalinos, en los cuales se desarrollan mejor por cuanto utilizan el ion bicarbonato como fuente de carbono para la fotosíntesis y en aguas con pH neutro o ligeramente básico, pero la que pertenece a la familia *Clorococaceae* están en aguas ácidas con un pH entre 4 a 5. Así mismo, se presentan en aguas termales hasta de 85°C. (Roldán-Ramírez, 2008).

Las algas verdeazules se desarrollan principalmente cuando las condiciones ambientales se desvían marcadamente de las relaciones habituales; así, todo cambio en la relación de concentración del nitrógeno y el fósforo acaba manifestándose en un avance o en un retroceso en el desarrollo de las mismas (Ramírez, 2000). Si la relación se desarrolla a favor del fósforo, se presentarán algas verdeazules que incorporarán nitrógeno al ecosistema, por lo que se les considera de gran importancia en la productividad del ecosistema acuático (Roldán-Ramírez, 2008).

La forma más común de reproducción de las algas es la asexual, bien sea mediante hormogonios, esporas y aquinetos. Los hormogonios son pequeños pedazos de tricoma que contienen entre tres y diez células, y que se originan por muerte de células llamadas necridios o discos de separación en medio del tricoma. Después de liberados, los hormogonios pueden crecer y originar nuevas plantas (Ramírez, 2000).

Las endosporas son comunes en la familia *Dermocarpaceae*. Se originan en gran número en el interior celular por divisiones endógenas del protoplasto. Las exosporas se forman basipetalmente en el extremo distal del alga por divisiones transversales del protoplasto. (Ramírez, 2000).

Los aquinetos o aquinetes son esporas inmóviles comunes al orden Hormogonales, a excepción de la familia *Oscillatoriaceae* del mismo orden. Su formación se inicia con el aumento en el tamaño de una célula, la formación de una pared espesa y la acumulación de material de reserva o gránulos de cianoficina, por lo que pueden verse oscuros. Pueden presentarse aislados en pares o en series y permiten al alga sobrevivir en períodos desfavorables; cuando retornan las condiciones favorables, el aquineto germina y origina un nuevo individuo (Ramírez, 2000).

Los géneros de mayor presencia hallados en Colombia corresponden a *Oscillatoria*, *Anabaena*, *Chroococcus*, *Coelosphaerium*, *Myccrocystis*, *Synechococcus*, *Gomphosphaeria*, *Merismopedia*, *Spirulina*, *Nostoc*, *Pseudoanabaena*, *Hapalosiphon*, *Chamaesiphon*, *Borzia*, *Raphidiopsis* y *Cyanocaten* (Roldán-Ramírez, 2008).

Reino eucariota

División Chlorophyta. Se denominan algas verdes. Las especies pertenecientes a este grupo constituyen a uno de los mayores grupos de algas, por su abundancia en géneros y especies, que van desde ambientes con un amplio rango de salinidad. Se establecen en forma planctónica o bentónica, o en hábitat subaéreos. En su estructura, es común que presenten talos unicelulares, coloniales cenóbicos o no cenóbicos, de aspecto filamentosos o ramificado, membranosos, de forma laminar o tubular. En su mayoría, las células son uninucleadas, pero existen formas multinucleadas o cenocíticas. Su organelo más conspicuo es el cloroplasto el cual, aunque posee una gran variedad, casi siempre adopta dos formas básicas: 1) Axial. Puede ser estelado o adoptar forma de banda o de placa. 2) Parietal. Puede tener forma de copa, anillo completo, malla de apariencia esponjosa o cinta (Ramírez, 2000).

Según Ramírez (2000), puede establecerse que estas algas presentan flagelos lisos y plumosos con diferente inserción, origen y número, generalmente 1, 2, 4 u 8. En algunos casos, poseen un flagelo adicional llamado haptonerna, el cual nace entre dos flagelos largos y comúnmente está oculto.

Por otra parte, las algas verdes se mantienen en un punto óptimo de temperatura que va desde los 30 y 35°C, lo que hace que durante el verano se presenten florecimientos de algunas como *Ankistrodesmus*, *Chlamydomonas*, *Oocystis lacustris* y *Scenedesmus quadricauda*, entre otras. De igual forma, el pH óptimo para determinado tipo de especie es variable, de acuerdo a la complejidad del grupo (Ramírez, 2000).

Según Ramírez (2000), estos organismos pueden crecer en un pH ácido, como en el caso de las desmidiáceas, entre 5,4 y 6,8; o con un pH básico, como en las pertenecientes al orden Chlorococcales.

Según Hutchinson (en Roldán-Ramírez, 2008), Existen tres grupos principales en agua dulce:

1. Miembros planctónicos constituidos por los órdenes Volvocales y Chlorococcales los cuales abundan preferentemente en lagunas o en

reducidos lagos productivos; se consideran grupos heterótrofos facultativos.

2. *Botryococcus*, el cual es un grupo que abundan bajo condiciones variadas y que resulta difícil ubicarlo ecológicamente. Estos organismos pueden ser fotótrofo y no requiere ningún tipo de vitaminas para su crecimiento (Roldán-Ramírez, 2008).
3. *Desmidiaceae*, el cual pertenece al orden conjugales, que se desarrollan en aguas ácidas, bajas en calcio y magnesio pero algunos géneros como *Staurastrum*, pueden dominar en el planctón de aguas duras y productivas (Ramírez, 2000).

División Chrysophyta. Según lo enunciado por Ramírez (2000), “Las crísofitas se conocen también como algas pardo-amarillas. Son organismos unicelulares, coloniales o filamentosos, y sus células pueden estar incluidas dentro de una pared celular a veces rodeada de silicio o pueden permanecer desnudas. Almacenan una serie de sustancias de reserva: crisosa, crisolaminarina, leucosina y lípidos, pero nunca almidón. De las seis clases que posee la división, la clase Chrysophyceae y Bacillariophyceae son las más importantes, desde el punto de vista cuantitativo, en los ecosistemas lacustres dulceacuícolas”

Así mismo, “las Chrysophyceae o algas doradas son, en su mayoría, flageladas, y pueden existir solas o en colonias. El grupo como tal predomina en aguas dulces y se presenta poco en aguas salobres o saladas. La mayoría son fototróficas, pero algunas pueden ser mixotróficas y holozoicas” (Ramírez, 2000).

Continuando con Ramírez (2000), a los organismos de la clase Bacillariophyceae se les reconoce como diatomeas. Por lo regular, son algas unicelulares, pero pueden presentarse en forma colonial y filamentosas. La pared celular de estas algas está impregnada de silicio que de acuerdo a las condiciones del medio, es variable. La pared se denomina frústula y se conforma por dos tecas que se unen la una a la otra a modo de tapa. En la frústula se definen una serie de ejes, los cuales han ayudado a la clasificación taxonómica de estas especies. (Ramírez, 2000).

Esta clase comprende dos órdenes, denominado Biddulphiales o Centrales el cual presenta frústulos de forma elíptica redondeada, cn simetría radial en vista valvar y que puede llegar a formar filamentos; ejemplos de este orden son *Cyclotella* y *Aulacoseira*. El otro orden es el de las Bacillariales o Pennales, los cuales son de forma alargada, con simetría bilateral o asimétrica en vista valvar. En este orden se puede presentar o no en las valvas, una hendidura longitudinal recta, sigmoidal u ondulada denominada rafe, la cual permite la locomoción

especialmente en las formas bentónicas. Este rafe se puede situar en uno o en las dos valvas denominándose rafidales (monorrafidales, birrafidales) y cuando no está presente se denominan arrafidales. Las Pennales son más abundantes en el fitoplancton de agua dulce que las Centrales y sobresalen los géneros *Nitzschia*, *Navicula*, *Fragillaria*, *Tabellaria*, *Cymbella*, *Asterionella*, *Synedra*, *Diatoma*, *Gomphonema*, *Eunotia*, y *Gyrosigma* (Roldán-Ramírez, 2008).

Por último, la clase Xanthophyceae la cual también tiene la denominación de heterocontas, se caracterizan por su coloración verde amarillento puesto que tiene mayor producción de carotenoides que las clorofilas a y c. Al igual que las diatomeas pueden tener silicatos en la pared celular y sus hábitos de vida pueden ser colonial y filamentosos. En Colombia se han reportado los géneros *Centritractus*, *Tribonema* y *Pseudostaurastrum*, entre otros. (Roldán-Ramírez, 2008).

División Euglenophyta. Citando a Ramírez (2000), se puede afirmar que los organismos pertenecientes a esta división son en su mayoría dulceacuícolas, aunque unos pocos representantes son de ambientes estuarios y marinos. Los euglenoides se encuentran por lo regular en pequeños cuerpos de agua ricos en materia orgánica y, en general, son organismos unicelulares solitarios, a excepción del género colonial llamado *Colacium*.

Son organismos flagelados, sin testas, y el número de flagelos puede variar entre uno a tres, siendo su condición normal dos, el cual uno es mayor y más visible que el otro. La forma celular puede variar entre cilíndrica, fusiforme, discoide, triangular, entre otras. Pueden tener una forma fija, como en *Phacus*, o variable, como en *Euglena*. Pueden estar incluidos dentro de una lorica mucilagínosa impregnada con sales de hierro, lo cual les da una coloración rojiza, como en *Trachelomonas* y *Strombomonas* (Ramírez, 2000, Roldán-Ramírez, 2008).

Los Euglenophyta poseen clorofila a y b B-carotenos y xantofilas aunque existen algunas formas incoloras heterótrofas. Poseen diferentes formas de nutrición: holofítica, holozoica o saprofítica. En todos los casos, el material de reserva se denomina paramylon y se almacena en corpúsculos, llamados pirenoides, según la especie. Muchas especies tienen uno o dos pirenoides, otras poseen en la parte delantera de la célula una mancha ocular llamada estigma, la cual les sirve en la orientación (Ramírez, 2000).

Según Roldán-Ramírez (2008), los Euglenophyta abundan en charcas y lagunas temporales con alta carga de materia orgánica y en la mayoría de los lagos su concentración no es abundante con excepción de *Triachelomonas* y *Euglena*. Su reproducción es asexual y se realiza por fisión binaria longitudinal.

En Colombia se reconocen varias especies de los géneros *Euglena*, *Phacus*, *Lepocinclis*, *Trachelomonas* y *Strombomonas* (Roldán-Ramírez, 2008).

División Pyrrhophyta. En esta división es importante la clase Dinophyceae la cual se encuentra en ambientes dulceacuícolas, marinos y estuarios. Estas algas son llamadas dinoflageladas. La forma prevaleciente de la división es la biflagelada, pero también se presentan formas no móviles. Los flagelos son colocados en una fisura longitudinal denominada *sulco* y en otra fisura transversal llamada *cíngulo*. Uno de los flagelos mueve el organismo hacia adelante y el segundo flagelo le sirve para su movimiento rotatorio (Roldán-Ramírez, 2008).

Por lo regular son organismos unicelulares y autotróficos y sus pigmentos fotosintéticos son clorofila a y c y carotenos. La coloración de los plastidios son pardo o amarillo y almacenan almidón y grasas (Roldán-Ramírez, 2008).

Así mismo, existen formas heterotróficas, saprofitas, simbióticas y holozoicas; además, muchas son auxotróficas para varias vitaminas. El núcleo presenta características inusuales de procariotes y eucariotes, llamándose por ello mesocariótico. (Ramírez, 2000)

En muchas especies la pared celular está formada por un número de placas celulósicas que conforman la teca que encierra el organismo y cuyo número y coloración tiene importancia taxonómica (Roldán-Ramírez, 2008)

La reproducción asexual de los organismos de la clase Dinophyceae se da por fisión binaria longitudinal, transversal u oblicua o por medio de diferentes tipos de esporas. La reproducción sexual ha sido reportada sólo para el género *Glenodinium* y ocurre por conjugación de aplanogametos o mediante zoogametos (Roldán-Ramírez, 2008).

Algunos géneros, como *Noctiluca*, *Gonyaulax*, *Pyrocistis* y *Pyrodinium*, producen bioluminiscencia. Otros géneros, como *Prorocentrum*, *Gymnodinium*, *Gonyaulax* y *Ceratium*, pueden producir florecimientos que se denominan mareas rojas. Algunos de esos blooms se asocian con la producción de toxinas (Ramírez, 2000).

En Colombia se han identificado ampliamente los géneros *Peridinium* y *Ceratium* (Roldán-Ramírez, 2008).

División Cryptophyta. Esta división comprende un pequeño grupo de organismos unicelulares con un par de flagelos desiguales. Los dos flagelos se originan dentro de un surco próximo al extremo anterior de la célula. La célula

presenta cloroplastos de colores variados desde verdes hasta pardos, rojos y verdeazules y algunas formas incoloras.

Además presentan un potencial de cambio de pigmentación con la edad; esta inestabilidad cromática se constituye en un rasgo taxonómico importante, particularmente con respecto a los géneros. No crean colonias y tienen una forma comprimida dorso-ventralmente. Sus pigmentos característicos son clorofilas a y c, carotenos, ficocianina y ficoeritrina. Almacenan principalmente almidón contenido en pirenoides (Roldán-Ramírez, 2008).

La mayoría de estos biflagelados contienen eyectosomas que se ven a la luz del microscopio como pequeños puntos refractivos y se sitúan especialmente a los lados del surco anterior. Estos eyectosomas son análogos a los tricocistos de los dinoflagelados y ciliados, pero se les ha dado ese nombre porque poseen estructura diferente (Ramírez, 2000).

En algunos criptomonadinos se presentan manchas oculares ubicadas dentro del cloroplasto. Tales manchas ocupan por lo general una posición media dentro de la célula, es decir próxima al núcleo y en la periferia del cloroplasto (Ramírez, 2000).

La reproducción de las criptofitas es asexual por fisión binaria longitudinal. Aunque raramente alcanzan concentraciones altas, los miembros de este grupo taxonómico están casi universalmente presentes en los lagos tropicales (Ramírez, 2000). En Colombia se registran los géneros *Cryptomonas*, *Rhodomonas* y *Chillomonas* (Roldán-Ramírez, 2008).

• **FLORA ASOCIADA A LOS HUMEDALES**

La gran variedad de plantas asociadas a los diferentes ambientes de agua dulce, natural y artificial, presentes en los humedales constituyen un componente importante en la dinámica y mantenimiento de dichos ecosistemas. Entre otras razones:

1. Influyen en la estructura trófica del sistema dado que como productores primarios aportan buena parte de la energía y de nutrientes al sistema.
2. Juega un papel importante el proceso de sucesión ecológica.
3. En diversos ecosistemas acuáticos se encuentran fenómenos de importancia ecológica como es el crecimiento explosivo de las plantas acuáticas, principalmente flotantes y emergentes, y la desaparición de especies sumergidas, en respuesta al proceso de este crecimiento excesivo de estas

plantas en los humedales, entre otros están, la anoxia del agua y la desaparición de especies de peces y otros organismos.

La vegetación de una región está influenciada por las características climáticas de la misma, por los suelos y topografía del lugar. Los humedales como sistemas de alta productividad para los organismos que en ellos habitan, en especial las plantas, son denominados suelos hídricos, se componen primordialmente de sedimentos anaeróbicos. A diferencia de los terrenos firmes, el oxígeno presente en los sustratos de los humedales está disuelto en el agua que ocupa los espacios de los poros entre las partículas que componen el suelo (Arana, 2003)

El nivel de inundación puede llegar a tal magnitud, al menos temporalmente, que el sustrato no se considere como suelo y permanezca saturado o inundado con cierto nivel de profundidad de agua. En función de esto, los humedales favorecen predominantemente el establecimiento y regeneración de dichas plantas acuáticas o típicas de ecosistemas hídricos, cuyo ciclo de vida, en el caso de ciertas especies, podría transcurrir totalmente en estas condiciones (Prada, 2005).

Las plantas asociadas a los sistemas de humedales, son aquellas que crecen en agua o en un suelo que es al menos periódicamente deficiente en oxígeno como resultado del contenido excesivo de agua. Diferentes tipos de flora asociada han desarrollado una amplia gama de adaptaciones de forma que puedan sobrevivir productivamente. Estas han demostrado algún tipo de habilidad, ya sea por adaptaciones morfológicas, fisiológicas o por estrategias reproductivas, o la combinación de algunas de estas, para alcanzar la madurez y poderse reproducir en este ambiente (Prada, 2005).

• **MACRÓFITAS ACUÁTICAS EN LOS HUMEDALES**

Constituyen formas macrófitas de vegetación acuática. Comprende las macroalgas, Los pteridofitos (musgos y helechos) adaptadas a la vida acuática y la angiospermas. Presentan adaptaciones a este tipo de vida tales como: cutícula fina, estomas no funcionales, estructuras poco lignificadas. Teniendo en cuenta la morfología y fisiología, las macrófitas pueden clasificarse según la forma de fijación al sustrato en:

- Macrófitas Fijas al Sustrato.
- Macrófitas emergentes: en suelos inundados permanentes o temporales; en general son plantas perennes
- Macrófitas de hojas flotantes: principalmente angiospermas; sobre suelos inundados.

- Macrófitas sumergidas: comprende algunos helechos, numerosos musgos y muchas angiospermas. Se encuentran en toda la zona fótica (a la cual llega la luz solar), aunque las angiospermas vasculares solo viven hasta los 10m de profundidad aproximadamente.
- Macrófitas Flotantes Libres. Presentan formas muy diversas desde plantas de gran tamaño con hojas áreas y con raíces sumergidas bien desarrolladas a pequeñas plantas que flotan en la superficie, con muy pocas raíces o ninguna.

Según López (2005) las macrófitas también se clasifican en tipos biológicos o biotipos acuáticos, según la estrategia con el agua en:

Pleustófitos. Plantas suspendidas en el agua sin ningún tipo de enraizamiento, solo pueden desarrollarse y completar su ciclo de vida en aguas tranquilas. A su vez, el tipo Pleustófitos se subdivide en:

- 1.- Bentopleustófitos: Viven tendidas en el fondo aunque sin medio de sujeción.
- 2.- Mesopleustófitos: Viven suspendidos entre el fondo y la superficie, pueden desarrollar sus flores por encima del agua.
- 3.- Acropleustofitos: Sus raíces flotan en la superficie del agua, son muy comunes en lagunas charcas y orillas de remansos de ríos.

Hidrofitos: Plantas acuáticas que enraízan en el fondo fangoso o arenoso y desarrollan sus raíces sumergidas en el agua.

Helofitos: Plantas de hábito erguido pero cuyo sistema radicular y base del tallo permanecen sumergidos por lo menos una parte del año. Las hay de tallas elevadas y de porte medio.

Las macrófitas acuáticas son parte constitutiva de la biocenosis de los humedales, pues cumplen con funciones importantes como la oferta de alimento y refugio a un gran número de especies, aportan oxígeno al aire y al agua y limpian el agua de excesos de nutrientes y sustancias tóxicas; de hecho en varios lugares son utilizadas como filtros biológicos para la depuración del agua. Las angiospermas emergentes son mucho más productivas que la flora subacuática en razón de una mayor disponibilidad de oxígeno, dióxido de carbono y nutrientes, en tanto que estas últimas han desarrollado adaptación para superar las dificultades que supone la más difícil difusión de los gases en el agua, por lo que reciclan una porción importante de los productos de la respiración y fotosíntesis, liberando solo una pequeña parte al medio (Prada, 2005).

La utilización de las macrófitas como bioindicadores de monitoreo depende de la presencia de las especies y el valor individual por especies. El monitoreo de la diversidad y abundancia de las macrófitas, aceptado en algunos países europeos, es un método del proceso de eutrofización, además es un método simple de control y determinación del nivel de contaminación de los lagos que proporciona información práctica sobre la calidad del agua y el estado trófico de los lagos. La presencia de las macrófitas en el agua depende básicamente de los siguientes parámetros conocidos como “parámetros de posición”: 1) Transparencia del agua, que determina la profundidad máxima en la cual las plantas macrófitas sobreviven; 2) Calidad del agua con referencia a la producción primaria de las especies presentes, su valoración y significado como bioindicadores. La producción primaria depende de la concentración de los nutrientes y los efectos de la eutrofización que producen la disminución de las concentraciones de dióxido de carbono, del pH y la variación del contenido de oxígeno; 3) La calidad de los sedimentos, aeróbicos y anaeróbicos, respecto al contenido de materia orgánica, de oxígeno y el tipo de materiales minerales, por ejemplo, arcilla, limo y arena. 4) Entre los otros parámetros de posición están el oleaje, las corrientes de agua y los predadores. La profundidad máxima a la cual se desarrollan las plantas refleja la transparencia del agua, este hecho es un importante indicador del estado trófico. Este parámetro proporciona el valor medio de generación de las macrófitas en función del tiempo y la visibilidad de Secchi, pero representa el valor puntual del momento en que se toma la muestra (Kiersch *et al*, 2003).

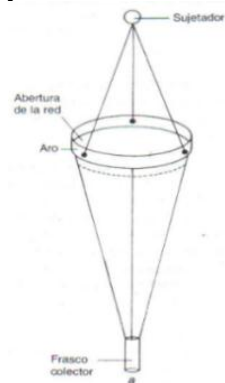
3.1.2. METODOLOGÍA

- **FITOPLANCTON.**

Métodos de campo: Se utilizó una red de malla fina con tamaño de poro definido para fitoplancton de 25 μ , que permiten observar de manera cualitativa las comunidades de plancton existentes en la zona. Con la red los organismos se obtienen por filtración y la selección se realiza según sea el tamaño del poro. La red arrojadiza consta de un tronco con un diámetro de aproximadamente 25 cm y una longitud de 1 m (Figura 3.1). Se realiza la filtración de 50 litros de a través de la red.

Las muestras fueron depositadas en frascos de 500 ml y preservadas con formol buferizado al 10%. Adicionalmente se elaboró una ficha de campo en donde se registraron los datos de la localidad y del hábitat de la zona muestreada, además cada una de las estaciones fue descrita y georeferenciada con GPS marca GARMIN (Figura 3.2).

Figura 3.1. Modelo de la red arrojadiza utilizada en el muestreo



Fuente: Ramírez (2000)

Figura 3.2. Método de muestreo utilizado en la colecta de plancton



Fuente: GIZ (2016)

Métodos de Laboratorio: Se realizó la determinación y conteo del Fitoplancton con la ayuda de un microscopio óptico Motic BA- 210 en el objetivo de 40 X, usando la cámara de conteo Sedgwick-Rafter (SR), que limita el área y volumen, permitiendo calcular las densidades poblacionales después de un periodo de asentamiento considerable, mediante un conteo en bandas (APHA, 1992 & Ramírez, 2000). Esta cámara de excavación rectangular consta de 20 mm de ancho, 50 mm de largo y 1 mm de profundidad para un volumen total de 1 ml (Ramírez, 2000). De igual forma se realizaron montajes de placas al microscopio para la observación e identificación de los organismos con

objetivo de 40X. Se analizaron 30 campos en 1 ml de cada una de las muestras. Se eligieron varias áreas o campos de conteo siguiendo un sistema de muestreo al azar correspondiente a treinta campos. Según McAlice (1971), los campos se determinan a partir de la relación entre el número de especies detectadas y el número de campos contados, que para el conteo corresponderían a treinta campos donde se puede establecer el 90% de los organismos totales o la representatividad y confiabilidad acorde a la submuestra obtenida (Ramírez, 2000). Por otra parte, si en los campos de conteo determinados (30 campos), no se alcanzaron los cien individuos, se continúa con el conteo hasta llegar a este valor para el taxón más abundante (cien individuos), al mismo tiempo que se registran las abundancias de los demás taxones en la muestra.

La densidad de células por unidad de área fue calculada siguiendo la fórmula (APHA, 1992 & Ramírez, 2000):

Organismos/mm² =

$$\frac{N \times A_t \times V_t}{A_c \times V_s \times A_s}$$

Dónde: N = número de organismos contados,

A_t = Área total de la cámara (mm²)

V_t = Volumen total de la muestra en suspensión

A_c = Área contada (bandas o campos) (mm²)

V_s = Volumen usado en la cámara (ml)

A_s = Área del sustrato o superficie raspada (mm²)

La identificación taxonómica de las algas se hizo siguiendo las claves de Yacubson (1969), Prescott (1968), Needham & Needham (1982), Streble & Krauter (1987), Lopretto & Tell (1995), Ramírez (2000), y Bellinger & Sigee (2010), e ilustraciones de algas en el libro de APHA (1999). Además, se soportó la determinación de las algas con la base de datos electrónica (Guiry & Guiry, 2013).

Análisis de Datos:

Densidad relativa. Se determinó la densidad relativa (AR%) a partir del número de individuos colectados de cada género y su relación con el número total de individuos de la muestra; ésta se utilizó con el fin de establecer la importancia y proporción en la cual se encuentra cada género con respecto a la comunidad.

$$AR = \frac{\text{Nº de individuos de cada género en la muestra} \times 100}{\text{Nº total de individuos en la muestra}}$$

- **FLORA**

Métodos de campo:

En la zona de estudio se hicieron parcelas rectangulares tipo RAP'S, donde se cuantificaron todas y cada una de las especies que se encontraron allí, tanto herbáceas como leñosas. Para los individuos leñosos se registrarán los datos de abundancia, altura total, altura de reiteración, diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP, en centímetros) y ubicación dentro de la parcela, datos que nos permitirán más adelante la realización de perfiles los cuales nos permiten ver de una manera fácil la estratificación del bosque (Melo & Cruz, 2003).

En cada levantamiento se registró la información sobre localidad, la fecha de realización, la pendiente aproximada en grados, la altitud y otros factores según (Álvarez, 1993; Melo & Cruz, 2003). En el parámetro DAP se seguirá los rangos propuestos para análisis estructural en bosque Neotropical de Montaña (Contreras *et al*, 1999).

De cada especie registrada en campo, previamente descrita, se colectaron 2-3 muestras para la colección del Herbario TOLI; estas muestras fueron tratadas con alcohol y prensadas en papel periódico, anotando previamente los caracteres que se pueden perder con el secado como son colores, texturas o exudados; simultáneamente, se llevará un registro fotográfico de campo que represente los caracteres más representativos del espécimen.

Métodos de Laboratorio:

En el herbario TOLI, de la Universidad del Tolima, una vez colectado el material vegetal en campo, se procedió al secado en un horno; después de seco el material se determinó con la ayuda de claves taxonómicas como son las publicadas por (Gentry, 1993), (Mendoza & Ramírez, 2000), y (Esquivel & Nieto 2003) entre otros, así como con la ayuda de páginas web como la del Missouri Botanical Garden, INBIO y Muestras Neotropicales de Herbario, y a su vez confrontando con la Colección del Herbario.

Análisis de Datos: Para el análisis de datos se calculó el porcentaje de abundancia relativa (AR %) para las familias, se determinó la riqueza específica (S) (Moreno, 2001).

3.1.3 FITOPLANCTON Y FLORA PRESENTE EN EL HUMEDAL

• FITOPLANCTON

Composición general. La comunidad fitoplanctónica del humedal Turbera de Alfombrales, se caracterizó por la presencia de 66 organismos, representados en tres divisiones de las cuales Chrysophyta obtuvo la mayor representación con un 71,21% de abundancia relativa, seguido de Cyanophyta con un 18,18% y Chlorophyta con un 10,61%. De igual forma, la clase que obtuvo mayor representatividad fue Bacillariophyceae con un 71,21% (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Composición del Fitoplancton en el Humedal.

División	Clase	Familia	Géneros	Org/ml	% A.R.
Cyanophyta	Cyanophyceae	Nostocaceae	<i>Anabaena</i>	1	1,52
		Chroococcaceae	<i>Chroococcus</i>	1	1,52
		Microcystaceae	<i>Myrocistys</i>	10	15,15
Chrysophyta	Bacillariophyceae	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i>	1	1,52
		Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i>	39	59,09
		Naviculaceae	<i>Navicula</i>	4	6,06
		Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	1	1,52
		Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i>	2	3,03
Chlorophyta	Chlorophyceae	Hydrodictyceae	<i>Hydrodictyon</i>	1	1,52
		Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i>	1	1,52
	Conjugatophyceae	Desmidiaceae	<i>Desmidium</i>	1	1,52
			<i>Staurastrum</i>	3	4,55
	Trebouxiophyceae	Botryococcaceae	<i>Botriococcus</i>	1	1,52
TOTAL				66	100,0

Fuente: GIZ (2016)

Las algas de la clase Bacillariophyceae han sido consideradas como predominantes de los ecosistemas lóticos y se caracterizan por segregar estructuras de tipo mucilaginoso lo que les proporciona adhesión a diversos tipos de sustratos que se encuentran en los cuerpos de agua, por lo que les ayuda a mantenerse ante el flujo de la corriente (Pinilla, 1988).

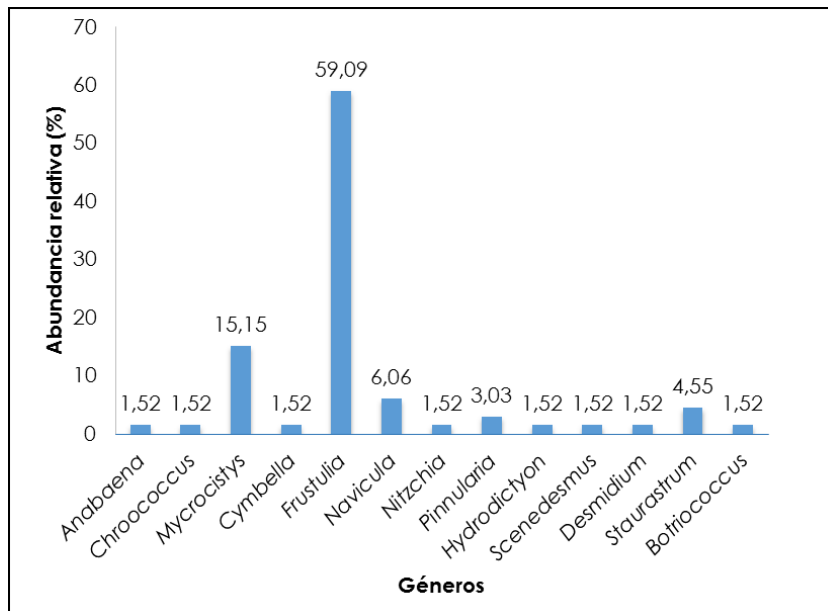
Así mismo, se ha estudiado en la clase Bacillariophyceae la capacidad de tolerar diferentes temperaturas del ambiente y niveles de cargas de nutrientes, por lo que son comunidades que se distribuyen ampliamente en la zona tropical (Díaz & Rivera, 2004; Ramírez & Plata, 2008; Bellinger & Sigee, 2010), además de responder a cambios en el régimen del flujo del cuerpo de agua, puesto que son sensibles a las velocidades de la corriente y son buenas indicadoras de la

contaminación acuática (Moschini, 1999; Grown, 1999; Roldán-Ramírez, 2008; Jiménez-Pérez *et al.*, 2014).

Otras clases de algas encontrada en el humedal fueron Cyanophyceae en un 18,18% de abundancia relativa; Conjugatophyceae con un 6,06%; Chlorophyceae en un 3,03% y Trebouxiophyceae en un 1,52% de abundancia relativa.

En cuanto a los taxones encontrados se determinó que *Frustulia* obtuvo la mayor abundancia relativa en un 59,09%. Este género se encuentra en una amplia diversidad de ambientes, que va desde las aguas dulces a ligeramente salobres y desde ambientes oligotróficos a levemente oligodistróficos y en aguas con bajo contenido de minerales y aguas neutras (Patrick & Reimer, 1996). De igual forma las especies, se encuentran adheridas a sustratos formando colonias en forma de talos (Lange-Bertalot, 2001) (Figura 3.3).

Figura 3.3. Abundancia relativa de los géneros de fitoplancton encontrados en el Humedal Turbera de Alfombrales.



Fuente: GIZ (2016)

En segundo lugar se halló a *Mycrocystis* con 15,15% de abundancia relativa. Este organismo es un indicador de polución orgánica y puede reproducirse en lagunas de estabilización y en periodos lluviosos preferentemente (Branco, 1986); además le da un color verdeazul particular a las aguas formando un limo. Algunas especies son tóxicas o potencialmente tóxicas como *M. aeruginosa* y *M. flos-aquae* (Ramírez, 2000).

Otros taxones relevantes fueron *Navicula* con un 6,06% de abundancia relativa. Este género se encuentra haciendo parte del bentos y el plancton; también se puede encontrar sobre las rocas sumergidas a la orilla de los manantiales, en forma de capa de coloración parda. Existen especies que son sedimentarias. Por otra parte, las especies pueden crecer en ambientes oscuras y con baja concentración de CO₂, puesto que están constituidas por sustancias de alto valor energético o fácilmente digeribles, como ácidos grasos, acetatos y carbohidratos (Ramírez, 2000).

El género *Staurastrum* con abundancia relativa en 4,55%. Este es uno de los géneros de algas comunes que habitan en la superficie de lagos y represas y algunas especies son características de aguas limpias aunque por lo general, la mayoría de las especies pueden presentarse en aguas duras (Ramírez, 2000).

El género *Pinnularia* con abundancia relativa de 3,03%. Las especies de este género tienen un predominio sobre otras algas con cambios frecuentes en su densidad. Habitan en lagos, lagunas y pequeños estanques. Existen especies típicas de aguas limpias y algunas pueden indicar la presencia de hierro (Ramírez, 2000).

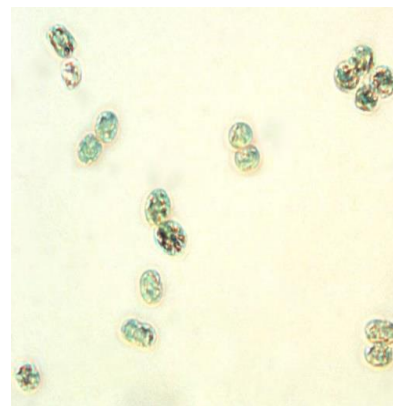
- **Especies de Fitoplancton registradas**

Phyllum: Cyanophyta

Clase: Cyanophyceae

Género: *Microcystis*

Descripción. Células más o menos esféricas y dispuestas de modo compacto en colonias de forma irregular más definida, con una envoltura gelatinosa evidente. Estas células pueden o no presentar pseudovacúolas y cuando las tienen fluctúan en la superficie líquida (Bicudo y Bicudo, 1970).



Phyllum: Bacillariophyta

Clase: Bacillariophyceae

Género: *Navicula*

Descripción. Valvas lineares, lanceoladas o elípticas con extremos redondeados, capitados, truncados o agudos. Rafe simple en valvas, situadas en el área axial. Área central de forma y tamaño variable: a veces muy reducida, otras veces muy expandida en forma de H o de lira. Generalmente dos grandes cloroplastos por célula (Rivera *et al*, 1982).



Phyllum: Bacillariophyta

Clase: Bacillariophyceae

Género: *Nitzschia*

Descripción. Células solitarias o coloniales. Valvas lineales o elípticas, derechas o sigmoides, con la parte media dilatada o retraída y con extremos de variada forma. Rafe situado en una carena saliente, generalmente lateral o marginal; rafe de las dos valvas de un frústulo situadas en posición diagonal opuesta (Rivera *et al*, 1982).



Phyllum: Bacillariophyta

Clase: Bacillariophyceae

Género: *Pinnularia*

Descripción. Células solitarias o en colonias, valvas muy grandes o muy pequeñas, lineares o linear-lanceoladas, con extremos redondeados o capitados. Rafe mediana, filamentosa o con estructura más compleja. Valvas ornamentadas con cámaras transversales abiertas hacia el interior. (Rivera *et al*, 1982).

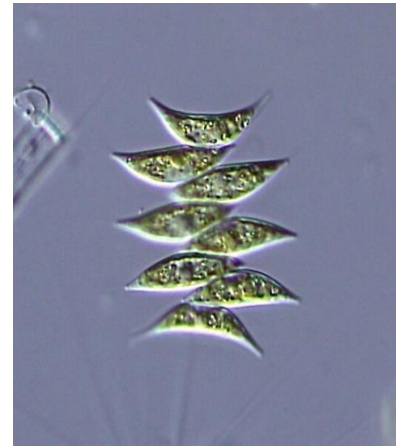


Phyllum: Chlorophyta

Clase: Chlorophyceae

Género: *Scenedesmus*

Descripción. Células elipsoidales o fusiformes de dos, cuatro a ocho, en series lineares, para formar una colonia plana. Las células está dispuestas unas al lado de las otras con sus ejes mayores paralelos. Los cenobios de ocho células están a menudo por dos hileras alternadas de cuatro células. Pared lisa o verrugosa (Rivera *et al*, 1982).

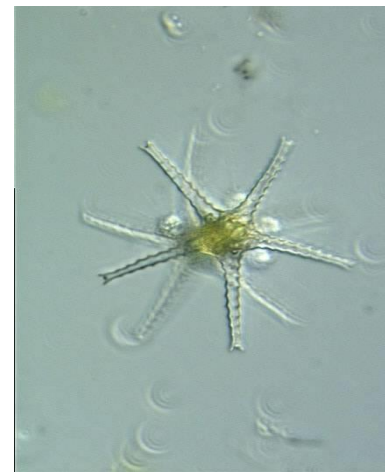


Phyllum: Chlorophyta

Clase: Chlorophyceae

Género: *Staurastrum*

Descripción. Organismos unicelulares, solitarios. Células generalmente más largas que anchas, usualmente simetría radial y contraída en la región media. Hemicélulas fusiformes o poligonales en vista polar, ápices a veces prolongados en apéndices en forma de brazos. Pared celular lisa, punteada, granulada o con espinas. Cloroplastos con un pirenoide central (Rivera *et al*, 1982).



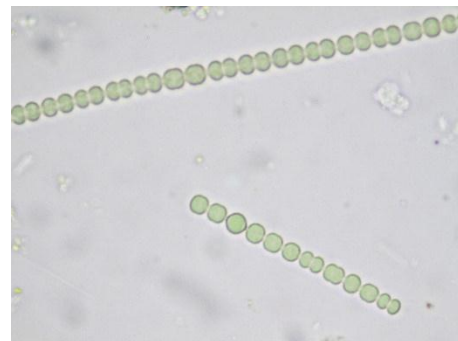
Clase: Cyanophyceae

Orden: Nostocales

Género: *Anabaena*

Distribución: Cosmopólita

Descripción: filamentos solitarios o en racimos libres o en esteras macroscópicas sobre el sustrato (por lo general con espiral y enredado, orientadas paralelas, a lo largo de la longitud de la misma anchura o ligeramente reducido a los extremo (Rivera *et al*, 1982).



Phyllum: Cyanophyta

Clase: Cyanophyceae

Género: *Chroococcus*

Distribución: Ampliamente distribuido en agua dulce, principalmente en el metafitón de los cuerpos de agua, también en biotopos aerofíticos, térmicas y del suelo; un grupo de especies vive en el plancton de los embalses. **Descripción:** unicelular o colonial, cuando es colonial son pocas células de proporciones más o menos redondas formando una matriz gelatinosa, limo fino e incoloro, las células jóvenes generalmente hemiesféricas y con un espacio entre ellas (Algaebase).



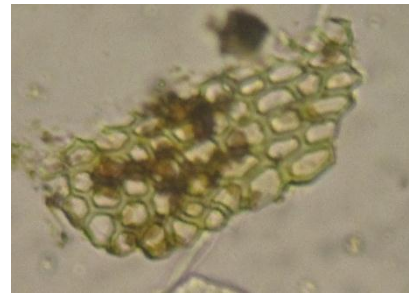
Phyllum: Chlorophyta

Clase: Chlorophyceae

Género: *Hydrodictyon*

Distribución: en lagos y corrientes que se mueven lentamente, sobre todo en aguas duras. Reportado en ambientes templados a condiciones tropicales; en todos los continentes excepto la Antártida.

Descripción: macroscópica, en su mayoría 20-40 micras de longitud cuando está formada por células maduras cilíndrica u ovoides, de 1 micra de largo cuando está madura, se unen en los extremos para formar la red cilíndrica cerrada en los polos. Dentro de la red, unidades de red individuales compuestas de 3-9 células, Las células altamente multinucleadas; formando un retículo parietal junto a la gran vacuola central del cloroplasto (Rivera *et al*, 1982).



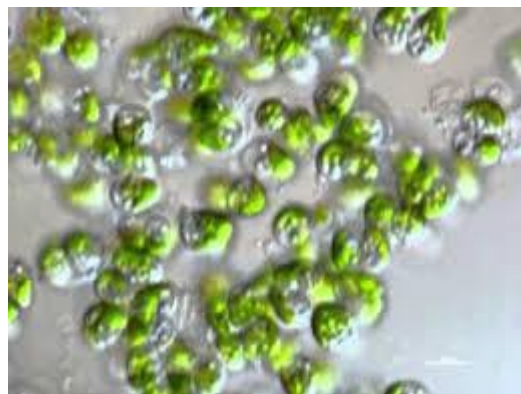
Phyllum: Chlorophyta

Clase: Trebouxiophyceae

Género: *Botriococcus*

Distribución: Cosmopólita

Descripción: talo microscópico, formando una esfera, oval a las colonias irregulares. En algunas especies compuesto de subcolonias conectados por hilos delgados incrustados en el mucílago incoloro. Las células alargadas, ovales, de forma cónica se estrechan hacia el centro (Rivera et al, 1982).



Phyllum: Charophyta

Clase: Conjugatophyceae

Género: *Desmidium*

Distribución: géneros de amplia distribución, comunes, por lo general, en los lagos y pantanos ácidos y oligotróficos.

Descripción: las células más largas que anchas, con constricción mediana distinta en donde las paredes semicelulares se superponen. Las células se unieron en largos filamentos, ya sea por toda la superficie apical de las células adyacentes o por procesos apicales (Rivera et al, 1982).



Phyllum: Bacillariophyta

Clase: Bacillariophyceae

Género: *Frustulia*

Distribución: Cosmopólita

Descripción: talo microscópico, válvulas romboides con una muy leve constricción cerca de los polos redondeados. Las estrías son en su mayoría en paralelo, pero ligeramente convergentes y pueden estar onduladas en los ápices. Externamente, areolas lanceoladas o redondeadas con las areolas más redondeadas situadas cerca del centro de la válvula. Adyacente a la zona central externa, las areolas pueden estar ligeramente ampliadas (Rivera et al, 1982).



- **FLORA ASOCIADA AL HUMEDAL.**

Composición general.

En la Turbera de Alfombrales se registran 1556 muestras de flora, distribuidas en 21 familias, 34 géneros y 38 especies. La familia que presentó el mayor número de individuos fue Poaceae (393), seguida de Asteraceae (314), Hypericaceae (132), Ericaceae (101) y Sphagnaceae (65). El número de especies reportadas en este estudio es mayor a lo reportado por Reinoso et al (Reinoso et al., 2009) en el páramo Cajones y menor a la diversidad reportada en los páramos Hierbabuenas, Ruiz y Meridiano, lo cual podría estar relacionado a que este estudio solamente se enfocó a la caracterización florística de la Turbera Alfombrales no del páramo en general. La especie más abundantes en este estudio fueron *Cortaderia nítida*, seguida de *Juncus effusus*, *Hypericum laricifolium* y *Espeletia hartwegiana* (Tabla 3.2; Figura 3.4).

La abundancia presentada por la familia Poaceae con las especies *Cortaderia nítida* y *Calamagrostis effusa*. Está relacionada a que estas son especies de amplia distribución en los páramos del país, así como en los de Venezuela y Ecuador. *Cortaderia nítida* es un pasto de porte alto con conspicuas inflorescencias plumosas, suele formar islotes de pajas en las turberas y lagunas, lo cual le resulta conveniente su tendencia a acumular necromasa en pie (hojas muertas que no se desprenden de la planta). La presencia de raíces aéreas que se desarrollan dentro de esa necromasa sugiere la existencia de un mecanismo de reciclaje directo de nutrientes (Guerrero y Vargas, 2003). *Calamagrostis effusa*, conocido como el pasto de paramo, hace parte de la unidad fisionómica típica de los páramos en las cual aparece como especie dominante con el frailejón (*Espeletia* sp.) formando la asociación frailejón pajonal (Guerrero y Vargas, 2003).

La familia Asteraceae fue la segunda con mayor abundancia y la más diversa con 13 especies de las cuales las más representativas fueron: *Bidens triplinervia*, *Diplostephium caymbense*, *Diplostephium glutinosum*, *Diplostephium revoluta*, *Espeletia hartwegiana*, *Gynoxys fuliginosa*, *Pentacalia vaccinioides*, *Pentacalia* sp y *Senesio formosus*. La mayoría de estas especies presentan adaptaciones fisiológicas para soportar las condiciones extremas presentes en los ecosistemas de paramos, como hojas lanudas para protegerse del frío y en forma de rosetas para conservar el agua (*Espeletia hartwegiana*), estas plantas conservan hojas muertas a lo largo del tallo aportando así aislamiento y abrigo a las partes más sensibles como los meristemos (Figura 3.5).

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal Turbera de Alfombrales

Tabla 3.2. Número de especie con sus respectivas abundancias relativas reportadas para el humedal Turbera de Alfombrales.

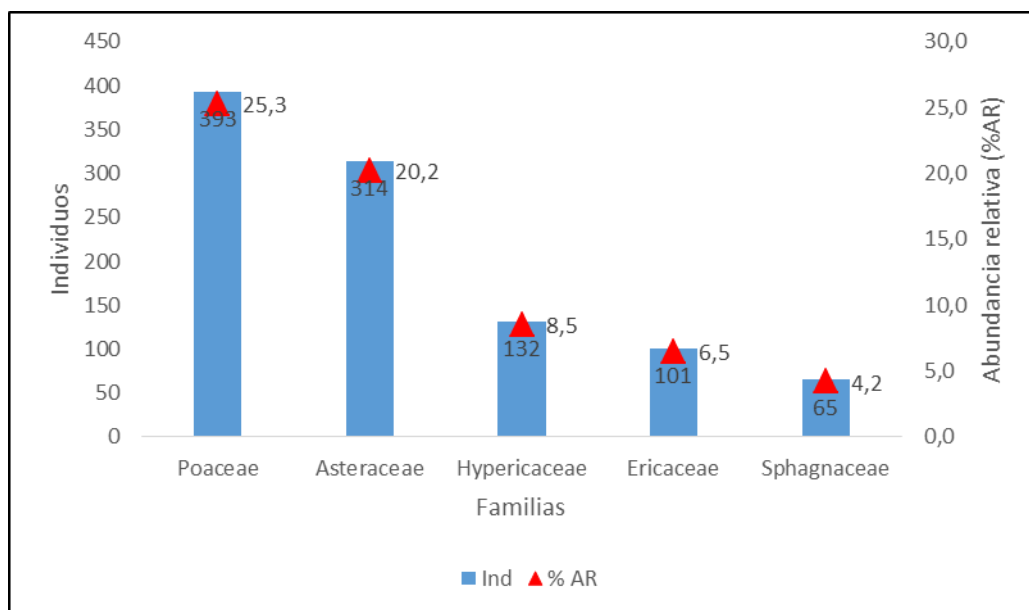
Familias	Especies	# ind	% AR	Nombre vulgar	Usos
ALSTROMELIACEAE	<i>Bomarea hirsuta</i>	2	0,13	Cortapicos	Ornamental
APIACEAE	<i>Eryngium humile</i>	12	0,77	Culantro	Ornamental y medicinal
ARALIACEAE	<i>Oreopanax bogotensis</i>	8	0,51	Mano de oso	Maderable
ASTERACEAE	<i>Ageratina tinifolia</i>	5	0,32	Chilco negro	Ornamental
	<i>Bidens triplinervia</i>	25	1,60	Mechón de lana	Forraje y melífera
	<i>Conyza abyssinica</i>	4	0,26	Suso	Ornamental y medicinal
	<i>Diplostephium cayambense</i>	44	2,81	Romero de páramo	Ornamental
	<i>Diplostephium glutinosum</i>	17	1,09	Romero de páramo	Medicinal, para recuperar suelos erosionados
	<i>Diplostephium revoluta</i>	15	0,96	Romero de páramo	Medicinal, Ornamental y para recuperar suelos erosionados
	<i>Espeletia hartwegiana</i>	82	5,24	Frailejón	Medicinal, Importante para la preservación de las fuentes de agua
	<i>Gnaphalium antennarioides</i>	6	0,38	Vira-vira	Medicinal y Ornamental
	<i>Gynoxys fuliginosa</i>	21	1,34	chilca	Medicinal y Ornamental
	<i>Hypochoeris radicata</i>	8	0,51	Chicoria	Ornamental
	<i>Pentacalia vaccinioides</i>	32	2,05	Romero de páramo	Medicinal, Ornamental.
	<i>Pentacalia sp.</i>	40	2,56	*****	Medicinal, Ornamental.
	<i>Senecio formosus</i>	15	0,96	Árnica	Medicinal y Ornamental
CAPRIFOLIACEAE	<i>Valeriana plantaginea</i>	16	1,02	Valeriana	Medicinal y Ornamental
CUNNONIACEAE	<i>Weinmannia trianaea</i>	3	0,19	Arrayan	Medicinal, Carpintería y Artesanal
DRYOPTERIDACEAE	<i>Elaphoglossum engelii</i>	6	0,38	Helecho	Ornamental
ERICACEAE	<i>Cavendishia miconioides</i>	4	0,26	Uvito	Ornamental, sus frutos son consumidos por aves y mamíferos
	<i>Gaultheria anastomosans</i>	52	3,32	Uvito	Ornamental, sus frutos son consumidos por aves y mamíferos
	<i>Gaultheria myrsinoides</i>	45	2,88	Uvito	Ornamental, sus frutos son consumidos por aves y mamíferos
HYPERICACEAE	<i>Hypericum laricifolium</i>	132	8,44	Romerito de páramo	Ornamental y Indicadora de fuentes de agua
HYDROCOTILACEAE	<i>Hydrocotyle umbellata</i>	117	7,48	Juncus	Medicinal

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal Turbera de Alfombrales

JUNCACEAE	<i>Juncus effusus</i>	194	12,40	Romerillo	Ornamental
MARCHANTACEAE	<i>Marchantia sp.</i>	38	2,43	Hepática	Indicador de áreas conservadas y con gran humedad
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia salicifolia</i>	3	0,19	Pino de paramo	Ornamental
OROBANCHACEAE	<i>Pedicularis incurva</i>	15	0,96	Zapatico	medicinal y melífera
POACEAE	<i>Calamagrostis effusa</i>	93	5,95	Pajón de paramo	Artesanal
	<i>Cortaderia nitida</i>	300	19,18	Cortadera	Ornamental y artesanías
POLYGALACEAE	<i>Monnina aestuans</i>	26	1,66	Flor morada	Ornamental y medicinal
ROSACEAE	<i>Acaena elongata</i>	2	0,13	Pega pega	Forrajera y Ornamental
	<i>Lachemilla hispidula</i>	19	1,21	Orijuela	Medicinal
	<i>Rubus glaucus Benth</i>	7	0,45	Mora	Sus frutos son consumidos por el hombre y especies silvestres
RUBIACEAE	<i>Relbunium hypocarpium</i>	4	0,26	Rélbun	Ornamental
SCROPHULARIACEAE	<i>Castilleja integrifolia</i>	62	3,96	Castilleja	Medicinal
SPHAGNACEAE	<i>Spagnum sp.</i>	65	4,16	Colchón de pobre	Especie de gran importancia para la retención de agua
SAXIFRAGACEAE	<i>Lobaria sp.</i>	17	1,09	Líquen	Artesanal

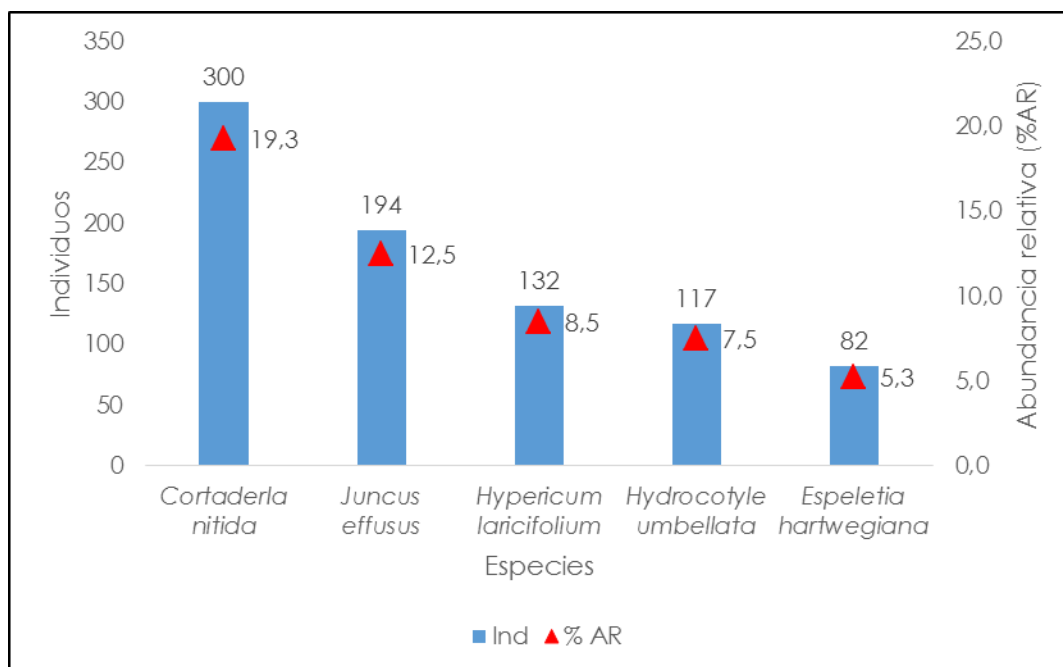
Fuente: GIZ (2016)

Figura 3.4. Número de Individuos y especies para las familias de flora Asociadas al humedal Turbera de Alfombrales.



Fuente: GIZ (2016)

Figura 3.5. Número de individuos y % de abundancia relativa para las especies de flora reportadas en la Turbera Alfombrales.



Fuente: GIZ (2016)

Hypericaceae con la especie *Hypericum laricifolium* presento una buena abundancia de individuos. Los individuos de esta especie son arbustos adaptados a las condiciones presentadas en este tipo de ecosistemas. Se ha encontrado que el género *Hypericum* presenta una marcada tendencia a formar micorriza arbuscular (asociación de beneficio mutuo entre las raíces de las plantas y algunos hongos del suelo), lo cual les ha dado una buena reputación como agentes naturales en el control de la erosión y conservación de los suelos del páramo (Guerrero y Vargas, 2003).

Ericaceae fue la cuarta familia más abundante, esta familia es una de las más abundantes y diversas en los ecosistemas de paramo, su éxito adaptativo en este ecosistema puede estar relacionado a la presencia de endomicorizas, permitiéndole la absorción eficiente de los nutrientes que se encuentran en el suelo, ya que muchas de ellas suelen desarrollarse en terrenos ácidos y pobre, inhibiendo con sus restos en crecimiento de otras plantas (Reyes, 2011). Las especies de esta familia más abundantes en este estudio fueron *Gaultheria anastomosans* y *Gaultheria myrsinoides*. Este género es uno de los más diversos del mundo con cerca de 150 especies, de ellas 19 se han registrados en la región paramuna distribuyéndose desde los 3.300 hasta los 4.000 m (Guerrero y Vargas, 2003).

Sphagnaceae, con el género *Sphagnum* sp. El cual presento una abundancia considerable en ciertas áreas de la superficie de la turbera. *Sphagnum* es un musgo cosmopolita, pero restringido a ecosistemas húmedos, este musgo es uno de los principales componentes de las turberas, adaptado para vivir en estos ambientes pobres en nutrientes, ácidos, anóxicos y fríos (Van Breemen 1995). Esto ayuda a prevenir la presencia de hongos y bacterias. Tiene una gran capacidad de absorción de agua, y por ende, también tiene significancia en la hidrología y clima del área donde se encuentra, y en la dinámica de los bosques y paisajes (Díaz *et al* 2005).

De forma general la turbera Alfómbrales se encuentra delimitada por una cerca que la separa de los potreros e impide el ingreso de ganado a este humedal (Figura 3), lo que es de gran importancia para la preservación de las especies vegetales y animales que habitan es este ecosistema, los cuales son de importancia global ya que se caracterizan por la producción progresiva de turba, material que resulta de la lenta descomposición y compactación de la materia orgánica de la vegetación dominante, son reconocidas internacionalmente como uno de los sumideros más grandes de carbono del planeta (Valdes-Varrera *et al.* 2012). Además estos ecosistemas proporcionan diferentes servicios ecosistémicos, la regulación del agua, la conservación de

una biodiversidad específica. Siendo reconocidas a nivel mundial como un recurso económico y ecológico por contribuir al almacenamiento de carbono atmosférico. Siendo la función de sumidero de carbono uno de los elementos que ha cobrado mayor importancia en la actualidad, superando incluso al de los bosques, y por lo tanto la relevancia actual de conservarlas dentro de las áreas protegidas, para prevenir el efecto de emisión de gas con efecto invernadero y el calentamiento global (Domínguez y Vega-Valdez, 2015).

Especies Amenazadas. En este humedal se reporta la especie *Gultheria anastomosan*, la cual se encuentra en la categoría riesgo menor (LC).

Especies Endémicas. Se reporta la especie *Espeletia hartwegiana* Sch.Bip. Como endémica de la cordillera Central (Guerrero y Vargas, 2003).

Se resalta la importancia que tienen estos humedales en la dinámica y servicios ecosistémicos en el ecosistema de paramo. Presentando un número de especies de individuos favorables para la preservación de la diversidad faunística y florística de la zona. No obstante la expansión de la ganadería y la agricultura en la zona ha dejado desprotegida las áreas que rodean este humedal. Se presentan pequeños fragmentos de bosques en las laderas de las montañas que aún permanecen bosques debido a la topografía de la zona que impide el acceso a estas áreas.

De acuerdo a la composición florística encontrada en esta turbera, esta puede ser clasificada de tipo graminoide, las cuales se caracterizan por estar dominadas por especies de tipo graminoide como las encontradas en este estudio como *Cortaderia nítida* y *Calamagrostis effusa*, con una fisionomía de praderas, donde la vegetación dominante se puede encontrar asociada con briofitas, líquenes y algunos arbustos dispersos (Domínguez y Vega-Valdez, 2015).

- **Especies de flora registradas en el Humedal**

Clase: Liliopsida

Orden: Liliopsida

Familia: Alstromeliaceae

Género: *Bomarea*

Especie: *Bomarea hirsuta*

Nombre común:

Hábitat: Interior de bosques

Descripción: planta bejucosa trepadora de hojas alternas, con nerviación paralela desarrolla tallos subterráneos, rizomas o bulbos, las flores son terminales de corola tubulosa de color rojo, presenta en la parte de adentro del tubo puntos de color café, las flores están agrupadas en una inflorescencia cimosa.

Categoría: no registra

Distribución nacional: se encuentra en los páramos colombianos, en las cordilleras Occidental, Central y Oriental. Desde el departamento de Nariño hasta el Magdalena (Guerrero y Vargas, 2003).



Clase: Magnoliopsida

Orden: Apiales

Familia: Apiaceae

Género: *Eryngium*

Especie: *Eryngium humile*

Nombre común: Culantro de paramo

Hábitat: Paramo

Descripción: Hierba que mide hasta 7 cm de altura. Sus hojas están dispuesta en roseta en la base. Estas son gruesas, brillantes y miden hasta 15 cm de largo. Sus bordes son espinosos-aserrados el nervio principal es de color crema en



haz. La inflorescencia es hemisférica y mide hasta 1,5 cm de diámetro, está conformada por brácteas de color blanco o plateado, con la punta espinosa, las flores son diminutas, miden hasta 3 mm de largo de color azul-lila. Los frutos son de 2 mm de largo y de color negro-morado. Esta especie se encuentra asociada a musgos formando colchones que retienen el agua (Reinos et al, 2009). Sus flores son polinizadas por abejas. Se encuentran en hondonadas chuscales y turberas, generalmente asociada a musgos

Categoría: no registra

Distribución nacional: se encuentra en los páramos colombianos, en las cordilleras Occidental, Central y Oriental. (Guerrero y Vargas, 2003).

Clase: Magnoliopsida

Orden: Apiales

Familia: Araliaceae

Género: *Oreopanax*

Especie: *Oreopanax bogotensis*

Nombre común: mano de oso

Hábitat: Es una especie nativa habita en el borde e Interior de bosques, zonas húmedas

Descripción: Árboles y arbustos de 8 m de altura de hojas alternas con borde lobulado, presenta 5 lobulos que asemejan los dedos de una mano, por lo cual es llamado mano de oso. Sus hojas son de color verde claro oscuro por el haz y verde claro por el envés, sus nervaduras son bien marcadas. Las flores están agrupadas en una inflorescencia en racimo que casi siempre son terminales, sus frutos son de color violeta al madurar (Reinoso et al., 2009).

Categoría: no registra



Distribución nacional: se encuentra en los páramos colombianos, entre los 2500 hasta los 3300 m.

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Hypochaeris*

Especie: *Hypochaeris radicata*

Nombre común: Botón

Hábitat: Borde e interior de los paramos

Descripción: Hierba de 10 cm de altura con hojas simples que crecen en forma de roseta en la base de la planta, del centro de las hojas generalmente sale un escapo floral que termina en dos o tres inflorescencia en capítulos con lígulas amarillas, en estos capítulos todas las flores son liguladas, el fruto es en aquenio presenta látex blanco. (Reinoso et al., 2009). Contribuye a la protección del suelo.

Categoría: no registra

Distribución nacional: se encuentra en los páramos de las tres cordilleras de Colombia.



Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Gynoxys*

Especie: *Gynoxys fuliginosa*

Nombre común:

Hábitat: matorrales e interior de hondonadas y turberas

Descripción: Arbusto que puede alcanzar 3 m de altura, de hojas simples opuestas de color verde claro por el haz y blanco por el envés, las flores son gamopétalas de color amarillo y están



agrupadas en capítulos, los cuales están agrupados en racimos al final de las ramas, los capítulos presentan tanto flores liguladas como flosculos, los frutos son en aquenio (Reinoso et al., 2009)

Categoría: no registra

Distribución nacional: se encuentra en los páramos de las tres cordilleras de Colombia

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Espeletia*

Especie: *Espeletia hartwegiana*

Nombre común: frailejón

Hábitat: Nativa de la cordillera central. Paramos

Descripción: esta presenta un tronco grueso generalmente único, con hojas en forma de roseta, sus hojas son lanceoladas con ápice acuminado, con base atenuada, presenta muchas pubescencias por el haz y por el envés de las hojas, las flores son gamopétalas de color amarillo, agrupadas en capítulo los cuales salen de un escapo floral que tiene la misma longitud de las hojas. Los capítulos tienen tanto flores liguladas como flosculos.



Categoría: no registra

Distribución nacional: se encuentra en los páramos de la cordillera Central de Colombia

Clase: Magnoliopsida
Orden: Asterales
Familia: Asteraceae
Género: *Senecio*
Especie: *Senecio formosus*
Nombre común: árnica

Hábitat: Borde e interior de turberas y zonas abiertas

Descripción: planta de 40 a 150 cm de altura, talos de color púrpura, inflorescencias en corimbos terminales de color morado, frutos en aquenios pubescentes, con hojas alternas de borde acerrado de hasta 8 cm de longitud



Categoría: no registra

Distribución nacional: se encuentra en los páramos de la cordillera tres cordilleras de Colombia.

Clase: Magnoliopsida
Orden: Dipsacales
Familia: Valerianaceae
Género: *Valeriana*
Especie: *Valeriana plantaginea*
Nombre común:

Hábitat: Borde e interior de turberas y zonas abiertas

Descripción: hierba rastrera con hojas en forma de roseta, del centro de las hojas sale un escapo floral que termina en un ramillete de flores, las cuales son dialipétas, con corola de color morado, los frutos son capsulas dehiscentes. Es importante para la conservación de los suelos (Reinoso eta al., 2009)



Categoría: no registra

Distribución nacional: se encuentra en los

páramos de la cordillera tres cordilleras de Colombia. Desde los 3000 m de altura.

Clase: Magnoliosida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Cortaderia*

Especie: *Cortaderia nitida*

Nombre común: Cortadera



Hábitat: Paramos

Descripción: Pasto de gran porte con conspicuas inflorescencias plumosas, gramínea fasciculada (macolla), de hojas largas de borde finalmente acerrado y muy cortante, es una de las especies de gramíneas más abundantes y sobresalientes en los páramos. El porte suele ser muy variable de 30 a 120 cm de alta, se distingue fácilmente por su color claro, por su espiga alta y coposa, y por rasgo clave: las hojas muertas se enrollan en el interior de la macolla, formando rizos amarillentos en la base de las hojas muertas.

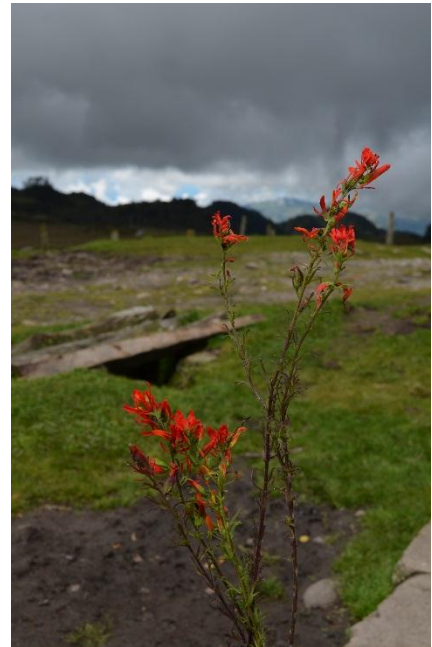
Categoría: no registra

Distribución nacional: es una especie con amplia distribución en los páramos de Colombia.

Clase: Magnoliopsida
Orden: Scrophulariales
Familia: Orobanchaceae
Género: *Castilleja*
Especie: *Castilleja integrifolia*
Nombre común: Castilleja

Hábitat: Borde de camilos y zonas abiertas

Descripción: Hierba que no alcanza los 50 cm de altura, presenta hojas simples alternas, las cuales se colorean de rojo al final de cada rama, convirtiéndose así en brácteas que acompañan las flores. Las flores son de corola bilabiada de color rojo fuerte, solitarias y axilares, los frutos son en capsula (Reinoso et al., 2009)



Categoría: no registra

Distribución nacional: se encuentra en los páramos de la cordillera tres cordilleras de Colombia. En el páramo y subparamo entre los 3000 y 4200 m de altura constituye una de las especies típicas de estos ecosistemas.

Clase: Magnoliopsida
Orden: Myrtales
Familia: Melastomataceae
Género: *Miconia*
Especie: *Miconia salicifolia*

Nombre común: uvito

Hábitat: Borde de bosque y zonas abiertas

Descripción: hierba rastrera de hojas simples alterna, peltada, de borde ondulado, con nervadura peltinervia, las flores son dialipetas con pétalos de color amarillo y están agrupados en glomérulos que sobresalen a la longitud de la hojas, los frutos son una capsula (Reinoso et al., 2009). Por presentar hábito de crecimiento rstrero



es una planta muy buena para la protección de los suelos.

Categoría: no registra

Distribución nacional: se encuentra en los páramos de las tres cordilleras de Colombia. Desde

Clase: Magnoliopsida

Orden: Apiales

Familia: Araliaceae

Género: *Hydrocotyle*

Especie: *Hydrocotyle umbellata*

Hábitat: Interior de humedales de alta montaña

Descripción: especie de porte arbustivo con forma piramidal, similar a la de los pinos, con hojas ovadas-elípticas ovadas o lanceoladas, de 4-16 cm, acuminada, la base obtusa o redondeada, a menudo emarginada y oblicua. Con cimas paucifloras de 1-3 cm, axilares y terminales, flores subsentadas o pedicelo de 3 a 6 mm. Tubo del cáliz de 5 mm, pétalos blancos con manchas rosadas de 7 a 10 mm. Especie pionera la cual es común en bosques de paramo en recuperación, sus frutos son una buena fuente de alimentos para las aves las cuales actúan como propagadoras de semillas de estas plantas (Reinoso et al., 2009)



Categoría: no registra

Distribución nacional: se encuentra en los páramos de las tres cordilleras de Colombia

Clase: Magnoliopsida
Orden: Rubiales
Familia: Rubiaceae
Género: *Relbulum*
Especie: *Relbulum hypocarpium*

Nombre común: Relbulum

Hábitat: Interior de matorrales

Descripción: Especie herbácea rastrera la cual crece a manera de tapiz del suelo, sus hojas son verticiladas con una pequeña estipula interpesiolar en medio de los dos peciolo de sus hojas, las flores son pequeñas de color rojizo con corola gamopétala, su fruto es una drupa con dos semillas, su pericarpo es carnoso y su exocarpo es de color rojo a naranja. Es fuente de alimento para muchas especies de aves, por tener habito de crecimiento rastrero es una buena especie protectora del suelo (Reinoso et al., 2009).



Categoría: no registra

Distribución nacional: se encuentra en el bosque alto andino y bosques de nieblas y en ocasiones se encuentra en los páramos. Se presenta desde los 2500 hasta los 3500 m.

COMPONENTE BIÓTICO: FAUNA

3.2. FAUNA

3.2.1. MARCO TEÓRICO

- **ZOOPLANCTON.**

Está representado por especies de varios filo: protozoarios, rotíferos, celenterados, briozoarios y sobre todo por algunos grupos de crustáceos tales como los cladóceros, los copépodos y los ostrácodos. Cabe citar también las larvas de muchos insectos y los huevos y larvas de peces. La mayoría de organismo que pertenecen al zooplancton se alimentan de otros animales más pequeños. El zooplancton está compuesto, desde el punto de vista trófico, por consumidores primarios herbívoros y consumidores secundarios (Marcano, 2003).

Se acepta generalmente en base a investigaciones bien fundadas, que las aguas tanto continentales como marinas de las regiones tropicales son menos productivas que las de regiones templadas o frías. Las razones que se aducen para explicar este hecho son las temperaturas bajas que retardan la acción desnitrificante de las bacterias y por esta razón los nitratos no son destruidos tan rápidamente y, al permanecer en el agua, son aprovechados por el fitoplancton para la producción de alimentos; las temperaturas bajas retardan el metabolismo de los organismos, por tanto éstos viven más tiempo, lo cual produce una acumulación de generaciones (Reinoso, *et. al* 2010).

En los trópicos, el metabolismo de los organismos es alto y, por tanto, su desgaste es mayor y como consecuencia viven menos tiempo; se ha comprobado también que las aguas frías tienen mayor capacidad de saturación para el oxígeno que las aguas cálidas, lo cual contribuiría a una mayor producción del fitoplancton (Marcano *et. al*, 2010).

Con respecto a las especies que habitan las aguas dulces, se ha observado una característica muy peculiar y es que la mayoría son cosmopolitas; por tanto, es frecuente encontrar algunas especies en latitudes y climas muy diferentes. Así se ha comprobado que existen muchas especies que se encuentran en los lagos de Europa que se encuentran también en los lagos de Norteamérica. Muchas especies de aguas dulce templadas que se encuentran también en aguas tropicales. Los grupos de seres vivos que presentan especies con mayor grado de cosmopolismo son: las diatomeas, los dinofalgelados, las clorofíceas, los protozoarios y los copépodos (Marcano *et. al*, 2010).

Producción secundaria del zooplancton: La producción secundaria de los cuerpos de agua está sustentada por el zooplancton, el zoobentos y los peces. Participan en ella tanto vertebrado como invertebrados que interactúan de manera compleja en el aspecto trófico porque sus relaciones pueden cambiar durante el ciclo de vida o de un lugar a otro. La producción secundaria puede definirse como la biomasa acumulada por las poblaciones heterotróficas por unidad de tiempo. Esta definición se refiere a la producción neta. El incremento puede medirse como número y biomasa o puede expresarse como energía o cantidad de un elemento constituyente, por lo general en carbono. La medición exacta de la biomasa es básica para calcular la producción secundaria, lo que se hace es estimar el volumen tomando las dimensiones del animal. Por último para la biomasa el volumen se expresa como peso (González, 1988).

Principales grupos taxonómicos de zooplancton.

Protozoos. La mayoría de estos organismos pueden dominar en algunos lagos, aunque la mayor parte de la biomasa y en casi todas las épocas está conformada por los rotíferos, cladóceros y copépodos. El grupo de los protozoos rara vez se incluye en los estudios limnológicos ante las dificultades de recolección e identificación de los organismos (Roldán-Ramírez, 2008).

Los protozoos se dividen en tres grupos: flagelados (mastigóforos), ciliados y sarcodinos (ameboides). El grupo de flagelados por tener en su mayoría cloroplastos (*Euglena*, *Triachelomonas*, etc.), por lo regular son tratados como las algas, por lo que el grupo queda reducido a sarcodinos y ciliados (Roldán-Ramírez, 2008).

Los sarcodinos pueden tener forma desnuda o tecada. Ambas formas emiten pseudópodos como medio de locomoción y alimentación. Su reproducción es asexual y lo hace por fisión binaria. Los géneros de mayor presencia son *Arcella*, *Diffugia* y *Centropysix* (Roldán-Ramírez, 2008).

Por otra parte, los ciliados son organismos más avanzados, por tener un medio de locomoción rápido como son los cilios y reproducción tanto asexual mediante fisión binaria transversal o por reproducción sexual por conjugación. Poseen un macrónúcleo y un micronúcleo de funciones vegetativas y reproductivas respectivamente. Son los más frecuentes en el zooplancton y soportan bajas condiciones de oxígeno e incluso la anoxia por lo que pueden vivir en aguas contaminadas o de alta carga orgánica (González, 1988). Algunos ciliados ayudan a controlar las poblaciones de *Oscillatoria* como es el caso de *Nassula* (Margalef, 1983).

Rotíferos: Los rotíferos son un filo de animales metazoarios invertebrados, microscópicos, con simetría bilateral, segmentación aparente, porción caudal ahorquillados y cubiertos las hembras de una cutícula endurecida, la lorica. Lo más llamativo de estos animales es un órgano distorcional en el extremo anterior, con muchas pestañas o cilios, que produce un movimiento aparentemente rotatorio y que utiliza para nadar o atraer el alimento. Son unisexuales; los machos carecen de lorica, son diminutos o degenerados o faltan, en cuyo caso la reproducción es partenogénica estacional. Abundan en las aguas estancadas y atraviesan, cuando las condiciones son desfavorables, estados de enquistamiento y vida latente (Gonzalez, 1988).

Cladóceros: Se han denominado comúnmente pulgas de agua y son predominantemente dulceacuícolas. Abundan en la zona litoral de los lagos, pero también ampliamente representados en el plancton. Se reproducen partenogenéticamente por desarrollo directo a partir de un número variable de huevos. También poseen uno o varios periodos de reproducción sexual, coclomorfosis muy evidentes y gran capacidad migratoria (Gonzalez, 1988).

Son filtradores y se consideran que en aguas eutróficas hay más cladóceros y rotíferos que copépodos. En los cladóceros adultos el número de mudas es más variable que en los estadios juveniles, variando desde una pocas midas hasta más de veinte (Wetzel, 1981).

Copépodos: Se distribuyen tanto a nivel litoral como pelágico bentónico. Presentan metamorfosis completa: huevo, larva naupliar con tres pares de apéndices y que sufre mudas sucesivas (diez en los ciclopoides). Los cinco o seis primeros estadios larvales se denominan nauplios y los restantes copepoditos, siendo el último de ellos en adulto (Gonzalez, 1988). Los organismos de este orden se puede dividir en tres subordenes: Calanoides, Ciclopoides y Harpaticoides, estos tres órdenes se distinguen por la estructura del primer par de antenas, por el urosoma y el quinto par de patas (Wetzel, 1981).

Ostracodos. Aunque se agrupan principalmente en especies bentónicos litorales, algunas de ellas son predominantemente planctónicas y formas importantes componentes de la fracción del zooplancton (Wetzel, 1981). No filtradores, se alimentan de partículas animales y vegetales. Pueden ser carnívoros atrapando presas de mayor tamaño que ellos mismos. En las hembras las primeras antenas son más cortas que el cefalotórax, y en el macho ambas están acodadas. El cefalotórax es abultado en su parte media y un poco más largo que el abdomen. La hembra posee dos sacos, uno a cada lado durante la época reproductiva (Roldán, 1992).

- **MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS**

Dentro del grupo de los macroinvertebrados acuáticos pueden considerarse a todos aquellos organismos con tamaños superiores a 0.5 mm y que por lo tanto se pueden observar a simple vista, de esta manera, se pueden encontrar poríferos, hidozoos, turbelarios, oligoquetos, hirudíneos, insectos, arácnidos, crustáceos, gasterópodos y bivalvos. El Phylum Arthropoda representa el grupo más abundante, dentro del cual se encuentra las clases Crustácea, Insecta y Arachnoidea (Roldán & Ramírez, 2008).

En ecosistemas lénticos, como lagos, charcas, represas y humedales, los macroinvertebrados pueden estar asociados tanto a las zonas de litoral como a la limnética y la profunda, en las que la mayor diversidad se encuentra hacia las zonas de litoral debido a la presencia de vegetación acuática (que favorece su desarrollo), mientras en la zona limnética, es decir de aguas abiertas unas pocas especies de macroinvertebrados flotantes pueden vivir y finalmente en la zona profunda una diversidad menor con especies abundantes (Roldán & Ramírez, 2008)

Los grupos de macroinvertebrados de aguas dulce presentan una gran variedad de adaptaciones, las cuales incluyen diferencias en sus ciclos de vida. Algunos macroinvertebrados desarrollan su ciclo de vida completo en el agua y otros sólo una parte de él, además el tiempo de desarrollo es altamente variable (depende de la especie y los factores ambientales), algunos con varias generaciones al año (multivoltinos) principalmente en la región tropical, otros con una generación (univoltinos) y una o dos generaciones (semivoltinos) (Hanson *et al.* 2010).

Papel de la comunidad bentónica en la dinámica de los nutrientes: En cuanto a su papel ecológico, los macroinvertebrados se constituyen en el enlace para mover la energía hacia diferentes niveles de las cadenas tróficas acuáticas, por lo tanto controlan la productividad primaria ya que con el consumo de algas y otros organismos asociados al perifiton y el plancton (Hanson *et al.* 2010).

La materia orgánica que se va depositando en el fondo de lagos y ríos entra en proceso de descomposición durante el cual se liberan los nutrientes, los que deben regresar al cuerpo de agua para continuar así el ciclo de producción. En este paso los organismos bentónicos desempeñan un papel importante en la remoción de estos nutrientes. Muchos de ellos, que viven sobre el fondo o enterrados en él en su proceso de movimiento para buscar alimento, oxígeno y protección, remueven los sedimentos, ayudando de esta manera a liberar los nutrientes allí atrapados (Roldán & Ramírez, 2008).

Los macroinvertebrados acuáticos y su uso como bioindicadores de la calidad del agua:

El uso de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de las aguas de los ecosistemas lóticos y lénticos (ríos, lagos o humedales) está generalizándose en todo el mundo (Prat *et al.* 2009). Su uso se basa en el hecho de que dichos organismos ocupan un hábitat a cuyas exigencias ambientales están adaptados. Cualquier cambio en las condiciones ambientales se reflejará, por tanto, en las estructuras de las comunidades que allí habitan. Un río que ha sufrido los efectos de la contaminación es el mejor ejemplo para ilustrar los cambios que suceden en las estructuras de los ensambles, las cuales cambian de complejas y diversas con organismos propios de aguas limpias, a simples y de baja diversidad con organismos propios de aguas contaminadas. La cantidad de oxígeno disuelto, el grado de acidez o basicidad (pH), la temperatura y la cantidad de iones disueltos (conductividad) son a menudo las variables a las cuales son más sensibles los organismos. Dichas variables cambian fácilmente por contaminación industrial y doméstica (Roldán & Ramírez, 2008).

• **ICTIOFAUNA**

Tres funciones principales de los humedales proveen a los peces de los recursos necesarios para sobrevivir: hábitat, producción de alimento y filtración de aguas. Entre más tiempo o más frecuente un humedal esté inundado, es más el tiempo que los peces pueden permanecer en dicho ecosistema y beneficiarse de sus servicios (Delgado & Stedman, 2008).

• **HERPETOFAUNA**

Aunque estos dos grupos taxonómicos presentan grandes diferencias en su biología, suelen trabajarse de forma conjunta; sin embargo, es importante recalcar que cada una de estas clases taxonómicas muestra marcadas diferencias en su respuesta al medio donde se encuentran y por lo tanto es necesario considerarlas de forma separada.

Los Herpetos son un grupo de vertebrados que se dividen en dos clases diferentes (Amphibia y Reptilia). Son dos clases de vertebrados ectotérmicos, cuya temperatura corporal depende de la ambiental, lo cual los hace mucho más sensibles -a las variaciones ambientales- que los vertebrados endotérmicos, especialmente los anfibios que habitan la interfase tierra-aire y que, por lo tanto, son doblemente receptores de los cambios ambientales (Rodríguez-Schettino & Chamizo-Lara, 2003).

Estos organismos representan en su conjunto uno de los grupos más numerosos de la diversidad faunística. Estos representan uno de los estratos básicos de las

redes tróficas, lo que posibilita la subsistencia de otros vertebrados superiores (aves y mamíferos). Su presencia es clave para la conservación y mejora de la biodiversidad; además, su manifestación es un indicador biológico de la calidad ambiental de un lugar y, en especial, de las zonas húmedas.

Los anfibios

Las características fundamentales de los anfibios que los diferencian de los reptiles son su piel lisa o con tubérculos, pero nunca cubierta de escamas, como sucede con los reptiles. Esta piel permeable contribuye al intercambio gaseoso y no constituye una barrera eficiente entre el organismo y su medio. Los anfibios tienen cuatro dedos en sus extremidades anteriores, mientras que los reptiles tienen cinco, aunque hay algunos en ambos casos, que han perdido las extremidades en el transcurso de su evolución. Los anfibios adultos tienen el cuerpo proporcionalmente corto, casi tan ancho como largo, sin cuello definido; los reptiles son alargados con cuello y cola (Rodríguez-Schettino & Chamizo-Lara, 2003). Algunas especies pasan parte de su vida, durante su estado larval, restringidos al medio acuático; y posteriormente, durante su vida adulta son altamente dependientes del agua, ya sea para su reproducción o para mantener húmeda su piel. Adicionalmente, en el medio terrestre los anfibios pueden estar expuestos a problemas como la pérdida de hábitat y la consecuente pérdida de humedad; por tanto, el efecto sinérgico o acumulativo sobre este grupo de vertebrados puede ser un claro reflejo sintomático de una serie de trastornos o modificaciones, desde la base de la cadena trófica en la que se sitúa este tipo de vertebrados (Boyer & Grue 1995, Echegaray 2004).

Los anfibios son un grupo de animales que viven la mayor parte de su vida en el agua y la otra en tierra, de ahí se deriva su nombre *amphi* = doble *bios* = vida; respiran en mayor medida por la piel (respiración cutánea), para lo cual es necesario que su piel siempre esté húmeda. Se pueden hallar en diferentes ecosistemas, desde bosques tropicales, ambientes acuáticos hasta praderas y matorrales; tienen un papel significativo en la cadena alimenticia, debido a que se alimentan de insectos y son presa para muchos animales como serpientes, aves y varios mamíferos.

Hay tres órdenes que integran los anfibios. El primer grupo incluye las ranas y sapos (orden Anura o Salientia), el segundo grupo incluye a las salamandras y tritones (orden Caudata o Urodela) y el tercero es el de las cecilias (orden Gymnophiona).

Los reptiles

Por su parte los reptiles, presentan una piel impermeable, que carece por completo de glándulas y está recubierta de escamas de grosor variable; la cual los protege de los cambios de humedad. Aunque estas características les permiten a los reptiles colonizar diversos hábitats generando amplias distribuciones; el hecho de ser organismos ectotérmicos hace que su presencia está asociada a microhábitats específicos, es decir, su actividad depende de la temperatura ambiental; suelen buscar zonas cálidas, incluso muchas especies les gusta exponerse durante largo tiempo al sol logrando una temperatura corporal óptima.

Existen multitud de especies, por esa razón sus características y hábitos son muy variados. Las escamas pueden ser lisas, granulosas o quilladas. En la mayoría de los casos entran en proceso de muda, sustituyendo la capa superior de la piel por otra nueva que su propio cuerpo genera, aunque también existen ejemplares recubiertos de placas cutáneas óseas. En función de sus hábitos, la pupila de los ojos adopta una determinada forma, por ejemplo, en ejemplares diurnos es redondeada, mientras que los nocturnos la tienen en forma vertical; también existen especies con pupila horizontal. Sus miembros son cortos, incluso algunos ejemplares como las culebras carecen de apéndices locomotores.

La forma de reproducción de los reptiles es ovípara, de fecundación interna; la hembra, una vez concluida la puesta, entierra los huevos o los deposita entre matorrales o hierbas; también existen especies ovovivíparas como es el caso de las víboras. En la mayoría de los casos, el macho busca a la hembra y tras un ritual de cortejo se produce la cópula.

Otras características peculiares, destacan el hecho de que muchos reptiles son carnívoros, además suelen estar dotados de dientes que le facultan para aprehender y dar muerte a sus presas, aunque también existen ejemplares omnívoros e incluso herbívoros. Su respiración es pulmonar, no obstante, existen especies con doble sistema de respiración, por ejemplo, las tortugas acuáticas. Pueden registrar actividad diurna, nocturna e incluso ambas modalidades en determinados grupos.

Son muy diversos y se incluyen en cuatro grupos: tortugas (orden Testudines), lagartijas y serpientes (orden Squamata); cocodrilos (orden Crocodylia), y tuatara (orden Rhynchocephalia).

Herpetos bioindicadores

Los anfibios y reptiles poseen una gran significancia en los ecosistemas a los cuales pertenecen debido a sus requerimientos ecológicos, a la importancia en

las cadenas tróficas y a los altos endemismos, especialmente en nuestro país, que hacen de este grupo faunístico un excelente bioindicador del estado de conservación de una región determinada (Ruiz-Carranza & Lynch, 1997), mostrando al mismo tiempo una alta vulnerabilidad, lo que podría ocasionar que algunas especies desaparezcan sin conocerse su historia biogeográfica, ecología o taxonomía (Vargas & Castro, 1999; Rueda-Almonacid, 1999).

Los anfibios son un componente muy importante de sus ecosistemas, ya que ayudan al control biológico de los insectos, de los cuales se alimenta, además pueden considerarse como pequeños paquetes de proteína de los cuales se alimentan una gran cantidad de organismos como serpientes, aves y algunos mamíferos. Los anfibios han sido considerados excepcionales indicadores de la calidad ambiental debido a que tiene una piel muy permeable que necesita estar húmeda para obtener el oxígeno del aire, lo cual los hace muy sensibles a situaciones de cambio ambiental y a el efecto de los contaminantes los cuales pueden entrar rápidamente en su cuerpo y se acumulan en el tejido más rápido que en otros animales (Vargas & Castro, 1999). Al igual que los anfibios, los reptiles cumplen papeles muy importantes en los ecosistemas al ser reguladores tanto de insectos como de pequeños vertebrados, como ratones, los cuales pueden ser plagas potenciales para cultivos.

Cambios significativos en la composición y abundancia puede revelar la presencia de sustancias letales para la vida del hombre y los demás organismos. Estos organismos constituyen excelentes modelos para indagar el nivel de deterioro de los hábitats y ecosistemas del mundo, dado que la dinámica de sus poblaciones se asocia con los drásticos cambios ambientales provocados por las diversas actividades humanas (Duellman, 1986). Los rasgos de los anfibios que los hacen vulnerables a tales variaciones ambientales, se relacionan con sus pieles lisas y permeables que son altamente sensibles a los contaminantes químicos y a las radiaciones, y con sus ciclos de vida repartidos entre el agua y la tierra, que aumentan los riesgos para su supervivencia (Rueda-Almonacid et al., 2004).

Diversidad de anfibios y reptiles

A nivel mundial se conocen 7533 especies de anfibios, de las cuales 6644 corresponden a anuros, representados por 55 familias y 445 géneros; 684 a salamandras (Caudata), representadas por 10 familias y 68 géneros y 205 a cecilias (Gymnophiona), representadas por 10 familias y 33 géneros (AmphibianWeb, 2016).

En cuanto a reptiles, a nivel mundial se han registrado 10272 especies, de las cuales 9905 pertenecen al orden Squamata (6145 al suborden Sauria, 3567 a

Serpentes y 193 a Amphisbaenia), 341 al orden Testudines, 25 a Crocodylia y 1 a Rhynchocephalia (Uetz & Hošek, 2016).

Colombia ostenta una amplia diversidad de anfibios y reptiles y ocupa el primer y segundo lugar respectivamente, entre los países con mayor riqueza de estos dos grupos (MAVDT, 2010), con 601 especies de reptiles descritas (Uetz & Hošek, 2016) y numerosas por describir, especialmente en el grupo de las serpientes y lagartos. Junto con Brasil tienen el mayor número de especies de tortugas, y con Venezuela el mayor número de cocodrilos. Esta riqueza está peligrosamente amenazada por la presión antrópica directa o indirecta; se cuentan con 35 taxones de tortugas (seis especies marinas y 29 continentales), muchas de las cuales están en alguna de las categorías de amenaza; seis en peligro crítico, categoría extrema antes de que un taxón desaparezca, seis en peligro y seis vulnerables. En cuanto a los crocodílidos, en Colombia se tienen seis especies y tres de estas se están al borde de la extinción; posiblemente, aparte de los problemas ocasionados por la destrucción de los hábitats, por la explotación comercial no controlada de estos animales, la cual ha jugado un papel importante en la economía del país. Por otra parte, con respecto de los lagartos (240 especies), serpientes (305 especies) y amphisbaénidos (7 especies) (Uetz & Hošek, 2015), solo se reporta la amenaza para una especie de lagarto en Colombia, pero esto no significa que estén a salvo.

La diversidad de anfibios a nivel mundial alcanza las 7396 especies, de las cuales 6500 corresponden a ranas y sapos, 691 a salamandras y 205 a cecilias (Frost, 2016). Nuestro país se encuentra representado por 825 especies descritas hasta el momento, de las cuales 763 corresponden al orden Anura, 25 a Caudata y 37 a Gymnophiona (Frost, 2016). Este grupo se destaca de igual manera por su alto grado de endemismo ya que esta cualidad es alcanzada por más del 50% del total de las especies descritas a lo largo y ancho del país. Ello trae consigo una gran responsabilidad en su conservación ya que los anfibios toleran muy poco la contaminación de las aguas, el deterioro de los hábitat y la fragmentación de los bosques, debido a los cambios de temperatura y humedad que ellos acarrearán (Rueda-Almonacid et al., 2004, Frost et al., 2006).

Algunos aspectos como riqueza de especies, rangos de distribución, estatus de amenaza, entre otros, son desconocidos a nivel local en muchas áreas y departamentos del país (Castro-Herrera y Vargas-Salinas 2008), razón por la cual se hace necesario actualizar los listados taxonómicos de las regiones adicionando la mayor cantidad de información posible (Llano-Mejía, Cortés-Gómez & Castro-Herrera, 2010).

La herpetofauna del departamento del Tolima se encuentra conformada por 98 especies de anfibios y 102 de reptiles. Para el caso de los anfibios, el orden Anura está representado por 91 especies, mientras que los órdenes Gymnophiona y Caudata tienen una baja representatividad, representados sólo por 4 y 3 especies respectivamente. De las 19 familias que tienen distribución en el país, 14 están presentes en el territorio tolimense. Cuatro especies son propuestas como endémicas para el departamento del Tolima: *Niceforonia adenobranchia*, *Pristimantis scopaeus*, *Ranitomeya dorisswansonae* y *Ranitomeya tolimensis* (Llano-Mejía, Cortés-Gómez & Castro-Herrera, 2010).

En cuanto a la clase Reptilia, se tiene que las serpientes son el grupo más diverso con 61 especies, seguido por los lagartos (Sauria) con 35 especies, las tortugas (Testudinata) con tres especies; solo se reportan dos especies de caimanes (Crocodylia) y una especie de *Amphisbaenia*. Un total de 22 familias de reptiles tienen distribución en el departamento y se reporta *Hemidactylus brookii* como una especie introducida (Llano-Mejía, Cortés-Gómez & Castro-Herrera, 2010).

• AVIFAUNA

Generalidades de aves en Colombia. Las aves constituyen uno de los grupos vertebrados más diversos, comprendiendo a nivel global más de 10400 especies y a nivel nacional aproximadamente 1900 especies y 3000 subespecies (Donegan, McMullan, Quevedo y Salaman, 2013; Donegan *et al.*, 2014; Donegan *et al.*, 2015; Verhelst-Montenegro y Salaman, 2015). No obstante en los últimos años estas cifras han aumentado significativamente gracias a “el descubrimiento de nuevas especies, el hallazgo de especies cuya distribución no se reportaba en el país, y la división de formas consideradas como coespecíficas” (Renjifo, Franco-Maya, Amaya-Espinel, Kattan y López-Lanús, 2002), de modo tal que la avifauna nacional constituye cerca del 20% de la diversidad global (Hilty y Brown, 2001).

Sin embargo, a pesar de que mundialmente el país es considerado el más diverso en avifauna, y que este grupo taxonómico cumple importantes roles ecológicos como controladoras de insectos, dispersoras de semillas, polinizadoras, entre otras funciones (Molina-Martínez, 2002), se estima que el 7-9% de las especies están inscritas en alguna categoría de amenaza (Renjifo *et al.*, 2002; Andrade-C., 2011) y el 21% de estas son endémicas. Así, según los reportes del Sistema de información sobre biodiversidad en Colombia (SiB Colombia, 2012) y con base únicamente a la evaluación de 118 especies de bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica, 68 especies se encuentran en diferentes categorías de amenaza de las cuales seis especies se encuentran

en peligro crítico (8,8%), 26 en peligro (38,2%), y 36 vulnerables (52,9%)) (Renjifo *et al.*, 2014).

Las aves como indicadores de la calidad del hábitat. Sin lugar a duda las aves constituyen el grupo taxonómico más conocido y el cual recibe mayor atención popular en contraste con cualquier otro grupo taxonómico (Green y Figuerola, 2003), por lo cual son sujetos ideales para estimular el interés hacia la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas (Renjifo *et al.*, 2002). Efectivamente, el establecimiento del primer parque nacional natural colombiano (Cueva de los Guácharos) y la adquisición de las primeras reservas naturales privadas (La Planada y Acaime) fue promovida por su avifauna (Renjifo *et al.*, 2002).

Así, muestrear las comunidades de aves es de gran utilidad a la hora de diseñar e implementar políticas de conservación y manejo de hábitats, ya que este grupo biológico aporta información importante para la identificación de comunidades que necesitan ser foco de protección e información científica (Villareal *et al.*, 2004). Además, este grupo proporciona un medio rápido, confiable y replicable de evaluación del estado de conservación de la mayoría de hábitats terrestres y acuáticos, poseyendo una serie de particularidades que lo hacen ideal para monitorear y conocer, de forma indirecta algunas características de los ecosistemas que habitan. Tales características son: a) comportamientos llamativos (diurnas, muy activas y altamente vocales); b) identificación rápida y confiable; c) fácil detección durante casi todo el año excepto en aquellas especies que presentan movimientos locales o migraciones; d) gran cantidad de información consignada en libros y publicaciones científicas; e) diversidad y especialización ecológica; y f) diferentes grados de sensibilidad a perturbaciones ambientales (Villareal *et al.*, 2004).

Pese a esto, solo algunas especies de aves funcionan como bioindicadoras de condiciones biológicas particulares del hábitat. Por ejemplo, Green *et al.* (2002) encontraron que la especie *Fulica cristata* sirve como indicadora de una alta diversidad de plantas y baja salinidad en humedales de Marruecos; mientras Moreno-Guerrero, Patarroyo-Fonseca y Rodríguez-Ramírez (2006) plantean que las aves rapaces pueden cumplir el rol de bioindicadoras ya que algunas especies Falconiformes requieren grandes territorios para mantener poblaciones viables o se ven afectadas por la fragmentación, mientras otras (generalistas) se ven favorecidas por alteraciones en el ecosistema.

Sin embargo autores como Calles (2007) quien emplea especies como *Phalcoboenus carunculatus*, *Pionus sordidus*, *Chamaepetes goudotii* y *Nothocercus juliu* señala que "las especies sugeridas no son específicas para

evaluar un cambio en particular, sino para evaluar su situación como respuesta a todos los cambios que puedan ocurrir en el hábitat". Otros autores como Mistry, Berardi y Simpson (2008) presentan listas control de especies de aves asociadas a diferentes tipos de masas de agua para el seguimiento futuro de algunos humedales localizados al norte de Rupununi, Guyana.

No obstante, el uso de aves como indicadores también ha sido ampliamente debatido ya que este grupo "no necesariamente puede reflejar la salud de otros taxones que viven en el mismo hábitat" (Ramírez, 2000; Gregory, 2006 citado en Villegas y Garitano, 2008, p.149), y "puede tener respuestas diferenciales a los disturbios en relación a otros grupos de organismos" (Lindenmayer, 1999, Milesi *et al.*, 2002 citados en Villegas y Garitano, 2008, p.149). De este modo, Green y Figuerola (2003) plantean que a pesar de que la idea de las aves como "paraguas protectores de la diversidad global" ha sido ampliamente extendida, no ha sido apoyada por los análisis a escala nacional, así la distribución de los "hotspots" de diversidad para aves es importante en si misma pero no se encuentra justificada por la diversidad de otros grupos taxonómicos.

Demostando esto, Tamisier y Grillas (1994) reporta que cambios severos en los ecosistemas acuáticos como en la salinidad, la abundancia de plantas e invertebrados, y la transformación de marismas en arrozales, no han sido reflejados en cambios en el número o tipo de anátidas invernantes en Camarga, Francia. A su vez, Prendergast y Eversham (1997) reportan que no hay relación entre la diversidad de aves terrestres y de insectos en el Reino Unido.

En síntesis, el monitoreo de aves es una herramienta útil a la hora de evaluar el impacto de las acciones humanas y tomar decisiones sobre el manejo de los ecosistemas, siempre y cuando se realice de la mano con el seguimiento de otros grupos taxonómicos (fauna y flora) que puedan robustecer la información obtenida.

Las aves y los humedales. La alta diversidad de aves asociada a los humedales y el considerable número de linajes endémicos en algunos de ellos, son reflejo de una larga asociación entre la avifauna y estos ecosistemas (Andrade, 1998 citado por Parra, 2014). De este modo, algunas especies han desarrollado adaptaciones morfológicas, fisiológicas y etológicas para hacer mejor uso de los recursos que brindan los humedales (refugio y alimento); sin embargo, gracias a su mayor flexibilidad otras tantas especies de aves pueden emplear estos hábitats únicamente durante parte del año o para cubrir determinada etapa de su ciclo anual (nidificación, cría o muda del plumaje) (Blanco, 1999). En este sentido, no todas las especies de aves que utilizan humedales tienen una preferencia particular por ellos, y en realidad se asocian al ecosistema en

gran parte influenciadas por factores físicos como el área del humedal, la calidad del agua, la vegetación circundante, el grado de aislamiento o el contexto del paisaje donde se encuentran inmersos (Green y Figuerola, 2003; Briggs *et al.*, 1997, Rosselli y Stiles, 2012, Quesnelle *et al.*, 2013 citados por Parra, 2014).

Debido a la variación en la composición de aves asociadas a humedales en diferentes regiones del país, conviene definir grupos particulares de especies como indicadoras en cada una de estas (Parra, 2014); sin embargo, hay que tener precaución a la hora de elegir una especie de ave como posible "bioindicadora" y considerar que un aumento en el número de algunas especies puede indicar un empeoramiento en el estado del hábitat en vez de una mejor (Green y Figuerola, 2003). De este modo, la identificación de especies raras, endémicas y categorizadas en algún grado de peligro juega un papel crucial debido a que su distribución restringida y/o el pequeño tamaño de sus poblaciones incrementan su riesgo de extinción (Arita *et al.*, 1997), convirtiéndolas en una herramienta útil como indicativo del estado del hábitat incluyendo su calidad y niveles de perturbación, así como para el establecimiento de los límites de los humedales bajo ciertas escalas espaciales y temporales (Parra, 2014).

• **MASTOFAUNA**

Los mamíferos son una clase de vertebrados amniotas homeotermos (de "sangre caliente"), con pelo y glándulas mamarias productoras de leche con la que alimentan a las crías. La mayoría son vivíparos (con la notable excepción de los monotremas: ornitorrinco y equidnas) y se conocen unas 5.486 especies actuales, de las cuales 5 son monotremas, 272 son marsupiales y el resto, 5.209, son placentarios (Wilson & Reeder, 2005).

Dentro de la fauna terrestre, los mamíferos revisten gran interés, ya que expresan diferentes niveles de sensibilidad a las alteraciones dependiendo principalmente de los requerimientos de espacio, alimentación y comportamiento (Kattan & Murcia, 1999). En consecuencia la abundancia y los patrones de movimientos de los mamíferos pueden variar entre especies de acuerdo a la preferencia particular de hábitat y rangos de hogar (Murcia, 1995).

A nivel nacional los estudios relacionados con la Mastofauna terrestre se han encaminado en la realización de inventarios de especies y solo algunos trabajos han abordado la pérdida del hábitat, la perturbación antropogénica y su relación con la diversidad de la mastofauna terrestres (Otálora-Ardila, 2003; Ramírez-Chaves & Pérez, 2007), revelando que la riqueza de este tipo de fauna

se encuentra condiciona según el tipo de cobertura y la calidad del hábitat. En este sentido, desde el punto de vista ecológico, la información sobre diversidad y abundancia de pequeños, medianos y grandes mamíferos no voladores en sistemas modificados es esencial para entender la dinámica de las poblaciones, la estructura de las comunidades y los patrones biogeográficos de distribución, dispersión y endemismo.

Por otra parte, la cacería es otro factor determinante que perjudica drásticamente las poblaciones de grandes mamíferos, alcanzando magnitudes, en donde un gran número de mamíferos son sacrificados en los Bosques Secos Tropicales para satisfacer las necesidades locales (Fa et al., 2002). La pérdida de hábitat y la cacería no son factores independientes, la destrucción del hábitat abre el acceso a nuevos terrenos para los cazadores y su vez esta tiene un impacto mayor en poblaciones de mamíferos que ya han sido diezmadas por la pérdida del hábitat (Wright, 2003).

Orden Chiroptera. Los murciélagos son mamíferos agrupados en el orden Chiroptera pertenecientes al grupo más evolucionado de los vertebrados con mamas, pelo y una placenta desarrollada, caracterizados principalmente por su especialización anatómica que les permite el vuelo (Balmori, 1999). Estos son reconocidos por su alta diversidad en el neotrópico, su variedad de gremios tróficos y su amplia variación morfológica como respuesta a dicha diversificación (Kunz & Pierson, 1994).

Además de ser considerados como buenos indicadores del estado de conservación de diversos ecosistemas, los quirópteros desempeñan un papel ecológico vital para la estabilidad de los bosques y selvas tropicales, ya que su amplia variedad de hábitos alimentarios (insectívoros, frugívoros, carnívoros, nectarívoros-polinívoros, ictiófagos y hematófagos) los hace partícipes en el reciclaje de nutrientes y energía en los ecosistemas (Hutson et al., 2001); de igual manera, debido a su abundancia y alto consumo de alimento, los murciélagos actúan como reguladores naturales de poblaciones de invertebrados (Kunz & Pierson, 1994) o bien, como importantes dispersores de polen y semillas para una amplia variedad de plantas (Galindo-González, 1998).

Según Alberico et al. (2000) para Colombia el número de especies de murciélagos oscila alrededor de 178. Estudios posteriores arrojan un total de 198 Especies para el país (Solari et al., 2013). Se conocen cerca 119 especies de murciélagos de la familia Phyllostomidae según sugieren modelos de distribución actuales de Mantilla- Meluk (2009). En el Tolima, han sido reportadas seis familias y alrededor de 72 especies (Galindo- Espinosa et al., 2010).

Los murciélagos son organismos que presentan una gran distribución geográfica a escala mundial; su dispersión ha sido favorecida gracias a la capacidad de volar, única dentro de los mamíferos (Ballesteros, et al., 2007). Sin embargo, las regiones tropicales y subtropicales cuentan con la mayor abundancia y riqueza de especies (Galindo-González, 1998; Medellín, 2000).

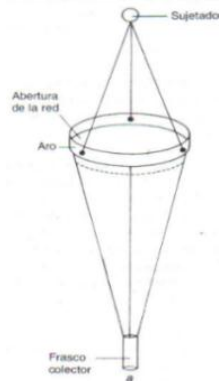
3.2.2. METODOLOGÍA

- **ZOOPLANCTON.**

Métodos de campo: Se utilizó una red de malla fina con tamaño de poro definido para fitoplancton de 25 μ , que permiten observar de manera cualitativa las comunidades de plancton existentes en la zona. Con la red los organismos se obtienen por filtración y la selección se realiza según sea el tamaño del poro. La red arrojadiza consta de un tronco con un diámetro de aproximadamente 25 cm y una longitud de 1 m (Figura 3.6). Se realiza la filtración de 50 litros de a través de la red.

Las muestras fueron depositadas en frascos de 500 ml y preservadas con formol buferizado al 10%. Adicionalmente se elaboró una ficha de campo en donde se registraron los datos de la localidad y del hábitat de la zona muestreada, además cada una de las estaciones fue descrita y georeferenciada con GPS marca GARMIN (Figura 3.7).

Figura 3.6. Modelo de la red arrojadiza utilizada en el muestreo



Fuente: Ramírez (2000)

Figura 3.7. Método de muestreo utilizado en la colecta de plancton



Fuente: GIZ (2016)

Métodos de Laboratorio: Se realizó la determinación y conteo del Zooplancton con la ayuda de un microscopio óptico Motic BA- 210 en el objetivo de 40 X, usando la cámara de conteo Sedgwick-Rafter (SR), que limita el área y volumen, permitiendo calcular las densidades poblacionales después de un periodo de asentamiento considerable, mediante un conteo en bandas (APHA, 1992 & Ramírez, 2000). Esta cámara de excavación rectangular consta de 20 mm de ancho, 50 mm de largo y 1 mm de profundidad para un volumen total de 1 ml (Ramírez, 2000). De igual forma se realizaron montajes de placas al microscopio para la observación e identificación de los organismos con

objetivo de 40X. Se analizaron 30 campos en 1 ml de cada una de las muestras. Se eligieron varias áreas o campos de conteo siguiendo un sistema de muestreo al azar correspondiente a treinta campos. Según McAlice (1971), los campos se determinan a partir de la relación entre el número de especies detectadas y el número de campos contados, que para el conteo corresponderían a treinta campos donde se puede establecer el 90% de los organismos totales o la representatividad y confiabilidad acorde a la submuestra obtenida (Ramírez, 2000). Por otra parte, si en los campos de conteo determinados (30 campos), no se alcanzaron los cien individuos, se continúa con el conteo hasta llegar a este valor para el taxón más abundante (cien individuos), al mismo tiempo que se registran las abundancias de los demás taxones en la muestra.

La densidad de células por unidad de área fue calculada siguiendo la fórmula (APHA, 1992 & Ramírez, 2000):

Organismos/mm² =

$$\frac{N \times A_t \times V_t}{A_c \times V_s \times A_s}$$

Dónde: N = número de organismos contados,

A_t = Área total de la cámara (mm²)

V_t = Volumen total de la muestra en suspensión

A_c = Área contada (bandas o campos) (mm²)

V_s = Volumen usado en la cámara (ml)

A_s = Área del sustrato o superficie raspada (mm²)

La identificación taxonómica de las algas se hizo siguiendo las claves de Yacubson (1969), Prescott (1968), Needham & Needham (1982), Streble & Krauter (1987), Lopretto & Tell (1995), Ramírez (2000), y Bellinger & Sigeo (2010), e ilustraciones de algas en el libro de APHA (1999). Además, se soportó la determinación de las algas con la base de datos electrónica (Guiry & Guiry, 2013).

Análisis de Datos:

Densidad relativa. Se determinó la densidad relativa (AR%) a partir del número de individuos colectados de cada género y su relación con el número total de individuos de la muestra; ésta se utilizó con el fin de establecer la importancia y proporción en la cual se encuentra cada género con respecto a la comunidad.

$$AR = \frac{\text{Nº de individuos de cada género en la muestra} \times 100}{\text{Nº total de individuos en la muestra}}$$

• MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Métodos de campo: Para la colecta de macroinvertebrados acuáticos, se tomaron cuatro puntos equidistantes del humedal y se tomaron muestras a nivel superficial con la red D, removiendo las raíces de material vegetal flotante. Así mismo se tomaron muestras de lodo para establecer la fauna de macroinvertebrados acuáticos asociados con el fondo (Figura 3.8). El material obtenido, se colocó en frascos plásticos y se fijó con formol al 70%, se etiquetó y se llevó una ficha de campo.

Figura 3.8. Métodos de muestreo utilizados en la colecta de macroinvertebrados acuáticos.



Fuente: GIZ (2016)

Métodos de Laboratorio: Los organismos capturados se separaron en alcohol al 70% y se determinaron al más bajo nivel taxonómico posible con un estereomicroscopio Olympus SZ40 y un microscopio Olympus CH30. Para la determinación taxonómica se realizaron micropreparados del material colectado y se emplearon las claves y descripciones de McCafferty (1981), Machado (1989), Needham y Needham (1991), Rosemberg y Resh (1993), Lopretto y Tell (1995), Roldán (1996, 2003), Muñoz-Q. (2004), Merrit y Cummins (2008), Domínguez y Fernández (2009) y posteriormente fueron ingresados a la Colección Zoológica de la universidad del Tolima CZUT-Ma

Análisis de Datos: Se determinó la abundancia relativa a partir del número de individuos colectados y su relación con el número total de individuos de la muestra. Se evaluó además la calidad del agua a partir del método BMWPCol, el cual es un método sencillo y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores. El método solo requiere llegar hasta el nivel de familia y los datos son cualitativos (presencia o ausencia).

• **PECES:**

Métodos de Campo: Los individuos se colectaron mediante muestreos estandarizados con electropesca, con este equipo se tomó un área de muestreo de aproximadamente 100 m de largo y ancho variable, dependiendo de las características del humedal. Esta técnica tiene ventajas frente a artes de pesca convencionales en términos de volumen y talla de captura de los organismos. Se empleó un equipo portátil de 340 voltios y un amperio de corriente pulsante. Con dos electrodos (positivo y negativo), uno de ellos (electrodo positivo) modificado a manera de nasa redonda (50 cm de diámetro) con un mango de PVC de longitud variable. (Figura 3.9).

Figura 3.9. Métodos de colecta de peces con electropesca.



Fuente: GIZ (2016)

El material colectado se fijó con una solución de formol al 10%, se depositaron en bolsas plásticas de sello hermético con la correspondiente etiqueta de campo y fueron transportados en canecas herméticas al Laboratorio de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima. Posteriormente el material se depositó en alcohol al 70 para ser preservados.

Métodos de Laboratorio: El material íctico se determinó taxonómicamente empleando literatura especializada como Dalh (1971), Eigenmann (1922), Gery (1977), Miles (1943), Reis et al., (2003), Maldonado-Ocampo et al., (2005). Se emplearon las descripciones para las especies de la región (Villa-Navarro et al., 2003; Briñez-Vásquez et al., 2005; García-Melo, 2005; Villa-Navarro et al., 2005; Castro-Roa, 2006; Lozano-Zárate, 2008; Briñez-Vásquez, 2004. Posteriormente, se realizó el ingreso del material a la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima, sección – Ictiología (CZUT-IC).

Análisis de Datos: Se determinó la abundancia relativa a partir del número de individuos colectados de cada especie y su relación con el número total de individuos de la muestra. Fue calculado con el fin de determinar la importancia y proporción en la cual se encuentra cada una de las especies con respecto a la comunidad en el cuerpo de agua.

$$AR = \frac{\text{No de individuos de cada especie en la muestra} \times 100}{\text{No total de individuos en la muestra}}$$

• ANFIBIOS Y REPTILES

La metodología de campo utilizada para la captura de los organismos fue la de Inventario completo de especies mediante búsqueda libre y sin restricciones, propuesta por Angulo et al. (2006) y apoyada por la técnica de transectos auditivos e inspección en sitios de apareamiento propuesta por Lips et al. (2001); las cuales se utilizaron de manera intensiva con el fin de capturar y registrar la mayor cantidad de animales y cantos (anuros) en el sitio de muestreo (Figura 3.10).

Para el caso de anfibios, se realizó un muestreo diario dividido en dos recorridos: el primero desde las 9:00 hasta las 11:00 horas y el segundo desde las 15:00 a las 17:00 horas, con el fin de capturar especies de actividad diurna e identificar hábitats estratégicos para el encuentro de los animales de estudio en trayectos nocturnos (como bosque, potrero, pastizal, etc.; anexos al humedal). Los muestreos nocturnos se ejecutaron desde las 18:00 hasta las 22:00 horas. Para cada animal capturado se elaboró una ficha de campo en la cual se especificaron características morfológicas, como patrones de coloración,

longitud rostro-cloacal (LRC) y se realizó una pequeña descripción del lugar de captura y de las condiciones ambientales como la presencia de cuerpos de agua, el tipo de sustrato donde se encontraba el organismo, temperatura ambiente, condiciones climáticas y humedad relativa.

Los animales recolectados fueron sacrificados y preservados siguiendo la metodología propuesta por McDiarmid (1994) (Figura 3.11), la cual consiste en:

- Anestesiar el animal con etanol 10% hasta evidenciar paro del ritmo cardiaco.
- Posicionar el ejemplar en una bandeja con una toalla remojada en formol analítico al 10% y dejar en reposo durante un período de 24 horas, momento en el cual se fija el individuo. Ya que la postura del ejemplar es importante, este proceso debe realizarse en la menor brevedad posible.

Figura 3.10. Captura de organismos mediante búsqueda libre y sin restricciones.



Fuente: GIZ (2016)

El método de colecta que se implementó para reptiles es el de búsqueda por encuentro visual, complementado por la metodología de Pisani y Villa (1974), que consistió en la búsqueda en troncos huecos, árboles caídos, cortezas flojas, tumultos de ramas, hojarasca, bajo las rocas flojas, grietas de peñascos y el suelo en general. Para el caso de serpientes no venenosas, se colectaron con la ayuda de un gancho herpetológico o sujetándolas de la cabeza con la mano y para serpientes venenosas se procedió a la captura con pinzas herpetológicas, con el fin de inmovilizar al animal y que este no pueda atacar. Los individuos recolectados fueron transportados en sacos de lona o mantas de tela y en el

caso de las serpientes venenosas se realizó el sacrificio directamente en campo (Figura 3.10).

Para el procesamiento de los ejemplares se empleó el método sugerido por Casas-Andreu et al. (1991); los organismos capturados fueron sacrificados de la manera menos dolorosa posible; para éste caso se le inyectó lidocaína directamente en el corazón (serpientes y lagartos), lo cual produce una muerte rápida, para las especies de geckos y pequeños lagartos se realizó el sacrificio mediante inmersión en alcohol al 10%. Posteriormente, los organismos fueron fijados en formol al 10%, las serpientes enrolladas en forma de anillos y los lagartos en su posición natural (Casas-Andreu et al., 1991) (Figura 3.11).

Figura 3.11. Procesamiento de ejemplares, montaje y preservación.



Fuente: GIZ (2016)

MÉTODOS DE LABORATORIO

Posterior a la captura y sacrificio de los animales recolectados, estos fueron preservados siguiendo la metodología propuesta por McDiarmid (1994), la cual consiste en:

- Etiquetar el individuo y pasarlo a un recipiente con formol analítico al 10% por 15 días.
- Lavar con agua pura por dos horas.
- Colocar los individuos en etanol 70% por tres días.

- Conservar los individuos en etanol al 70% limpio.

Luego los organismos se lavaron en agua destilada durante 24 horas para después ser preservados en formol al 10% durante 15 días, pasado éste tiempo los organismos se lavaron en agua destilada por 24 horas y después llevados a etanol al 70% durante una semana. Pasados los 7 días, los organismos fueron lavados nuevamente con agua destilada por 24 horas y después se llevaron a un recipiente final con etanol al 70%.

Una vez preservados los organismos, éstos fueron determinados taxonómicamente a través de diagnosis descriptivas para cada una de las especies y mediante comparación con las muestras de la Colección Zoológica de Referencia de la Universidad del Tolima, sección herpetología, y los registros fotográficos de bases de datos disponibles en internet. Los nombres científicos y arreglos sistemáticos de las especies siguen las normas y parámetros de Amphibian Species of the World (Frost, 2016), AmphibianWeb (2016) y The TIGR Reptile Database (Uetz & Hošek, 2016). Para establecer la presencia de especies catalogadas bajo algún riesgo de amenaza de extinción local, regional o nacional, se compararon el listado de anfibios presentes en la zona con el listado del libro rojo de anfibios de Colombia (Rueda – Almonacid, Lynch & Amézquita, 2004) y se revisó el estado de todas las especies en la base de datos de Global Amphibian Assessment. Para el caso de los reptiles se revisó el libro rojo de reptiles de Colombia (Castaño, 2002) y la lista roja de la UICN (2016).

ANÁLISIS DE DATOS

Mediante la revisión de documentos, se obtuvo información de estudios faunísticos en el área. Como fuentes principales de información secundaria se citan el documento “Biodiversidad Faunística de los Humedales del departamento del Tolima” (Reinoso - Flórez et al. 2010), los informes técnicos sobre identificación, caracterización, zonificación y planes de manejo de los humedales en el departamento del Tolima, elaborados por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) y la revisión de los ejemplares de anfibios y reptiles depositados en la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima, secciones anfibios y reptiles CZUT-A y CZUT-R respectivamente. Además, se obtuvo información de estudios faunísticos en las áreas aledañas o de incidencia directa al humedal en cuestión. La información primaria se recolectó mediante observaciones y capturas directas a lo largo del área de influencia, como se explicó con anterioridad en los métodos de campo.

Análisis de la comunidad y diversidad

El análisis de la comunidad se realizó con base en atributos de composición, riqueza y abundancia. Se analizó en primer lugar los patrones de distribución por familias de anfibios y reptiles a nivel regional, presentando la diversidad encontrada en el área de estudio en términos de riqueza de familias, géneros y especies tanto para anfibios como para reptiles. Se utilizó la abundancia relativa (AR%) por familias y especies como un porcentaje a partir del número de total de individuos.

Estatus poblacional, endemismos

La presencia de especies endémicas se determinó de acuerdo con los mapas de distribución de la IUCN, Nature Serve y bibliografía especializada por especie.

Especies de importancia económica y de interés cultural

Para la identificación de las especies de interés económico y cultural se realizó una búsqueda en estudios cercanos y en literatura especializada, con el fin de conocer los diferentes usos culturales y medicinales dados por la comunidad a la herpetofauna. Así mismo, se incorporó la información recolectada por medio de las entrevistas realizadas a los pobladores locales.

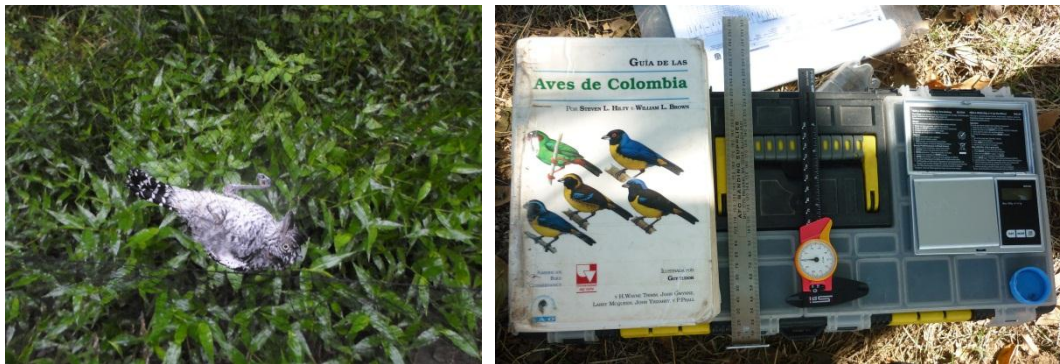
• AVES

Métodos de Campo: Para la determinación de la composición taxonómica de la avifauna se realizaron muestreos mediante el uso de redes de niebla y la observación por puntos de conteo (Ralph, Geupel, Pyle, Martin y De Sante, 1993; Ralph, Geupel, Pyle, Martin, De Sante y Milá, 1996), esto con el objetivo de abarcar una mayor área circundante al humedal. La jornada de muestreo.

-Redes de niebla. En zonas cercanas al humedal y con evidente flujo de aves se extendieron cinco redes de niebla de 2.5 m de alto x 12 m de largo y 36 mm de malla, según el procedimiento descrito por Ralph *et al.* (1996). La instalación de las redes se realizó poco antes de iniciar el muestreo (Wunderle, 1994) y se abrieron en los 15 minutos siguientes al amanecer. La revisión se realizó en intervalos de 30 minutos para asegurar la integridad de los ejemplares (Consejo de Anillamiento de Aves de Norteamérica, 2003; Ralph, Widdowson, Widdowson, O'donnell y Frey, 2008) según las condiciones climáticas de la zona de vida. Las redes se abrieron durante un día en horario de 06:00-11:00 y 15:00-17:30, para conseguir un esfuerzo de 37,5 horas red/muestreo (Figura 3.12).

La extracción de las aves capturadas se realizó bajo los métodos de sujeción del cuerpo y la técnica de patas primero, descritas por Ralph *et al.* (1993) y Ralph *et al.* (1996), proporcionando agilidad en la extracción de los ejemplares y garantizando su integridad. Las aves se preservaron dentro de bolsas de tela de algodón (individualmente); prontamente, se sacaron de las bolsas para tomar los datos relacionados con edad, condición física, estado reproductivo y medidas morfométricas. Toda la información se registró en formatos de campo siguiendo las recomendaciones de la NABC (2003) y Ralph *et al.* (2008). Una vez procesadas, las aves fueron liberadas. Algunos individuos fueron colectados, preparados e ingresados a la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima (CZUT-OR).

Figura 3.12. Redes de niebla para la captura de aves.



Fuente: GIZ (2016)

-Conteo por puntos. Mediante el uso de binoculares, se contaron, identificaron y registraron las aves detectadas desde un sitio definido o "punto de conteo". Cada punto (en total seis) abarcó una superficie circular de 50 m de radio y dentro de él se contaron todas las aves avistadas y escuchadas a lo largo de diez minutos, anotándolas en el orden en que fueron detectadas, junto con los datos correspondientes a localidad- número del punto, fecha, hora, coordenadas, tipo de registro (visual y/o auditivo), nombre de la especie, número de individuos, hábitat y distancia del individuo al borde del agua (Modificado de Ralph *et al.*, 1996) (Figura 3.13).

Figura 3.13. Método de conteo por puntos para la observación de aves.



Fuente: GIZ (2016)

Una vez pasado el tiempo, se realizó un nuevo muestreo en el punto de conteo consecutivo -procurando causar el mínimo de perturbación a las aves e iniciando el conteo desde la llegada al lugar-. Con el fin de evitar contar a un mismo individuo en puntos de conteo diferentes, estos estuvieron separados entre sí a una distancia aproximada de 100 m (Ralph *et al.*, 1996).

Debido a que en ocasiones la identificación in situ de algunas especies resultó difícil, se procedió a ubicar el individuo mediante el método de “Búsqueda Intensiva” (Ralph *et al.*, 1996), con el fin de fotografiarlo para su posterior identificación.

Método de determinación taxonómica. Para la determinación hasta el nivel de especie de los individuos capturados en campo y los observados en los transeptos, se emplearon las guías de Hilty y Brown (2001); Restall, Rodner y Lentino (2006) y McMullan, Quevedo y Donegan (2010). El listado general de las aves siguió la nomenclatura y orden taxonómico sugerido por Remsen *et al.* (2016).

Métodos de laboratorio. Colección de referencia (CZUT-OR). Los individuos colectados fueron preparados como pieles redondas acorde a las metodologías convencionales de las colecciones científicas (Villareal *et al.*, 2004) y se les registró la información correspondiente a peso, sexo, tamaño/desarrollo gonadal, coloración de las gónadas, contenido estomacal, cantidad de grasa subcutánea, estado de la osificación del cráneo, número de colector, número de catálogo y comentarios.

Análisis de datos. Se calculó la abundancia relativa (%) a nivel de órdenes, familia y especies de aves registradas, empleando la fórmula:

$$AR\%=(n_i/N) \times 100$$

Dónde:

AR= Abundancia relativa

n_i = Número de individuos capturados u observados

N= Número total de X capturados u observados

A cada uno de los registros de aves obtenidos mediante las dos metodologías empleadas, se les consignó la categoría ecológica siguiendo las recomendaciones de Stiles y Bohorques (2000).

I. Especies de bosque

a. Especies restringidas al bosque primario o poco alterado. Detectadas principal o exclusivamente en el interior o dosel de estos bosques, con frecuencias mucho más bajas en los bordes o en bosques secundarios adyacentes a los bosques primarios.

b. Especies no restringidas al bosque primario o poco alterado. Detectadas más frecuentemente en este hábitat, pero también regularmente en los bordes, bosques secundarios, u otros hábitats arbolados cerca del bosque primario.

II. Especies de bosque secundario o bordes de bosque, o de amplia tolerancia. Encontradas con mayor frecuencia en los bordes y bosques secundarios, pero también a veces en el bosque primario y rastrojo, hasta en potreros arbolados: su requisito principal es la presencia de árboles y en algunos casos, la sombra debajo de ellos, más no un tipo de bosque específico.

III. Especies de áreas abiertas. Encontradas principal o exclusivamente en áreas con poco o ninguna cobertura arbórea como potreros o rastrojos; en potreros o matorrales arbolados se asocian con la vegetación baja más que con los árboles; pueden encontrarse en los bordes de los bosques pero no bosque adentro.

IV. Especies acuáticas

a. Especies asociadas a cuerpos de agua sombreadas o con la vegetación densa al borde del agua, evitando áreas abiertas o soleadas: quebradas o áreas pantanosas dentro de los bosques primarios o secundarios.

b. Especies asociadas a cuerpos de agua sin sombra, orillas abiertas o con vegetación baja, o aparentemente indiferentes a la presencia de árboles excepto para perchas.

V. Especies aéreas. Generalmente encontradas sobrevolando varios hábitats terrestres

a. Especies que requieren por lo menos parches de bosque, por ejemplo para anidación, pero sobrevuelan una amplia gama de hábitats.

b. Especies indiferentes a la presencia de bosque, o que prefieren áreas más abiertas.

• **MAMIFEROS:**

Se realizó el levantamiento de la mastofauna presente o que hace uso del humedal Turbera de Alfombrales del municipio de Murillo, Tolima, para ello se llevaron a cabo las siguientes metodologías:

Murcielagos. Con el fin de determinar la composición y abundancia de murciélagos, se realizó un muestreo de una noche, para ello se siguieron las guías para el cuidado y uso de animales aprobados por la Sociedad Americana de Mammalogists (Gannon *et al*, 2007). Se estableció un muestreo estandarizado mediante el empleo de redes de niebla, cuatro redes de 12 m de largo x 2,5 m de alto, calibre de 36 mm y ojo de 1"1/2, ubicadas ad libitum teniendo en cuenta las características del área de estudio y la composición vegetal de la misma, las redes operaron desde las 18:00h hasta las 22:00h y la frecuencia de monitoreo fue de cada 30 minutos, período de tiempo que corresponde al pico de forrajeo para la mayoría de murciélagos (Fenton y Kunz, 1977) (Figura 3.14).

Los individuos capturados se dispusieron en bolsas de algodón para su posterior procesamiento, toma de medidas morfológicas estándar, siguiendo a Simmons y Voss (1998), e información morfológica del ejemplar, masa corporal, edad determinada por el grado de osificación en las epífisis de las falanges observados contra la luz, siguiendo los criterios propuestos por Handley *et al*, (1991) y datos de reproducción, determinados a partir de los propuesto por Kunz *et al*, (1996), las hembras fueron clasificados como no reproductiva y reproductiva (embarazadas, lactantes y poslactantes) y los machos fueron clasificados como reproductivamente activos si poseían testículos escrotales, y los que carecía tal condición fueron considerados inactivos. Se obtuvo el peso usando una balanza digital de 100g.

Los ejemplares capturados fueron liberados en el mismo sitio de captura, posterior a las mediciones, observaciones y fotografías respectivas. A cada individuo capturado se les tomó las medidas morfológicas estándar, siguiendo a Simmons y Voss (1998), se determinó el sexo y estado reproductivo siguiendo a lo postulado por Tirira, 1998. Se realizó la colecta de dos individuos por especie cuando fue necesario corroborar su taxonomía.

Métodos de laboratorio: Los especímenes colectados fueron transportados al Laboratorio de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima, en donde fueron procesados e identificados taxonómicamente siguiendo las claves propuestas por Simmons (2005) y Gardner (2007). Los especímenes se conservaron como piel de estudio con cráneo limpio y cuerpo en seco, e ingresados a la colección CZUT-M (Colección Zoológica Universidad del Tolima – Mastozoología (Figura 3.15).

Figura 3.14. Metodología empleada para la captura de Murciélagos en el humedal.



Fuente: GIZ (2016)

Figura 3.15. Preservación en seco de los ejemplares colectados en Humedal.



Fuente: GIZ (2016)

Medianos y Grandes mamíferos. Se establecieron 2 transectos en línea, abarcando 200 m, los cuales fueron revisados a pie a lo largo del día y la noche, con la finalidad de detectar huellas, excretas y otros rastros de acuerdo a las bases para la identificación e interpretación propuestas por Aranda (2000). Paralelamente se instalaron dos cámaras fotográficas con sensor de movimiento marca Bushnell en diferentes sitios, y se realizaron registros visuales sobre los transectos y se aplicó una encuesta a los pobladores con el fin de maximizar los esfuerzos (Figura 3.16).

Figura 3.16. Metodología empleada para la captura de medianos y grandes mamíferos el humedal Turbera de Alfombrales, municipio de Murillo, Tolima.



Fuente: GIZ (2016)

3.2.3. FAUNA PRESENTE EN EL HUMEDAL

• ZOOPLANCTON

La comunidad zooplancónica del humedal Turbera de Alfombrales estuvo representada por 30 organismos identificados en los phylum Arthropoda en un 90,0% de abundancia relativa, seguido de Cercozoa, Cyliophora y Amoebozoa, cada uno con un 3,33% de abundancia relativa (Tabla 3.3). En cuanto a la identificación de las clases se reconocieron 6 grupos, de los cuales las más importantes fueron la clase Ostrácoda con 56,66%, seguido de las clases Branchiopoda con un 20,0% y Maxillopoda con un 13,33%.

Tabla 3.3. Composición del Zooplankton en el Humedal.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Org/ml	% A.R.
Cercozoa	Imbricatea	Euglyphida	Euglyphidae	<i>Euglypa</i>	1	3,33
Cyiliophora	Oligohymenophorea	Hyemnostomatia	Loxocephalidae	<i>Loxocephalus</i>	1	3,33
Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Hyalospheniidae	<i>Nebela</i>	1	3,33
Arthropoda	Branchiopoda	Cladócera	Bosminidae	<i>Bosmina</i>	5	16,67
			Daphnidae	<i>Daphnia</i>	1	3,33
	Maxillopoda	Calanoida	*****	*****	2	6,67
		Cyclopoida	*****	*****	1	3,33
		Harpacticoida	*****	*****	1	3,33
	Ostrácoda	*****	*****	*****	17	56,67
	TOTAL				30	100

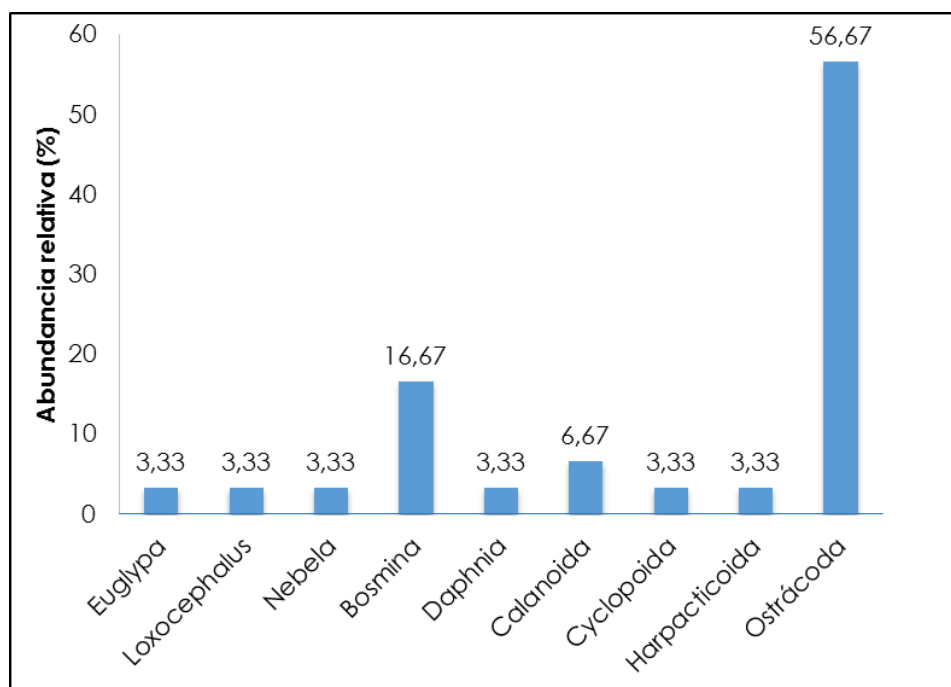
Fuente: GIZ (2016)

Los ostrácodos son microcrustáceos de hábitos acuáticos, que se encuentran ampliamente distribuidos en cualquier tipo de agua, pero a la vez, son sensibles a los cambios de salinidad por tener un rango de tolerancia estrecho. Su tipo de alimentación es considerado regularmente detritívoro pero también puede alimentarse de material vegetal o animal, vivo o muerto, de forma tal que puede actuar como especies herbívoras, otros como carroñeros e incluso, pero raramente, como depredadores, originándose estas variaciones dentro de una misma especie o individuo (Cárdenas *et al*, 2015).

Dentro de la clase Branchiopoda se determinaron los géneros *Bosmina* (16,67%) y *Daphnia* (3,33%). En particular, *Bosmina* tolera un amplio rango de turbidez y tiene una amplia plasticidad trófica, pues consume detritos, algas unicelulares, y bacterias entre 0,5-20 µm (Kerner, Ertl & Spitzzy, 2004). Así mismo, *Bosmina* alcanza a diferenciar la calidad de las partículas alimenticias, otorgándole una

ventaja cuando una alta turbidez mineral interfiere en sus procesos de alimentación (Acharya, Kyle & Elser, 2004) (Figura 3.17).

Figura 3.17. Abundancia del Zooplancton en el Humedal.



Fuente: GIZ (2016)

Los cladóceros de la familia Daphniidae han sido identificados como indicadores del estado trófico de ecosistemas lénticos o de bajo cauce, siendo el rango en el tamaño de estas especies, un indicador de la calidad del agua. Así mismo, las especies de la familia Dapniidae, han sido relacionadas con una mejor calidad del agua, ante el control que ejercen estos organismos en el fitoplancton por herbivoría. No obstante, la predominancia de pequeños cladóceros puede estar relacionada con aguas de mayor eutrofización (Santos-Wisniewski *et al.*, 2002; Iannacoe-Alvariño, 2007).

En la clase Maxillopoda se identificaron los órdenes Calanoida con 2 organismos (6,67%), Harpacticoida y Cyclopoida cada uno con 1 organismo respectivamente (3,33%). Estos organismos hacen parte del ensamble zooplancónico que se han podido adaptar a distintos ambientes aunque por lo general algunas especies, tienen un margen de menor tolerancia a variaciones de los factores ambientales. En las zonas tropicales existen los cuatro órdenes (Calanoida, Cyclopoida, Harpacticoida y Gelyelloida), con características ecológicas únicas de las cuales hay estudios recientes que muestran una gran importancia en las comunidades del plancton (Suárez, *et al.*, 1999).

Por otra parte, el género *Nebela* (3,33%), es una tecameba que se desarrolla en medios donde se produce diversos procesos de nitrificación; además, responde rápidamente a los cambios ambientales estresantes como pH, temperatura, en aguas con metales pesados, materia orgánica, etc. (Medioli & Scott, 1983).

- **Especies de Zooplancton registradas**

Clase: Maxillopoda

Orden: Cyclopoida

Descripción El cuerpo se divide en dos regiones: cuerpo anterior y cuerpo posterior. La primera está integrada por la cabeza o céfalo, formado por seis segmentos fusionados y el tórax también con seis segmentos, de los cuales por lo general el primero está unido al céfalo, constituyendo el cefalotórax. Las primeras antenas son cortas, con 10-16 artejos.



Clase: Maxillopoda

Orden: Calanoida

Distribución: Cosmopólita

Descripción: pueden distinguirse de otros copépodos planctónicos por tener las primeras antenas al menos a la mitad de la longitud del cuerpo y la segunda antenas birrámeas. Los especímenes más grandes llegan a 18 milímetros (0,71 pulgadas) de largo, pero la mayoría son de 0,5-2,0 mm (0,02-0,08 pulgadas) de largo.



Clase: Maxillopoda

Orden: Harpacticoida

Distribución: Algunos de ellos son planctónicas o viven en asociación con otros organismos. Harpacticoida representa el segundo grupo más grande de la meiofauna en medio del sedimento marino. En los mares árticos y antárticos, Harpacticoida son habitantes comunes del hielo marino.



Descripción: se distinguen de otros copépodos por la presencia de un par muy corto de antenas. El segundo par de antenas son birrámeas, y, entre las articulaciones en el cuerpo se encuentra entre los segmentos cuarto y quinto cuerpo.

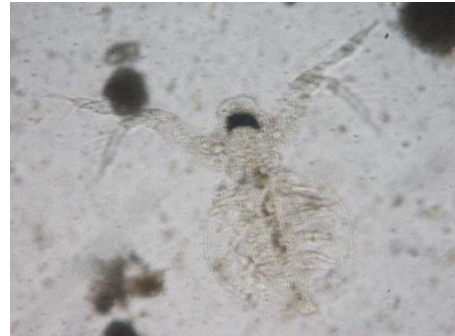
Clase: Branchiopoda

Orden: Cladocera

Género: *Daphnia*

Distribución: cosmopolita.

Descripción: la división del cuerpo en segmentos no se puede apreciar a simple vista. La cabeza se encuentra fusionada, y está generalmente posicionada hacia abajo, tocando el cuerpo, apreciándose la separación entre el cuerpo y la cabeza. En la mayoría de las especies el cuerpo está cubierto por un exoesqueleto, con una abertura ventral en los 5 o 6 pares de patas.



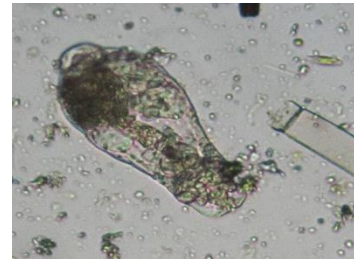
Clase: Tubulinea

Orden: Arcellinida

Género: *Nebela*

Distribución: cosmopolita.

Descripción: células incoloras, circulares u ovoides, generalmente más ancho que largo, con un cuello corto, y un pequeño poro lateral a cada lado; compuesto principalmente de placas de concha ovaladas o circulares, placas o perlas de concha de cemento más pequeños se ven a menudo entre las placas de concha de mayor tamaño; abertura ovalada y rodeado por un collar de cemento orgánico.



Clase: Imbricatea

Orden: Euglyphida

Género: *Euglypha*

Distribución: fango y otros musgos, también en los sedimentos.

Descripción: forma ovoide, más o menos comprimida, que varían en la sección transversal de circular a oval, ya que se estrecha desde la región media del cuerpo a la región aboral; concha compuesta de aproximadamente de ciento veinte placas, cada apertura de placa es ovoide, engrosada en el margen denticulado y lleva un diente grande que está bordeada por dos o tres dientes más pequeños; núcleo con un nucléolo central.



• MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Se colectaron 314 organismos distribuidos en cuatro phylum (Annelida, Arthropoda, Mollusca y Platyhelminthes), seis clases (Insecta, Oligochaeta, Amphipoda, Hirudinea, Bivalva y Turbellaria), siete órdenes y 10 familias (Tabla 3.4). El orden Diptera el mayor número de organismos con una abundancia relativa del 87.26% (Figura 3.18), siendo la familia familia Chironomidae la más abundante. Los dípteros por lo general, presentan la mayor abundancia de organismos ya que son los insectos más complejos, más abundantes y más ampliamente distribuidos en el mundo (Roldán & Ramírez, 2008). Su elevada abundancia se puede relacionar con su capacidad para sobrevivir en diferentes tipos de hábitats y tolerar ambientes enriquecidos de carga orgánica residual (Zuñiga *et al.*, 1993). Además se caracterizan también porque pueden ocupar hábitats muy variados que se relacionan con su régimen alimentario y mecanismo de respiración tales como ríos, arroyos, lagos, embalses, bromeliáceas y orificios de troncos viejos.

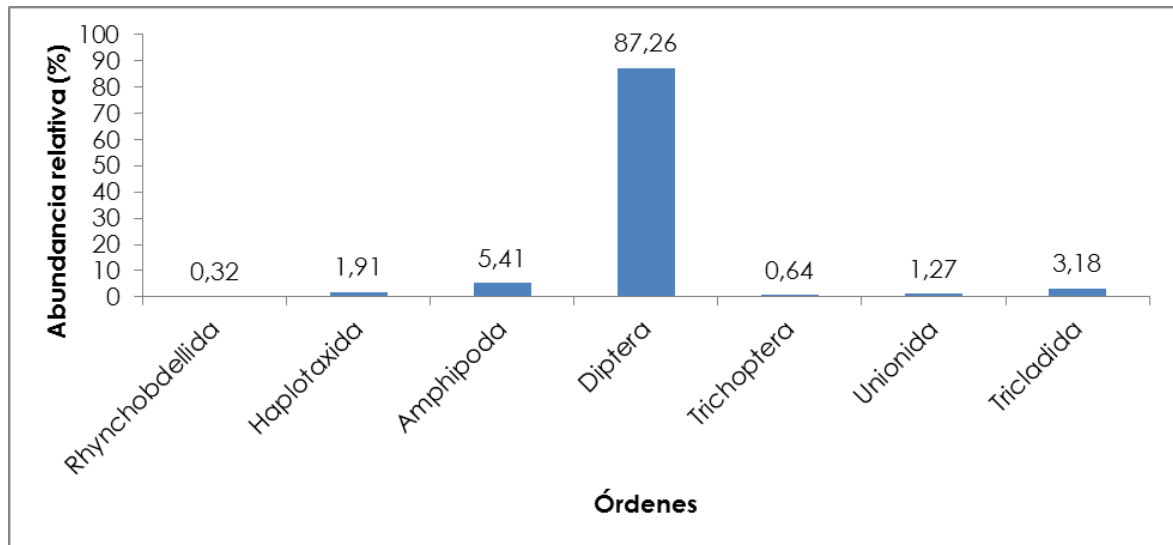
Así mismo el orden Tricladida presento una alta abundancia con el 3.18%. Las planarias posiblemente porque estos organismos se desarrollan mejor debajo de rocas, troncos, ramas y hojas, características encontradas en el humedal.

Tabla 3.4. Macroinvertebrados acuáticos registrados en el Humedal.

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	No. De organismos	AR (%)
Annelida	Hirudinea	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	1	0,32
	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	6	1,91
Arthropoda	Amphipoda	Amphipoda	Hyalellidae	17	5,41
	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	15	4,78
			Chironomidae	256	81,53
			Muscidae	1	0,32
			Tipulidae	2	0,64
		Trichoptera	Hydroptilidae	2	0,64
Mollusca	Bivalva	Unionida	Unionidae	4	1,27
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladida	Dugesidae	10	3,18
Total				314	100

Fuente: GIZ (2016)

Figura 3.18. Abundancia relativa de los órdenes de macroinvertebrados acuáticos encontrados en el Humedal.



Fuente: GIZ (2016)

El uso de macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua se basa en el hecho de que dichos organismos ocupan un hábitat a cuyas exigencias ambientales están adaptados. Cualquier cambio en las condiciones ambientales se reflejará, por tanto, en las estructuras de las comunidades que allí habitan. El análisis del BMWP/Col. en el humedal Turbera de Alfombrales muestra una calidad de agua dudosa, indicando que las aguas

están moderadamente contaminadas (Tabla 3.5), y por lo tanto puede considerarse como un sitio de interés para conservación. Sin embargo es importante aclarar que este índice esta basado en la presencia de ciertas familias, de las cuales muchas no se registraron no por presencia de contaminantes ya que el humedal se encuentra en una zona conservada sino que su presencia se encontró limitada por la elevada altura en donde se encuentra el humedal.

Tabla 3.5. Calidad de agua, según el método BMWP/Col.

HUMEDAL	ICA	CALIDAD
Turbera de Alfombrales	36	Dudosa

Fuente: GIZ (2016)

Los resultados, indican que las condiciones del humedal son adecuadas para el establecimiento de gran variedad de organismos que requieren niveles mínimos de contaminación así como aquellos que pueden sobrevivir en hábitats variados y con diferentes tipos de intervención.

- **Macroinvertebrados asociados al Humedal**

Orden: RHYNCHOBDELLIDA

Familia: GLOSSIPHONIIDAE

Hábitat: Aguas quietas o de poco movimiento, sobre troncos, plantas, rocas y residuos vegetales (Roldan, 1996).

Ecología: Indicadores de aguas eutroficadas.



Orden: HAPLOTAXIDA

Familia: NAIDIDAE

Hábitat: Poco abundantes en el bentos. Típicos de aguas subterráneas. (Cuezco 2009).

Ecología: Su alimentación consta generalmente de detritus orgánico, aunque algunos pueden comer algas o plancton (Roldan 1996).



Orden: AMPHIPODA

Familia: HYALELLIDAE

Hábitat: Agua dulce, habitan las aguas superficiales y subterráneas (Ríos et al, 2012).

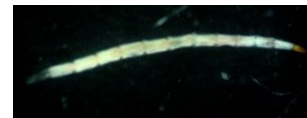
Ecología. Tienen diferentes roles tróficos: herbívoros, carnívoros, detritívoros y omnívoros (Ríos et al, 2012).



Orden: DIPTERA

Familia: CERATOPOGONIDAE

Hábitat: aguas lólicas, aguas lénticas, charcas y lagos con material vegetal en descomposición (Roldán 1996).



Orden: DIPTERA

Familia: CHIRONOMIDAE

Hábitat: Aguas lólicas y lénticas, en fango arena y con abundante materia orgánica en descomposición (Roldan, 1996).

Ecología. Las larvas pueden ser macrófagas (carnívoras), micrófagas (fitófagas) o detritívoras. Indicadores mesoeutróficos.



Orden: DIPTERA

Familia: TIPULIDAE

Hábitat: Lodo, fango y fragmentos orgánicos en las márgenes de arroyos, charcos, pantanos, los cojines de algas o briofitas, márgenes arenosos de arroyos poco profundos (Byers, 1981).



• PECES

En este humedal no se colectó ningún ejemplar, probablemente como resultado de las condiciones fisicoquímicas que presenta, ya que este humedal podría catalogarse como una turbera, lo cual dificultaría que se generen las condiciones apropiadas para la existencia de especies ícticas.

• ANFIBIOS Y REPTILES

No fueron encontrados registros de información secundaria (previos) para anfibios y reptiles para este humedal ni en áreas aledañas a este; sin embargo, como resultado del trabajo de campo desarrollado fueron registrados 54 individuos correspondientes a una sola especie de anfibio, *Pristimantis simoterus* (Tabla 3.6). Este bajo número de registros en abundancia y especies puede ser el producto de la época de muestreo (época seca, aunque se evidenciaron algunas lluvias durante este), que define la dinámica de cambio de los ambientes en la que la estación lluviosa juega un papel fundamental en la observación de la mayor parte de los taxones (Acosta-Galvis, 2007).

Pristimantis simoterus es común encontrarla en la vegetación de páramo, en el suelo, entre los pastos o los arbustos bajos. Durante el día es fácil encontrarla sobre la vegetación gramínea o debajo de troncos y rocas; también por encima de la línea de árboles o del pasto, pero este es un hábitat marginal para la especie. La pérdida de hábitat causada por el pastoreo de ganado de los pequeños agricultores y el cultivo de cosechas (algunos de ellos ilegales) es una amenaza a la misma fuera de las áreas protegidas. Sin embargo, esta especie es adaptable y gran parte de su área de distribución es a altitudes por encima del nivel de impacto humano significativo, por lo que no se ve amenazada en gran medida (UICN, 2016).

Tabla 3.6. Especies de anfibios colectadas en el humedal Turbera de Alfombrales, municipio de Murillo.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
Amphibia	Anura	<i>Craugastoridae</i>	<i>Pristimantis simoterus</i>
Total	1	1	1

Fuente: GIZ (2016)

La fauna anfibia de los Andes es dominada por el género *Pristimantis* que representa más del 20% de la diversidad de la herpetofauna andina y si solo se consideran las especies suramericanas del género cerca del 70% de las

especies son andinas. De las 176 especies del género conocidas para Colombia en 1997, casi el 50% son endémicas de los andes (Kattan et al 2004).

Para el caso de la Cordillera Central se reportan más de 120 especies de anfibios, distribuidas en los ecosistemas de bosque muy húmedo premontano (900 – 2.000 msnm), bosque muy húmedo montano bajo (1.900 – 2.900 m s.n.m.) y bosque húmedo montano (2.900 – 4.000 msnm), de las cuales más del 60% son endémicas. De hecho las dos regiones colombianas más ricas en anfibios son las cordilleras Occidental y Central (Cadavid et al., 2005; Acosta-Galvis, 2007).

El género dominante en la zona es *Pristimantis* y la única especie capturada *P. simoterus*, este género representa más del 50% de la diversidad de anfibios en los bosques andinos y se ha reportado el mayor número de especies en altitudes superiores de 2000 m s.n.m (Acosta-Galvis, 2007).

Una revisión de la distribución de las ranas en Colombia en elevaciones superiores a los 2.600 m.s.n.m sugiere que muchas de las especies localizadas en estas zonas corresponden a especialistas de altitud (Navas, 2006). Tal es el caso de este *P. simoterus*, considerada propia del páramo o que no se encuentran restringidas a esta zona de vida sino que pueden encontrarse en bosque Altoandino y páramo indistintamente (Lynch & Suárez-Mayorga, 2002).

Aunque las familias Bufonidae, Centrolenidae, Dendrobatidae, Hylidae, Leptodactylidae, Plethodontidae y Caeciliidae suben por los Andes y todas, a excepción de Caeciliidae y Centrolenidae, están representadas en la fauna paramuna, la representatividad de anfibios en el páramo es muy reducida salvo por los géneros *Atelopus* y *Pristimantis* (Lynch & Suárez-Mayorga, 2002).

De acuerdo con Toft & Duellman (1979), el uso del hábitat en los anuros está relacionado con su modo reproductivo y por lo tanto puede ser útil para establecer la organización de la comunidad de anuros. Ya que los modos reproductivos están relacionados con las características de la estructura de microhábitat, la cual difiere entre unidades de cobertura, la comunidad de anuros presenta diferentes organizaciones entre ecosistemas. Para el caso de este humedal, se puede mencionar que las condiciones del mismo pueden ser una barrera para estos organismos, ya que se evidenciaron fuertes procesos de potrerización y pérdida de hábitat con fines agrícolas y pecuarios, de manera especial el cultivo de papa, el cual se hace de manera extensiva e intensiva. En esta localidad de estudio se logró evidenciar que factores como la destrucción del hábitat natural y la contaminación de los suelos y aguas, asociados principalmente a la actividad agrícola y ganadera es muy fuerte.

Por ejemplo, en zonas más altas, por encima de 3000 m s.n.m, especies como *Atelopus simulatus* tiene huevos no pigmentados, que son depositadas por debajo de las piedras dentro de quebradas, tanto en páramo como en bosque; en tanto que *Pristimantis* coloca sus posturas en sitios protegidos del sol y muy húmedos (como sobre el suelo bajo vegetación arbustiva o en epífitas arrosietadas) y además tiene desarrollo directo, que es el modo reproductivo más higrodependiente.

El modo de reproducción de las especies también puede estar relacionado con un incremento en su susceptibilidad poblacional a los cambios en el paisaje ya mencionados, para el caso de las especies no reportadas en esta localidad, pertenecientes a las familias Bufonidae, Centrolenidae e Hylidae, que depositan sus huevos directamente en el cuerpo de agua o en la vegetación adyacente a estos (Lynch y Suárez-Mayorga 2002). Se ha mostrado que huevos y renacuajos son afectados de forma negativa por contaminantes en el agua, o corren el riesgo de sufrir daños térmicos y pérdidas evaporativas de agua cuando no existe una buena cobertura vegetal (Lips et al., 2001). Por otra parte, las ranas de desarrollo directo (Craugastoridae) presentan mayor independencia de cuerpos de agua en la reproducción (Lynch y Suárez-Mayorga 2002) y un ambiente con elevada humedad. Sin embargo, la deforestación, al generar incremento de temperatura o mayor incidencia de viento es la principal amenaza para sus poblaciones (Marsh y Pearman 1997).

En el caso de los reptiles, el estado de conservación y datos básicos de su historia natural son desconocidos, lo cual hace difícil determinar el efecto de las alteraciones del hábitat sobre estos (Gibbons et al. 2000). Sin embargo, la alteración y pérdida del hábitat está asociada con el declive de poblaciones (Gibbons et al. 2000). Así mismo el cambio climático global puede tener influencia en características del microhábitat como la cantidad de hojarasca, la cual es quien brinda refugio a lagartos a nivel del suelo (Wake 2007). Por otra parte, las serpientes son el grupo herpetológico menos estudiado en nuestro país y sobre el cual se hace más difícil establecer medidas de conservación (Rueda-Almonacid 1999).

Para la zona no se reportan especies de reptiles, lo que puede explicarse por tratarse de tierras de zona alta, que en muchos casos presentan limitantes de tipo climático para la termorregulación.

En general la población mostró desconocimiento casi total de la herpetofauna de la zona, probablemente porque en muchos sectores esta fauna no es utilizada por la comunidad. La poca información que se pudo recaudar respecto a la presencia de herpetofauna corresponde al grupo de los anfibios,

hacia los cuales la gente mostró rechazo en general, al tener una consideración de repudio y/o asco.

ESPECIES AMENAZADAS

La única especie reportada *Pristimantis simoterus*, se encuentran en categoría de casi amenazada (NT) (UICN, 2016) (Tabla 3.7) y no se encuentra en ningún apéndice de la CITES. Casi amenazada porque aunque la especie no parece estar en declive, se presenta en menos de 5000 Km², algo cercano a la clasificación de vulnerable.

Tabla 3.8. Especies de anfibios registrados en el Humedal Turbera de Alfombrales, municipio de Murillo. Categoría UICN: categoría de amenaza casi amenazada (NT); Categoría CITES: No aplica.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	CATEGORÍA UICN - CITES
Anura	Craugastoridae	<i>Pristimantis simoterus</i>	NT – No aplica

Fuente: GIZ (2016)

- **Especies de Herpetos asociadas al humedal**

Orden: Anura

Familia: Craugastoridae

Género: *Pristimantis*

Especie: *Pristimantis simoterus*

Nombre común: Rana ladrón de Albania.

Descripción: su tamaño varía de 2 a 3.5 cm. Presenta un patrón de coloración uniforme, desde el gris hasta el negro en todo el cuerpo. Los discos y cojinetes manuales y pediales están bien desarrollados, los machos poseen bolsa gular y hendiduras bucales, piel de los flancos laterales granular que algunas veces se extiende por todo el dorso. Pequeñas crestas supratimpánicas.

Hábitat: asociada a la zona de vida paramuna, tanto en microhábitat terrestres como arborícolas, y puede llegar a los límites superiores de la vegetación sobre áreas periglaciales. Poseen modo reproductivo 17, consistente de huevos terrestres con desarrollo directo.

Categoría: casi amenazada (NT) (UICN; 2016). No aplica para CITES.

Distribución nacional: páramos de la región Central de la cordillera Central, departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima sobre los 2672-4350 metros sobre el nivel del mar.

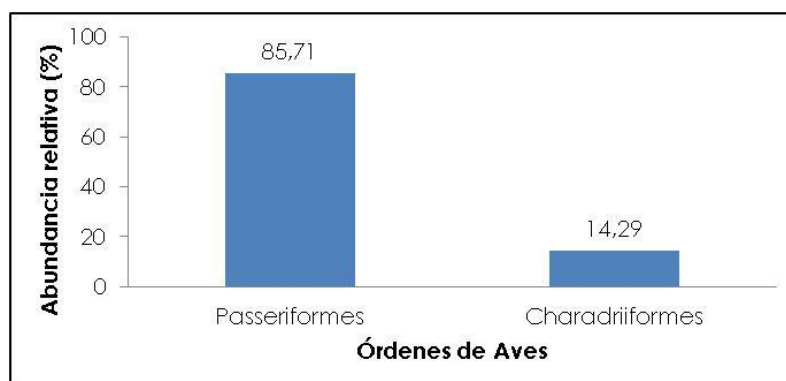


• AVES

Con un esfuerzo total de 37,5 horas red y 60 minutos de observación, se registraron un total de siete especies, distribuidas, cinco familias y dos órdenes (Tabla 3.9).

Pese a que el orden Charadriiformes constituye uno de los grupos más grandes y diversos de aves eminentemente acuáticas (Sibley y Monroe, 1990), el orden Passeriformes fue el más abundante (seis especies y 24 individuos) (Figura 3.19), debido principalmente a que este constituye el más representativo en especies dentro de la clase aves comprendiendo el 60% de la avifauna mundial viviente (Manchado y Peña, 2000); además según Tabilo-Valvidieso (2006) en zonas tropicales este orden es uno de los más ricos debido a su gran radiación adaptativa.

Figura 3.19. Abundancia relativa de los órdenes de aves presentes en el humedal Turbera de Alfombrales, municipio de Murillo (Tolima).



Fuente: GIZ (2016)

De acuerdo al número de especies la familia Thraupidae y Emberizidae fueron las más diversas (ambas representadas por dos especies) (Figura 3.20), mientras Turdidae fue la familia que mostró mayor abundancia de individuos (12 individuos) (Figura 3.21). Las especies registradas en estas familias se caracterizan por tener bajos requerimientos de hábitat en términos de cobertura vegetal y presencia humana, además se alimentan principalmente de insectos, semillas y frutas abundantes en zonas intervenidas y/o con cultivos de frutales (Corporación Autónoma Regional de Risaralda y Wildlife Conservation Society, 2012).

En contraste con los resultados obtenidos en este estudio, Lozano (2006) reporta que las familias con mayor número de especies en la Reserva Natural Semillas de Agua localizada en la cuenca alta del río Anaime (Cajamarca, Tolima) a 3200-3750 m de altura, fueron Trochilidae, Thraupidae, Furnariidae, Fringillidae y

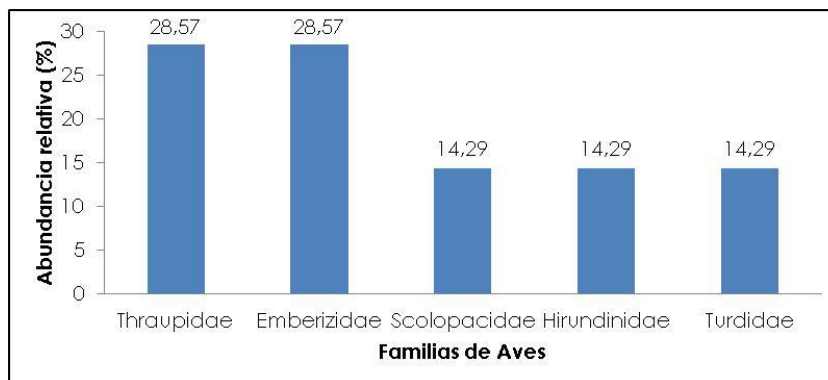
Tyrannidae, sin embargo debido a cambios en la taxonomía de las especies, las abundancias en estas familias podrían variar y asemejarse a nuestros reportes. Por su parte, Molina-Martínez (2002) indica que en la Reserva Natural Los Yalcones (San Agustín-Huila) localizada a 1900-3900 m de altura, las familias más abundantes corresponden a Thraupidae, Trochilidae y Tyrannidae, las cuales son típicas de bosque con una alta diversidad de estratos vegetales (Naranjo, 1992).

Tabla 3.9. Especies colectadas en el humedal Turbera de Alfombrales, municipio de Murillo (Tolima). CE: Categoría ecológica.

Orden	Familia	Especie	Abundancia	CE
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago nobilis</i>	2	III
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	3	III
	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	12	III
	Thraupidae	<i>Diglossa cyanea</i>	4	Ib
		<i>Catamenia inornata</i>	1	III
	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	3	III
		<i>Atlapetes pallidinucha</i>	1	II
2	5	7	26	3

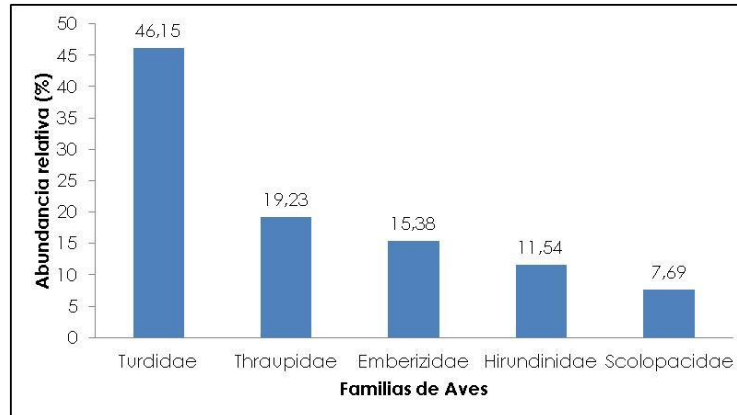
Fuente: GIZ (2016)

Figura 3.20. Abundancia relativa de las especie por familia de aves presentes en el humedal Turbera de Alfombrales, municipio de Murillo (Tolima).



Fuente: GIZ (2016)

Figura 3.21 Abundancia relativa de los individuos por familia de aves presentes en el humedal Turbera de Alfombrales, municipio de Murillo (Tolima).



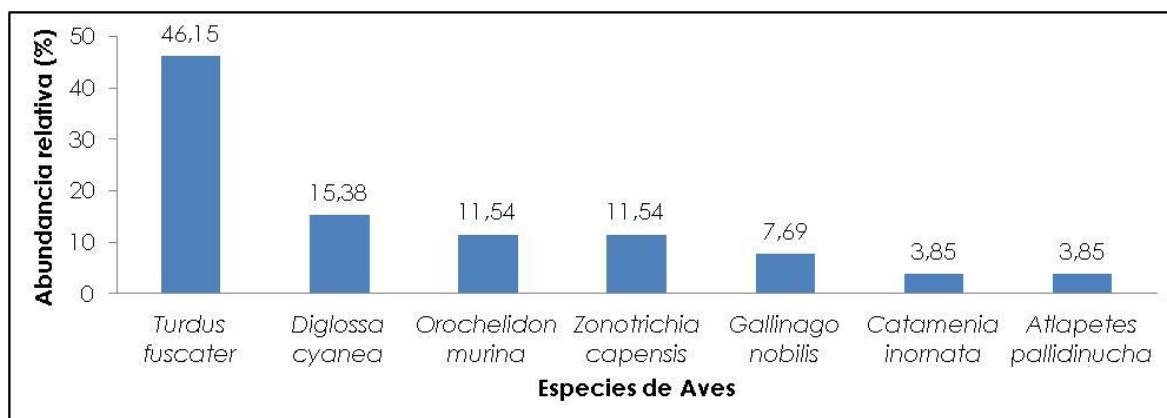
Fuente: GIZ (2016)

De las especies registradas, *Turdus fuscater* (12 individuos) y *Diglossa cyanea* (cuatro) fueron las más abundantes (Figura 3.22); estas especies se caracterizan por presentar una amplia distribución altitudinal siendo más comunes en climas fríos (alturas superiores a 2000-2200 m respectivamente) (Hilty y Brown, 2001), figurando entre las especies más representativas del ecosistema paramuno.

Cabe señalar que el bajo número de especies registradas no necesariamente responde al efecto de perturbaciones humanas, ya que los humedales altoandinos se caracterizan por presentar menor número de especies de aves respecto a otros pisos altitudinales (Gil *et al.*, 2010 citado por CARDER y WCS, 2012), esto debido a sus condiciones extremas de temperatura y exposición solar, entre otras características. Además, gracias a estas particularidades estos hábitats poseen una fauna compuesta por especies difícilmente observables en otros ecosistemas como es el caso de *Gallinago nobilis*, *Catamenia inornata* y *Atlapetes pallidinucha*.

Pese a que el número de especies de aves para la región Andina en Colombia es aproximadamente de 772, de las cuales 532 se distribuyen por encima de los 2000 m (Salaman, Cuadros, Jaramillo y Weber, 2001), algunos autores señalan que hábitats como las turberas se caracteriza por ser “pobres” en especies y en número de individuos (Guzmán, Atalah y Venegas, 1981; Schlatter, 2004). Sumado a esto, debido a la evidente intervención humana en el humedal (ganadería), no se descarta la existencia de un efecto negativo sobre el hábitat reduciendo su capacidad para albergar fauna nativa.

Figura 3.22 Abundancia relativa de especies de aves en el humedal Turbera de Alfombrales, municipio de Murillo (Tolima).



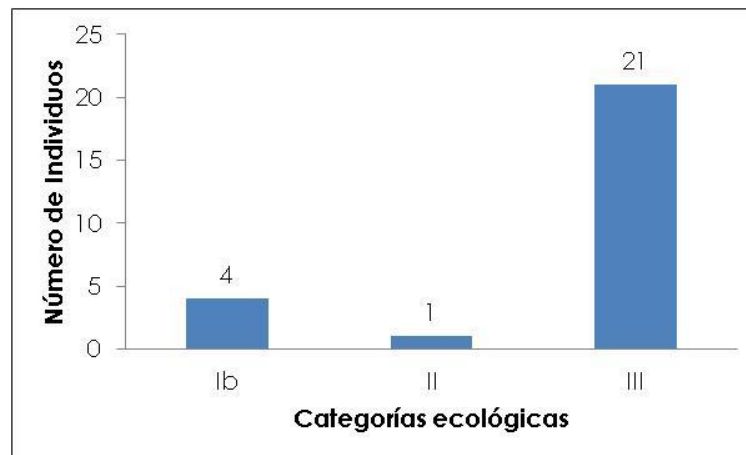
Fuente: GIZ (2016)

Todas las especies listadas (Tabla 3.9) figuran entre las registradas por Lozano (2006) en la Reserva Natural Semillas de Agua.

Categorías ecológicas. La categoría ecológica que más individuos y especies registró fue la III (Figura 3.23) (Figura 3.24), la cual hace referencia a “especies de áreas abiertas, encontradas principalmente en áreas con poco o ninguna cobertura arbórea (...)” (Stiles y Bohórquez, 2000); en base a esto (y teniendo en cuenta los datos correspondiente a la categoría II, también catalogada como de amplia tolerancia) 85% de los individuos y 86% de las especies registradas están adaptadas a hábitats intervenidos.

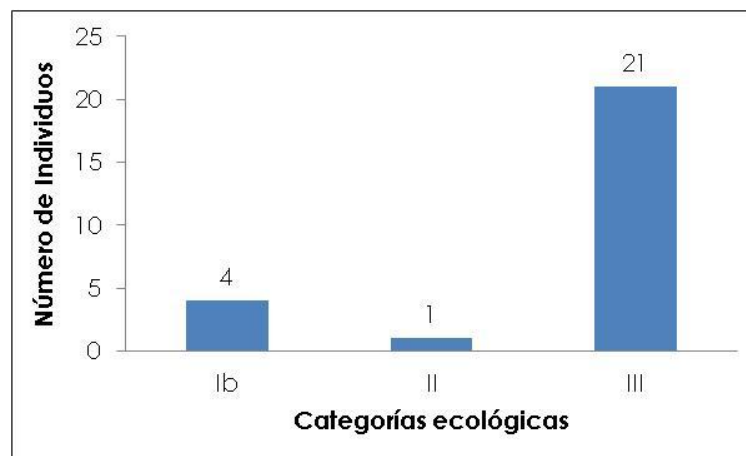
Cabe mencionar que el reducido número de especies restringidas al bosque (categoría ecológica Ib) se convierte en un punto clave para el establecimiento de planes de conservación para dichas especies con el fin de salvaguardar sus poblaciones en el futuro (Losada-Prado y Molina-Martínez, 2011).

Figura 3.23. Número de individuos presentes en el humedal Turbera de Alfombrales, municipio de Murillo (Tolima) según su categoría ecológica.



Fuente: GIZ (2016)

Figura 3.24. Número de especies de aves presentes en el humedal Turbera de Alfombrales, municipio de Murillo (Tolima) según su categoría ecológica.



Fuente: GIZ (2016)

Especies de interés.

Especies en categoría de amenaza. Algunas especies de aves pueden ser más vulnerables a las perturbaciones humanas que otras (Stotz *et al.*, 1996), debido principalmente a sus requerimientos de hábitat y alimento. En este estudio 86% de las especies registradas están catalogadas como de baja sensibilidad de acuerdo a las categorías establecidas por Stotz *et al.*, (1996), es decir que pueden soportar mayores cambios en su entorno.

De las especies registradas, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2016), todas las especies Passeriformes registradas se encuentran en la categoría de preocupación menor, mientras la especie *G. nobilis* (Charadriiforme) se encuentra casi amenazada (Renjifo *et al.*, 2002; Renjifo *et al.*, 2014) debido principalmente a la caza, y, la pérdida y degradación del hábitat Ridgely y Greenfield, 2001; Cisneros-Heredia, 2006) (Tabla 3.10).

Tabla 3.10 Especies de aves registradas en el humedal Turbera de Alfombrales, municipio de Murillo (Tolima) que figuran en alguna categoría de amenaza según la IUCN.

Orden	Familia	Especie	Categoría IUCN
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago nobilis</i>	NT (Casi amenazada)
1	1	1	1

Fuente: GIZ (2016)

Especies en apéndices CITES. Al revisar los apéndices del CITES y la lista de especies pertenecientes a cada uno de ellos (UNEP-WCMC, 2015), encontramos que ninguna de las especies reportadas en este estudio se hallan clasificadas dentro de alguno de ellos.

Especies migratorias. Con base en la lista de aves migratorias elaborada por Naranjo y Espinel (2009), no se registraron este tipo de especies (migratorias boreales o australes) en el humedal en cuestión.

Especies endémicas. No se registraron especies endémicas, sin embargo *G. nobilis* y *A. pallidinucha* figuran entre las especies casi endémicas del país (Chaparro-Herrera, Echeverry-Galvis, Córdoba-Córdoba y Sua-Becerra, 2013).

- **Especies de Aves asociadas al humedal**

Orden: Charadriiformes

Familia: Scolopacidae

Género: *Gallinago*

Especie: *Gallinago nobilis*

Nombre común: Caica paramuna

Descripción: De 30-33 cm de longitud. Ambos sexos similares. Pico bastante largo y delgado (8,1-9,6 cm). Principalmente café oscuro por encima con el manto estriado y barrado de ante. Estría superciliar inconspicua y listas en la coronilla blanquecinas. Ventralmente blanquecino con el centro blanco uniforme, parte anterior del cuello y el pecho ante densamente estriado y moteado de negro. Cola rufo naranja, con cobertoras infracaudales oscuras. Alas grandes y redondeadas (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Zonas de páramo en donde utiliza pastizales, ciénagas, sabanas cenagosas, áreas abiertas y encharcadas (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Casi amenazada (NT) (UICN, 2016).

Distribución nacional: Desde 2500 m hasta 3900 m en las tres cordilleras. Ha sido registrada a 2000 m cerca del Tambo, Cauca (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Hirundinidae

Género: *Orochelidon*

Especie: *Orochelidon murina*

Nombre común: Golondrina ahumada

Descripción: 14 cm de longitud. Macho: Coronilla y partes altas de color negruzcas con azul lustroso; alas y cola café oscuro. Cola moderadamente



ahorquillada y partes inferiores café grisáceas. Hembra: Más opaca (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Áreas abiertas de tierras altas hasta el límite de la vegetación arbórea generalmente cerca de cuerpos de agua. También en pastizales, cultivos y cerca a viviendas humanas (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2016).

Distribución nacional: Entre 2100 m y 3500 m en la Sierra Nevada de Santa Marta, Serranía del Perijá, en el S de la Cordillera Central hasta Cundinamarca y en el extremo N de la Cordillera Occidental (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Turdidae

Género: *Turdus*

Especie: *Turdus fuscater*

Nombre común: Mirla común

Descripción: Aproximadamente 18 cm de longitud. Pico y patas color naranja; ojos blancos. Encima gris pizarra oscuro, cabeza negruzca con estrecho anillo ocular naranja. Debajo oliva grisáceo con garganta más pálida. Centro del pecho y abdomen amarillo pálido (desvanecido o blanquecino). Coronilla, lados de la cabeza y barbilla negruzcos. Garganta, pecho y lados gris oscuro (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Principalmente en bordes de bosque montano y bosque secundario. Se le ve frecuentemente en claros, áreas agrícolas, potreros, rastrojos, parques urbanos y jardines de clima frío. Alcanza el límite de vegetación arbórea en ambas estribaciones andinas y en los valles



interandinos. (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2016).

Distribución nacional: Entre los 600 m y 3500 m (principalmente encima de 2000 m). En el extremo N de la Cordillera Occidental, en la Sierra Nevada de Santa Marta, la Serranía de Perijá y ambas vertientes de la Cordillera Oriental hasta los departamentos de Santander y Boyacá, y mayor parte del valle del Magdalena hasta S del Huila. (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Thraupidae

Género: *Diglossa*

Especie: *Diglossa cyanea*

Nombre común: Picaflor de antifaz

Descripción: Fácil de diferenciar por el color rojo de los ojos. Pico mediano, largo y recurvado con un gancho al final. Cuerpo color azul intenso; frente, cabeza hasta atrás del ojo y alta garganta negras, formando una máscara. Hembra: Más opaca (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Bosques y matorrales húmedos. Única *Diglossa* de bosque en zona templada alta (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2016).

Distribución nacional: En las 3 cordilleras, entre 1800 m y 3600 m, pero principalmente a 2200-3000 m (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Passeriformes

Familia: Thraupidae

Género: *Catamenia*

Especie: *Catamenia inornata*

Nombre común: Semillero andino

Descripción: 13.5-14.5 cm de longitud. Macho: Pico rosa salmón (pardusco en periodo no reproductivo), iris oscuro y patas rosáceas. Cabeza gris con coronilla levemente más oscura, nuca gris, manto y espalda gris más oscuros con estrías negruzcas. Coberteras alares color café negruzco, rabadilla gris y cola café negruzca con márgenes negros. Debajo gris más pálido en la garganta, más oscuro en el pecho y los flancos; vientre gris ante y coberteras infracaudales castañas. Hembra: Café por encima con estrías café negruzcas en la coronilla y la espalda, menos densas detrás de la nuca y la rabadilla. Debajo color ante con la garganta, el pecho, flancos y la región infracaudal densamente estriados (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Zonas de páramo, pastizales abiertos, pastizales con árboles y arbustos dispersos y laderas con buena cobertura arbustiva. Habita principalmente en zonas secas (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2016).

Distribución nacional: Desde 2200 m hasta 3800 m en la Cordillera Oriental desde Norte de Santander hasta Cundinamarca y en la Cordillera Central desde Caldas hasta Nariño (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Passeriformes

Familia: Emberizidae

Género: *Zonotrichia*

Especie: *Zonotrichia capensis*

Nombre común: Copetón común

Descripción: Entre 11.8-13.4 cm de longitud. Ligeramente crestado. Pico cónico de tamaño medio. Cabeza gris, incluyendo una línea media del mismo color, dos listas negras en la coronilla, una lista postocular y otra malar de color negro. Nuca y lados del cuello rufos, formando un collar que se extiende hacia los lados del pecho, rodeado en la parte de arriba por un parche negro. Partes altas cafés con manto estriado negruzco. Plumas de la cola cafés con bordes rufos, y cobertoras alares con bordes rufos. Garganta blanca y pecho blanco grisáceo volviéndose más blanco en la parte baja. Ambos sexos similares (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Áreas abiertas desde el nivel del mar hasta altas elevaciones. Con frecuencia en bordes de carreteras, en parques y viviendas; áreas agrícolas y terrenos abiertos con árboles dispersos (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2016).

Distribución nacional: Entre 1000 m y 3700 m en los Andes. También en la Serranía de Macuira en la Guajira, en la Sierra Nevada de Santa Marta, Serranía de Perijá, Serranía de la Macarena, al E de Guainía hasta el departamento del Vaupés (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Passeriformes

Familia: Emberizidae

Género: *Atlapetes*

Especie: *Atlapetes pallidinucha*

Nombre común: Atlapetes cabeciblanco

Descripción: 18 cm de longitud. Cabeza relativamente grande y pico grueso, corto y punteado. Estría central en la cabeza color café pálido que se extiende desde la frente hasta la parte media de la coronilla, volviéndose blanca en la parte trasera de la coronilla y la nuca. Parte trasera de la cabeza negra y partes superiores color gris pizarra oscuro con las alas y la cola negruzcas. Garganta amarilla brillante, al igual que el pecho y el vientre con lados, flancos y coberteras infracaudales de color oliva a gris. Iris castaño oscuro, pico negro y patas rosáceas (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Sotobosques y bordes de bosques húmedos. Utiliza monte secundario achaparrado pero es más común en el límite de la vegetación arbórea cerca al páramo (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (LC) (UICN, 2016).

Distribución nacional: Entre 2400 m y 3600 m en el departamento de Norte de Santander hacia S hasta Cundinamarca. También en la Cordillera Central desde SE de Antioquia hasta Nariño. (Hilty y Brown, 2001).



• MAMÍFEROS

No se presentaron registros de pequeños mamíferos voladores. Circunstancia que posiblemente se vio influenciada por la temperatura de la zona de muestreo, ya que se encontraba a 6°C y con presencia de lluvia.

A través de la metodología de indicios se observó las especies *Cuniculus taczanowskii* y *Sciurus granatensi* y mediante la aplicación de encuestas con la ayuda de fichas visuales los pobladores del área de estudio identificaron las especies *Didelphis marsupialis*, *Mustela frenata*, *Cerdocyon thous* y *Puma yagouaroundi*.

Orden Didelphimorphia: *Didelphis marsupialis* Linnaeus, 1758, se caracterizan por ser nocturnos, solidarios y semiarborícolas. Por lo regular son nómadas: se ha observado que no pueden permanecer en una zona por más de dos o tres meses. Sus madrigueras las hacen en huecos de troncos, dormideros abandonados de otros mamíferos, grietas de rocas y techos de casas. En la noche pueden llegar a caminar hasta un kilómetro, y es fácil detectarlos, ya que sus ojos presentan un color rojo cuando son alumbrados (Antonio y Teixeira, 2001).

Orden Rodentia: *Sciurus granatensis* (Humboldt 1811) En Colombia se distribuye en la región Amazónica, Andina, Caribe y Pacífica (Solari *et al.*, 2013), en bosques primarios o intervenidos, secos o húmedos, en ocasiones se encuentran en sectores urbanos o semiurbanos (Méndez, 1993).

Sciurus granatensis presenta hábitos diurnos y nocturnos muy activos, se han observado a tempranas horas de la mañana cuando despliegan mayor actividad; son muy ágiles y desplazan rápido en los árboles moviendo verticalmente la cola para impulsarse (Nowak, 1999). Ocasionalmente descienden al suelo en busca de alimento o para alcanzar otro árbol que no pueden por las ramas (Linares, 1998), tiene de dos a tres camadas por año con dos crías aproximadamente (Nitikman 1985).

Cuniculus taczanowskii (Stolzmann, 1865), más conocida como la guagua de tierra fría, es de apariencia grande y cuerpo robusto. Es poco común, cabe señalar que el ámbito altitudinal de la especie corresponde a bosques de montaña, uno de los hábitats más amenazados de la tierra (Brown y Grau, 1993). Aunque poco conocida biológicamente, esta región de los Andes tropicales está además reconocida como una de las de mayor biodiversidad en el mundo (Dinerstein *et al.*, 1995).

Orden Carnívora: *Mustela frenata* Lichtenstein, 1831, es un carnívoro de la familia Mustelidae, con una amplia distribución que va desde el norte de Canadá hasta el norte de Sudamérica (Hunter, 2011), habita desde ambientes alpinos y árticos hasta bosques tropicales (Svendsen, 2003). Se ha identificado como una especie que a pesar de que puede encontrarse en el interior del bosque, presenta mayores abundancias en áreas perturbadas y fragmentadas (Estrada *et al.*, 2002).

Cerdocyon thous (Linnaeus, 1766), presenta una distribución amplia desde los 0 hasta aproximadamente los 3,400 m (Solari *et al.*, 2013). En ecología animal se conoce como ámbito hogareño o área de campeo, al espacio que utiliza un animal al realizar sus actividades diarias de alimentación, reproducción, desplazamiento, cuidado de las crías y descanso (Burt, 1943).

Puma yagouaroundi (É. Geoffroy Sant-Hilaire, 1803), presenta una amplia distribución latitudinal y altitudinal 0-3200 (Solari *et al.*, 2013). Su principal amenaza es la destrucción de su hábitat, su estado de conservación, cuenta con regulación específica dictada por sus países de origen; por su parte, desde el punto de vista internacional, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) lo cataloga como “especie menos preocupante” (LC), y se regula en el Apéndice I y II (según población) de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

- Especies de Mamíferos asociadas al humedal**

Nombre científico: *Didelphis marsupialis* Linnaeus, 1758

Categoría: No especificada

Amenaza UICN: LC

Nombre común: Chucha mantequera.

Descripción: Habitan en bosques primarios, secundarios, plantaciones de café y áreas urbanas. Presenta una dieta amplia en la que incluye frutos, néctar, artrópodos y pequeños vertebrados.



Nombre científico: *Sciurus granatensis* (Humboldt 1811)

Categoría: No especificada

Amenaza UICN: LC

Nombre común: Ardilla

Descripción: El dorso es naranja, café oliváceo o negro oliváceo. El vientre es de color blanco, rojo o naranja. Las orejas son grandes. son muy ágiles y desplazan rápido en los árboles moviendo verticalmente la cola para impulsarse



Nombre científico: *Cuniculus taczanowskii* (Stolzmann, 1865)

Categoría: No especificada

Amenaza UICN: LC

Nombre común: Guagua

Descripción: Esta especie se encuentra en los bosques de montaña de los Andes. Su dieta es desconocida (Lord, 1999). Poco se sabe sobre el comportamiento de esta especie.

Nombre científico: *Mustela frenata*
Lichtenstein, 1831

Categoría: No especificada

Amenaza UICN: LC

Nombre común: Comadreja

Descripción: La comadreja presenta una amplia distribución y es bastante común (Wilson y Ruff 1999). Se estima que presenta una densidad variada según la disponibilidad de presas (King 1989), y se calcula que es de 1/2,6 ha a 1/260 ha (Nowak, 2005).

Nombre científico: *Cerdocyon thous*
(Linnaeus, 1766)

Categoría: No especificada

Amenaza UICN: LC

Nombre común: puma Jaguarundi

Descripción: El puma Jaguarundi presenta una tamaño de población desconocida, aunque se percibe que es amplia, por lo que se hace necesario un monitoreo a futuro.



Nombre científico: *Puma yagouaroundi* (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1803)

Categoría: No especificada

Amenaza UICN: LC

Nombre común: Perro-Zorro

Descripción: Habitan en bosques primarios, secundarios, plantaciones de café y áreas urbanas. Presenta una dieta amplia en la que incluye frutos, néctar, artrópodos y pequeños vertebrados.





CAPITULO 4:

COMPONENTE CALIDAD DE AGUA

4. COMPONENTE CALIDAD DE AGUA

4.1 MARCO CONCEPTUAL

La caracterización limnológica de un ecosistema acuático está orientada a la determinación de las características fisicoquímicas de las comunidades asociadas a ellas, debido a que las condiciones físicas y químicas del agua regulan la distribución y abundancia de los organismos que habitan allí (Roldán, 1996). En los últimos años estos estudios se han desarrollado con un enfoque integrador que permita evaluar las interacciones que estos parámetros mantienen con los ecosistemas y entender el funcionamiento global de los ríos como sistemas ecológicos (Segnini & Chacón, 2005).

Por esta razón se determinó que los estudios limnológicos en estos ecosistemas deben ser realizados con una perspectiva a escala de cuenca, lo que permitirá relacionar las características biológicas de los ríos con los principales factores de perturbación antrópicos, adicionalmente deben estar orientados hacia la comprensión de la biodiversidad y determinar la utilidad de los modelos existentes en las zonas templadas para describir la estructura y función de los ríos tropicales (Segnini & Chacón, 2005). Desde cualquier punto de vista físico y químico, en cualquier estudio sobre caracterización de aguas, es necesario contar con un programa de muestreo cuidadosamente diseñado y supervisado en los diferentes cuerpos de agua seleccionados para su estudio. Este diseño estará en función de los objetivos del estudio o tipo de caracterización, es decir que se debe programar el muestreo de acuerdo a las variables de carácter físico y químico a medir (Ruíz, 2002).

Los criterios de calidad de agua y las medidas de integridad biológica forman parte de la determinación de la integridad ecológica del sistema acuático. La calidad del agua se puede determinar mediante el análisis fisicoquímico, junto con los bacteriológicos y biológicos. Dentro de los primeros se incluyen la temperatura ambiental y del agua, el oxígeno disuelto, el pH, el nitrógeno, el fósforo, la alcalinidad, la dureza, los iones totales disueltos y los contaminantes industriales y domésticos que pueda tener, conductividad eléctrica, caudal, nitritos, nitratos, DBO, DQO, entre otros (Ruíz, 2002).

Factores Fisicoquímicos Y Bacteriológicos De Los Ecosistemas Acuáticos.

Temperatura: La radiación solar determina la calidad y cantidad de luz y además afecta la temperatura del agua (Roldán, 2003). Las propiedades lumínicas y calóricas de un cuerpo de agua están influidas por el clima y la topografía tanto como por las características del propio cuerpo de agua: su

composición química, suspensión de sedimentos y su productividad de algas. La temperatura del agua regula en forma directa la concentración de oxígeno, la tasa metabólica de los organismos acuáticos y los procesos vitales asociados como el crecimiento, la maduración y la reproducción.

Oxígeno disuelto: El oxígeno disuelto es uno de los indicadores más importantes de la calidad del agua. Sólo tiene valor si se mide con la temperatura, para poder así establecer el porcentaje de saturación. Las fuentes de oxígeno son la precipitación pluvial, la difusión del aire en el agua, la fotosíntesis, los afluentes y la agitación moderada. La solubilidad del oxígeno en el agua depende de la temperatura, la presión atmosférica, la salinidad, la contaminación, la altitud, las condiciones meteorológicas y la presión hidrostática. (Roldán & Ramírez, 2008). En un cuerpo de agua se produce y a la vez se consume oxígeno. La producción de oxígeno está relacionada con la fotosíntesis, mientras el consumo dependerá de la respiración, descomposición de sustancias orgánicas y otras reacciones químicas.

Porcentaje de Saturación de Oxígeno (% O₂): Es el porcentaje máximo de oxígeno que puede disolverse en el agua a una presión y temperatura determinadas (Roldán & Ramírez, 2008). Por ejemplo, se dice que el agua está saturada en un 100% si contiene la cantidad máxima de oxígeno a esa temperatura. Una muestra de agua que está saturada en un 50% solamente tiene la mitad de la cantidad de oxígeno que potencialmente podría tener a esa temperatura. A veces, el agua se supersatura con oxígeno debido a que el agua se mueve rápidamente. Esto generalmente dura un período corto de tiempo, pero puede ser dañino para los peces y otros organismos acuáticos. Los valores del porcentaje de saturación del oxígeno disuelto de 80 a 120% se consideran excelentes y los valores menores al 60% o superiores a 125% se consideran malos (Perdomo & Gómez, 2000).

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅): Es una medida de la concentración de oxígeno usada por los microorganismos para degradar y estabilizar la materia orgánica biodegradable o materia carbonácea en condiciones aeróbicas en 5 días a 20°C. En general, el principal factor de consumo de oxígeno libre es la oxidación de la materia orgánica por respiración a causa de microorganismos descomponedores (bacterias heterotróficas aeróbicas) (Roldán & Ramírez, 2008).

Demanda Química de Oxígeno (DQO): Es el parámetro analítico de contaminación que mide el contenido de materia orgánica en una muestra de agua mediante oxidación química. Permite determinar las condiciones de biodegradabilidad, así como la eficacia de las plantas de tratamiento (Roldán & Ramírez, 2008).

pH: Es una abreviatura para representar potencial de hidrogeniones (H^+) e indica la concentración de estos iones en el agua. El pH expresa la intensidad de la condición ácida o básica de una solución, este parámetro está íntimamente relacionado con los cambios de acidez y basicidad y con la alcalinidad. La notación pH expresa la intensidad de la condición ácida y básica de una solución. Expresa además la actividad del ion hidrógeno (Roldán & Ramírez, 2008).

Conductividad Eléctrica: Es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica. Esta propiedad depende de la presencia de iones, su concentración, movilidad, valencia y la temperatura de medición. La variación de la conductividad proporciona información acerca de la productividad primaria y descomposición de la materia orgánica, e igualmente contribuye a la detección de fuentes de contaminación, a la evaluación de la actitud del agua para riego y a la evaluación de la naturaleza geoquímica del terreno (Faña, 2000).

Turbidez: Es una expresión de la propiedad óptica que origina que la luz se disperse y absorba en vez de transmitirse en línea recta a través de la muestra. Es producida por materiales en suspensión como arcilla, limo, materia orgánica e inorgánica, organismos planctónicos y demás microorganismos. Incide directamente en la productividad y el flujo de energía dentro del ecosistema, la turbiedad define el grado de opacidad producido en el agua por la materia particulada en suspensión (Roldán, 2003). Este parámetro tiene una gran importancia sanitaria, ya que refleja una aproximación del contenido de materias coloidales, minerales u orgánicas, por lo que puede ser indicio de contaminación.

Dureza: La dureza del agua está definida por la cantidad de iones de calcio y magnesio presentes en ella, evaluados como carbonato de calcio y magnesio. Las aguas con bajas durezas se denominan blandas y biológicamente son poco productivas, por lo contrario las aguas con dureza elevada son muy productivas (Roldán, 2003).

Cloruros: La presencia de cloruros en las aguas naturales se atribuye a la disolución de depósitos minerales de sal gema, contaminación proveniente de diversos efluentes de la actividad industrial, aguas excedentarias de riegos agrícolas y sobretodo de las minas de sales potásicas (Roldán & Ramírez, 2008).

Nitrógeno, Nitritos y Nitratos: El nitrógeno es un elemento esencial para el crecimiento de algas y causa un aumento en la demanda de oxígeno al ser oxidado por bacterias reduciendo por ende los niveles de este. Las diferentes

formas del nitrógeno son importantes en determinar para establecer el tiempo transcurrido desde la polución de un cuerpo de agua (Roldán, 2003).

Fosforo y fosfatos: El fósforo permite la formación de biomasa, la cual requiere un aumento de la demanda biológica de oxígeno para su oxidación aerobia, además de los procesos de eutrofización y consecuentemente crecimiento de fitoplancton. En forma de ortofosfato es nutriente de organismos fotosintetizadores y por tanto un componente limitante para el desarrollo de las comunidades, su determinación es necesaria para estudios de polución de ríos, así como en procesos químicos y biológicos de purificación y tratamiento de aguas (Roldán, 2003).

Sólidos suspendidos: Los sólidos suspendidos, tales como limo, arena y virus, son generalmente responsables de impurezas visibles. La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición.

Sólidos totales: Se define el contenido de sólidos totales como la materia que se obtiene como residuo después de someter el agua a un proceso de evaporación entre 103-105°C. Los sólidos totales incluyen disueltos y suspendidos, los sólidos disueltos son aquellos que quedan después del secado de una muestra de agua a 103-105°C previa filtración de las partículas mayores a 1.2 µm (Metcalf & Heddy, 1981).

Coliformes Totales y Fecales: El análisis bacteriológico es vital en la prevención de epidemias como resultado de la contaminación de agua, el ensayo se basa en que todas las aguas contaminadas por aguas residuales son potencialmente peligrosas, por tanto en control sanitario se realiza para determinar la presencia de contaminación fecal. La determinación de la presencia del grupo coliformes se constituye en un indicio de polución así como la eficiencia y la purificación y potabilidad del agua (Roldán, 2003).

INDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA).

Un índice de calidad de agua consiste básicamente en una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros, el cual sirve como representación de la calidad del agua. El índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o incluso, un color (Fernández *et al*, 2003). Si el diseño del ICA es adecuado, el valor arrojado puede ser representativo e indicativo del nivel de contaminación y comparable con otros para enmarcar rangos y detectar tendencias. Estos índices facilitan el manejo de datos, evitan que las fluctuaciones en las mediciones invisibilicen las tendencias ambientales y permiten comunicar, en

forma simple y veraz, la condición del agua para un uso deseado o efectuar comparaciones temporales y espaciales entre cuerpos de agua (House, 1990; Alberti & Parker, 1991). Por lo tanto, resultan útiles o accesibles para las autoridades políticas y el público en general (Pérez & Rodríguez, 2008).

El Índice de Calidad Ambiental (ICA) o WQI por sus siglas en inglés (Water Quality Index) mide la calidad fisicoquímica del agua en una escala de 0 a 100 (Tabla 4.1), donde a mayor valor mejor es la calidad del recurso, este valor se refiere principalmente para potabilización. Es el índice de uso más extensivo en los trabajos de este tipo a nivel mundial con ciertas restricciones en Europa y fue creado por la NSF (National Sanitation Foundation), entidad gubernamental de los Estados Unidos. Para su empleo se toma en cuenta los valores de 9 variables: oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, DQO, temperatura del agua fósforo total, nitratos, turbiedad y sólidos totales reunidos en una suma lineal ponderada.

Tabla 4.1. Valores de clasificación de Calidad del agua según el índice ICA.

CALIDAD	RANGO	COLOR
Excelente	91-100	
Buena	71-90	
Media	51-70	
Mala	26-50	
Muy mala	0-25	

Fuente: Adaptado de Ramírez y Viña (1998)

4.2. METODOLOGÍA

Métodos de Campo: Se registró *in situ* la temperatura del agua, también se colectaron muestras para evaluar otros parámetros *ex situ*:

- *Parámetros Fisicoquímicos.* Las muestras fueron colectadas en frascos plásticos con capacidad de 2000 ml, superficialmente y en contra corriente. Fueron debidamente rotuladas y preservadas para su transporte a la Universidad del Tolima (Figura 4.1)
- *Parámetros Bacteriológicos.* Se tomaron las muestras de agua en frascos de vidrio esterilizados con capacidad para 600 ml, superficialmente y en contra

corriente. Fueron debidamente rotuladas y preservadas para su transporte a la Universidad del Tolima (Figura 4.1).

Figura 4.1. Toma de muestra para análisis fisicoquímico



Fuente: GIZ (2016)

Métodos de Laboratorio: la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos fue realizada en el Laboratorio de Servicios de Extensión en Análisis Químico LASEREX (Universidad del Tolima); donde se determinaron Coliformes Fecales (UFC/100ml) y Coliformes Totales (UFC/100ml) y otros parámetros como: pH (Unidades de pH), Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{CM}$), Oxígeno Disuelto (mgO_2/L), Porcentaje de Saturación de Oxígeno (% SAT. O_2), Turbiedad (NTU), Alcalinidad Total y Dureza (mgCaCO_3/L), Nitratos (mgNO_3/L), Fosfatos ($\text{mg PO}_4/\text{L}$), Sólidos Totales (mg/L), DBO_5 y DQO (mgO_2/L).

4.3. ANALISIS DE RESULTADOS

Los valores de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos evaluados se registran en la tabla 4.2. Durante el periodo de muestreo el humedal registro una temperatura del agua de $11\text{ }^\circ\text{C}$. Se registró un pH del agua de 7.17 unidades, este valor coincide con lo reportado por Roldán & Ramírez (2008), para sistemas lenticos en las partes altas. La conductividad eléctrica registro un valor de $258\text{ }\mu\text{S}/\text{cm}$. Los valores de oxígeno disuelto y porcentaje de saturación fueron de $5.12\text{ mg O}_2/\text{L}$ y 68.8% respectivamente. Se puede considerar bajo estos

valores para el humedal, ya que este parámetro constituye uno de los elementos de mayor importancia en los ecosistemas acuáticos, ya que su presencia y concentración determina las especies, de acuerdo a su tolerancia y rango de adaptación, estableciendo la estructura y funcionamiento biótico de estos sistemas (Ramírez & Viña, 1998).

Tabla 4.2. Resultado de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos evaluados en el humedal.

Parámetro	Unidades	Humedal Turbera de Alfombrales
Temperatura agua	°C	11
pH	Unidades	7,17
Conductividad eléctrica	μS/cm	258
Oxígeno disuelto.	mg O ₂ /L	5,12
% Saturación de oxígeno	%	68,8
Turbiedad	UNF	14,28
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /L	45
Dureza	mg CaCO ₃ /L	160
Nitratos	mg NO ₃ /L	0,08
Fosfatos	mg PO ₄ /L	0,4
Fosforo Total	mg P/L	0,46
Cloruros	mg Cl-/L	5,8
Solidos suspendidos	mg/L	52
Solidos Totales	mg/L	266
DBO ₅	mgO ₂ /L	1,65
DQO	mgO ₂ /L	161
Coliformes Totales	Colif/100ml	100000
Coliformes Fecales	Colif/100ml	2000

Fuente: GIZ (2016)

La Turbiedad incide directamente en la productividad y el flujo de energía dentro del ecosistema (Roldan, 1992), el humedal registro un valor de turbiedad de 14.28 UNT. Así mismo, registro un valor de solidos totales de 266 mg/L y de solidos suspendidos de 52 mg/L. La DBO₅ registro un valor de 1.65 mgO₂/L registrando una carga baja de materia orgánica (Roldán & Ramírez, 2008), mientras que el valor de la DQO fue 161 mg O₂/L.

Para el humedal se registró un valor de nitratos de 0,08, mientras que en fosfatos se registro un valor valor 0.4 mg PO₄/L y fosforo total de 0.46 mg P/L. En cuanto a la alcalinidad registro un valor de 45 mg CaCO₃/L, y un agua dura con 160 mg

CaCO₃/L. Los cloruros en el agua están representados por lo regular en forma de cloruro de sodio, por lo tanto estos expresan en gran parte la salinidad (Roldán & Ramírez, 2008); el humedal registro una salinidad baja con un valor 5.8 mg Cl/L.

El humedal Turbera de Alfombrales registro un valor de 2000UFC/100ml de coliformes totales y 100000 UFC/100ml de coliformes fecales, considerándose altos estos valores para el ecosistema. Estas bacterias son más resistentes que las bacterias patógenas; por ello, su ausencia en el agua es un índice de que el agua es bacteriológicamente segura para la salud humana (Roldán & Ramírez, 2008).

El índice de calidad de aguas ICA señala que el humedal Turbera de Alfombrales registró una calidad buena (Tabla 4.3) indicando bajos procesos de intervención antrópica, que puedan poner en riesgo el establecimiento de la fauna y flora acuática.

Tabla 4.3. Índice de calidad de agua (ICA) para el humedal Turbera de Alfombrales.

HUMEDAL	ICA	CALIDAD
Turbera de Alfomabrales	72	Buena

Fuente: GIZ (2016)

El Humedal Turbera de Alfombrales registro una calidad de agua buena a través del índice ICA, evidenciando pocos procesos de intervención antrópica por lo que se considera un sitio importante para su conservación.



CAPITULO 5: COMPONENTES SOCIAL Y ECONÓMICO

5. COMPONENTE SOCIOECONOMICO

5.1 . METODOLOGÍA

El componente Socioeconómico del Plan de Manejo Ambiental (PMA) para el humedal Turbera Alfómbrales en el municipio de Murillo, se fundamentó en un proceso de participación activa, contando con la colaboración del dueño y el administrador de la finca Siberia, funcionarios de la Umata y de la alcaldía municipal. Estos contactos se establecieron por medio de la identificación de los actores relevantes que tienen algún tipo de interés frente al manejo, preservación y/o la utilización del humedal (Figura 5.1).

Figura 5.1. Participación de uno de los herederos de la finca Siberia en la construcción del componente socioeconómico del humedal Turbera de Alfombrales.



Fuente: GIZ (2016)

Para la construcción del capítulo socioeconómico se aplicó una metodología que combina análisis cuantitativo y cualitativo. Este enfoque procura por un lado, dar un carácter marcadamente participativo a la identificación y análisis de las relaciones socioeconómicas tejidas en torno al humedal y por otro lado, permite evidenciar las formas en que el humedal ha sido un condicionante de las dinámicas e interrelaciones socioeconómicas de las personas o comunidades que hacen uso de él o que tienen algún tipo de relación con el mismo. Partiendo de esto, se tiene como objetivo la construcción colectiva de conocimiento, que permita empoderar a los individuos o grupos poblacionales relevantes frente a la conservación y el manejo sostenible de este tipo de ecosistemas acuáticos.

Un proceso como este, lleva implícita la necesidad de devolver el conocimiento producido a la comunidad, que a partir de entonces y con el apoyo de la autoridad ambiental, pasa a ser el actor principal para el manejo y la preservación de ecosistemas estratégicos como los humedales. Bajo estos preceptos, la identificación, análisis y construcción del componente socioeconómico del humedal Turberas de Alfómbrales se basó en la aplicación de tres instrumentos:

- Encuesta personal estructurada: Es un cuestionario cuantitativo que contiene tres módulos: Identificación, actividad económica y entorno económico-ambiental. Este instrumento se aplicó a los dueños o administradores de los predios que colindan con el humedal Turbera Alfómbrales, con el fin de establecer las actividades económicas que se desarrollan en el Área de Influencia Directa (AID) y su implicación sobre el humedal.
- Línea de Tiempo: Esta estrategia va enfocada a rescatar la historia del humedal a partir de las vivencias de las personas que tienen algún tipo de injerencia en él; además, en el marco del trabajo grupal se pretende establecer una serie de lazos que permitan fortalecer la identidad socio-espacial frente al humedal y que desemboque en iniciativas grupales de conservación. En su desarrollo, la línea de tiempo pasa por identificar los acontecimientos más importantes que tienen relación con el humedal a lo largo del tiempo, en tal sentido, no se trata de un estricto listado cronológico sino de una aproximación geo-histórica al humedal, que parte de información obtenida de varias personas que no siempre concuerdan en sus versiones.
- Entrevista Individual semi-estructurada: Parte de identificar individualmente a las personas que tienen gran relevancia respecto al manejo del humedal, una vez identificadas, se procede a establecer el contacto y coordinar una entrevista que parte de un guion general con los temas importantes pero que no se ciñe de manera estricta a un cuestionario o encuesta, las preguntas son abiertas y los temas se van enlazando en su desarrollo. La entrevista aborda temas que surgen de la conversación entre el profesional y el actor relevante, y que puede que no se hubiesen considerado previamente; en términos generales va orientada a obtener información sobre el tema específico que se aborda, las posiciones y estrategias de los actores, la relación con otros actores, entre otros.

5.2. CONTEXTO POLITICO ADMINISTRATIVO DEL HUMEDAL

5.2.1. Municipio de Murillo

El municipio de Murillo se localiza al norte del departamento del Tolima, colindando al sur con el municipio de Santa Isabel; al norte con el municipio de Villahermosa; al oriente con el municipio de Líbano y al occidente con los departamentos de Caldas y Risaralda.

Murillo posee una superficie de 417,29 Km², de los cuales la mayoría corresponde al área rural del municipio (99,76%), en esta zona se encuentran ubicados el corregimiento El Bosque y 27 veredas. Por otra parte, el área urbana del municipio a pesar de ser muy inferior en extensión cuenta con ocho barrios (Tabla 5.1).

Tabla 5.1. Superficie del municipio de Murillo.

Área	Km ²	%
Urbana	1	0,24
Rural	416,29	99,76
Total	417,29	100

Fuente: Gobernación del Tolima (2000-2010).

Para llegar al municipio de Murillo desde la capital del departamento del Tolima se debe tomar la vía que conduce al municipio de Alvarado, pasar por los municipios de Venadillo, Lérída y Líbano hasta llegar a la cabecera municipal.

De acuerdo a las proyecciones poblacionales del Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE-, para el año 2016 el municipio de Murillo cuenta con 5.018 habitantes, de los cuales el 29,6% se ubican en el área urbana y el 70,4% en el área rural (Tabla 5.2).

Tabla 5.2. Población de Murillo por área 2016..

Año	Área Urbana		Área Rural		Total	
	No. de habitantes	%	No. de habitantes	%	No. de habitantes	%
2016	1.486	29,6	3.532	70,4	5.018	100

Fuente: DANE (2016)

5.2.2. Historia del Humedal

El municipio de murillo fue fundado el 24 de octubre de 1872 por los señores Ramón María Arana, Clemente Cifuentes y Rafael Parra, al año siguiente, la nación cedió algunas hectáreas para sus habitantes y en 1877 se realizaba el acto legal de la fundación, tres años después era eliminado como aldea por el decreto 216 de 1880. En 1937 se construyó la carretera entre Líbano y Murillo, y el municipio se elevó a la categoría de inspección de policía bajo jurisdicción de municipio de Líbano, el 5 de diciembre de 1985 Murillo fue elevado como municipio, siendo gobernador el señor Eduardo Álzate García.

El humedal Turbera de Alfombrales era bien conocido desde entonces, las personas que se desplazaban entre Manizales y Murillo, o desde la vereda El Oso hasta la vereda Alfombrales, no podían evitar reconocer en su camino la zona pantanosa rodeada de frailejones y gran variedad de especies vegetales que configuraba esta unidad paisajística. Hace 50 años no existían casas cercanas al humedal, tal vez por esa misma lejanía de la intervención humana se dice que el humedal tenía mucha más agua y era mucho más grande que ahora, sumado a eso, la constante presencia de ganado, que desde esa época empezaba a pastar por la zona, así como las constantes quemas para que saliera pasto y para poder cultivar, fueron deteriorando poco a poco el humedal.

Aparte del frailejón y las otras especies de vegetación que poco a poco fueron disminuyendo, se dice que especies animales como la boruga, el conejo, las águilas y los venados, también son ahora más difíciles de encontrar que hace cincuenta años. Por esa misma época se empezó a poblar la vereda alfombrales; de Boyacá y Cundinamarca, y en menor medida de Manizales y Tolima, empezaba a llegar gente que cultivaba papa y engordaba ganado, estos cultivos sin embargo han decaído ahora por los elevados costos de producción y la ausencia de personal. En suma, las personas que más tiempo llevan viviendo en la zona aseguran que si tuvieran que dar una cifra, dirían que aproximadamente el humedal se ha deteriorado en un 60%.

Hace 39 años, el señor Hernando García adquirió el predio donde se encuentra el humedal, la compra se realizó al señor José Noel Veloza, tres años después el mismo señor García adquirió otra parte del predio que anteriormente había sido comprada al señor Francisco Moreno Bedoya, vecinos todos ellos de la entonces inspección de Murillo adscrita al municipio de Líbano; por esa época empezaba la afectación sobre los frailejones, esto debido a que existía la creencia de que sus hojas eran medicinales para tratar el dolor de oído y además, por el uso que la gente les daba para arreglar las camas y que dieran

más calor, a pesar de eso, en el humedal existen todavía frailejones de aproximadamente 200 años.

Mientras se empezaba a poblar la zona, florecían las historias de espantos y otros relatos de situaciones inexplicables; aunque ya casi nadie habla de eso, siguen habiendo personas que aseguran que sostuvieron encuentros con la patasola, y que en las noches su esqueleto se desplaza entre una peña conocida como la peña de la patasola y el río Recio, un espanto guiado por una luz que sale de su torso; en otros lugares más altos, donde existen varias lagunas, la gente no podía levantar mucho la voz mientras arreaba el ganado porque instantáneamente se nublaba todo y empezaba a llover fuertemente, personas que habitaban o se desplazaban por estos lugares dan fe de que esta situación era real; de todas formas, estos relatos constituyen un reflejo de las relaciones entre la comunidad y la naturaleza, concepciones mitopoéticas que se constituyen como la primera instancia de control social y protección ambiental en la vereda Alfómbrales y otros territorios aledaños al humedal.

30 años atrás, la avalancha que bajó por el río Lagunilla y destruyó la antigua ciudad de Armero tuvo su impacto sobre el clima de la región, según los pobladores, a partir de ese momento por la región hace menos frío, además de eso, las estaciones se alteraron y los periodos de invierno y verano son menos fijos, por último, se sabe que desde entonces los gritos de los arrieros ya no logran que las zonas altas se nublen y que la lluvia aparezca, hoy en día aunque la fumarola del nevado del Ruiz está siempre presente, la gente se ha acostumbrado a vivir cerca de él.

Hace 20 años Cortolima llegó a la zona e inició comprando el predio conocido como El Toro, desde entonces, el señor Hernando García, propietario de los predios conocidos como Siberia I y II donde se encuentra el humedal Turbera de Alfombrales, tuvo intención de vender esas propiedades, intención que a la fecha no se ha concretado; por ese mismo tiempo el cultivo de papa se incrementó, este producto se sacaba hacia Ibagué, Bogotá, Manizales, Armenia, Pereira y el Valle del Cauca, por esa razón las fincas de la vereda llegaban a tener hasta 35 trabajadores; ese incremento de la actividad agrícola y ganadera tuvo su impacto en la vereda y parte del humedal, entonces se realizaban quemas y acequias para secar las quebradas y humedales en donde luego se sembraba papa y pastos, se sabe que algunas quemas provocaron incendios de hasta 15 días, estas se extendían desde Alfómbrales hasta las estribaciones del nevado del Ruiz, lo que tenía un gran impacto sobre la flora y la fauna de la región, en ese contexto el humedal Turbera Alfómbrales es un sobreviviente.

Los últimos 15 años han sido importantes para el humedal, desde entonces llegaron los actuales habitantes del predio procedentes de la vereda vecina conocida como El Oso, uno o dos años después, Cortolima cercó el humedal, al parecer con el beneplácito del señor Hernando García, esto sin embargo ha representado una serie de diferencias con los actuales propietarios, los hijos y la esposa del señor Hernando, quienes manifiestan no conocer de ningún documento donde su padre aceptara ceder esa zona del predio y que el permiso del cercamiento fue solo verbal y por un tiempo específico, esta situación de propiedad continúa irresuelta hasta la fecha.

Para los propietarios del predio Siberia I y II, el cerco ha beneficiado enormemente al humedal, pero consideran que este se extendió mucho más allá de lo que su padre habría autorizado, a pesar de esa situación, los propietarios han respetado el cerco y manifiestan su intención de contribuir a la conservación del humedal, así como de vender el predio a Cortolima; para ellos los beneficios son evidentes, ha aumentado la flora, se han conservado los colchones de agua que antes del cerco eran pisados por el ganado, y los frailejones han vuelto a apoderarse del paisaje, en suma, la gente reconoce que el humedal ha mejorado gracias al cerco, ya que si no fuera por él quizás ya no habría agua.

En la actualidad, ciertos factores han afectado al humedal y su área de influencia, por un lado, se sabe que el último fenómeno del niño, que se extendió desde finales del año pasado hasta principios de este, secó considerablemente al humedal, aproximadamente un 50%.

Por otro lado, se sabe que la caza en la zona ha aumentado, esto a pesar de los letreros de prohibición que pone Cortolima, los mismos que son ignorados o dañados por la gente, hace un año se puso el último aviso, pero al parecer no ha tenido ninguna incidencia en el desarrollo de esta actividad, lo mismo ha sucedido con la pesca.

Hace unos meses también se soltaron cóndores en la zona, pero han venido siendo atacados por las águilas que hacen presencia allí; las quemas han disminuido, pero la desaparición de los osos, tigres y pumas, parece reflejar el impacto que tuvieron las quemas de otros años, a pesar de todo, el humedal presenta un lento pero constante proceso de recuperación.

En los últimos 10 años la producción de papa ha disminuido en la región, así, mientras que antes se podían sacar unos 1000 bultos, ahora la cantidad solo llega a 100, y en el predio Siberia se cultivan apenas 5 hectáreas, al parecer, y según lo que manifiestan los habitantes de la vereda, el mercado de papa se

concentra ahora en los departamentos de Nariño y Boyacá, desde donde se surte gran parte del País.

Según el señor García, hace tres años Cortolima adquirió una nueva propiedad colindante al humedal, el antiguo predio de los Murcia, donde compraron 60 hectáreas que se pagaron a \$3.200.000 cada una. La negociación con el predio de los García (Siberia) no fue fructífera por lo que la disputa y el conflicto de tenencia continúa. Finalmente, la comunidad afirma que el interés por el humedal es reciente, y hasta hace algunos años nadie subía a preguntar por él, nunca han existido campañas ambientales ni otro tipo de intervenciones aparte del cerco, lo que se reconoce de todas formas es un interés de conservación por parte de los actuales propietarios y habitantes del predio donde se encuentra el humedal.

5.3 CARACTERIZACIÓN ECONOMICA

5.3.1. Uso del suelo, Área de Influencia Indirecta (AII).

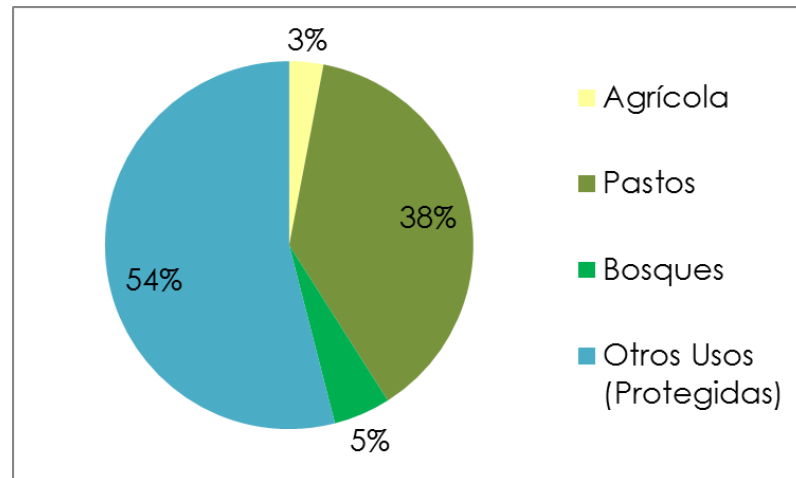
El municipio de Murillo se caracteriza por hacer parte del área del Parque Nacional Natural los Nevados y es por ello que más de la mitad de su territorio está destinado a áreas de protección (Figura 5.4).

En cuanto a la agricultura, dentro de los cultivos más representativos de la región se encuentran: la papa, la mora, el café, el tomate de árbol, la arveja, el frijol y el lulo.

En relación con lo anterior y de acuerdo con los datos reportados por el Ministerio de Agricultura, se evidencia que para el periodo comprendido entre los años 2007 y 2014, el área cosechada de los cultivos de café, mora y tomate de árbol, aumentó en 71%, 950% y 236% respectivamente. Asimismo, el área cosechada de los cultivos de arveja, frijol y papa, disminuyó en 72%, 61% y 35% respectivamente.

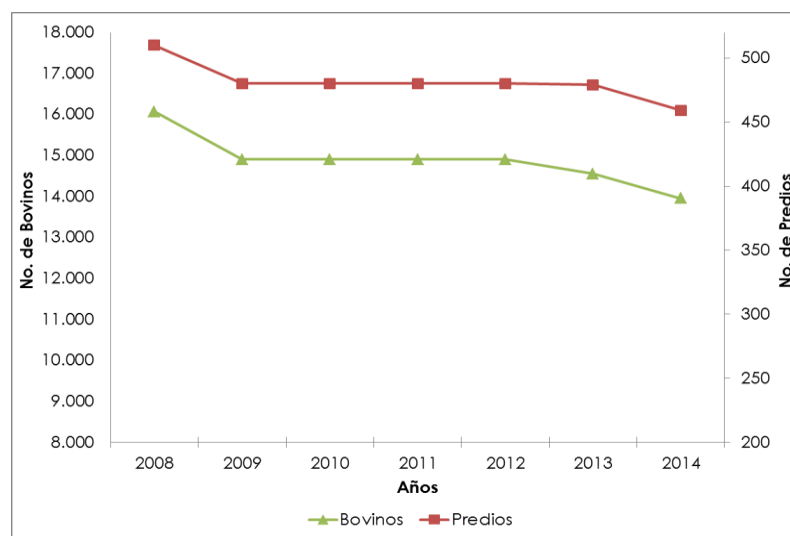
Por otro lado, la ganadería que se produce en Murillo está encaminada a la ceba, cría, levante, lechería y carne de las razas Holstein y Normando. De acuerdo al inventario bovino de la Federación Colombiana de Ganaderos - Fedegán-, el número de cabezas de ganado se ha venido reduciendo en el municipio, entre el 2008 y 2014 disminuyó en 13% pasando de 16.064 cabezas a 13.950 respectivamente. Asimismo, el número de predios que se dedican a esta actividad presenta la misma tendencia, ya que en el 2008 existían 510 predios y en el 2014 tan solo 459, presentando una reducción del 10% (5.5).

Figura 5.1. Distribución porcentual del uso del suelo de Murillo.



Fuente: Gobernación del Tolima 2000 – 2010.

Figura 5.5. Número de Bovinos y Predios del Municipio de Murillo. 2008 – 2014.



Fuente: GIZ (2016)

5.3.2. Actividad económica del humedal Turbera de Alfombrales, Área de Influencia Directa (AID)

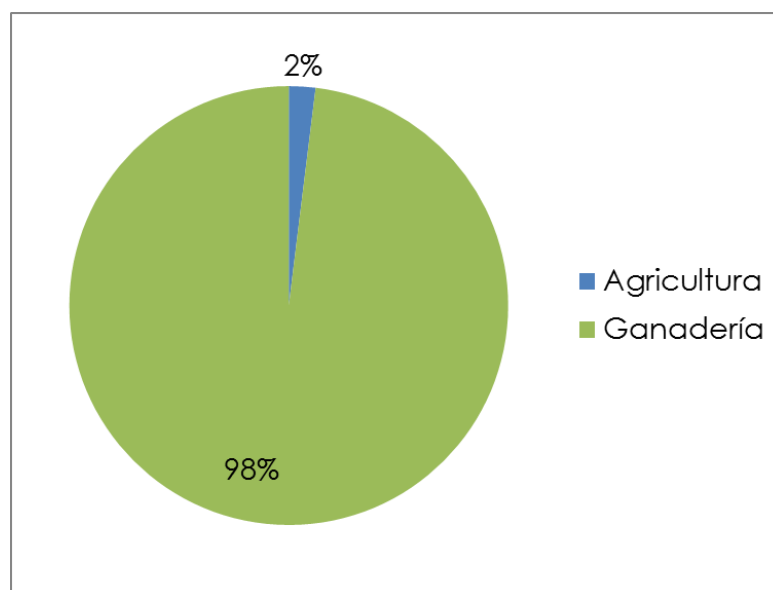
De acuerdo a la metodología utilizada, el equipo técnico determinó como Área de Influencia Directa -AID- los predios que colindan con el humedal, en el caso particular de Turbera de Alfombrales se estableció como AID el predio de la finca Siberia o Casa Roja como es conocida popularmente en la vereda, dado que el humedal Turbera de Alfombrales se encuentra ubicado dentro de este predio.

Por lo anterior, el análisis de las actividades económicas del AID solo se ciñe a los terrenos de la finca Siberia o Casa Roja, la cual se encuentra ubicada en la vereda Alfombrales.

- **Uso y tenencia de la tierra**

La actividad económica que más predomina en la finca Siberia o Casa Roja es la ganadería, ya que gran parte de sus terrenos están destinados a dicha actividad, de igual forma existen algunas hectáreas dedicadas a la agricultura pero en menor medida (Figura 5.6).

Figura 2.6. Uso del suelo del AID del humedal Turbera de Alfombrales



Fuente: GIZ (2016)

Analizando la agricultura del AID se evidencia que el único cultivo que se produce en la finca Siberia o Casa Roja es el cultivo de la papa, destinando en promedio entre tres y cinco hectáreas para su siembra. Asimismo, su producción está enfocada a la venta comercial, teniendo como principal destino la cabecera municipal y la plaza de mercado del municipio de Líbano.

De acuerdo al señor García uno de los herederos de Siberia, en los últimos 10 años las hectáreas destinadas al cultivo de la papa se han venido reduciendo paulatinamente, ya que con el paso del tiempo el cultivo ha venido perdiendo su rentabilidad.

Por otra parte, la ganadería que se produce en la finca Siberia o Casa Roja se hace de forma extensiva, ya que destinan en promedio 240 hectáreas para

albergar 60 cabezas de ganado. Adicionalmente, la producción del ganado está enfocada a la lechería y engorde de la raza Normando.

- **Caracterización predial del AID**

La finca Siberia o Casa Roja se caracteriza por tener aproximadamente 246,4 hectáreas, adicionalmente, cuenta con suelos que tienen una vocación agrícola y ganadera. Para el caso particular de esta finca, se determinó que el precio promedio de venta para una hectárea destinada a la ganadería y a la agricultura es de \$3.500.000.

- **Intensidad laboral semanal**

En la actualidad la finca donde se encuentra el humedal Turbera de Alfombrales cuenta con cuatro trabajadores que laboran de forma permanente entre cinco y seis días a la semana. De igual forma, existe un acuerdo verbal entre los trabajadores y el propietario de Siberia, el cual consiste en sembrar el cultivo de papa en compañía una vez al año, en donde los trabajadores asumen la mano de obra y la alimentación y el propietario se hace cargo del costo de los abonos, semillas y fungicidas. Asimismo, se estableció que los trabajadores pueden vivir en la finca y apropiarse de la leche que produzca el ganado.

- **Estructura económica familiar**

La finca Siberia se encuentra habitada por el hogar conformado por el administrador de la finca, su esposa, su hijo y su mamá. De acuerdo al trabajo de campo se logró evidenciar que todos aportan su mano de obra para desarrollar actividades relacionadas con la agricultura y la ganadería.

5.3.3. RELACIÓN ECONÓMICA-AMBIENTAL

- **Beneficios o Perjuicios del humedal:**

De acuerdo al trabajo de campo, se logró evidenciar que el humedal Turbera de alfombrales genera grandes beneficios para la vereda Alfombrales y para la región, ya que este ecosistema surte de agua a los ríos Recio y Lagunilla.

Por otra parte, el señor García heredero de Siberia manifiesta que se ha visto perjudicado económicamente por el cerco que Cortolima realizó alrededor del humedal hace 14 años, ya que alcanza algunas hectáreas que estaban dedicadas a la ganadería.

- **Responsabilidad tributaria**

Según el señor García su familia nunca ha pagado algún impuesto por tener el humedal Turbera de Alfombrales al interior de sus terrenos.

- **Responsabilidad y compromiso ambiental**

Debido a la importancia y al valor ambiental que tiene para la región el humedal Turbera de Alfombrales, el señor García ha respetado el cerco que Cortolima realizó alrededor del humedal. En este contexto el señor García le ha manifestado a Cortolima su intención de venderle los predios de Siberia con el fin de que se preserve el humedal.

5.4. CARACTERIZACIÓN SOCIAL

El humedal Turbera Alfombrales se encuentra ubicado en el predio Siberia, mejor conocido por la gente de la zona como Casa Roja, de propiedad de la familia García, este a su vez se ubica en la vereda Alfombrales del municipio de Murillo, la cual se encuentra estratégicamente situada entre los ríos Lagunilla y Recio y además es aledaña a la vía entre Murillo y Manizales; el predio tiene un área de 246,4 hectáreas y un área construida de 137 m², limita al norte con el predio de Carlos Casas, al occidente con la finca El Toro de propiedad de Cortolima y la sucesión de Gabriel González, al oriente con las peñas La Leonera y la sucesión Sánchez y al sur con el antiguo predio de Orlando Pineda que ahora pertenece a Joselín Guevara y el antiguo predio de Jaime Murcia que hace tres años fue comprado por Cortolima.

En las zonas aledañas al humedal se ubican varios nacederos de agua, estos alimentan tanto al humedal como a unidades hídricas más grandes como el río Recio, las constantes precipitaciones también mantienen más o menos constante el volumen de agua y cuando se acumula mucha el humedal tiene un salidero natural que conduce las aguas hasta el río Recio. La mayoría de plantas son nativas, puesto que la reforestación con plantas foráneas es muy difícil por las condiciones climáticas; no es muy común la presencia de aves, por lo que se evidencia cierta fascinación cuando se observan algunas rondando el humedal; los grandes felinos, aunque poco comunes, no son vistos con la misma fascinación, estos son tratados como una amenaza para el ganado y por esa misma razón son cazados por los campesinos de la zona.

Desde que el humedal fue cercado, hace aproximadamente 14 años, el ganado no volvió a beber de allí, la gran abundancia de fuentes hídricas permite de todas formas que la disponibilidad de agua no sea un problema; el cerco también ha permitido la conservación del humedal y su recuperación,

ahora la flora se ha recuperado en un alto grado y en ocasiones se pueden encontrar especies animales como conejos, borugas, cóndores y águilas que han vuelto a pasearse por la zona.

La cacería, aunque se ha controlado en veredas cercanas como El Oso, sigue siendo fuerte en Alfómbrales, son constantes el alto número de personas que suben hasta allí desde la cabecera para desarrollar esta actividad, haciendo caso omiso a la gran variedad de avisos que prohíben esta y otras afectaciones al medio ambiente (Figura 5.7), los animales más afectados por esta actividad han sido las borugas y los venados; situación similar ha sucedido con la pesca, que a pesar de estar prohibida sigue teniendo un gran impacto sobre el río Recio, en donde según algunos campesinos del sector, los pescadores “sacan hasta las piedras”; por otro lado, la introducción de la trucha en la región ha afectado fuertemente a las especies nativas, que según indican las mismas fuentes, han empezado a desaparecer.

Figura 3.7. Aviso ubicado en el predio Siberia – Vereda Alfombrales.



Fuente: GIZ (2016)

Hace unos años era común que se sacaran 1000 bultos de papa de la vereda, ahora solo se sacan 100, esta significativa reducción se debe principalmente a dos factores, por un lado a los altos costos de los insumos para el cultivo y por el otro a la significativa reducción de mano de obra en la región; la gente se ha ido marchando de la vereda, principalmente la gente joven, muchos de ellos abandonaron la zona debido a la violencia en el municipio hasta mediados de la década pasada, ante el incremento del reclutamiento forzado por parte de este grupo, muchas familias optaron por enviar a sus miembros más jóvenes a la

ciudad, en donde los jóvenes encontraban otro tipo de condiciones y oportunidades, por lo que no regresaron tras el fin de la violencia en su zona de origen. Hoy en día es difícil conseguir trabajadores para un cultivo grande ya que la gente que partió a las ciudades nunca regresó y el impacto de la violencia sigue manifestándose con el acelerado envejecimiento del campo.

La vida en la vereda no ha sido fácil, la gente que aún la habita se sostiene pero no posee muchas condiciones para su progreso, los que jornallean se despiertan a las 6am y a las 7am ya deben estar en el tajo desayunados, a las 10am es el almuerzo, las onces son a las 2pm y a las 5pm es la cena, son cuatro comidas al día que compensan la presión del frío y el cansancio, las jornadas de trabajo duran hasta las 5pm y pueden ser de seis días a la semana o la semana completa, el jornal oscila entre los \$20.000 y los \$30.000 dependiendo de la cantidad de personal, veinte cuando son muchos trabajadores o treinta cuando hay pocos, en promedio un trabajador puede ganar \$120.000 a la semana, es decir que al mes no alcanzan el valor del salario mínimo, sin embargo, en algunas fincas se les garantiza la comida y la vivienda a los trabajadores. Sin embargo, , muchas personas consideran que es mejor ir a la ciudad a ganarse un salario mínimo, aunque reconocen que allí los gastos son mayores.

En el predio Siberia se desarrolla la ganadería y el cultivo de papa hace varios años, la cebolla ha ido desapareciendo y el cultivo de papa ha disminuido, es constante la presencia de cuatro trabajadores procedentes de la vereda El Oso, pero cuando hay aporque se consiguen cuatro personas más procedentes de Murillo; los actuales habitantes del predio toman toda la leche y de lo que producen sacan para el mercado semanal, el cultivo va por mitad con los dueños, quienes ponen los abonos, fungicidas y a veces un tractor, entre tanto, los habitantes ponen la mano de obra y la alimentación, este acuerdo se sostiene de manera verbal entre los dueños del predio y los actuales habitantes.

Actualmente se mantiene un conflicto por la propiedad de la zona del humedal; de cualquier manera, lo que plantean los dueños del predio Siberia es que si Cortolima comprara su predio, en solo 10 años el humedal tendría un alto grado de recuperación, superior incluso al que ha alcanzado después del cerco; lo que ha pasado hasta ahora es que tras la compra de los predios, las personas tienen la impresión de que Cortolima ha descuidado estas zonas, por lo que para ellos el cuidado ambiental ha dependido en una alta proporción de la vigilancia de los vecinos de predios cercanos, para otras personas, al volverse tierra del Estado, estos predios se vuelven tierra de nadie. Estos factores hacen necesario un mayor esfuerzo para garantizar que las gestiones de Cortolima se comuniquen a toda la población.

La intención de los García, a pesar de las negociaciones fallidas, sigue siendo la de vender el predio a Cortolima, lo único que planean conservar es la casa y diez hectáreas alrededor destinadas a la ganadería tecnificada de ordeño y posiblemente al turismo para explotar la cercanía al nevado del Ruiz. En esa vereda la compraventa de tierras no ha sido muy común, por eso ha sido difícil establecer los precios de venta de la tierra, hay predios vecinos como el del señor Carlos Casas de los cuales se especula que la hectárea puede llegar a valer \$10.000.000, otra dificultad para los dueños del predio Siberia ha sido la presencia del humedal, puesto que saben que por el conflicto de propiedad con Cortolima y por la protección que recae sobre este ecosistema e impide alterarlo, el mejor candidato y tal vez el único dispuesto a comprarlo sería precisamente esta Corporación.

- **Servicios Públicos**

Vías

La vereda Alfombrales se encuentra a hora y media de Manizales, pese a esta situación, que podría ser aprovechada por la administración local, la vía se encuentra en un pésimo estado y solamente es intervenida parcialmente cuando hay un cambio de administración.

Energía Eléctrica

La energía eléctrica es reciente, el gobierno colaboró con casi toda la instalación y los habitantes de la vereda solamente contribuyeron con la instalación interna de las casas, la prestación de este servicio es intermitente, puesto que cada vez que llueve se corta.

Acueducto y Alcantarillado

En cuanto al servicio de agua, esta se toma por gravedad de un tanque cercano ubicado en otra finca y no existe alcantarillado, de todas formas, los fuertes veranos han disminuido considerablemente el flujo, y en términos generales la gente parece no conocer las fuentes de donde se toma el agua ni estar muy interesada en su cuidado.

Gas Natural

No existe el servicio de gas natural y la cocina en toda la vereda es con leña.

Es importante resaltar la importancia social del humedal Turbera Alfombrales y sus zonas aledañas, puesto que en estos lugares se produce agua que

beneficia a los municipios de Murillo, Líbano y Ambalema, algunas personas de la zona calculan que de esas aguas se benefician unos 50.000 habitantes de esos municipios, además de eso, se benefician unas 20.000 hectáreas para el cultivo de arroz y la ganadería; con el cerco el humedal ha progresado, pero no se deben descuidar las zonas altas, desde donde proviene gran parte del agua y que han venido siendo deforestadas, por tal razón, los habitantes de la vereda consideran que la protección debe extenderse más allá del humedal.

A pesar de la importancia en la provisión de agua, las personas de murillo y Líbano no conocen acerca de los nacederos ni del humedal, y los que los conocen no tienen muy clara su importancia frente al abastecimiento de agua; aparte del cercamiento no parece existir otro tipo de intervenciones sobre el humedal por parte de las autoridades ambientales; por ahora, sus actuales propietarios consideran que es fundamental la presencia de un guardabosques que vele por la sostenibilidad de los ecosistemas presentes en este territorio

5.5. PROSPECTIVA

Limitantes	Potencialidades
• Falta de planeación y seguimiento por parte de las autoridades ambientales y la administración local. • Deforestación y avance de la ganadería en zonas aledañas. • Ausencia de servicios públicos y vías adecuadas. • Conflicto de propiedad del humedal entre los dueños del predio Siberia y Cortolima. • Deterioro ambiental de zonas aledañas asociado a las constantes quemas que se realizaban hace algunos años para cultivo de papa y ganadería. • Deforestación en zonas altas que afecta la provisión de agua para el humedal y otras fuentes hídricas. • Disminución de la fauna por la caza.	• Ubicación estratégica del humedal, (cercanía a Manizales) y abundancia de recursos hídricos. • Cercanía a dos importantes ríos, el Recio y el Lagunilla. • Voluntad de preservación por parte de los actuales propietarios • Cercanía al nevado del Ruiz que potencializa la actividad turística. • Belleza natural del humedal que lo configura como un lugar atractivo para los turistas. • Proximidad con otros predios de Cortolima que permitiría conformar un amplio corredor de protección ambiental.

5.5.1. Escenarios Humedal Turbera de Alfombrales

A partir de las entrevistas y las diferentes conversaciones con los actores relevantes (ambientalistas, propietarios, trabajadores, representantes del gobierno municipal y otros miembros de la comunidad), a través de las cuales se ha permitido visibilizar la situación socioeconómica del humedal Turberas de Alfómbrales, se puede proceder a evaluar los limitantes y las potencialidades con el objetivo de identificar y analizar los posibles escenarios que permitan tomar decisiones sobre este territorio.

En ese sentido, se proponen a continuación tres escenarios que permiten visibilizar las problemáticas y las posibles soluciones y alternativas que vayan orientadas a mitigar los efectos negativos o que potencialicen los efectos positivos sobre el humedal en cuestión. Los escenarios se explican de la siguiente manera:

- El primer escenario se refiere a aquello que se ha identificado y que caracteriza el estado actual del humedal, es decir, el *escenario tendencial*.
- El segundo escenario se refiere a la toma de decisiones que posibiliten le mejoramiento del escenario inicial, esto es, el *escenario Reactivo*.
- Finalmente, un tercer escenario es el que se propone una mirada de largo plazo sobre las decisiones y las problemáticas analizadas, esto es, un *escenario proactivo*.

Escenario Tendencial:

Es evidente la falta de planeación y seguimiento por parte de las autoridades ambientales y la administración local que permita hacer efectiva toda la reglamentación de protección ambiental que se ve constantemente vulnerada por personas que siguen deforestando, pescando, arrojando desechos y cazando en la vereda Alfómbrales y otras zonas del municipio; la precariedad de las vías y de los servicio públicos se constituye también como otra limitante para el desarrollo sostenible en el humedal y sus áreas de influencia.

A lo anterior se suma el actual conflicto de propiedad que existe entre los dueños del predio Siberia y Cortolima frente a la zona del humedal, a pesar de eso, el cerco levantado por la Corporación alrededor del humedal se ha mantenido y ha beneficiado la restauración ambiental del mismo; las que si continúan deteriorándose son las zonas aledañas, esto debido a las constantes quemas que se realizaban hasta hace pocos años para el cultivo de papa y la ganadería. Finalmente, cabe destacar que la deforestación en las zonas altas

ha afectado poco a poco la provisión de agua para el humedal y otras fuentes hídricas.

Escenario Reactivo:

Se hace necesario un plan de reforestación de las zonas aledañas al humedal, esto solo será posible por medio de acciones coordinadas entre la institucionalidad, los propietarios del predio y la comunidad que se beneficia de la producción de agua que proviene de las partes más altas.

Las campañas de sensibilización y los programas de educación ambiental en colegios y otros escenarios de socialización son vitales para comprender la importancia del humedal, así como de otro tipo de fuentes hídricas, tanto para el municipio como para otros territorios aledaños, en ese sentido se hace un llamado a la administración local y las autoridades ambientales para que fomenten la cultura de la preservación en este tipo de ecosistemas y para que se ejerza una vigilancia y control efectivo sobre aquellas actividades que han tenido un fuerte impacto sobre su preservación.

Finalmente, cabe destacar lo que plantea el Esquema de Ordenamiento Territorial de Murillo “Hacia un Desarrollo Ambiental, Agropecuario y Ecoturístico” (2002), respecto a que el humedal “se encuentra en peligro como consecuencia de los drenajes artificiales construidos como parte de preparación del terreno para cultivo” (p. 40).

Escenario Proactivo:

Se requiere articular las políticas de conservación ambiental que han venido siendo desarrolladas en los últimos años por el municipio y otras disposiciones emitidas a nivel nacional; lo anterior, tomando en cuenta las propuestas de la comunidad y vinculando no solo a las autoridades respectivas, sino también a los propietarios de los predios en donde se ubican los humedales.

En tal sentido, dicha articulación debe conducir a generar procesos de convergencia social y política en torno a la conservación y el mantenimiento de los ecosistemas dependientes del humedal Turbera Alfómbrales; la comunidad, las instituciones educativas y las entidades nacionales e internacionales, deben propiciar sinergias que visibilicen la importancia del humedal basados en la normatividad vigente para tal fin.

Al respecto, según World Wildlife Fund (2004), Frente a la legislación ambiental colombiana:

Antes de 1997 no existían normas que consagrarán y definieran legalmente el concepto específico de humedal, ya que ni el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y Protección al Medio Ambiente -CNRNR- (Decreto-Ley 2811 de 1974), ni la Ley 99 de 1993, contienen ninguna disposición que utilice esta denominación dentro de su texto (p. 5).

A finales de los noventa, la Ley 357 de 1997, referente a la aprobación de la Convención de Ramsar, precisa los ecosistemas que quedan incluidos bajo tal denominación; esta Ley es la única norma que de manera específica y concreta impone obligaciones al Estado colombiano para la conservación y protección de los humedales, considerados en su acepción genérica.

En relación con el tema de los incentivos para la conservación, es de anotar que éstos se encuentran contenidos en normas aisladas y dispersas, por lo cual es necesaria también su unificación, haciendo uso de la facultad contenida en la Ley 99 de 1993 (literal g, artículo 116), que autorizó al Presidente de la República para "establecer un régimen de incentivos, que incluya incentivos económicos, para el adecuado uso y aprovechamiento del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, así como para la recuperación y conservación de ecosistemas por parte de propietarios privados".

Con tal fin, el Sistema Nacional Ambiental (SINA), organizado en el marco de la misma ley, y que se define como el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales contenidos en la Constitución Política de Colombia, es fundamental para el manejo responsable de este tipo de ecosistemas.

Finalmente, cabe resaltar que es sumamente importante el vigente proceso de construcción del Plan de Manejo Ambiental, que se constituye como ruta y punto de partida para las estrategias orientadas a la preservación y el desarrollo sostenible en el humedal Turbera Alfombrales.



CAPITULO 6: COMPONENTE AMBIENTAL

6. COMPONENTE AMBIENTAL

6.1 INTRODUCCIÓN

Los humedales sufren modificaciones constantes de sus características físicas hidrográficas, topográficas y edáficas, como consecuencia de factores endógenos y exógenos. En el primer caso incluye la sedimentación y la desecación y en el segundo caso las avalanchas, el deslizamiento de tierras, las tormentas y vendavales, la actividad volcánica y las inundaciones (estacionales/ocasionales). Así mismo, las características químicas y biológicas pueden variar con el tiempo de manera natural o por procesos inducidos como la acumulación de material orgánico, los procesos de eutroficación y acidificación y la invasión de especies que atraviesan barreras biogeográficas de manera accidental o introducidas por el hombre (Ministerio de Medio Ambiente, 2002).

Frente a los impactos que pueden generar las actividades humanas no sostenibles, los humedales se constituyen en la actualidad e uno de los ecosistemas más amenazados como consecuencia de los efectos que podrían tener dichas actividades a largo plazo. A pesar del creciente interés por el entendimiento de su dinámica, valor e importancia, la principal amenaza que enfrentan estos ecosistemas es la falta de información consistente sobre el papel que desempeñan en el área específica en el que se encuentran.

La agricultura intensiva, la ganadería, la urbanización y la contaminación por residuos sólidos y químicos son factores que pueden deteriorar la calidad del recurso hídrico en los humedales y frente a esta problemática el Ministerio del Medio Ambiente estableció en el 2002, la Política para los Humedales Interiores de Colombia, a partir de los principios establecidos en la Constitución Política y en las funciones asignadas en la Ley 99 de 1993 relacionadas con la formulación, concertación y adopción de políticas orientadas a regular las condiciones de conservación y manejo de ciénagas, pantanos, lagos, lagunas y demás ecosistemas hídricos continentales. Esta política nacional de humedales interiores reconoce a estos ecosistemas como estratégicos dentro del ciclo hidrológico y plantea como visión la garantía de la sostenibilidad y conservación de sus recursos hídricos (Ministerio de Medio Ambiente, 2002).

Finalmente, dado el objetivo general de la política nacional para humedales interiores de Colombia *“Propender por la conservación y el uso sostenible de los humedales interiores de Colombia con el fin de mantener y obtener beneficios ecológicos, económicos y socioculturales, como parte integral del desarrollo del País”*, se proponen diversas estrategias para el cumplimiento de dicho objetivo,

las cuales involucran el manejo y uso sostenible, conservación, recuperación, concientización y sensibilización.

6.2 METODOLOGÍA

Los Factores de afectación de los humedales colombianos se pueden agrupar en dos tipos, de acuerdo al orden de magnitud en factores que llevan a la transformación total del humedal referente al orden de magnitud 1 y factores de perturbación severa que corresponden al orden de magnitud 2. Teniendo en cuenta lo anterior se realizó un análisis de transformación del humedal teniendo en cuenta las siguientes características:

6.2.1. La transformación total de un humedal (orden de magnitud 1)

Consiste en la desaparición total o el cambio fundamental de las características del sistema con lo cual no podría considerarse como humedal. Los cambios pueden ser en los atributos físicos, químicos o biológicos y pueden ser ocasionados por actividades humanas tales como:

Reclamación de tierras con fines agrícolas o ganaderos, implica la apropiación de espacios públicos y la expedición de títulos de propiedad, previa alteración de los niveles de agua o desplazamiento de los límites.

Modificación completa de regímenes hidráulicos y Reclamación del espacio físico del humedal. El primero se produce en el ámbito de las cuencas de captación de las aguas que alimentan los humedales alterando su dinámica natural por la construcción y operación de obras civiles de regulación hídrica en algunos casos, o por cambios de cobertura vegetal que aumentan la carga de sedimentos o alteran la capacidad de retención de las aguas. El segundo, se origina para darle un uso diferente al humedal y es una forma frecuente de impacto contundente sobre los humedales especialmente en aquellos situados en las áreas urbanas o suburbanas y realizadas con el fin de ampliar el espacio para el desarrollo de infraestructura urbana, industrial o de recreación.

Introducción o transplante de especies invasoras. Con el fin de mejorar la oferta de proteína a través del cultivo de estanques o con fines de manejo (aumento en la retención de nutrientes o especies herbívoras para controlar “malezas acuáticas”), se han introducido o transplantado especies invasoras que terminan liberándose al medio natural.

6.2.2. Perturbación Severa (orden de magnitud 2).

Se refiere a las perturbaciones que se producen por cambios en los atributos físicos, químicos o biológicos de áreas del humedal, que alteran algunas de sus

funciones ambientales o valores sociales, pero que le permiten seguir funcionando como humedal. Las actividades humanas que pueden ocasionar este tipo de cambios son:

Control de inundaciones. Trata de perturbaciones que cambian los ciclos hidrológicos en el humedal (caudal, pulso, ritmo y frecuencia) produciendo alteraciones en los ciclos biogeoquímicos y biológicos. Se producen mediante la construcción de obras civiles de “protección” para la contención, conducción o evacuación de las aguas (canales, diques o terraplenes).

Contaminación. Ocasiona cambios severos en la calidad de las aguas (química o por cargas de sólidos), lo cual desencadena cambios biológicos.

Canalizaciones. Son alteraciones de los flujos superficiales de agua y su conducción a los cauces principales o secundarios. De esta manera, se altera la topografía y el régimen hídrico del humedal.

Urbanización. Esta alteración severa como consecuencia del desarrollo urbano, industrial y de infraestructura de recreación puede producirse en zonas críticas (vegetación riparia, transición con sistemas terrestres), por lo tanto se afecta la dinámica regular del humedal.

Remoción de sedimentos o vegetación. Puede ocasionar cambios severos en el funcionamiento hidrológico y la biocenosis de humedales, si se produce en la mayoría del área del humedal. Esta alteración se presenta por el mantenimiento de valores como la navegabilidad o por la extracción de materiales en los mismos (actividades mineras).

Sobreexplotación de recursos biológicos. Se produce por el exceso de uso de especies de fauna mediante la caza o la pesca, la recolección de nidos, la extracción de materiales para usos domésticos, industrial locales (artesanías) o para el autoconsumo (leña o materiales de construcción).

Represamiento o inundación permanente. Tiene su origen en actividades de fomento piscícola, como la construcción de estanques para acuicultura, el represamiento de los flujos de agua en los pantanos para la creación de lagos con los mismos fines de recreación, lo que finalmente origina nuevos procesos ecológicos que pueden incluirse en el tipo de procesos típicos de humedales.

6.3 CALIFICACIÓN DE IMPACTOS

6.3.1 Indicadores de la Matriz de Impacto

De acuerdo con lo anterior, se han identificado diversos indicadores que permitirán reflejar el estado actual del humedal y permitirá establecer el plan de acción para la conservación y manejo del humedal (Tabla. 6.1).

Tabla. 6.1. Propuesta general de atributos indicadores de estado y gestión para humedales, centrados en su biodiversidad asociada. (Ministerio de Medio Ambiente, 2002)

NIVEL	ATRIBUTOS	INDICADORES DE ESTADO	INDICADORES IMPACTO DE GESTIÓN
Continental Nacional	Procesos ecológico evolutivos y ambientales globales.	Superficie (%) de unidades biogeográficas de ecosistemas de agua dulce no perturbados por factores de afectación (Transformación total o perturbación severa)	Diversidad ecosistémica y biogeográfica en el sistema de áreas protegidas o de manejo especial (% de humedales). Cantidad (%) de diversidad ecosistémica al interior de las áreas protegidas o especiales. Cambios en el índice de riesgo por gestión de ecosistemas.
Regional Paisaje	Diversidad ecosistémica. Número y proporción de tipos o unidades funcionales de los ecosistemas de humedales. Heterogeneidad y conectividad. Dinámica de formación y regeneración de ecosistemas.	Índice de diversidad e integridad ecosistémica. • Índice de riesgo. • Índice de fragmentación. • Índice de madurez (Proporción de etapas sucesionales en una unidad ecológica).	
Local Comunidad biótica	Diversidad de especies. Riesgo de pérdida de especies	Lista de especies amenazadas Riqueza de especies. Índice de diversidad y	Mantenimiento de las listas de especies por taxa seleccionados. Mantenimiento de

	amenazadas o en peligro de extinción. Especies exóticas.	equitabilidad. Frecuencia de clases tróficas. Número y proporción de especies en categorías especiales. Presencia o abundancia de bioindicadores de estado Presencia, ausencia o abundancia de	riqueza de especies. Mantenimiento o aumento del índice de diversidad. Mantenimiento de frecuencia de clases tróficas indicadoras de estabilidad en el sistema. Disminución del número y proporción de especies en categorías. Presencia o aumento de especies bioindicadores de estado. Estabilidad o disminución de especies exóticas.
Especie/ Población	Dinámica de las poblaciones.	Numero de poblaciones o subpoblaciones. Índices de agregación espacial de poblaciones. Número de individuos. Índice de agregación espacial de individuos. Distribución de clases de edad. Tasa interna de crecimiento poblacional.	Mantenimiento o aumento del número de poblaciones o subpoblaciones. Estabilidad o aumento de número de individuos. Mantenimiento o mejoramiento de la distribución de clases de edad. Aumento o estabilidad en la tasa interna de crecimiento poblacional.
Genético	Número y proporciones de alelos. Variabilidad genética.	Coeficiente de entrecruzamiento (inbreeding) Tasa de mutación vs. tasa de pérdida.	Disminución del coeficiente de entrecruzamiento (inbreeding) Equilibrio entre tasa de mutación vs. tasa de pérdida.

6.3.2. Análisis Cualitativo del Humedal.

Una vez caracterizado biológica y socioeconómicamente el humedal Turbera de Alfombrales, se establecieron los factores de afectación para el cuerpo de agua de acuerdo con lo definido en la Política Nacional de Humedales Interiores para Colombia teniendo en cuenta los lineamientos anteriormente expuestos.

De esta manera se tuvo en cuenta el nivel local comunidad biótica para el análisis ambiental del humedal, ya que se requiere hacer evaluaciones más detalladas y monitoreos de fauna y flora para evaluar el aspecto poblacional de las especies, y tener una idea concisa sobre cómo se encuentran las diferentes poblaciones y cuáles son sus cambios en el tiempo y espacio.

En términos generales, los factores que amenazan la integridad ecológica de los Humedales por las actividades humanas están:

- Destrucción de la vegetación de ronda por talas, rozas o quemas y rellenos.
- Pastoreo de ganado vacuno y equino.
- Introducción (accidental o premeditada) de fauna y flora exóticas.

Uno de los componentes dentro del análisis del Plan de Manejo Ambiental del Humedal Turbera de Alfombrales, es la identificación y valoración de aquellas actividades generadoras de modificaciones al medio y los posibles potenciales que pueden producir algún tipo de impacto y que inciden directamente sobre esta Área. Esta identificación y evaluación se realizó mediante una matriz cualitativa de impacto ambiental, el objetivo buscado, es predecir la magnitud y naturaleza de los impactos ocasionados actualmente e identificar los posibles cambios del entorno y predecir en lo posible la “nueva” situación que se presentaría con la ejecución de los nuevos proyectos en y entorno al área de influencia directa del Humedal (Tabla 6.2).

Para la valoración se utilizó, una matriz cualitativa, de doble entrada en donde las abscisas describen todas aquellas actividades que están presentes o que se pueden generar en un futuro próximo y las ordenadas, los componentes y elementos susceptibles de ser afectados. De esta manera es posible determinar cuáles actividades tienen una mayor influencia (positiva y/o negativa) sobre este ecosistema, y a partir de allí se establecen los programas de manejo para el control ambiental; para este caso se indica la presencia de la perturbación como 1 y la ausencia como 0.

Tabla 6.2. Matriz cualitativa de impactos observados en el Humedal Turbera de Alfombrales

VARIABLES	PRODUCCIÓN PECUARIA		APROVECHAMIENTO RECURSO AGUA				ADMINISTRACIÓN	
	Cultivo en rondas	Cultivo autoconsumo	Ganadería extensiva	Cría animales para autoconsumo	Piscicultura	Pesca artesanal	Propiedad privada	Municipio/Departamento
1. Agua								
Agua superficial permanente	0	0	1	0	0	0	1	0
Agua superficial temporal	0	0	1	0	0	0	1	0
Control de inundaciones	0	0	0	0	0	0	1	0
Canalización	0	0	0	0	0	0	1	0
Represamiento	0	0	0	0	0	0	1	0
2. Vegetación								
Vegetación leñosa	-	-	-	-	-	-	1	0
Vegetación herbácea	-	-	-	-	-	-	1	0
Diversidad	-	-	-	-	-	-	1	0
Fitoplancton	-	-	-	-	-	-	1	0
3. Fauna								
Riqueza zooplancton	-	-	-	-	-	-	1	0
Riqueza macroinvertebrados acuáticos	-	-	-	-	-	-	1	0
Riqueza peces	-	-	-	-	-	-	1	0
Riqueza herpetos	-	-	-	-	-	-	1	0
Riqueza aves	-	-	-	-	-	-	1	0
Riqueza mamíferos	-	-	-	-	-	-	1	0
4. Unidades ambientales/paisaje								
Suelos expuestos	0	0	0	0	0	0	1	0
bosque de vega-bosque de galería	0	0	1	0	0	0	1	0
Pastizal	0	0	1	0	0	0	1	0
5. Uso de la tierra y capacidad de uso								
Producción	0	0	1	0	0	0	1	0
Ecoturismo	0	0	0	0	0	0	1	0

Fuente: GIZ (2016)

6.4 ANÁLISIS DEL COMPONENTE AMBIENTAL

Al encontrarse en humedal en una zona alta de difícil acceso son pocas las problemáticas que afectan la biodiversidad del humedal Turbera de Alfombrales. Se hace necesario realizar monitoreos de las especies de los diferentes grupos faunísticos para evidenciar el mantenimiento de las listas de especies y evidenciar el estado poblacional de diferentes especies de interés, tales como aves migratorias, mamíferos medianos y grandes, macroinvertebrados bioindicadores del estado de calidad del agua, así como anfibios y reptiles presentes en el humedal.

Entre los beneficios esperados con la implementación del PMA para este humedal se espera:

- Conservar la humedad y el espejo de agua del Humedal
- Regular la escorrentía
- Controlar erosión
- Consolidar riberas y mantener los bordes como hábitat de fauna silvestre residente o migratoria (anidación, alimento, refugio y reproducción)
- Protección del humedal
- Atracción de insectos y aves silvestres
- Ornamentación por características de floración y colorido

Transformación total de un humedal:

Reclamación de tierras: las zonas aledañas se usan para actividades ganaderas, teniendo gran impacto sobre el humedal.

Modificación completa de regímenes hidráulicos y Reclamación del espacio físico del humedal. La dinámica natural del humedal no se ve alterando por la construcción y operación de obras civiles de regulación hídrica, tampoco se evidencia afectaciones por áreas urbanas o suburbanas y obras con el fin de ampliar el espacio para el desarrollo de infraestructura urbana, industrial o de recreación. Sin embargo se debe tener cuidado con una futura ampliación de la variante, pues pondría en gran riesgo este ecosistema.

Introducción o transplante de especies invasoras. Se requieren de mayores estudios para evidenciar este tipo de problemáticas en el humedal.

Perturbación Severa.

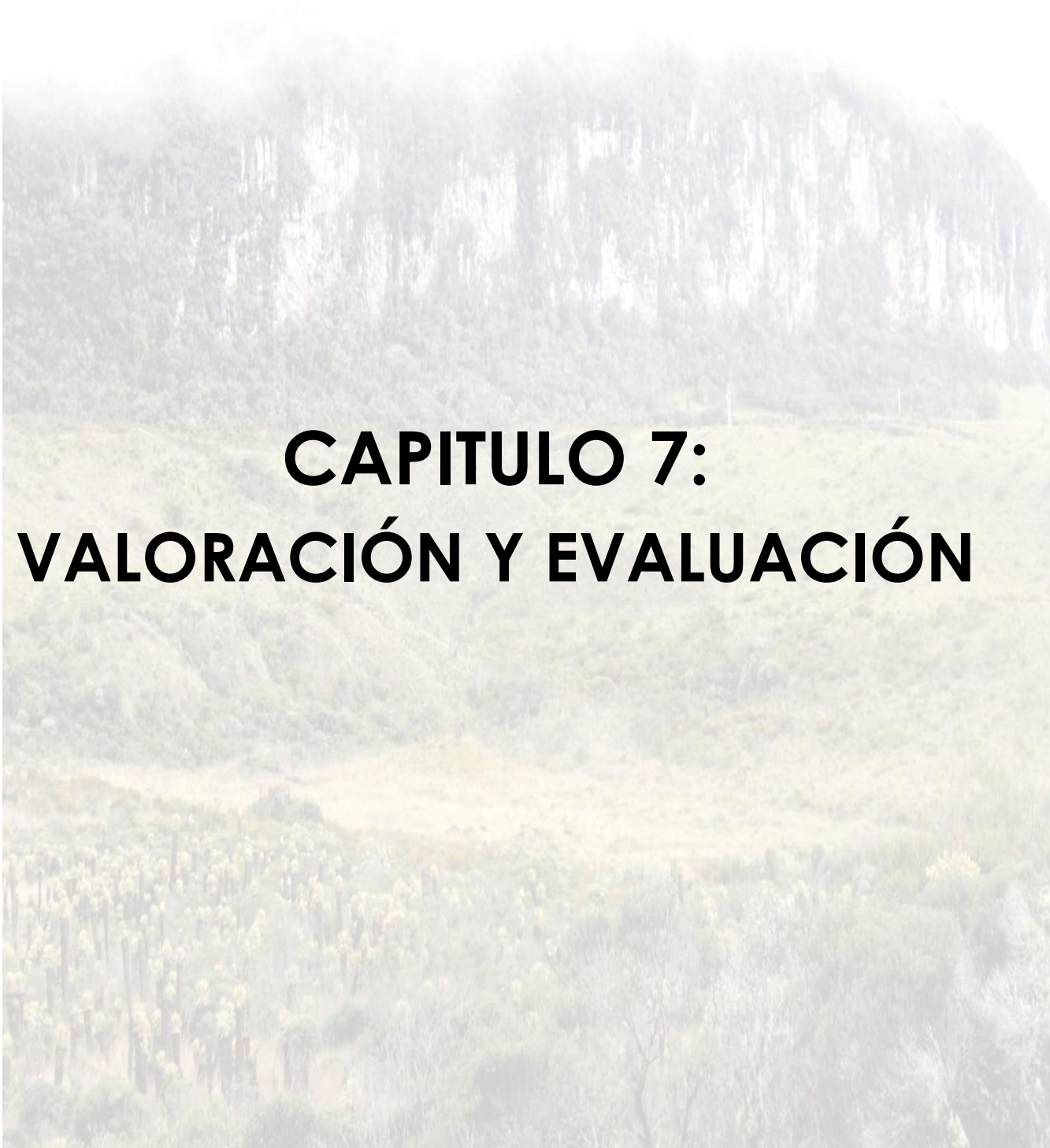
Control de inundaciones. Se requieren de mayores estudios para evidenciar este tipo de problemáticas en el humedal.

Contaminación. Se requieren de mayores estudios para evidenciar este tipo de problemáticas en el humedal.

Urbanización. No se presenta tensionantes de tipo urbano, industrial ni de infraestructura de recreación.

Sobreexplotación de recursos biológicos. No existe el uso en exceso de especies de fauna mediante la caza o la pesca. No se presenta la recolección de nidos o extracción de materiales para usos domésticos, industrial locales (artesanías) o para el autoconsumo (leña o materiales de construcción), sin embargo se requieren de mayores estudios para evidenciar este tipo de problemáticas en el humedal.

Represamiento o inundación permanente. No se evidencian construcción de estanques para acuicultura ni represamiento de los flujos de agua en los pantanos para la creación de lagos con fines de recreación.



CAPITULO 7: VALORACIÓN Y EVALUACIÓN

7. VALORACIÓN Y EVALUACIÓN

7.1. EVALUACIÓN ECOLÓGICA

7.1.1 Generalidades del humedal

- **Tamaño y posición**

El humedal Turbera de Alfombrales se encuentra localizado en la vereda del mismo nombre en el municipio de Murillo, departamento del Tolima. Se encuentra establecido dentro del predio La Siberia. Comprende un área de 22.91 hectáreas y una altura promedio de 3670 m.s.n.m.

- **Conectividad ecológica.**

Por la cercanía del humedal Turbera de Alfombrales con algunos cuerpos de agua y encontrarse en el ecosistema de páramos, se puede deducir que existe la posibilidad de un intercambio, principalmente de la avifauna y mamíferos, que a su vez contribuiría al intercambio de especies de vegetación. Sin embargo, se hace necesario realizar estudios de seguimiento y monitoreo a poblaciones de aves y mamíferos (anillado, censos) que muestren mayor capacidad de dispersión, para identificar las relaciones que se puedan presentar entre las aves y los distintos humedales y evidenciar si existe una conectividad y a qué grado se estaría presentando.

7.1.2 Diversidad biológica

Con el fin de caracterizar la diversidad biológica del humedal Turbera de Alfombrales, se trabajaron diferentes grupos de fauna y flora los cuales se determinaron hasta el mínimo nivel taxonómico posible, obteniéndose un total aproximado de 13 géneros de fitoplancton, cinco géneros de zooplancton, 10 familias de macroinvertebrados acuáticos y un total de 52 especies, de las cuales 38 corresponden a flora y 14 a la fauna silvestre vertebrada.

- ✓ Una especie de anfibio
- ✓ Siete especies de aves
- ✓ Seis especies de mamíferos no voladores

Estas cifras son importantes a la hora de evidenciar el estado de conservación del humedal, sin embargo se requiere realizar inventarios y monitoreos directamente en el área para evidenciar los verdaderos valores de diversidad en la zona y evidenciar el estado actual del Humedal.

7.1.3 Naturalidad

La formación de espejo de agua es de forma natural.

7.1.4 Rareza

La rareza del humedal está dada por la presencia de las especies endémicas, con preferencia de hábitats poco perturbados y las registradas con alguna categoría de amenaza las cuales presentan poblaciones muy reducidas, sin embargo y como ya se ha mencionado anteriormente; es necesario realizar monitoreos que permitan conocer el tamaño poblacional de las especies y el estado actual de la fauna y flora del humedal (Tabla 7.1).

Tabla 7.1. Especies de gran importancia registradas en el Humedal Turbera de Alfombrales.

Especie	Potencialidad	Característica
<i>Espeletia hartwegiana</i>	Especie endémica	Esta especie es clave para determinar medidas de conservación en este sitio ya que su distribución es restringida.

Fuente: GIZ (2016)

7.1.5 Fragilidad

Las especies con alguna categoría de amenaza son de gran relevancia para la conservación del humedal, debido a que las relaciones que presentan con su entorno son muy estrechas y en caso de perturbaciones en el hábitat, se reflejará rápidamente en su tamaño poblacional, esto debido a que el número de individuos reducido no permitirá que la especie se acople o adapte fácilmente a las nuevas condiciones. Para el caso de *Espeletia hartwegiana* que es especie endémica, la cual es clave para determinar medidas de conservación en este sitio ya que su distribución es restringida.

El páramo cumple una importante función reguladora ya que controlan la cantidad y temporalidad del flujo del agua, protegen los suelos de procesos erosivos por acción de la gravedad y mantienen una temperatura y evapotranspiración constante. Asimismo desde un punto de vista integral, estas áreas proveen hábitat para la flora y fauna, se constituyen como sumideros de CO₂, albergan bancos de germoplasma, y en consecuencia contribuyen en la conservación de la biodiversidad de los humedales.

7.1.6 Posibilidades de mejoramiento

Dentro de las problemáticas más comunes de los humedales se encuentran quemas y talas en las franjas protectoras, degrado y alineado de interconexión de humedales, construcción de canales artificiales, aferramientos y playones, cambios en los niveles de profundidad, construcción de carreteras, infraestructura de servicios públicos, compuertas y diques, sedimentación, pesca intensiva, sistema de riego y acueductos, agricultura y ganadería, fijación de cauces por espolones, transporte por canales y ciénagas, sustancias tóxicas, agroquímicos, aguas residuales sin tratamiento, disposición de residuos sólidos y erosión, por tanto en el presente documento establecemos las posibles estrategias que se pueden implementar para el mejoramiento, reforestación o rehabilitación.

Se deben instalar cercas vivas con especies o proponer programas de reforestación alrededor del humedal, dado que gran parte del cuerpo de agua no cuenta con bosque protector que permita el establecimiento de flora y fauna propia de estos ecosistemas.

Es importante la conformación de grupos o de líneas de investigación que formulen proyectos en el humedal en busca de su conservación donde participe la comunidad de todos niveles (colegios, universidades y ONG's) y la comunidad en general, dado que se requieren inventarios completos y monitoreos de especies de fauna y flora para evidenciar el estado actual de las poblaciones.

En los humedales, por lo general las aves se consideran como de mayor importancia en la conservación, por lo cual este tipo de ecosistemas se establecen como estrategia en la protección del Humedal considerándolas como Área de Importancia para la Conservación de las Aves de Colombia y el mundo (AICAS); sin embargo, teniendo en cuenta la importancia de los anfibios en programas de conservación y la implementación en Colombia de las Áreas de Importancia para la Conservación de Murciélagos (AICOM's), se hace necesario contar con estas investigaciones para proponer proyectos que involucren a la comunidad y se puedan obtener mayor aporte económico para la conservación de estos ecosistemas en el municipio de Rioblanco.

Finalmente se contempla la protección de todos los organismos que habitan el humedal, ya que la existencia de estos mantiene procesos ecológicos y contribuyen a la diversidad mundial.

7.2 EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL

7.2.1 Conocimiento del humedal por los habitantes aledaños

✓ Conocimiento del humedal

El humedal Turbera de Alfombrales es bien conocido por los pobladores de la vereda donde está ubicado, pero lastimosamente no saben de la importancia del mismo, ya que hasta el momento ninguna institución los ha capacitado en cuanto a la conservación, preservación e importancia del humedal.

Por otro lado, en el casco urbano de Murillo y en el municipio del Líbano, gran parte de los pobladores de la región no tienen conocimiento de la existencia e importancia del humedal, a pesar de que se benefician del agua que brota de él.

✓ Conocimiento de la Fauna y la Flora del Humedal

Con el paso del tiempo muchas especies han desaparecido del área del humedal y de la región, como consecuencia de la caza indiscriminada realizada principalmente por los pobladores de las veredas de Alfómbrales y el Oso. Dentro de las especies que se observaban con mayor frecuencia y en gran cantidad se destacaban las Borugas y los conejos silvestres y en menor medida los venados. En cuanto a las aves, los habitantes de la vereda describen que se veían muchas águilas, las cuales tenían sus nidos en la peña la Leonera, la cual queda cerca al humedal.

En la actualidad, en el área del humedal solo se pueden encontrar los conejos que hacen parte de la finca Siberia y un par águilas que tienen nido en la peña la Leonera.

En cuanto a la flora, las personas de la vereda Alfómbrales reconocen que en el área del humedal se encuentran Frailejones de más de 200 años, árboles nativos que tienen más de 20 años de vida y plantas como el Velillo, Rabo e chivo, Mortiño, Romerillo y Gavilán.

✓ Funciones del Humedal.

De acuerdo a la versión de los pobladores de la vereda Alfómbrales y al señor García, poco o nada saben acerca de las diferentes funciones ambientales y ecológicas que puede desarrollar el humedal. Asimismo, no tienen conocimiento de la importancia que tiene el humedal para la mitigación del cambio climático y el control de crecidas. En cambio, solo saben que el

humedal es un gran reservorio de agua dulce, el cual provee de agua a los municipios de Murillo y Líbano y a los ríos Recio y Lagunilla.

Por lo anterior, se recomienda la implementación de campañas de educación ambiental que desde los colegios y otras instancias permitan la construcción de nuevos paradigmas acerca de la importancia de los humedales.

✓ Actitud frente al humedal

A pesar que la familia García se ha visto afectada económicamente por el cerco que Cortolima realizó, durante estos 14 años lo han respetado y preservado, ya que con el paso del tiempo se ha evidenciado lo beneficioso que ha sido para el humedal la suspensión de la entrada del ganado.

✓ Acciones para la recuperación del Humedal.

Al interior de los herederos de la finca Siberia existe un gran interés por preservar y conservar el humedal Turberas de Alfombrales. Se nota el gran interés de asistir a talleres de educación ambiental y talleres de capacitación que traten aspectos del humedal y sobre fauna y flora, e incentivar proyectos de investigación en la zona, quieren participar directamente en acciones como la reforestación y jornadas de limpieza. Adicionalmente se requiere realizar programas de pagos por servicios ambientales para incentivar a los propietarios y pobladores de la región.

7.2.2 Valoración económica

La valoración económica del humedal Turbera de Alfombrales está enfocada en la identificación de los diferentes tipos de valores que las personas que hacen parte del Área de Influencia Directa e Indirecta le asignan al humedal.

En este contexto y de acuerdo a la convención de Ramsar, la valoración económica está orientada a determinar los valores de uso directo e indirecto, valor de opción y el valor del no uso.

- *El valor de uso directo* corresponde a los beneficios derivados de la explotación del humedal, ya sea por la agricultura, la pesca, recreación, explotación de fauna y flora, cría de animales, entre otros. Por lo general, el valor de uso se caracteriza por reflejar una interacción entre el ser humano y el humedal.
- *El valor de uso indirecto* son aquellos beneficios producidos por las funciones ecológicas reguladoras del humedal. Dentro de ellas se

pueden encontrar: la retención de nutrientes, control de inundaciones, reservorios de agua, entre otros. Por lo general, en este valor siempre se encontraran actividades que no tienen un valor comercial en el mercado, por lo cual se hace difícil su cuantificación monetaria.

- *El valor de opción* está relacionado con los posibles usos futuros -ya sean directos e indirectos- que se piensan implementar en el humedal.
- *El valor del no uso* se “deriva del conocimiento de que se mantiene un recurso, ya sea diversidad biológica, patrimonio cultural, sitio religioso y legado” (Lambert, 2003).

De acuerdo al trabajo de campo se establecieron los siguientes valores para la valoración económica del humedal Turbera de Alfombrales:

Tabla 7.2. Valoración económica del humedal Turbera de Alfombrales.

Valor de uso			
Valor de uso directo	Valor de uso indirecto	Valor de opción	Valor del no uso
*****	• Reservorio de agua	• Zona de reserva • Turismo	• Zona de reserva

Fuente: GIZ (2016)

- *Valor de uso directo:* De acuerdo a la versión del señor García, el predio Siberia o Casa Roja no hace uso directo del humedal desde hace 14 años, fecha en la cual Cortolima decidió cercar el humedal con el fin de suspender la entrada del ganado.
- *Valor de uso indirecto:* El humedal Turbera de Alfombrales sirve como un gran reservorio de agua en la parte alta del municipio de Murillo, surtiendo del preciado líquido a los ríos Recio, Lagunilla y Vallecito. De igual forma, esta fuente hídrica beneficia a los pobladores de los municipios de Murillo y Líbano.

Adicionalmente, el humedal Turbera de Alfombrales cumple con las funciones propias de este ecosistema, dentro de ellas se destacan, el almacenamiento del carbono y la estabilización de nutrientes y el microclima.

- *Valor de opción:* Desde hace tres años el señor García viene negociando los predios de la finca Siberia o Casa Roja con la Corporación Autónoma Regional del Tolima -Cortolima-, con el fin de que estos terrenos se conviertan en zonas de reserva y protección, pero a la fecha no han llegado a un acuerdo económico.

Por otro lado, el heredero de Siberia piensa que sus predios se podrían explotar turísticamente, ya que su finca es paso obligado para subir al Nevado del Ruiz por el lado del departamento del Tolima, dentro las actividades que se lograrían desarrollar esta la implementación de deportes extremos como la escalada de roca en la peña la Leonera y el camping, el cual les permitiría a las personas apreciar la naturales y el paisaje de la región.

- *Valor del no uso:* A partir del año en el que Cortolima cerco el humedal Turbera de Alfombrales, la familia García no ha hecho uso del mismo, convirtiéndolo en una zona de reserva y protección.



CAPITULO 8: ZONIFICACIÓN DEL HUMEDAL

8. ZONIFICACIÓN DEL HUMEDAL

La zonificación ambiental es un proceso y herramienta de apoyo al ordenamiento territorial y ambiental del país, cuya elaboración se basa en la oferta de recursos de un determinado espacio geográfico, considerando las demandas de la población, dentro del marco del desarrollo sostenible. Esta zonificación constituye un instrumento fundamental, integrador y de apoyo a la gestión ambiental, que ayuda a la definición e identificación de espacios homogéneos y permite orientar la ubicación y el tipo de actividades más apropiadas para el área de consideración. Así mismo, estimula, facilita y apoya la labor de las instituciones para realizar el seguimiento de dicha actividad y la correspondiente supervisión (CONAM, 1999). La zonificación para la ordenación y manejo de los humedales, se constituye además en un ejercicio dinámico, flexible el cual debe ser revisado y ajustado, constantemente de acuerdo a las dinámicas sociales y a las eventualidades imprevistas como son las catástrofes naturales. (Mamaskato, 2008).

En este capítulo se presenta la zonificación ambiental del humedal Turbera de Alfombrales, localizado en el municipio de Rioblanco, departamento del Tolima; en el cual se establecen unidades de manejo que permiten concentrar a través de estrategias específicas acciones conducentes a la recuperación ecológica. Para ello se tuvo en cuenta los criterios y categorías de zonificación definidas en la Resolución VIII-14 (2002) de la Convención Ramsar, la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT], 2006).

En primer lugar, se presentan los aspectos conceptuales que guían la definición de la zonificación ambiental, seguidos por la metodología y los insumos necesarios dentro de este proceso y por último la zonificación de acuerdo a las unidades de manejo con los regímenes de uso propuestos para cada una de ellas.

8.1. Aspectos Conceptuales

La convención Ramsar, en la Resolución VIII.14, 2002 “Nuevos lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales” propone algunas normas que deben ser tenidas en cuenta a la hora de definir la zonificación de un humedal: “Se ha de zonificar con la participación plena de los interesados directos, inclusive comunidades locales y pueblos indígenas; se han de explicar a fondo los motivos para establecer y delimitar zonas, lo que reviste particular importancia a la hora de fijar los límites de las zonas de amortiguación; se ha de preparar una relación concisa de las funciones y/o

descripciones de cada sector como parte del plan de manejo; las zonas debieran señalarse con un código o designación singular y, cuando se pueda, fácil de reconocer, aunque en algunos casos bastará con emplear un código numérico sencillo; se ha de levantar un mapa que indique los límites de todas las zonas; de ser posible, los límites de las zonas debieran ser fácilmente reconocibles e identificables sobre el terreno; los indicadores físicos, (por ejemplo, cercas o caminos) son los más apropiados para señalar los límites y los que consistan en rasgos dinámicos, como ríos, hábitat variables o costas inestables, debieran indicarse con alguna marca permanente; y en los sitios extensos y uniformes o en las zonas de hábitat homogéneo divididas por un límite entre zonas debieran emplearse marcas permanentes y levantarse mapas de los lugares con ayuda del sistema mundial de determinación de posición (GPS)."

Según los principios y criterios para la delimitación de humedales continentales elaborado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2014. Se deben tener en cuenta dos criterios para la delimitación de humedales. a) Aquellos que determinan el límite funcional y garantizan su integridad ecológica; y b) Aquellos que permiten analizar implicaciones y direccionar la toma de decisiones sobre los procesos socioecológicos que suceden en el territorio del humedal (Figura 8.1).

Figura 8.1. Estructura para la gestión del humedal. Proceso que integra la identificación, la delimitación basada en dos grupos de criterios y el plan de manejo.



Fuente: IAvH (2014).

a. Criterios para la identificación del límite funcional del humedal

Se han considerado cuatro tipos de criterios para identificar el límite funcional de los humedales

- Geomorfológicos: permiten identificar las principales formas del relieve que dejan que el agua se deposite y acumule.
- Hidrológicos: permiten identificar la fuente de alimentación del agua y las dinámicas de inundación de manera multitemporal.
- Edafológicos: permiten identificar los suelos que han evolucionado bajo condiciones de humedad (suelos hidromórficos).
- Biológicos: permiten identificar comunidades altamente comprometidas con los procesos hidrogeomorfológicos y edafológicos característicos de los humedales. En especial se propone el uso de comunidades vegetales hidrofitas.

b. Criterios para el análisis de las implicaciones y la toma de decisiones

Se definen algunos criterios para analizar las implicaciones sociales, económicas y de gobernanza que se generarán a partir de la identificación del límite funcional de los humedales (Figura 8.2); esto permitirá tener argumentos para la toma de decisiones teniendo en cuenta los principios enunciados

Figura 8.2. Criterios para la toma de decisiones y el análisis de las implicaciones



Fuente: IAVH (2014).

La Resolución 196 de 2006 del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial por su parte, define la zonificación de humedales “como el proceso mediante el cual, a partir de un análisis integral ecosistémico y holístico, se busca identificar y entender áreas que puedan considerarse como unidades homogéneas en función de la similitud de sus componentes físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales” “... Las unidades homogéneas de acuerdo a Andrade (1994), están compuestas principalmente por dos aspectos que materializan la síntesis de los procesos ecológicos: la geoforma, la cual se refiere a todos los elementos que tienen que ver con la morfología de la superficie terrestre (relieve, litología, geomorfología, suelos, entre otros) y la cobertura (vegetal y otras) que trata los elementos que forman parte del recubrimiento de la superficie terrestre, ya sea de origen natural o cultural”.

En relación a la definición de etapas para la zonificación, según resolución 196 de 2006, comprende cuatro etapas:

- **Etapla preparatoria**, consiste en la definición del área de estudio, ubicación físico-política y obtención de mapas base. Así mismo, incluye la recolección y evaluación de la información biótica y socioeconómica existente.
- **Etapla de actualización y generación de cartografía temática**, consiste en un “proceso de actualización y generación de cartografía, con trabajo de interpretación de fotografías aéreas y comprobación cartográfica en campo para originar los siguientes mapas: geológico, suelos, fisiográfico, cobertura vegetal, sistema hídrico, socio económico (sistemas productivos, población, infraestructura, servicios básicos), uso actual, demanda ambiental (información de campo, fotointerpretación, y los cruces del mapa de uso actual con el mapa socio económico), oferta ambiental (correlación de los mapas de suelos, pendientes, fisiográfico, demanda ambiental, cobertura vegetal), procesos denudativos (correlación de los mapas base, pendientes, fisiográfico, geológico) amenazas naturales (correlación de los mapas geológico, hídrico, procesos denudativos y conflictos de uso), conflictos de uso (correlación de los mapas uso actual, vegetación, oferta ambiental) y unidades de manejo (producto final).”
- **Etapla “Criterios de Zonificación”**: En esta etapa se deben identificar los aspectos de oferta, demanda y conflictos del humedal en particular, tomando como base los siguientes conceptos:
 - **Oferta Ambiental**: capacidad actual y potencial para producir bienes y servicios ambientales y sociales del humedal con base en el conocimiento de las características ecológicas del mismo, identificadas anteriormente. En este sentido la oferta ambiental puede establecerse de acuerdo con las siguientes categorías:

- **Áreas de Aptitud Ambiental:**

Zonas de especial significancia ambiental: Áreas que hacen parte del humedal poco intervenidas, áreas de recarga hidrogeológica, zonas de nacimientos de corrientes de agua, zonas de ronda.

Zonas de alta fragilidad ambiental: Incluyen áreas del humedal donde existe un alto riesgo de degradación en su estructura o en sus características ecológicas por la acción humana o por fenómenos naturales.

- **Áreas para la producción sostenible y desarrollo socioeconómico:** Corresponden a las zonas del humedal donde los suelos presentan aptitud para sustentar actividades productivas (agrícolas, ganaderas, forestales y faunísticas).
- **Demanda Ambiental:** Está representada por el uso actual y los requerimientos de las comunidades sobre el ambiente biofísico del humedal (Agua, aire, suelo, flora, fauna, insumos y servicios)
- **Conflictos Ambientales:** Se generan por la existencia de incompatibilidades o antagonismos entre las diferentes áreas de la oferta ambiental y los factores que caracterizan la demanda ambiental. Estos conflictos ambientales se presentan en las siguientes situaciones: cuando se destruyen o degradan los componentes bióticos del humedal por la explotación inadecuada y cuando hay sobreutilización de los componentes del humedal.
- **Etapas de “Zonificación Ambiental”:** Con los resultados obtenidos en las fases previas, se identifican y establecen las siguientes unidades de manejo para el humedal:

Áreas de preservación y protección ambiental: corresponden a espacios que mantienen integridad en sus ecosistemas y tienen características de especial valor, en términos de singularidad, biodiversidad y utilidad para el mantenimiento de la estructura y funcionalidad del humedal.

Áreas de recuperación Ambiental: corresponden a espacios que han sido sometidos por el ser humano a procesos intensivos e inadecuados de apropiación y utilización, o que por procesos naturales presentan fenómenos de erosión, sedimentación, inestabilidad, contaminación, entre otros.

Áreas de producción sostenible bajo condicionamientos ambientales específicos:

se refieren a espacios del humedal que pueden ser destinados al desarrollo de actividades productivas. Estas áreas deben ser sometidas a reglamentaciones encaminadas a prevenir y controlar los impactos ambientales generados por su explotación o uso. En el manejo ambiental de estas áreas se debe asegurar el desarrollo sustentable, para lo cual se requieren acciones dirigidas a prevenir, controlar, amortiguar, reparar o compensar los impactos ambientales desfavorables.

Como resultado de la zonificación se definen, por último, los usos y restricciones particulares para cada zona, así:

Uso principal: uso deseable cuyo aprovechamiento corresponde a la función específica del área y ofrece las mejores ventajas o la mayor eficiencia desde los puntos de vista ecológico, económico y social.

Usos compatibles: son aquellos que no se oponen al principal y concuerdan con la potencialidad, la productividad y demás recursos naturales conexos.

Usos condicionados: aquellos que, por presentar algún grado de incompatibilidad con el uso principal y ciertos riesgos ambientales previsibles y controlables para la protección de los recursos naturales del humedal, están supeditados a permisos y/o autorizaciones previas y a condicionamientos específicos de manejo.

Usos prohibidos: aquellos incompatibles con el uso principal del área en particular y con los propósitos de conservación y/o manejo. Entrañan graves riesgos de tipo ecológico y/o para la salud y la seguridad de la población.

8.2. Aspectos metodológicos

La zonificación del humedal Turbera de Alfombrales se realizó a partir de un análisis integrado de los diagnósticos físicos, biológicos y socioeconómicos del área de influencia del humedal. Esta información se obtuvo a partir de la recopilación de información secundaria e información primaria obtenida a partir de los aportes de la comunidad aledaña al humedal.

Como documentos base se tomaron los lineamientos generales de: La Convención Ramsar Resolución VIII-14 (2012). “Nuevos lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales” y La Guía Técnica para formulación de Planes de Manejo para los Humedales de Colombia Resolución 0196 de 2006 del MAVDT.

8.2.1. Etapas de la zonificación

- **Análisis de información cartográfica e imágenes satelitales:**

Esta etapa consistió en la recopilación de información secundaria y en la conformación de una base de datos con la cartografía obtenida a partir de estudios anteriores. Dentro de este proceso se tomó la cartografía base generada a partir del Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCA del río Recio (CORTOLIMA, 2009), subzona hidrográfica a la cual pertenece; y el Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Murillo (Alcaldía Municipal de Murillo Tolima, 2002), municipio dentro del cual se encuentra ubicado el Humedal.

La base de datos se conformó a partir de los mapas temáticos que se nombran a continuación:

- Mapa de Geología de la Cuenca del río Recio (CORTOLIMA, 2009).
- Mapa de Geomorfología de la Cuenca del río Recio (CORTOLIMA, 2009).
- Mapa de Clima de la Cuenca del río Recio (CORTOLIMA, 2009).
- Mapa de Hidrología de la Cuenca del río Recio (CORTOLIMA, 2009).
- Mapa de Conflictos de la Cuenca del río Recio (CORTOLIMA, 2009).
- Mapa de Drenajes de la Cuenca del río Recio (CORTOLIMA, 2009).
- Mapa de Coberturas y Uso del Suelo del Municipio de Murillo (CORTOLIMA, 2009).
- Mapa de Coberturas y Uso del Suelo del río Recio (CORTOLIMA, 2009).

El estudio se realizó a partir del estudio de coberturas vegetales presentes en la zona, elaborado en la fase de diagnóstico del EOT-Murillo (2002) y el Mapa de Coberturas y Uso del Suelo del río Recio (CORTOLIMA, 2009) (Tabla 8.1; Figura 8.3); el cual, fue revisado y adaptado mediante cartografía base, imágenes satelitales y visitas de campo.

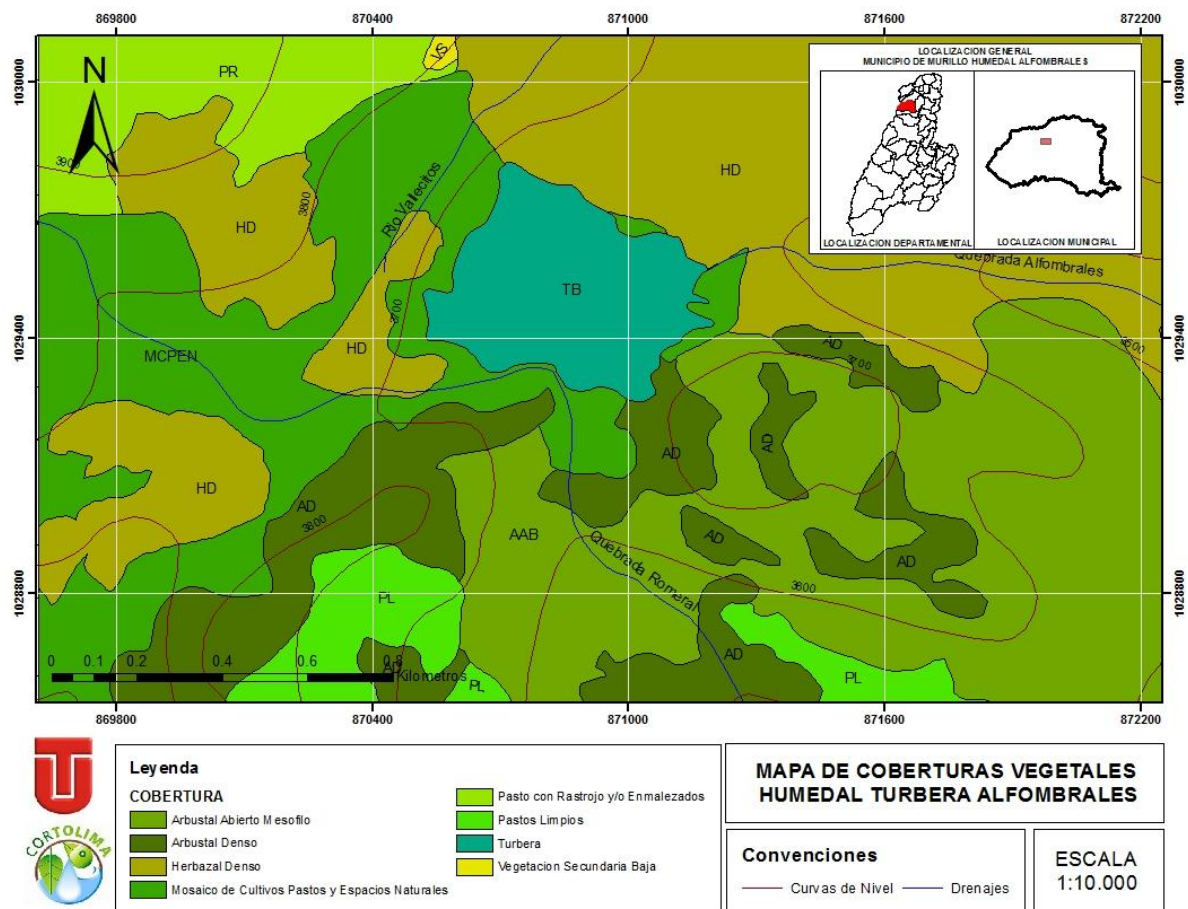
Tabla 8.1. Áreas de Coberturas Vegetales presentes en el Humedal Turbera de Alfombrales.

Tipo de Cobertura	Código Corine Land Cover	Simbolo	Área (Ha)
Arbustal Abierto Mesófilo	32222	AAB	95.9
Turbera	412	TB	22.7
Herbazal Denso	321113	HD	131.6
Arbustal Denso	3221	AAM	49.8
Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios	243	MCPEN	68.9

Naturales			
Pastos Limpios	231	PL	17.8
Pastos Con Rastrojo y/o Enmalezados	233	PR	23.9
Vegetación Secundaria Baja	3232	VS	2.5
Total			413.1

Fuente: GIZ (2016)

Figura 8.3. Mapa de Coberturas Vegetales Humedal Turbera de Alfombrales.



Fuente: GIZ (2016)

• **Verificación en campo:**

La verificación en campo se realizó mediante un recorrido perimetral del humedal y captura de información en las zonas de especial importancia mediante un receptor GPS (sistema de posicionamiento global) Garmin 60csx con un error de exactitud de +/- 3 metros horizontales.

Con la información tomada en campo, se generó el polígono de delimitación del humedal Turbera de Alfombrales en origen Magna-Sirgas en formato Shapefile. Posteriormente, mediante el polígono y la cartografía base fue posible generar los mapas temáticos para la toma de decisiones correspondientes al humedal.

A continuación se describen los servicios principales actuales y potenciales que presenta el humedal Turbera Alfombrales (Tabla 8.2). Estos bienes y servicios se entienden como los beneficios directos o indirectos que las poblaciones humanas derivan de los atributos estructurales y funcionales del ecosistema (Márquez, 2003) y para el caso del humedal Turbera de Alfombrales se clasifican de acuerdo a la categorización establecida por la resolución 196 del 2006 y la cartilla de humedales publicada por el IAvH (2014).

Tabla 8.2. Bienes y servicios actuales y potenciales ofrecidos por el humedal Turbera de Alfombrales.

Servicios Ambientales	Actual	Potencial
Abastecimiento	*****	Provisión de agua para consumo humano.
Regulación	- Mejoramiento en Calidad de Agua - Recarga de Acuíferos - Reservorio de diversidad genética. - Captura de Carbono.	Protección de Zonas Frágiles y de Importancia Ambiental.
Culturales	Valor Paisajístico.	*****

Fuente: GIZ (2016)

• **Criterios de la zonificación ambiental:**

Oferta ambiental:

El humedal Turbera de Alfombrales en las condiciones actuales ofrece diversos servicios ambientales que satisfacen las necesidades de la comunidad, a continuación se describen los servicios principales que se presenta actualmente, así como los potenciales (Tabla 8.2). Estos bienes y servicios se entienden como los beneficios directos o indirectos que las poblaciones humanas derivan de los atributos estructurales y funcionales del ecosistema (Márquez, 2003) y para el caso del humedal el Silencio se clasifican de acuerdo a la categorización establecida por la resolución 196 del 2006 y la cartilla de humedales publicada por el IAvH (2014).

Demanda:

Debido al cerramiento perimetral que posee el humedal Turbera de Alfombrales, no brinda ningún tipo de abastecimiento para actividades antrópicas; por lo tanto, no existe demanda ni extracción de ningún recurso además de los servicios ambientales directos e indirectos especificados en la Tabla 8.2.

8.3. Zonificación Ecológica y Ambiental

De acuerdo a la metodología propuesta por el documento de Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales (IAvH, 2014), se realizó la delimitación del humedal, tomándose como límite de este el área inundable y aquellas zonas donde se encuentre vegetación asociada al humedal, a su vez se toma en cuenta los históricos del nivel de agua en diferentes épocas del año; y se delimita la franja de protección a la que aluden los artículos 83 literal d), y 14 del Decreto 1541 de 1978, la cual se constituye en una franja de hasta 30 metros de ancho que involucra áreas inundables y las áreas necesarias para la amortiguación, protección y equilibrio del humedal.

Se definieron tres unidades de manejo, correspondientes a áreas de preservación y protección ambiental, Áreas de Recuperación y Áreas de producción sostenible bajo condicionamientos ambientales específicos. El Cuerpo de Agua de la Turbera, las Áreas con Cobertura Herbácea ubicadas dentro de la zona de Influencia Hídrica Superficial y Subsuperficial directa al Humedal y las Áreas con Vegetación Arbustiva y Leñosa, corresponden a la Zona de Preservación y Protección Ambiental. Las Áreas a Recuperar se definen como la franja de 30 metros de ronda del Humedal, del río Vallecitos y las quebradas Romeral y Alfombrales, y las Áreas degradadas con Importancia Hídrica al Humedal que corresponden a las coberturas de Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales que se encuentran dentro de las áreas de escorrentía superficial y subsuperficial directa al humedal. Las Áreas de Producción bajo condicionamientos específicos están definidas para las coberturas de Pastos Naturales y Pastos Limpios, Pastos con Rastrojo y los Mosaicos de Cultivos que no poseen incidencia directa al Humedal; estas áreas al tener aptitudes agrícolas y pecuarias, proveen una opción de actividades económicas de producción sostenible mediante Cultivos Transitorios y Pastoreo no Intensivo. La descripción de estas unidades de manejo se pueden observar en la Figura 8.4 y Tabla 8.3.

Tabla 8.3 Tabla de categorías y unidades de manejo del humedal Turbera de Alfombrales

Categoría	Unidad de Manejo	Símbolo	Área en Ha
Áreas de Preservación y Protección Ambiental	Cuerpos de Agua	CA	22.2
	Áreas de Vegetación Herbácea con Influencia Hídrica al Humedal	AVIH	17
	Áreas de Vegetación Arbustiva y Leñosa	AVL	144.7
Áreas de Producción Sostenible bajo Condicionamientos Ambientales Específicos	Áreas de Pastoreo no Intensivo	AP	103
	Áreas Cultivos Transitorios	CT	85.7
Áreas de Recuperación Ambiental	Áreas degradadas con Importancia Hídrica al Humedal	AD	9.7
	Ronda Hídrica	RH	30.8
Total			413.1

Fuente: GIZ (2016)

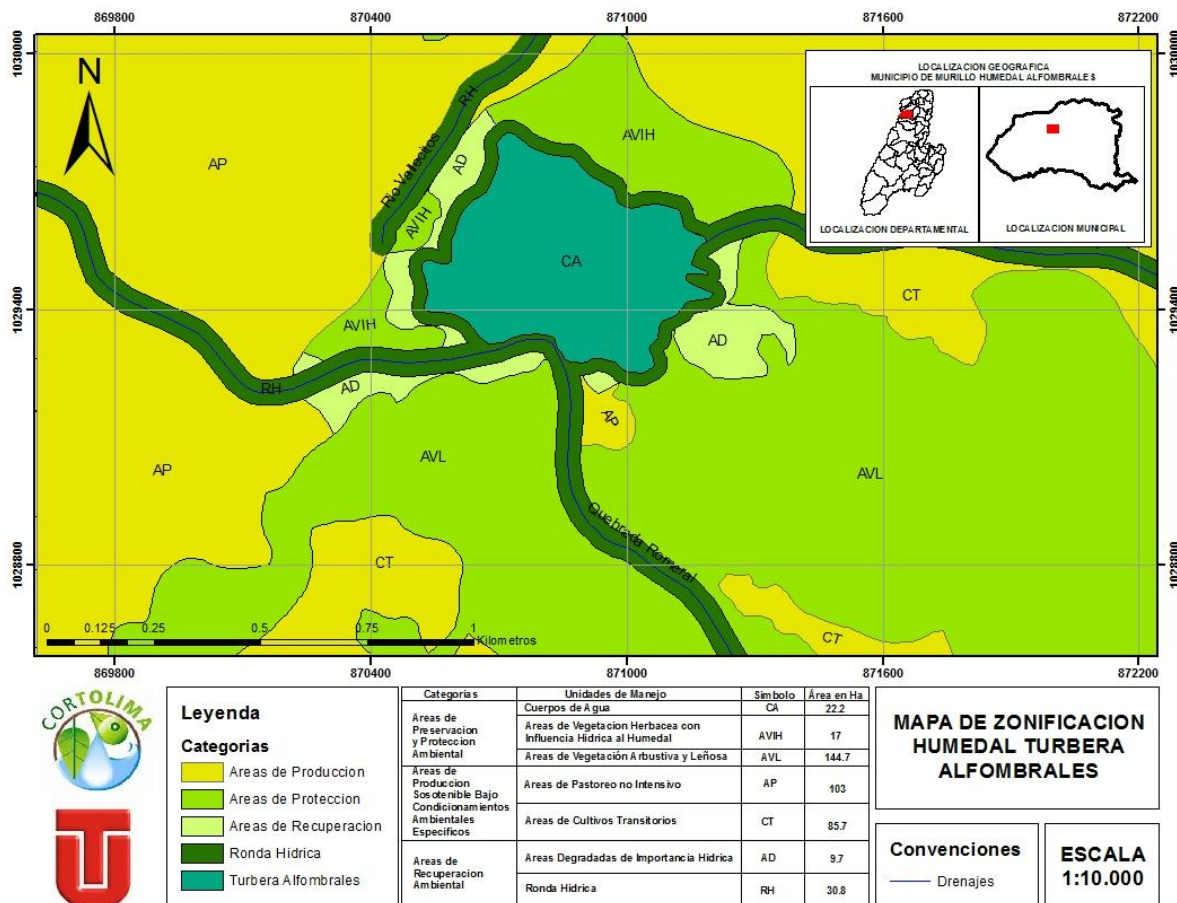
8.3.1. Áreas de preservación y protección ambiental:

Estas zonas corresponden a espacios que mantienen integridad en sus ecosistemas y poseen características de importancia ecológica, son fundamentales para el mantenimiento de las condiciones ecológicas del humedal y de la cual hacen parte las siguientes áreas y unidades de manejo:

Cuerpos de Agua: Corresponde básicamente a la zona del humedal que se encuentra temporal o permanentemente inundada y donde se desarrolla una vegetación típica de ambientes de Turbera. Ocupa un área de 22.27 Ha.

Áreas de Vegetación Arbustiva y Leñosa: Representa las áreas cubiertas por vegetación mesófila compuesta por una comunidad vegetal donde predominan los arbustos achaparrados y árboles pequeños.

Figura 8.4. Zonificación Humedal Turbera de Alfombrales



Fuente: GIZ (2016)

Áreas de Vegetación Herbácea con Influencia Hídrica al Humedal : Corresponde al Herbazal Denso ubicado dentro de la divisoria de aguas del Humedal Alfombrales en las zonas altas de la parte norte; en ellas, se lleva a cabo una escorrentía superficial y subsuperficial tributaria al Humedal.

Usos

A continuación se puntualizan los usos principales, compatibles, condicionados y prohibidos para las unidades de manejo descritas anteriormente.

Uso principal

- Conservación de la estructura ecológica
- Conservación de la diversidad Biológica

- Conservación de las Fuentes Hídricas

Usos compatibles

- Investigación Biológica
- Educación ambiental
- Turismo Ecológico

Usos condicionados

- Captación del Recurso Hídrico para Ganadería
- Captación del Recurso Hídrico para Cultivos

Usos prohibidos

- Recreación
- Construcciones Permanentes
- Extracción de madera o actividades mineras
- Cacería de fauna.
- Pesca con explosivos o agentes químicos.
- Actividades de pastoreo extensivo.
- Tránsito de maquinaria para producción agrícola
- Quemas.
- Disposición de Residuos Sólidos Orgánicos e Inorgánicos.
- Ocupación de la Ronda Hídrica por semovientes o cultivos.

8.3.2. Áreas de Producción sostenible bajo condicionamientos ambientales específicos:

Se refieren a espacios del humedal que pueden ser destinados al desarrollo de actividades productivas y económicamente sustentables. Estas áreas deben ser sometidas a reglamentaciones encaminadas a prevenir y controlar los impactos ambientales generados por su explotación o uso. Son compuestas por las siguientes unidades de manejo

Áreas de Pastoreo No Intensivo: Son áreas con coberturas de Vegetación Herbácea y Pastos Limpios, en las cuales se pueden mantener actividades ganaderas no intensivas de manera sostenible.

Áreas de Cultivos Transitorios: Son áreas en las que se pueden mantener cultivos propios de la zona, sin que afecte la estructura ni ecosistema del humedal.

Uso Principal:

- Pastoreo no Intensivo
- Producción Agrícola No Intensiva

Usos compatibles:

- Sistemas agrícolas
- Ecoturismo

Usos condicionados:

- Utilización de abonos para cultivos y labores de mecanización del terreno
- Tránsito de maquinaria para Producción Agrícola

Usos Prohibidos:

- Remoción total de la vegetación para implementar áreas exclusivas de pastoreo.
- Extracción de madera o actividades mineras
- Cacería de fauna.
- Quemaz.
- Disposición de Residuos Sólidos Orgánicos e Inorgánicos.

8.3.3. Áreas de recuperación ambiental:

Son aquellas áreas que por actividades antrópicas han sido degradadas y se pretenden restaurar hasta un estado apto para su conservación. Estas áreas están compuestas por las siguientes unidades de manejo:

Ronda Hídrica: Estas áreas corresponden a la franja de 30 metros a partir del límite tanto del humedal como de los cauces aledaños al humedal, con el fin de generar la conservación y regulación hídrica de estas.

Áreas Degradadas con Importancia Hídrica: Son las áreas de producción agrícola y pecuaria ubicadas dentro de la divisoria de aguas del humedal y dentro de la cual se realiza una escorrenría superficial y subsuperficial tributaria al humedal Alfombrales.

Uso principal

- Restauración del ecosistema y rehabilitación de la estructura del paisaje.

Usos compatibles

- Educación ambiental
- Investigación Biológica

Usos condicionados

- Recreación Pasiva

Usos prohibidos

- Construcciones Permanentes
- Extracción de madera o actividades mineras
- Cacería de fauna.
- Actividades de pastoreo extensivo.
- Tránsito de maquinaria para producción agrícola
- Quemaz.
- Disposición de Residuos Sólidos Orgánicos e Inorgánicos.



CAPITULO 9: PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

9.1. INTRODUCCION

En el presente documento se abordan los temas concernientes a la planificación de las actividades derivadas de la caracterización del humedal Turbera de Alfombrales en el departamento del Tolima, en el marco de lo institucional, legal, económico, ambiental, social y de política pública, para los ecosistemas estratégicos.

Por tanto el presente Plan de Manejo Ambiental del Humedal, tiene como propósito rehabilitar algunas de las funciones que presta estos ecosistemas a través de la conservación de los valores que cumple ambientalmente y beneficiar las especies de flora y fauna que aún se mantienen, con el establecimiento de programas viables a corto, mediano y largo plazo que promuevan una conciliación del hombre con la naturaleza y coordinar acciones, mediante mecanismos de participación con la comunidad local, institucional e industrial.

Los ecosistemas de humedal desempeñan un papel fundamental dentro del funcionamiento de una cuenca, dependiendo para ello del comportamiento del ciclo hidroclimático; contribuyen a la vez a la regulación de la misma, y ofrecen una gran variedad de bienes, servicios, usos y funciones para el ser humano, la flora y fauna silvestre, así como, para el mantenimiento de sistemas y procesos naturales (Ministerio de Medio Ambiente, 2002).

El presente Plan de Manejo, integra las variables socioculturales, de tradición del uso del suelo, de la fauna y flora endémica presente aún en el ecosistema y aspectos físicos, con la finalidad de planificar el desarrollo sostenible en el humedal, abriendo canales de participación activa que permita adelantar acciones de intervención para rehabilitación de hábitat en este humedal, bajo los lineamientos dados en el marco de la normatividad nacional sobre el manejo de los humedales en la Resolución 157 de 2004, Resolución 196 de 2006 y Resolución 1128 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

La propuesta se hace en torno al humedal Turbera, teniendo en cuenta la condición y la gran importancia que dicho ecosistemas reviste para la conservación de la biodiversidad, y la prestación de bienes y servicios ambientales; teniendo en cuenta esto se plasman diferentes actividades relacionadas con la investigación, gestión y divulgación, cuyo propósito fundamental consiste en diseñar estrategias para la restauración y

conservación ecológica del humedal, visualizando un plan realizable desde el punto de vista operativo y financiero.

9.2. METODOLOGÍA

La metodología para el desarrollo del Plan de Manejo Ambiental (PMA), se llevó a cabo acorde con las características particulares de cada área, se identificó los humedales que por su unidad en si por sus características físicas son los de mayor relevancia en el departamento del Tolima, a partir de los sondeos iniciales a la zona se recopiló información que sirvió para identificar los vacíos de información y así orientar los trabajos técnicos.

La información recopilada además de aportar elementos de análisis justificaba la implementación de acciones que desembocaran en la elaboración de un plan de manejo para preservar o usar de manera sostenible los recursos existentes y mejorar la calidad de vida de los implicados directos sobre los humedales; considerando la integralidad y relación existente entre los diferentes ecosistemas asociados al ciclo hidrológico y las dinámicas del desarrollo socioeconómico regionales.

La metodología utilizada en este documento se sustentó en analizar los resultados de la línea base, la caracterización del humedal Turbera de Alfombrales, la proyección de la perspectiva y la zonificación, para así, terminar con la formulación del plan de manejo ambiental, con un componente básico de participación en el cual se concertaron programas y posibles perfiles de proyecto que puedan enfocar los esfuerzos institucionales y comunitarios llevándolos a la ejecución.

Las fases sustentadas en lo anterior, tuvieron como principio fundamental.

- **Participación:** de los actores y dueños de las áreas sobre las cuales se identificaron los humedales, en la planificación y ejecución de cualquier esfuerzo para alcanzar el uso racional de los mismos y para que cualquier proceso a implementarse fuese conocido por los diferentes actores haciéndoles partícipes en la información técnica presentada y discutida con la comunidad, ya que, parte de la implementación y administración debe ser responsabilidad de las comunidades y las instituciones.

- **Información técnica como soporte de la equivalencia entre los actores:** información orientada a garantizar la equivalencia de la información suministrada a través de la participación de los actores, y en la cual el equipo técnico de acuerdo a lo suministrado y percibido gracias a los diferentes

observación directa sobre el área de humedales pueda orientar la formulación del plan de manejo.

Para efectos del desarrollo de las acciones propuestas por el plan de acuerdo a su nivel jerárquico y la dependencia e inclusión de unas con otras, se estableció en primera instancia el diseño de la Visión, a partir de esta, la Misión y como aspecto complementario de estos parámetros iniciales de planeación, se trazaron los objetivos; la segunda etapa en la formulación del plan estableció las estrategias, dentro de estas la definición de los programas y por último, a su vez dentro de estos programas, el diseño de los perfiles de proyectos que detalla el conjunto de actividades.

El primer proceso aplicado fue consultar la información y documentación temática disponible, tomada en términos legales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente) y en términos técnicos, de los EOTs Municipales, los Planes de Ordenación Ambiental de Cuencas –POMCAS- (Documentos CORTOLIMA-CORPOICA), Planes de desarrollo municipales, Estudio de zonas secas en el departamento del Tolima y Plan de Acción departamental del Tolima 2016-2019.

De acuerdo a la información consultada a través de los diferentes documentos, junto a la percepción de las comunidades y las instituciones con injerencia sobre las zonas de humedales, se constituye una serie de programas que a su vez contienen uno perfiles de proyectos formulados en una visión conjunta, suscitada desde la óptica comunitaria e institucional, que se acoge en el marco del cumplimiento de objetivos propios del plan de manejo.

9.3. VISIÓN

Los humedales naturales del departamento del Tolima, se constituyen en los próximos 15 años en ecosistemas estratégicos a nivel departamental, los cuales muestran condiciones ecológicas aceptables que permiten el mantenimiento de la biodiversidad y la generación de bienes y servicios ambientales a la comunidad.

Para el presente plan, considerando lo expuesto en el marco conceptual, la visión es: *“Para el 2026 se espera tener restaurado ecológicamente el 80% del humedal Turbera de Alfombrales, disminuyendo las amenazas que ponen en riesgo el recurso hídrico, fauna y flora, fomentando al mismo tiempo el compromiso conservación por parte de la comunidad e instituciones que se encuentran directamente relacionada con el humedal.”*

9.4. MISIÓN

Planteamiento, administración y ejecución de proyectos ambientales y sociales participativos, que tengan un aporte significativo en la mitigación y corrección de los procesos de degradación de los humedales naturales, mediante estrategias que permitan recuperar las condiciones naturales de estos ecosistemas, lo cual involucra realizar recomendaciones sobre el uso de los suelos, generar conciencia sobre la importancia de estos cuerpos de agua y realizar acciones directas para corregir los ecosistemas más afectados y mantener las condiciones de las zonas que aún conservan un importante potencial para la generación de bienes y servicios ambientales.

“Desarrollar una amplia gestión institucional con participación pública, privada y comunitaria que propenda por la conservación, recuperación y el uso sostenible de los recursos hídricos, flora, fauna y biodiversidad, con fundamento en la administración eficiente y eficaz, de los recursos naturales en los humedales naturales del departamento del Tolima”.

9.5. OBJETIVOS

9.5.1. Objetivo General del Plan de Manejo

Preservar las condiciones naturales que permitan el mantenimiento de la biodiversidad y la capacidad de regulación hídrica del humedal Turbera de Alfombrales

9.5.2. Objetivos específicos

- Conservar las áreas de especial significancia ambiental con el fin de garantizar la provisión del recurso hídrico y mantenimiento de la biodiversidad.
- Mejorar las prácticas agrícolas con el fin de disminuir el uso potencial de insumos agrícolas que puedan afectar del humedal.
- Realizar un aprovechamiento ambientalmente sostenible de la riqueza hídrica del humedal.
- Conservar las zonas que aun no han sido afectadas por procesos de origen antrópico.

9.6. TIEMPOS DE EJECUCIÓN

Corto plazo: 1 a 3 años.

Mediano plazo: 3 a 6 años.

Largo plazo: 6 a 10 años.

9.7. ESTRATEGIAS

Las estrategias del Plan de Acción están direccionadas en cinco líneas, acordes con la Política Nacional de Humedales, las cuales se desarrollan en programas y proyectos específicos a cada uno de ellos.

I. Manejo y Uso Sostenible

Para RAMSAR “El uso racional de los humedales consiste en su uso sostenible para beneficio de la humanidad de manera compatible con el mantenimiento de las propiedades naturales del ecosistema”. Se define uso sostenible como “el uso de un humedal por los seres humanos de modo tal que produzca el mayor beneficio continuo para las generaciones presentes, manteniendo al mismo tiempo su potencial para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras”.

Esta estrategia está orientada a garantizar un aprovechamiento del ecosistema sin afectar sus propiedades ecológicas a largo plazo. De acuerdo al establecido en la Convención de Ramsar, el concepto de “Uso Racional” debe tenerse en cuenta en la planificación general que afecte los humedales. El enfoque de la presente estrategia tiene como principio la intervención para la recuperación y conservación de la diversidad biológica, promoviendo el uso público de valores, atributos y funciones que incluyen no sólo la riqueza biológica del humedal sino los procesos de ordenamiento territorial y ambiental.

II. Conservación y Recuperación

Para RAMSAR, “el mantenimiento y la conservación de los humedales existentes siempre es preferible y menos dispendiosa que su restauración ulterior” y que “los planes de restauración no deben debilitar los esfuerzos para conservar los sistemas naturales existentes”. Los datos cuantitativos y las evaluaciones subjetivas ponen en evidencia que las técnicas de restauración hoy disponibles no redundan casi nunca en condiciones equivalentes a las de los ecosistemas naturales vírgenes. La conclusión de esto es que se ha de evitar el canje de hábitat o ecosistemas de alta calidad por promesas de restauración, excepto cuando intervengan intereses nacionales imperiosos. Con todo, la restauración de sitios determinados puede contribuir a la gestión en curso de los humedales de elevada calidad existentes, por ejemplo, mejorando el estado general de la cuenca de captación, y mejorar la gestión respecto de la asignación de recursos hídricos.

La Convención de Ramsar no ha intentado proporcionar definiciones precisas de estos términos. Aunque cabría decir que “restauración” implica un regreso a

una situación anterior a la perturbación y que “rehabilitación” entraña un mejoramiento de las funciones del humedal sin regresar necesariamente a la situación anterior a la perturbación, estas palabras se consideran a menudo intercambiables tanto en la documentación de Ramsar como en la documentación relativa a la conservación. Estos *Principios y lineamientos para la restauración de humedales* utilizan el término “restauración” en su sentido amplio, que incluye tanto los proyectos que promueven un regreso a la situación original como los proyectos que mejoran las funciones de los humedales sin promover necesariamente un regreso a la situación anterior a la perturbación.

La presente estrategia está orientada al conocimiento y manejo de la alteración del sistema acuático, conversión en los tipos de suelo y al uso actual del suelo de protección, las malas prácticas y los patrones de drenaje al humedal que reducen seriamente los beneficios ambientales y económicos del humedal Turbera de Alfombrales. La estrategia está pensada para que los dos ejes recuperación y conservación sirvan como acciones de acuerdo a las fases de priorización de intervención y coordinadas alrededor de la reparación de los procesos de degradación ocurridos en el ecosistema, al igual que la prevención de futuras pérdidas ya sea de los valores, atributos y/o funciones del humedal.

III. Comunicación, formación y concienciación

Según RAMSAR, La **comunicación** es el intercambio en dos sentidos de información que promueve y da lugar a un entendimiento mutuo. Es posible valerse de ella para conseguir que los ‘actores’/interesados directos participen y es un medio de conseguir la cooperación de grupos de la sociedad escuchándoles primero y luego explicándoles por qué y cómo se toman las decisiones. Cuando se aplica un enfoque instrumental, se recurre a la comunicación con otros instrumentos para respaldar la conservación de los humedales a fin de encarar las restricciones económicas y motivar acciones.

La **educación** es un proceso que puede informar, motivar y habilitar a la gente para respaldar la conservación de los humedales, no sólo introduciendo cambios en sus estilos de vida, sino también promoviendo cambios en la conducta de las personas, las instituciones y los gobiernos.

La **concienciación** hace que las personas y los grupos más importantes con capacidad de influir en los resultados tengan presentes las cuestiones relacionadas con los humedales. La concienciación es una labor de promoción y fijación de una agenda que ayuda a la gente a percibir las cuestiones

importantes y por qué lo son, las metas que se quieren alcanzar y qué se está haciendo y se puede hacer en ese sentido.

Esta estrategia tiene como principio fundamental el conocimiento del humedal, mediante la integración de distintas disciplinas, actores y procesos en cumplimiento de las necesidades expresadas en la gestión local y Regional, incorporándose el componente investigativo de los procesos biofísicos y socioculturales que se desarrollan alrededor del humedal Turbera de Alfombrales.

IV. Investigación, Seguimiento y Monitoreo

La Investigación tiene como principio fundamental el conocimiento del humedal, mediante la integración de distintas disciplinas, actores y procesos en cumplimiento de las necesidades expresadas en la gestión local y regional, incorporándose el componente investigativo de los procesos biofísicos y socioculturales que se desarrollan alrededor del humedal Turbera de Alfombrales. El conocimiento permanente del tiempo de las personas que viven cercanas y aledañas al humedal generara a futuro mecanismos de apropiación y conservación por el ecosistema a nivel local.

La existencia de un programa de monitoreo y reconocimiento eficaz es un requisito previo para determinar si un humedal ha sufrido o no un cambio en sus características ecológicas. Dicho programa es un componente integral de cualquier plan de manejo de humedales y debería permitir que, al evaluar la amplitud y lo significativo del cambio, se tengan plenamente en consideración los valores y beneficios de los humedales.

El monitoreo debería establecer la amplitud de la variación natural de los parámetros ecológicos dentro de un tiempo determinado. El cambio en las características ecológicas se produce cuando estos parámetros se sitúan fuera de sus valores normales. Así pues se necesita, además de la labor de monitoreo, una evaluación de la amplitud y lo significativo del cambio teniendo en cuenta la necesidad de que cada humedal tenga una situación de conservación favorable.

V. Evaluación del Riesgo en Humedales

La Convención sobre los Humedales (RAMSAR, 2000) ha elaborado este marco conceptual para evaluar el riesgo en humedales a fin de ayudar a las Partes Contratantes a predecir y evaluar el cambio en las características ecológicas de los humedales incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional y otros humedales. Este Marco aporta orientaciones acerca de

cómo predecir y evaluar cambios en las características ecológicas de los humedales y en particular destaca la utilidad de los sistemas de alerta temprana.

Para la ejecución de los proyectos se estableció un horizonte de tiempo de diez años en los que las acciones a realizar durante los primeros tres años se definen de corto plazo; entre el cuarto y sexto año de mediano plazo, y entre el séptimo y décimo año de largo plazo.

Programa Investigación, educación y concientización.

Este programa tiene como fundamento, el conocimiento del humedal, con la integración de distintas disciplinas, actores y procesos en cumplimiento de las necesidades expresadas en la gestión regional y local, aportando de esta manera a la comprensión de los procesos biofísicos y socioculturales que se desarrollan alrededor de este humedal, sirviendo como soporte cultural. Así mismo, estas investigaciones permitirán conocer las posibilidades que el ecosistema ofrece para la toma de decisiones frente a la conservación y la sostenibilidad tanto del ecosistema como a nivel social en su área de influencia directa.

9.8. PROGRAMAS Y PROYECTOS

PROGRAMA 1. RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIDA DEL HUMEDAL Y DE SU BIODIVERSIDAD.

Proyecto 1.1:

Conservación de la fauna del humedal limitando y minimizando el impacto por factores antrópicos.

Justificación

Los humedales también están expuestos a amenazas antrópicas. Para mantener su productividad y biodiversidad, se requiere un uso racional de los recursos por parte de las comunidades locales, por tanto se requiere desarrollar mecanismos que posibiliten disminuir las acciones que perjudican la fauna y flora del humedal y de los bosques aledaños. Con lo cual se previene la pérdida paulatina de especies y se logra mantener la riqueza biológica local y regional, ya sea por causa de la cacería para consumo o para la venta ilegal de fauna silvestre.

Objetivo General

Limitar, disminuir y detener la cacería en la zona y de esta manera limitar el impacto negativo por presión antrópica sobre los recursos faunísticos.

Objetivos Específicos:

- Aumentar la información para la ciudadanía en general, instituciones y medios sobre la importancia del humedal y la fauna del sitio así como de las restricciones y prohibiciones de cacería
- Generar programas de educación ambiental que permitan la conservación de la fauna y flora del humedal.
- Implementar sanciones por la extracción de fauna y flora de la zona para comercialización a nivel regional y nacional.

Metas:

Aumentar la información sobre humedales en la población a través de esta campaña.

Sancionar a la comunidad que trafique y comercialice fauna silvestre del humedal

Actividades:

- Realización de eventos de comunicación eficiente y Educación Ambiental orientado a defender la vida de los humedales dirigido a la población objetivo (Comunidad, Colegios, Escuelas públicas, Profesores, alumnos y multiplicadores de medios educativos)
- Realización de programas educativos a través de los medios de comunicación (Radio, Tv, Internet) para divulgación de Normatividad (Prohibiciones y sanciones).
- Realización de operativos de control y vigilancia sobre tráfico de fauna.

Indicadores:

Número de personas informadas y/o capacitadas sobre el ecosistema humedales.

Número de eventos de información.

Número de informes-mes, divulgados a través de medios de comunicación.

Números de personas sancionadas por tráfico de fauna silvestre.

Responsables:

1. Comunidad
2. CORTOLIMA
3. Alcaldía Municipal

- 4. Policía Ambiental
- 5. Medios de Comunicación

Prioridad: Mediano Plazo.

Proyecto 1.2.

Recuperación de la ronda hídrica.

Justificación

La ocupación de zonas inundables para el establecimiento de viviendas, el desarrollo de la agricultura, la tala o el pastoreo, así como la construcción de obras civiles sin planificación, entre las que se incluyen canalizaciones y dragados, han perturbado los ciclos hidrológicos naturales, degradando los humedales y ocasionando la pérdida de biodiversidad.

La protección y restauración de humedales es una estrategia importante en cada cuenca hidrográfica, no sólo porque los humedales prestan servicios que pueden facilitar el manejo del agua, sino también porque son ecosistemas críticos que requieren protección y restauración. La restauración de humedales degradados es una de las opciones más importantes para invertir la tendencia a la baja de la biodiversidad en las cuencas hidrográficas.

El proyecto busca establecer zonas de recuperación y protección para el humedal y para sus tributarios principales; dicha zona de protección se establece según normatividad y conveniencia de los interesados, a través de una cerca viva que delimita el área que será usada para conservación y amortiguación de las actividades económicas que puedan desarrollarse alrededor del humedal, señalando la ronda hídrica del humedal y de sus fuentes superficiales principales.

De esta manera se garantiza un control en el aporte de sedimentos al humedal y así como la permanencia del recurso hídrico y de un hábitat adecuado para la conservación de la biodiversidad.

Objetivo General

Recuperar y mantener las funciones hidrológicas de los humedales afectados por la acción humana mediante el establecimiento de la ronda hídrica reglamentada.

Objetivos Específicos:

- Evitar la pérdida de cuerpos de agua.
- Recuperar la ronda hídrica y la vegetación que rodea y protege el humedal.

Metas:

- Delimitar el área correspondiente a la ronda hídrica del humedal.
- Recuperar hábitats para el desarrollo de la biodiversidad.

Actividades:

- Identificación morfológica y topográfica del área hídrica del humedal
- Formulación, análisis y valoración de alternativas de intervención.
- Ejecución de las medidas de recuperación de mayor viabilidad ambiental, social y económica en función de la alternativa seleccionada.
- Monitoreo y evaluación de las medidas de recuperación.
- Delimitación y demarcación de la zona protectora hasta 30 m del límite del humedal.
- Socialización de las medidas de recuperación.
- Elaboración de Acuerdos, Decretos y/o resoluciones de aprobación de las medidas de recuperación.
- Firma de Contratos y/o convenios para la implementación de las medidas de recuperación.

Indicadores:

- Documento técnico (levantamiento topográfico, mapa).
- Documento de análisis de alternativas de intervención para la recuperación ambiental de los humedales, incluido el presupuesto detallado de las alternativas de intervención.
- Acuerdo, Decreto y/o Resolución emitida

Responsables:

1. Comunidades
2. CORTOLIMA
3. Alcaldía

Prioridad: Mediano plazo.

Proyecto 1.3:

Reconformación hidrogeomorfológica del vaso del humedal

Justificación

Un aspecto importante a tener en cuenta para la restauración ecológica de un humedal, es el de mantener un suministro hídrico en épocas de escasez por condiciones naturales, régimen de lluvias del sector y fluctuaciones en los aportes de agua subsuperficial y superficial. Una vez conocida la dinámica del agua de entrada al humedal, es necesario realizar una adecuación hidrogeomorfológica del humedal, con el fin de mantener durante gran parte del año un volumen de agua que garantice el sostenimiento del ecosistema.

Esto implica no solo la conformación del vaso del humedal, sino también un adecuado control de los sedimentos que ingresan al humedal de forma que no afecten las condiciones bióticas establecidas y no se presenten problemas de colmatación por sedimentos.

Objetivo General

Realizar la reconformación hidrogeomorfológica del humedal, de forma que se garantice el establecimiento de biota típica del humedal.

Objetivos Específicos:

- Mejorar y ampliar los hábitats propios en el humedal
- Mejorar las condiciones batimétricas en el humedal
- Mejorar la calidad de las aguas que ingresan al cuerpo de agua
- Restablecer elementos paisajísticos propios del humedal
- Evitar el ingreso de residuos sólidos

Metas:

- Realizar la adecuación hidrogeomorfológica del vaso del humedal, y mantener un control en la entrada de sedimentos al cuerpo de agua con miras a mejorar la calidad del recurso.
- Establecer condiciones adecuadas en cuanto a la conformación hidrogeomorfológica del humedal, con el fin de mantener a lo largo del tiempo condiciones favorables para los hábitats del mismo.

Actividades:

- Localización y replanteo topográfico y batimétrico del área del humedal
- Excavación mecánica para conformar el vaso

- Rellenos y adecuación de zonas de playa en el litoral del cuerpo de agua
- Construcción de estructuras de retención de sedimentos

Indicadores:

- Profundidad Creada / Profundidad Real.
- Movimiento de tierra realizado / Movimiento de tierra en diseños.
- Documento técnico (levantamiento topográfico, mapa).

Responsables:

1. Alcaldía Municipal
2. Comunidades
3. CORTOLIMA

PROGRAMA 2

INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN

Proyecto 2.1:

Evaluación de los mecanismos de interrelación con las demás áreas de conservación cercana.

Justificación

Se requiere valorar la forma en la que los humedales se interrelacionen con las áreas boscosas y la vegetación circundantes. Se requiere articular los fragmentos hoy dispersos del mosaico de humedales (en diferentes estados de sucesión) para posibilitar la comunicación especialmente de la fauna en su necesidad de hábitat. No obstante el nivel de información actual obliga a desarrollar un trabajo de investigación que posibilite definir con claridad si el establecimiento de corredores biológicos para reunir estas zonas es una respuesta adecuada para su conservación.

Objetivo General

Determinar las zonas de relación de corredores biológicos entre las partes del mosaico ambiental del conjunto.

Objetivos Específicos:

- Conocer y valorar los posibles corredores o áreas de interconexión de los humedales cercanos al humedal.
- Mejorar el conocimiento para la conservación a través de un proceso de ordenación.

Metas:

Elaborar un proyecto de líneas de interconexión y las áreas para la interconexión del humedal con bosques aledaños, acordado con la comunidad.

Actividades:

- Identificación y valoración de los posibles corredores o áreas de interconexión, (Identificando uso actual y uso potencial en la perspectiva de convertirlos a suelo de protección y sus conexas áreas de amortiguación.)
- Definición de las prioridades para su ordenación en cuanto ha corredores independientes e interdependientes y las condiciones jurídicas para proceder a su declaratoria e intervención.
- Inventario detallado y sistemático de fauna e interrelación entre áreas de humedales.
- Definición de líneas de interconexión y diseño de corredores, levantamiento cartográfico, predial y social de los mismos y definición de alternativas de uso sostenible.

Indicadores:

% del Proceso de elaboración de la investigación.

% de avance del inventario de fauna

% de avance de las líneas de interconexión cartografiadas y concertadas con la comunidad.

Responsables:

1. Universidades
2. CORTOLIMA

Proyecto 2.2:

Ampliación del conocimiento sobre especies de Fauna Silvestre

Justificación

La recuperación de la diversidad y el crecimiento de las poblaciones de fauna dependen directamente de las políticas de manejo que se implementen. Por ello se hace necesario ampliar el conocimiento que se tiene sobre las especies de fauna silvestre a fin de establecer lineamientos de manejo de las mismas, toda vez que se está presentando una fuerte presión sobre algunas de ellas, y las actividades antrópicas contribuyen en esta situación.

La información que se genere es necesaria en aras de desarrollar programas de control y protección de la fauna silvestre, e incluso debe llegar a proponer posibilidades de uso con el recurso fauna y establecer planes de manejo específicos para cada una de las especies con algún grado de vulnerabilidad que se encuentran en la región.

Objetivo General

Generar conocimiento sobre la fauna silvestre del humedal que permita conocer su estado, estructura y composición, a fin de establecer programas de manejo para este recurso en particular.

Objetivos Específicos:

- Determinar la composición y estructura de las comunidades de Zooplankton, Macroinvertebrados acuáticos, Peces, Herpetos, Aves y Mamíferos que habitan en el área de interés
- Identificar las especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza presentes en el área de estudio.
- Realizar monitoreos de fauna silvestre en la zona con el fin de obtener información sobre tamaños poblacionales de las especies.

Metas:

Conocer el estado actual de las poblaciones de fauna silvestre de los ecosistemas de humedal en el municipio de Lérída.

Establecer programas de conservación y aprovechamiento del recurso fauna a partir del conocimiento generado.

Sensibilizar las comunidades y las autoridades frente a la fauna y su manejo adecuado.

Actividades:

- Realización del inventario y censo poblacional de la Fauna Silvestre identificada en la zona.
- Identificación de las especies de interés cinegético y establecimiento de cotas de caza para dichas especies.
- Identificación de las especies amenazadas y establecimiento de los programas de manejo para reducir la presión sobre las mismas
- Elaboración de la Políticas de manejo de fauna silvestre en los reglamentos internos de las comunidades

Indicadores:

Documento Técnico con la información de las especies encontradas (inventarios, censos, especies cinegéticas identificadas).

Políticas de manejo establecidas e introducidas en los reglamentos internos de las comunidades.

Número de comunidades con sus reglamentos internos ajustados con la información obtenida.

Responsables:

1. Universidades
2. CORTOLIMA
3. Comunidad

Prioridad: Mediano plazo

Proyecto 2.3:

Ampliación del conocimiento sobre especies de la Flora Silvestre.

Justificación

La alta demanda nacional e internacional del recurso forestal ha conllevado cada día a incrementar el número de especies objeto de uso, es por eso que es necesario realizar estudios para conocer la flora silvestre, establecer planes de manejo y controlar los aprovechamientos que se hagan ilegalmente. Todos estos estudios deben ser incluidos en los planes de desarrollo de los municipios y los planes trienales de las corporaciones a fin de tener un norte frente al control

y uso de los recursos. Lo cual permitirá la recuperación de las áreas degradadas y optimizara el uso de los recursos.

Objetivo General

Generar conocimiento sobre la flora silvestre del humedal que permita conocer su estado, estructura y composición a fin de establecer programas de manejo.

Objetivos Específicos:

- Determinar la composición y estructura de las comunidades de flora que se encuentran en el área de interés
- Identificar las especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza presentes en el área de estudio.

Metas:

- Establecer un programas de conservación y aprovechamiento del recurso flora a partir del conocimiento generado.
- Reducir la ilegalidad frente al uso del recurso forestal.

Actividades:

Realización de inventarios y censo de las especies de fitoplancton y Flora silvestre de la zona, mediante levantamientos de parcelas permanentes en la zona con el fin de obtener información fenología de las especies.

Identificación de las especies de interés Ecológico y comercial para establecer su aprovechamiento sostenible.

Identificación de las especies amenazadas

Realización de operativos de control y vigilancia sobre flora.

Indicadores:

Documento Técnico con la información de las especies encontradas (inventarios, censos, especies cinegéticas identificadas).

Número de aprovechamientos con sus respectivos planes de manejo.

Hectáreas recuperadas.

Especies identificadas como de importancia comercial y ecológica.

Numeros de personas sancionadas por infracciones a la flora silvestre.

Responsables:

1. Universidades
2. CORTOLIMA

Prioridad: Mediano plazo

Proyecto 2.4:

Programa de educación ambiental y apropiación social participativa de los humedales.

Justificación

La exigencia de poner en marcha un programa de educación y sensibilización ambiental comunitaria se basa en el propósito de informar, formar y sensibilizar a la población de la necesidad de preservar el patrimonio ambiental, puesto que la responsabilidad no puede recaer única y exclusivamente en la administración, sino que será fruto de un proyecto de construcción colectiva.

En este marco se concibe la educación y sensibilización ambiental como una herramienta o instrumento para la gestión, coherente con los principios inspiradores de la mancomunidad. Siendo una acción complementaria y coherente con la gestión en propenda a la conservación del humedal.

La sensibilización combina integralmente acciones de transmisión directa y aprovechamiento, creando oportunidades para establecer un dialogo personal con la comunidad y los propietarios.

La educación ambiental formal y no formal ofrece un conjunto integrado de recursos materiales y humanos que puedan utilizarse para diseñar, adaptar, organizar y desarrollar sus propias actividades o programaciones de educación ambiental en torno al humedal.

Este proceso también involucra la comunidad estudiantil ya que desde las aulas de clase podría darle continuidad al proceso de sensibilización con el fin de que sus alumnos sean los multiplicadores y quienes lleven esta cultura ambiental para las generaciones futuras.

Objetivo General

Lograr comunidades organizadas y con capacidad de definir sus políticas y planes de desarrollo como respuesta a un modelo de gestión participativa y pedagógica para la conservación de los humedales.

Objetivos Específicos:

- Fortalecer la organización comunitaria y la participación ciudadana.
- Contribuir a transformar hábitos culturales poco amigable con el medio ambiente y sus recursos naturales para valorar territorio como un bien comunitario e histórico.
- Implementar una educación y una formación pedagógica desde lo propio para valorar y utilizar los recursos eficiente y sosteniblemente.

Metas:

Establecer organizaciones comunitarias y grupos poblacionales involucrados e interactuando en el proceso de desarrollo sostenible.

Comunidades con conocimiento de su territorio en términos de extensión, linderos, áreas estratégicas, bienes, servicios y potencialidades.

Centros educativos implementando cátedras de educación ambiental.

Actividades:

1. Construcción y socialización de un modelo de educación ambiental
2. Realización de talleres educativos
3. Realización de una cartilla educativa con las comunidades participantes.

Indicadores:

Numero de comunidades, grupos y/o organizaciones comprometidas y asumiendo funciones para el ordenamiento de sus territorios y recursos.

Número de talleres realizados /Nº talleres programados

Número de reuniones de coordinación institucional y comunitaria para el logro de los objetivos.

Número de líderes y pobladores comprometidos con el manejo y el aprovechamiento de los recursos de los humedales y del territorio en general.

Responsables:

4. CORTOLIMA

5. SENA

8. Alcaldía Municipal.

Prioridad: Corto Plazo

PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE.

Proyecto 3.1: Compensación por Pago de Bienes y Servicios Ambientales.

Justificación

El concepto básico de PSA es que los usuarios de recursos o las comunidades que están en condiciones de proporcionar servicios ambientales deben recibir una compensación por los costos en que incurren y que quienes se benefician con dichos servicios deben pagarlos utilizar un mecanismo de mercado para recompensar a los productores por las externalidades positivas que generan mediante el uso de la tierra, pero adecuado para mantener o mejorar los servicios ambientales. A pesar que en muchos países de la región no existe una normativa nacional que reglamente el PSA, éste puede ser adoptado a niveles político-administrativos inferiores

En este sentido los Servicios Ambientales son Funciones Ecosistémicas que benefician al hombre y los Bienes Ambientales son las Materias Primas que utiliza el hombre en sus actividades productivas económicas, que para el caso del humedal, se evidencian en la belleza escénica, en la concentración de flora y fauna nativa y en el recurso agua que proveen.

Particularmente la compensación por pago de bienes y servicios ambientales para el ecosistema de humedal puede evidenciarse en la posibilidad de exención o rebaja en impuestos para propietarios del predio sobre el cual se encuentre ubicado; con lo cual se incentiva de manera eficaz la responsabilidad en el manejo y cuidado tanto para el humedal como para su área de influencia.

Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema de compensación de pagos por servicios ambientales a propietarios y comunidades, con el propósito que mantengan y conserve el humedal existente y no realicen actividades productivas que generen impacto a los recursos naturales.

Objetivos Específicos:

Identificar los incentivos e instrumentos que faciliten la implementación del pago por bienes y servicios ambientales de los ecosistemas de humedales.

Sensibilizar a la comunidad sobre la prioridad de mantener en buen estado el humedal.

Conservar zonas estratégicas a través de incentivos de tipo fiscal o económico.

Metas:

Establecer las exenciones o reducción en impuestos de los predios donde se localiza el humedal natural y los que hacen parte de su microcuenca en una área cercana a las 45 ha.

Actividades:

- Socialización del proyecto a las comunidades
- Realización de un censo de propietarios que son colindantes directos del humedal y quienes tienen predios en la microcuenca del mismo.
- Determinación del área de cada propietario en la microcuenca del humedal en relación al área total de cada propietario.
- Definición concreta de las fuentes e instrumentos de financiación para el desarrollo de incentivos a la conservación
- Diseño y desarrollo de incentivos económicos aplicables por corporaciones ambientales de manera equitativa
- Monitoreo y seguimiento

Indicadores:

Número de familias incluidas en programas de pagos por servicios ambientales

Número de hectáreas reforestadas y protegidas

Número de reuniones de coordinación institucional y comunitario

Responsables:

1. Comunidades
2. CORTOLIMA
3. Alcaldía

Proyecto 3.2:

Capacitación en la Formulación y Desarrollo de Proyectos Productivos.

Justificación

La formulación y el desarrollo de proyectos por parte de la comunidad son una herramienta de desarrollo para ellas mismas que facilita su integración, mediante el debate de sus diferentes puntos de vista que permite la construcción de ideas más sólidas para la atención de un problema o

determinada situación y de esta manera avanzar hacia el desarrollo y el mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones.

De igual forma la reorientación en cuanto a las prácticas productivas por parte de pequeños propietarios debe plasmarse desde la aplicación de acciones que no vayan en contravía a la conservación de estos ecosistemas, para lo cual deben desarrollarse propuestas para el desarrollo de proyectos productivos teniendo en cuenta la riqueza de sus tierras.

Para que la gestión de proyectos por parte de las comunidades sea efectiva, es necesario en primer lugar que los interesados tengan acceso a capacitaciones que además de contemplar la parte formal de la elaboración de proyectos, incluya el conocimiento de los mecanismos de gestión de los mismos a instituciones públicas y privadas del orden nacional e instituciones internacionales, con el fin de aprovechar todas las posibilidades que en muchos casos se desconocen y por ende no se aprovechan por falta de su conocimiento.

Objetivo General

Instruir a la comunidad en la implementación de estrategias productivas que contribuyan al bienestar de las comunidades locales del humedal y la promoción de la conservación de su ecosistema.

Objetivos Específicos:

- Desarrollar en la comunidad los elementos necesarios para generar y consolidar formas organizativas de trabajo.
- Brindar capacitación específica en áreas de la producción y mercadeo de productos.
- Capacitación para el aprovechamiento eco turístico con explotación sostenible del humedal.

Metas:

Capacitación del propietario, administrador e interesados en la formulación y gestión de proyectos productivos y eco turísticos.

Actividades:

1. Socialización a las comunidades de las actividades a desarrollar
2. Inscripción de los interesados.
3. Desarrollo de capacitaciones y talleres

Indicadores:

Número de proyectos formulados

Número de proyectos en ejecución

Número de familias comprometidas en los procesos de formación para la formulación de proyectos

Capacitaciones y visitas a las localidades

Responsables:

1. CORTOLIMA

2. SENA

3. Alcaldía

Prioridad: Mediano plazo.

9.9. EVALUACIÓN DEL PLAN DE MANEJO

Para la planificación, seguimiento y evaluación del Plan integrado de manejo de los humedales de la zona baja del departamento del Tolima, se propone crear un comité interinstitucional conformado por:

1. La Corporación Autónoma del Tolima (CORTOLIMA).
2. Un delegado del municipio (Murillo).
3. Un delegado del MAVDT.
4. Un delegado los predios en donde se encuentra el humedal.
5. Un delegado de la gobernación del Tolima.

Funciones:

1. Planificación.
2. Toma de decisiones
3. Seguimiento, ajuste y evaluación del plan de acción

Coordinación.

Responsabilidad de la Corporación Autónoma del Tolima (CORTOLIMA).

Revisión Trienal del Plan de Manejo

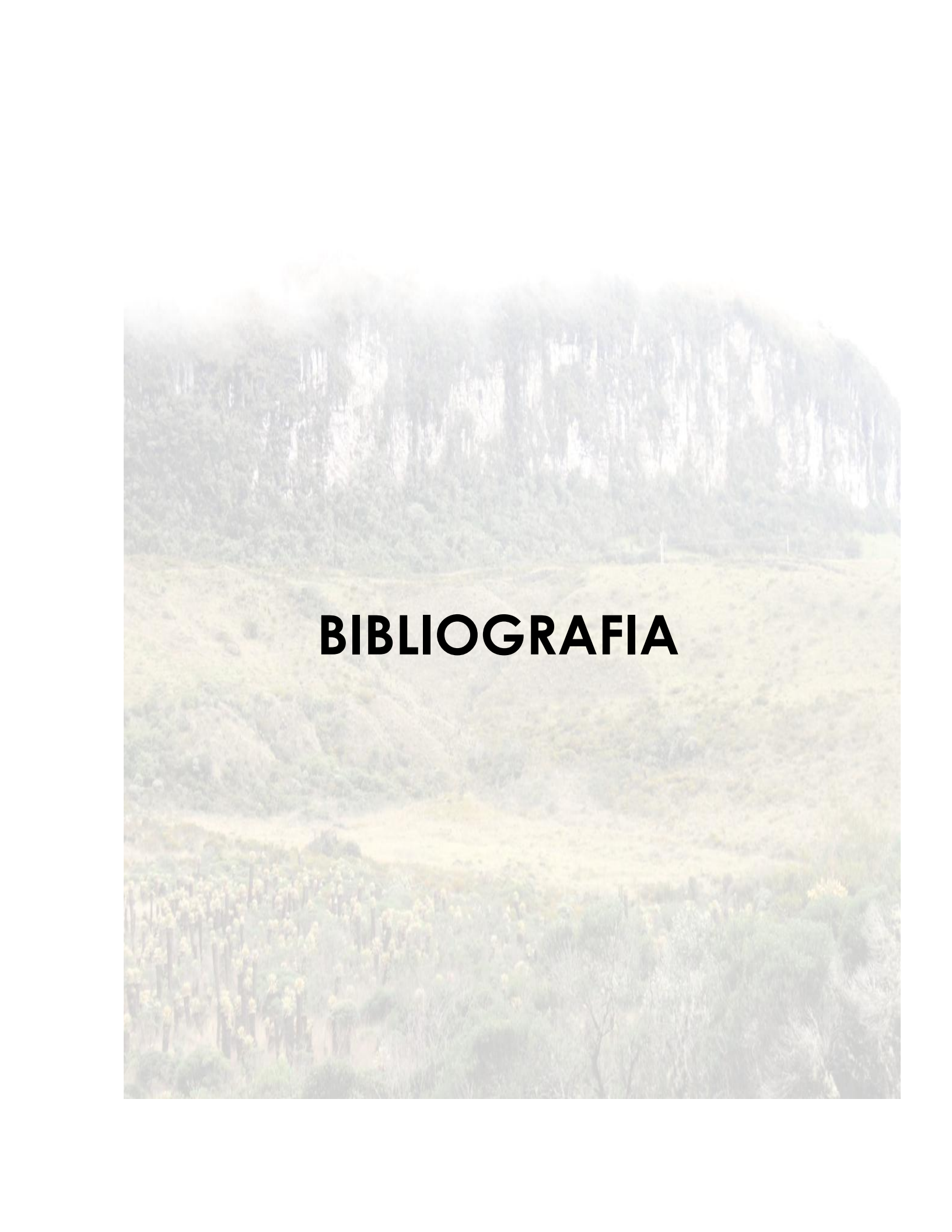
Esta etapa se propone cada tres años, donde participará el comité coordinador, representantes de comunidades beneficiarias de los proyectos, las entidades ejecutoras y ONGs. El objetivo principal es evaluar la implementación del Plan de Manejo.

Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal Turbera de Alfombrales

9.10. PLAN DE TRABAJO ANUAL

Programas y Proyectos										
	PLAN DE TRABAJO ANUAL									
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
PROGRAMA 1. RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIDA DEL HUMEDAL Y DE SU BIODIVERSIDAD.										
Proyecto 1.1. Conservación de la fauna del humedal limitando y minimizando el impacto por factores antrópicos.	X	X	X	X	X	X				
Proyecto 1.2. Recuperación de la ronda hídrica.	X	X	X	X	X	X				
Proyecto 1.3. Reconformación hidrogeomorfológica del vaso del humedal	X	X	X	X	X	X				
PROGRAMA 2 INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN										
Proyecto 2.1. Evaluación de los mecanismos de interrelación con las demás áreas de conservación cercana.	X	X	X	X	X	X				
Proyecto 2.2. Ampliación del conocimiento sobre especies de Fauna Silvestre	X	X	X	X	X	X				
Proyecto 2.3. Ampliación del conocimiento sobre especies de la Flora Silvestre.	X	X	X	X	X	X				
Proyecto 2.4: Programa de educación ambiental y apropiación social participativa de los humedales.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE.										
Proyecto 3.1. Compensación por Pago de Bienes y Servicios Ambientales.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Proyecto 3.2. Capacitación en la Formulación y Desarrollo de Proyectos Productivos.	X	X	X	X	X	X				
COSTOS	\$1.000.000.000	\$1.000.000.000	\$1.000.000.000	\$1.000.000.000	\$1.000.000.000	\$1.000.000.000	\$150.000.000	\$150.000.000	\$150.000.000	\$150.000.000

Fuente: GIZ (2016)



BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- Adamus, P., T.J. Danielson & A. Gonyaw. (1991). Indicators for Monitoring Biological Integrity of Inland, Freshwater Wetlands. U.S. Environmental Protection Agency. Washington, DC.
- Acs, E. & K.T. Kiss. (1993). Effects of the water discharge on periphyton abundance and diversity in a large river (River Danube, Hungary). *Hydrobiologia*, 249: 125-133.
- Aguilar, V. (2003). Aguas continentales y diversidad biológica de México: un recuento actual.
- Alberico, M., Cadena, A., Hernández-Camacho, J., & Muñoz-Saba, Y. (2000). Mammals (Synapsida: Theria) of Colombia. *Biota Colombiana* (1), 44-75.
- Alcaldía de Murillo. (2002). EOT, Hacia un Desarrollo Ambiental, Agropecuario y Ecoturístico. Murillo: Alcaldía de Murillo.
- Aldana-Dominguez, A.J., Álvarez, R.M., Umaña, V.A.M. & Socorro S.F. (2009). Capítulo 5. Aves. En: Villarreal-Leal H., Álvarez-Rebolledo M., Higuera-Díaz M., Aldana-Domínguez J., Bogotá- Gregory J.D., Villa-Navarro F.A., Von Hildebrandt P., Prieto-Cruz A., Maldonado-Ocampo J.A., Umaña-Villaveces A.M., Sierra S. y Forero F. (Ed.). Caracterización de la biodiversidad de la selva de Matavén (sector centro-oriental) Vichada, Colombia. (págs. 145-166). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Asociación de Cabildos y Autoridades Tradicionales Indígenas de la selva de Matavén (Acatisema).
- Allan, J.D. (1976). Life history patterns in zooplankton. *American Naturalist* 110: 165-180.
- Álvarez, D. E. (1993). Composición florística, diversidad, estructura y biomasa de un bosque inundable, en la Amazonía Colombiana. Tesis de Magister en Ecología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia, Medellín.
- American Ornithologist Union (AOU) (1998). Check-list of North American birds. American Ornithologist's Union. Washington, D.C. USA.
- AmphibiaWeb. (2016). Information on amphibian biology and conservation. [web application]. Berkeley, California: AmphibiaWeb.
- Andrade-C., M.G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ambiente-política. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 35(137): 491-507.
- Angulo A., J.V. Rueda-Almonacid, J.V. Rodríguez-Mahecha & E. La Marca (Eds). (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de campo #2. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá D.C. ISBN 978-958-97690-5-8.
- Arana, C. & L. Salinas. (2003). Flora vascular de los humedales de Chimbote, Perú. Universidad Nacional de San Marcos. Lima Perú
- Ardila, M. C. & A. R. Acosta. (2000). Anfibios. págs. 617-628. En: J. O. Rangel-Ch. (ed.). La región de vida paramuna. Colombia Diversidad Biótica III. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales.

Arzuza, D.E., Moreno, M.I. & Salaman, P. (2008). Conservación de las aves acuáticas en Colombia. *Conservación Colombiana*, 6, 1-72.

Ballesteros, J., Racero, J. & Nuñez, M. (2007). Diversidad de murciélagos en cuatro localidades de la zona costanera del departamento de Córdoba-Colombia. *Rev MVZ Cordoba* 12(2): 1013-1019

Balmori, A. (1999). La reproducción en los quirópteros. Revisión en Mastozoología. *Galemys*, 11(2), 17-34. Base de datos-Missouri Botanical Garden. Disponible en: <http://www.tropicos.org/>

Benítez, R; Calero, V; Peña, E y Martín, J. (2011). Evaluación de la cinética de la acumulación de cromo en el buchón de agua (*Eichhornia crassipes*). *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, Vol 9, Nº 2, (66-73).

Blanco, D.E. (1999). Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica. En Malvarez, A.I. (Ed). *Los humedales como hábitat de aves acuáticas* (págs. 215-223.). Montevideo: Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe—ORCYT.

Bolívar-G, W., Ospina-Sarria, J. J., Méndez-Narváez, J., and Burbano-Yandi, C. E. (2009). "Amphibia, Anura, Hylidae, *Dendropsophus microcephalus* (Boulenger, 1898): Distribution extensions." *Check List*, Campinas, 5, 926-928.

Botero, J. (Julio de 2005). Métodos para estudiar las aves. *Biocarta*, 8, 1-4. Disponible en: <http://www.radiocomunicaciones.net/pdf/telemetria/metodo-estudiar-aves-telemetria.pdf>.

Boyer, R. & C. E. Grue. (1995). The need for water quality criteria for frogs. *Environmental Health Perspectives* 103 (4): 352 – 357.

Callaway, J.C., G. Sullivan, J.S. Desmond, G.D. Williams & J.B. Zedler. (2001). Assessment and Monitoring. En: J.B. Zedler (ed.). *Handbook for Restoring Tidal Wetlands*. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Calles, J.A. (2007). Bioindicadores terrestres y acuáticos para las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, provincia Bolívar. Tesis de Maestría. EcoCiencia. Quito-Ecuador.

Camargo, A.M. & A. O. Lasso. (2002). Evaluación ecológica de la biodiversidad de humedales en áreas de bosque seco tropical: una aproximación para los ecosistemas estratégicos de la granja de Armero. Tesis de Ingeniería Forestal. Universidad Del Tolima. Ibagué. 135p.

Casas-Andreu, G., Valenzuela-López, G. & Ramírez-Bautista, A. (1991). Cómo hacer una colección de anfibios y reptiles. Cuadernos del Instituto de Biología. 10 UNAM. México D. F. 68pp.

Castaño, O. V. (Ed). (2002). libro rojo de reptiles de Colombia. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del medio Ambiente, Conservación Internacional-Colombia. Bogotá, Colombia. 160 p.

Castellanos, C.A. (2006). Los Ecosistemas de Humedales de Colombia. Disponible en Internet. <Http://lunazul.ucaldas.edu.co>. P. 1-5.

Castro, H.F. & G. H. Kattan. (1991). Estado del conocimiento y conservación de los anfibios del Valle del Cauca. p. 310-323. En: E. Florez y G. Catan. Memorias primer Simposio Nacional de Fauna del Valle del Cauca. INCIVA, Cali.

Castro-Herrera, F., Vargas-Salinas, F. (2008). Anfibios y Reptiles en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana* 9 (2): 251-277

CATIE. (2003). Manual Árboles de Centroamérica. Disponible en: <http://www.arbolesdecentroamerica.info/index.php/es/species>.

Chaparro-Herrera, S., Echeverry-Galvis, M.Á., Córdoba-Córdoba, S. & Sua-Becerra, A. (2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. *Biota Colombiana*, 14(2), 113-150.

Collins, S.L., J.V. Perino, J.L. Vankat. (1982). Woody vegetation and microtopography in the bog meadow association of Cedar Bog, a west central Ohio USA fen. *American Midland Naturalist* 108: 245-249.

Contreras, F; C. Leaño, J.C Licona, E. Dauber, L. Gunnar, N.Hager & C.Caba. (1999). Guía para la instalación y evaluación de parcelas permanentes de muestreo (PPMs). Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 51p.

Corporación Autónoma Regional del Tolima CORTOLIMA (2009). Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica Mayor del Rio Recio. Ibagué.

Dahl, G. (1971). Los Peces del Norte de Colombia. Bogotá D.C Ministerio de Agricultura, Instituto de Desarrollo de los recursos Naturales Renovables (INDERENA). P. 391

de Pinna, M. D. (1998). Phylogenetic relationships of neotropical siluriformes: Historical overview and synthesis of hypothesis. *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*, 279-330.

Delgado, P. Y S. M. Steadman. (2008). Humedales y peces una conexión vital. Administración Nacional de los Océanos y la Atmósfera (NOAA). USA. 36p.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (s.f.). DANE. Recuperado el 16 de Mayo de 2016, de <http://www.dane.gov.co/>

Domínguez, E. & Fernández, H. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistematica y biología. (1a ed.) Tucumán, Argentina. Fundación Miguel Lillo. ISBN 978-950-668-015-2.

Donegan, T.M., McMullan, W.M., Quevedo, A. & Salaman, P. (2013). Revision of the status of bird species occurring or reported in Colombia 2013. Revisión del estatus de las especies de aves que existen o han sido reportadas en Colombia 2013. *Conservación Colombiana*, 19, 3-10.

Donegan, T.M., Quevedo, A., Verhelst, J.C., Cortés, O., Pacheco, J.A. & Salaman, P. (2014). Revision of the status of bird species occurring or reported in Colombia 2014. Revisión del estatus de las especies de aves que existen o han sido reportadas en Colombia 2014. *Conservación Colombiana*, 21, 3-11.

Donegan, T.M., Quevedo, A., Verhelst, J.C., Cortés-Herrera, O., Ellery, T. & Salaman, P. (2015). Revision of the status of bird species occurring or reported in Colombia 2015, with discussion of BirdLife International's new taxonomy. Revisión del estatus de las especies de aves que han sido reportadas en Colombia 2015, con una discusión de la nueva taxonomía de BirdLife Internacional. *Conservación Colombiana*, 23, 3-48.

Dugan, P. (1992). Conservación de humedales. Un análisis de temas de actualidad y acción inmediata. UICN. Gland, Suiza. 130-470pp.

Duellman, W.E. & L. Trueb, (1986). *Biology of Amphibians*. McGraw-Hill, Nueva York. 670 pp.

Duellman W. E. & L. Trueb. (1994). *Biology of Amphibians*. Johns Hopkins University Press. Baltimore
Echegaray, J & A. Hernando. (2004). Amenazas de los anfibios. *SUSTRAI - Revista Agropesquera - Udaberria* 67: 50 – 52.

Eigenmann, C. (1922). The fishes of the Northwestern South America, part I. The fresh-water fishes of Northwestern South America, including Colombia, Panamá, and Pacific slopes of Ecuador, y Perú, together with an appendix upon the fishes of the río Meta in Colombia. En: *Mem. Carnegie Mus.* Vol.9, No. 1. p. 1-346.

Esquivel, H. & A. Nieto. (2003). Estudio florístico en la Cuenca alta y media del río Combeima. Universidad del Tolima.

Farinha, J.C., L.T. Costa, G. Zalidis, A. Matzavelas, E. Fitoka, N. Heker & P.T. Vives. (1996). Mediterranean wetland inventory: hábitat description system. Lisboa. MedWet. ICN, Wetlands International, Greek Biotope, EKBV

Fernando, C.H. (1980). The freshwater zooplankton of Sir Lanka, with a discussion of tropical freshwater zooplankton composition. *Int. Revue. Ges. Hydrobiol.* 65 (1): 85-125.

Figuerola, J., & Green, A. J. (2003). Aves acuáticas como bioindicadores en los humedales. In *Ecología, manejo y conservación de los humedales* (pp. 47-60). Instituto de Estudios Almerienses.

Frost, Darrel R. (2016). *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 6.0 (Date of access). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.

Frost, D.R., T. Grant, J. Faivovich, R. Bain, A. Haas, C.F.B. Haddad, R.O. de Sá, S.C. Donnellan, C.J. Raxworthy, M. Wilkinson, A. Channing, J.A. Campbell, B.L. Blotto, P. Moler, R.C. Drewes, R.A. Nussbaum, J.D. Lynch, D. Green & W.C. Wheeler. (2006). The amphibian tree of life. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 297: 1 - 370.

Frost, Darrel R. (2016). *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 6.0 (Date of access). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.

Galindo-González, J. (1998). Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana*(73), 55-56.

Galvis, G.; Mojica, J. & Camargo, M. (1997). Peces del Catatumbo. Santafé de Bogotá, D' Vinni Editorial Ltda, 118 p. (Serie: Ciencias). ISBN: 84-472-0242-9.

García-Herrera, L., Ramírez-Fráncel, L. y Reinoso-Flórez, G. (2015). Mamíferos en relictos de Bosque Seco Tropical del Tolima, Colombia, Mastozoología Neotropical, 22(1):11-21.

Garrett, J.M. and D.A. Barker. (1987). Field Guide to Reptiles and Amphibians of Texas. Texas Monthly Fieldguide Series, Gulf Publishing Company, Houston, Texas.

Gentry, A. H. (1993). A field guide to the families and genera of woody plants of northwest south America (Colombia, Ecuador, Perú) whit supplementary notes on herbaceous taxa. Conservation International, Washington D. C.

Gery, J. (1977). Characoids of the world.

Gibbons, J. W., Scott, D. E., Ryan, J. T., Buhlman, K. A., Tuberville, T. D., Metts, S. B., Greene, J. L., Mills, T., Leiden, Y., Poppy, S., Winne, C. T. (2000). The Global Decline of Reptiles, Déjà Vu Amphibians. BioScience 50 (8): 653-666.

Gobernación del Tolima. (2010). Murillo en cifras 2000 - 2010.

Gomez-Schouben, C. (2005). Aprovechamiento del buchón de agua *Eichhornia crassipes* como enmienda orgánica en el Ecoparque Lago de las Garzas. Tesis de Maestría en Biología. Cali Colombia. Universidad del Valle. 116 p.

Green, A.J. & Figuerola, J. (2003). Aves acuáticas como bioindicadores en los humedales. Ecología, manejo y conservación de los humedales (pp. 47-60). Instituto de Estudios Almerienses.

Green, A.J., Hamzaoui, M., Agbani, M.A & Franchimont, J. (2002). The conservation status of Moroccan wetlands with particular reference to waterbirds and to changes since 1978. Biological Conservation, 104, 71–82.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2013a). Plan de Manejo Ambiental Humedal El Burro: Informe técnico. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2013b). Plan de Manejo Ambiental Humedal El Oval: Informe técnico. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2013c). Plan de Manejo Ambiental Humedal La Moya de Enrique: Informe técnico. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2013d). Plan de Manejo Ambiental Humedal La Pedregosa: Informe técnico. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.

Hansen, G. & G. Flaim. (2007). Dinoflagellates of the Trentino Province, Italy. Journal of Limnology 66(2): 107-141.

Hanson, P.; Springer, M. & Ramirez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. Revista de Biología Tropical. 58 (supl. 4): 3-37.

Hilty, S.L. & W.L. Brown. (1986). A guide to the birds of Colombia. Princeton Univ. Press. Princeton, New Jersey.

Hilty, S. L. & Brown, W. L. (2001). Guía de las aves de Colombia, Edición en español. Cali, Colombia: American bird conservation (ABC).

House, M. (1990). Water quality indices as indicators of ecosystem change. *Environ. Monit. Assess.* 15: 255-263.

Hutson, A. M., Mickleburgh, S. P., & Racey, P. A. (2001). Microchiropteran bats: Global Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN/ SSC Chiroptera Specialist Group. Gland, Switzerland: Chiroptera Specialist Group. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.

Jaramillo, J & Aguirre, N. (2012). Cambios espacio-temporales del plancton en la Ciénaga de Ayapel (Córdoba-Colombia), durante la época de menor nivel del agua. *En Caldasia*, Vol 34 (1). p: 213-226.

Kattan, G. y Murcia, C. (1999). Informe especial: Investigación en biología de la conservación en Colombia. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. Informe especial (8). 3-12p.

Kerner, M., Ertl, S. & Spitz, A. (2004). Trophic diversity within the planktonic food web of the Elbe Estuary determined on isolated individual species by ^{13}C analysis. *Journal of Plankton Research*, 26 (9): 1039-1048.

Kiersch, B., R. Mühleck & G. Gunkel. (2003). Las macrófitas de algunos lagos alto-andinos del Ecuador y su bajo potencial como bioindicadores de eutrofización. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* vol. 52 (4): 829-837.

Klumpp, A., Bauer, K., Franz-Gerstein, C. y de Menezes, M. (2002). Variation of nutrient and metal concentrations in aquatic macrophytes along the Rio Cachoeira in Bahia (Brazil). *Environment International* 28 (3): 165-171.

Kunz, T. H. & Pierson, E. D. (1994). Bats of the world- an introduction. En T. H. Kunz, E. D. Pierson, & R. W. Nowak (Ed.), *Bats of the world*. (pág. 427). Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Lambert, A. (2003). Valoración económica de los humedales: un componente importante de las estrategias de gestión de los humedales a nivel de las cuencas fluviales.

Lange-Bertalot, H. (2001). *Diatoms of Europe 2. Navicula sensu stricto. 10 Genera Separated from Navicula sensu lato. Frustulia*. A.R.G. Gantner Verlag.

Lasso, C.A., Gutierrez F. de P. & Morales-B D. (Editores)(2014). X. Humedales interiores de Colombia: indentificación, caracterización y establecimientode límites según criterios biologogicos y ecológicos. Serie editorial Recursos Hidrobiológicos y pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos BiológicosAlexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C. Colombia, 255pp.

Lindig-Cisneros, R. & J. B. Zedler. (2005). La restauración de humedales. En: Temas sobre restauración ecológica. Sánchez, O., E. Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez y Danae Azuara (Eds). Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). México, D. F. 256p.

Linnaeus, C. (1758). *Systema Naturae per Regna Tria Naturae, Secundum Classes, Ordines, Genera, Species, cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis*. 10th Edition. Volume 1. Stockholm, Sweden: L. Salvii.

Lips, K.R.; Reaser, J.K.; Young, B.E. & Ibáñez, R. (2001). *Amphibian monitoring in Latin America: a protocol manual*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. Herpetological Circular. Minnesota.

Llano-Mejía, J., Cortés-Gómez, A.M. & Castro-Herrera, F. (2010). Lista de anfibios y reptiles del departamento del Tolima, Colombia. *Biota Colombiana* 11 (1 y 2): 89-106.

López, M.C. (2005). *Macrófitas y algas*. Universidad de Santiago de Compostela.

López-Lanús, B. & Blanco, D. E. (2005). *El Censo Neotropical de Aves Acuáticas 2004*. Global Series No. 17, Wetlands International. Buenos Aires, Argentina. 9 p

Lopretto, E. y Tell, G. (1995). *Ecosistemas de aguas continentales*. Argentina: Ediciones Sur. 1401 p.

Losada-Prado, S., Molina-Martínez, Y.G., González, A.M., Carvaja, A.M. & Franco, M. (2003). Aves. Págs.578-898. En: F. Villa, G. Reinoso, M. H. Bernal & S. Losada- Prado (eds.), *Biodiversidad faunística de la Cuenca del Río Coello*. Biodiversidad Regional Fase I. Tomo III. Documento Técnico. CORTOLIMA y Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia.

Losada-Prado, S., Carvajal-Lozano, A.M. & Molina-Martínez, Y.G. (2005a). Listado de especies de aves de la cuenca del río Coello (Tolima, Colombia). *Biota Colombiana*, 6(1): 101-115.

Losada-Prado, S., Murillo-Feria, J., Carvajal-Lozano, A.M. & Parra-Hernández, R. (2005b). Aves. Págs.78 – 898 en: F.A. Villa, G. Reinoso & S. Losada (Eds.). *Biodiversidad faunística y florística de las Cuencas de los ríos Prado y Amoyá*. Biodiversidad Regional Fase II. Documento Técnico. CORTOLIMA y Universidad del Tolima. Ibagué.

Losada-Prado, S. & Molina-Martínez, Y. (2011). Avifauna del Bosque Seco Tropical en el departamento del Tolima (Colombia): análisis de la comunidad. *Caldasia*, 33(1), 271-294.

Lozano-Zarate, Y. (2008) .Diversidad, distribución, abundancia y ecología de la familia Characidae (Ostariophysi: Characiformes) en la cuenca del río Totare (Tolima-Colombia). Tesis de Pregrado. Programa de Biología., Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Tolima. Ibagué.216p.

Lynch, J. D. & A. Suárez-Mayorga. (2002). Análisis biogeográfico de los anfibios paramunos. *Caldasia* 24: 471 – 480.

Lynch, J. D. (2006). The amphibian fauna in the Villavicencio region of eastern Colombia. *Caldasia*. 28(1):135-155.

Machado, T. A. (1989). Distribución ecológica e identificación de los coleópteros acuáticos en diferentes pisos altitudinales del departamento de Antioquia. Medellín. Proyecto de investigación. Universidad de Antioquia. Facultad de ciencias exactas y naturales. 323 p.

Manchado, M. & Peña, G. (2000). Estructura numérica de la comunidad de aves del orden Passeriformes en dos bosques con diferentes grados de intervención antrópica en los

corregimientos de Salero y San Francisco de Icho. Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Básicas: Universidad Tecnológica del Chocó, Chocó.

Mazzucconi S. A., Lopez-Ruf, M. & Bachmann, A. (2009). Hemiptera-Heteroptera: Gerromorpha y Nepomorpha. En: Domínguez, E. & Fernández, H. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología. (1a ed.) Tucumán, Argentina. Fundación Miguel Lillo. ISBN 978-950-668-015-2.

Maldonado-Ocampo, J.A., Ortega-Lara, A., Usma, J.S., Galvis, G., Villa-Navarro, F., Vásquez, L., Prada-Pederos, S., et al., (2005). Peces de los Andes de Colombia 1a Edición. Bogotá D.C. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. P. 346.

Maldonado-Ocampo, J.A., Vari, R.P., & Usma, J.S. (2008). Checklist of the Freshwater Fishes of Colombia. *Biota Colombiana*. 9(2), 143–237.

Mantilla- Meluk, H. (2009). Phyllostomid Bats of Colombia: Annotated Checklist, Distribution, and Biogeography. Lubbock: Special Publications. Museum of Texas Tech University.

Marcano, A. (2003). Composición y abundancia del zooplancton del eje Pampatar (Punta Ballena) – La Isleta de Margarita, Venezuela en el periodo febrero-julio-2002. Trab. Grad. Lic. Biol. Universidad de Oriente, Boca del Río, Venezuela, 87 pp.

Márquez, G. (2003). Ecosistemas estratégicos de Colombia. *Revista de la Sociedad Geográfica de Colombia* 133: 87-103. Bogotá.

MAVDT - Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). Resolución 196 de 01 de Febrero de 2006. "Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia".

MAVDT. (2010). Cuarto Informe Nacional ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica. República de Colombia, Bogotá, Colombia. 239 pp.

McDiarmid, R.W. (1994). Preparing amphibians as scientific specimens (pp. 289-296). En: Heyer, R., Donnelly, M., McDiarmid, R. W., Hayek, L. & Foster, M. S. (Eds.).

McMullan, M., Quevedo, A. & Donegan, T.M. (2010). Guía de campo de las aves de Colombia. Bogotá: Fundación ProAves.

Medellín, RA, Equihua M, Amin MA. (2000). Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in neotropical rainforests. *Conservation Biology*, 14(6):1666–1675.

Mendoza-C. H., & B. Ramírez-P. (2000). Plantas con flores de la Planada. Guía ilustrada de familias y géneros. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Fundación para la Educación Superior-social, Fondo Mundial para la Naturaleza. 244 p.

Merrit, R. W. & Cummins, K. W. (Eds.). (2008). An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Third edition. Kendall/Hunt Publishing Company.

Miles, C. (1943). Los peces del río Magdalena. Ministerio de economía Nacional, Sección de Piscicultura, Pesca y Caza. Bogotá. Colombia.

Ministerio de Agricultura (1978) Decreto 154: "Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: De las aguas no marítimas y parcialmente la Ley 23 de 1973". Bogotá.

Ministerio de Agricultura. (s.f.). Agronet. Recuperado el 15 de Agosto de 2016, de <http://www.agronet.gov.co/Paginas/default.aspx>.

Ministerio del Medio Ambiente-Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, (1999). Humedales Interiores de Colombia: Bases Técnicas para su Conservación y Uso Sostenible.

Ministerio del Medio Ambiente (2002). Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia: Estrategia para su Conservación y Uso Sostenible. República de Colombia: autor. Mitsch, W & Gosselink, G. (2007). Wetlands. John Wiley & Sons Inc. NY., USA. 582 pp.

Mistry, J., Berardi, A. & Simpson, M. (2008). Birds as indicators of Wetland status and change in the North Rupununi, Guyana. *Biodiversity and Conservation*, 17(10), 2383–2409.

Mojica, J.I., J.S. Usma, R. Álvarez-León & C.A. Lasso (Eds). 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia, XX pp.

Molina-Martínez, Y.G. (2002). Composición y estructura trófica de la comunidad aviaria de la Reserva Natural los Yalcones (San Agustín - Huila) y su posible relación con la vegetación arbórea y arbustiva. Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima, Ibagué-Colombia.

Monroy, R. & Colín, H. (2004). El Guamúchil, *Pithecellobium Dulce* (Roxb.) Benth, Un Ejemplo De Uso Múltiple. *Madera Y Bosques*, 10(1), 35-53.

Moreno-Guerrero, J.Y., Foseca-Patarroyo, N. & Rodríguez-Ramírez, H. (2006). La importancia del uso de los bioindicadores en los estudios (Tesis de especialización). Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Química, Especialización en Ingeniería Ambiental, Bogotá D.C.

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir Biodiversidad. M & T. Manuales y Tesis SEA. Vol. 1, Zaragoza.

Moyle, P & Cech, J. (1988). *Fishes: An introduction to ichthyology*. 2 ed. New Jersey : Prentice Hall.. 559 p.

Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Tree*. 10 (2) : 58 – 62p.

Naranjo. L.G. (1997). Humedales de Colombia. Ecosistemas amenazados. En: Sabanas, vegas y palmares. El uso del agua en la Orinoquia colombiana. Universidad Javeriana – CIPAV

Needham, J. G & Needham. (1991). Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. Barcelona: Reverté. 131 p.

Nelson, J. (2006). *Fishes of the World*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. Fourth., p. 539.

North American Banding Council (NABC) (2003). Manual para anillar Passeriformes y cuasi-Passeriformes del anillador de Norteamérica (excluyendo colibríes y búhos). California: The North American Banding Council, point Reyes station.

Novotny, V y Olen, H. (1994). Water quality: prevention, identification and management of diffuse pollution. Van Nostrand Reinhold, New York. 1054 p.

Otálora-Ardila, A. (2003). Mamíferos de los bosques de roble. Acta Biológica Colombiana 8: 57-71p.

Parra, J.L. (2014) Uso de la biota acuática en la identificación, caracterización y establecimiento de límites en humedales interiores: Aves. Pp. 150-155. En: Lasso C.A., Gutiérrez F. de P. y Morales, B.D. (Eds). X. Humedales interiores de Colombia: identificación, caracterización y establecimiento de límites según criterios biológicos y ecológicos. Bogotá, D.C. Colombia: Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

Patrick, R. & C.W., Reimer. (1966). The diatoms of United States. Philadelphia, vol 1. Monogr. Acad. Nat. Sci., Philadelphia, USA. 688pp.

Pejler, B. (1977). On the global distribution of the family Brachionidae (Rotatoria). Arch. Hydrobiol. Suppl. 53: 255-306.

Pisani, R. G. & J. Villa. (1974). Guía de técnicas de preservación de anfibios y reptiles. Estados Unidos de Norteamérica: Society for the study of amphibians and reptiles.

Ponce de León, J. & Rodríguez, R. (2010). Peces cubanos de la familia Poeciliidae: Guía de Campo. Editorial La Academia. La Habana-Cuba. p 3.

Prada, J.E. (2005). Caracterización, compilación y complementación de la información biofísica y ecológica de los humedales de la cuenca mayor del río Prado para la Corporación Autónoma Regional del Tolima CORTOLIMA. Tesis de Biología. Universidad del Tolima. Ibagué. 58p.

Prendergast, J.R. & Eversham, B.C. (1997). Species richness covariance in higher taxa: empirical tests of the biodiversity indicator concept. Ecography, 20, 210-216.

Prescott, G. W. (1968). The algae: a review (p. 436). Boston: Houghton Mifflin.

Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E. & Desante, D. F. (1993). Handbook of field methods for monitoring landbirds. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-144-www. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture; 41 p.

Ralph, C.J., Geupel, G.R., Pyle, P., Martin, T.E., De Sante, D.F. & Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. General technical report. Albany, California: Pacific Southwest Research Station, Forest service, United States Department of agriculture.

Ralph, C.J., Widdowson, M., Widdowson, B., O'donnell, B. & Frey, R.I. (2008). Tortuguero bird monitoring station protocol for the Tortuguero integrated bird monitoring program. Arcata, California: U.S. Forest Service, Redwood Sciences Laboratory. Ramírez, A. (2000). Utilidad de las

aves como indicadores de la riqueza específica regional de otros taxones. *Ardeola*, 47(2), 221-226.

Ramírez, J. (2000). Fitoplancton de agua dulce: aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios. Primera edición. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.. 191p. 958-655-384-1 ISBN.

Ramírez-Fráncel, L. & García-Herrera L. (2011). Importancia de los murciélagos en la regeneración del bosque del municipio de mariquita (Tolima) mediante la quiropterocoria, educación y sensibilización a la comunidad. Tesis de grado, Facultad de Educación, Universidad del Tolima, 23-192.

Ramírez-Fráncel, L, García-Herrera, L. y Reinoso Flórez, G. (2015). Nuevo registro del murciélago pálido *Phylloderma stenops* (Phyllostomidae); en el valle alto del río magdalena, Colombia. *Mastozoología Neotropical* 22 (1): 11-21.

Ramírez-Chaves, HE., A. Suárez y J. González-Maya. (2016). Cambios recientes a la lista de los mamíferos de Colombia. *Notas mastozoológicas* 3 (1): 1-9.

RAMSAR (Irán, 1971). Convención sobre los Humedales. Resolución VIII.16. 8va. Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes: —Agua Vida y CulturaII Valencia, España.

RAMSAR. (2002). Compendio del inventario de humedales. CRQ.

RAMSAR. (2015). Importancia de los humedales. Disponible en: <http://www.ramsar.org/es/acerca-de/la-importancia-de-los-humedales>

Reinoso - Flórez, G.; Villa – Navarro, F.; Losada, S.; García – Melo, J.E. & Vejarano – Delgado, M.A. (2010). Biodiversidad faunística de los humedales del departamento del Tolima. Informe técnico, Corporación Autónoma Regional del Tolima Cortolima. 513 p.

Reis, R., Kullander, S., y Ferraris, C. (2003). Checklist of the freshwater fishes of the south and Central America. (p. 729). Porto alegre Brasil: Edipucrs.

Remsen, J.V., Areta, J.I., Cadena, C.D., Jaramillo, A., Nores, M., Pacheco, J.F., Pérez-Emán, J., Robbins, M.B., Stiles, F.G., Stotz, D.F. & Zimmer, K.J. Version [18/05/2016]. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>

Renjifo, L. M., Franco-Maya, A. M., Amaya-Espinel, J. D., Kattan, G. H. & Lopez-Lanus, B. (2002). Libro rojo de aves de Colombia. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Renjifo, L.M., Gómez, M.F., Velásquez-Tibatá, J., Amaya-Villarreal, A.M., Kattan, G.H., Amaya-Espinel, J.D. & Burbano-Girón, J. (2014). Libro rojo de las aves de Colombia Volumen 1: bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica. Pontificia Universidad Javeriana e Instituto von Humboldt (Eds). Bogotá D.C., Colombia.

Restall, R., Rodner, C. & Lentino, M. (2006). Birds of Northern South America: An Identification Guide, Volume 1: Species Accounts. Christopher Helm. Helm Identification Guides.

Rivera, P., O. Parra, M. Gonzáles, V. Dellarosa, & M. Orellana. (1982). Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales. IV Bacillariophyceae. Universidad de Concepción. Chile.

Robertson, B.A. & E.R. Hardy. (1984). Zooplankton of Amazonian Lakes and Rivers. En: Sioli, (ed.). The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Dr. W. Junk Publishers. Monographiae Biologicae 56: 337-352.

Roda, J., Franco, A.M., Baptiste, M.P., Mónera, C. & Gómez, D.M. (2003). Manual de identificación CITES de aves de Colombia. Serie Manuales de Identificación CITES de Colombia. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Roldán, G. (1996). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Fondo para la Protección del Medio Ambiente "José Celestino Mutis"-FEN COLOMBIA- Fondo colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales "Francisco José de Caldas"-COLCIENCIAS- Universidad de Antioquia. Colombia. 217 p.

Roldán, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia : Uso del método BMWP/Col. Medellín, Colombia : Editorial Universidad de Antioquia. 170 p. ISBN 958-655-671-8.

Roldán G. & Ramírez J. (2008). Fundamentos de limnología neotropical 2ª Edición. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín . ISBN 978-958-714-188-3. 440

Rosemberg, D.M. & Resh, V.H. (1993). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York : Chapman y Hill. 48p.

Rueda-Almonacid, J.V. (1999). Anfibios y reptiles amenazados de extinción en Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Volumen 23 (suplemento especial). p: 475-497.

Rueda-Almonacid, J.V., Lynch, J.D. & Amézquita, A. (2004). Libro rojo de los Anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá (Colombia).

Ruiz-Carranza, P. M & Lynch, J. D. (1997). Ranas centrolenidae de Colombia X. Los Centrolenidae de un perfil del flanco oriental de la cordillera Central en el departamento de Caldas. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 21 (81): 541-553.

Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski, 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México.

Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski, 2004. Manual de Malezas de la Región de Salvatierra, Guanajuato. En: Rzedowski, J. y G. Calderón de R. (eds.). Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo complementario XX. Instituto de Ecología-Centro Regional del Bajío. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México.

Samper, D. (1999) Colombia Caminos del agua. Ed. Banco de Occidente, Santa Fé de Bogotá, primera edicion.

Samper, C. (2000). Ecosistemas Naturales, Restauración Ecológica e Investigación. Ed. Banco de Occidente, Santa Fé de Bogotá, primera edición.

Sánchez, F., Álvarez, J., Ariza C. & Cadena, A. (2007). Bat assemblage structure in two dry forest of Colombia: Composition, species richness, and relative abundance. *Mammal Biol* 72. 82-92.

SER Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. (2004). The SER International Primer on Ecological Restoration. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International.

Scott. D.A. & Carbonell, M. (1986). Inventario de humedales de la Región Neotropical. Slimbirdge, UK: IWRB. Sección de Piscicultura, Pesca y Caza. Bogotá. Colombia.

Scott, D.A. & T.A. Jones. (1995). Classification and Inventory of Wetlands. A Global Overview. *Vegetatio* 118: 3-1 | 6.

Solari, S., Muñoz-Saba, Y., Rodríguez-Mahecha, J. V., Defler, T. R., Ramírez- Chaves, H. E. y Trujillo, F. (2013). Riqueza, endemismo y conservación De los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical*, en prensa, Mendoza, 65 p.

Starr, R. C. (1970). *Volvox pocockiae*, a new species with dwarf males. *Journal of Phycology* 6:234–239.

Steindachner, F.(1878) Zur Fischfauna des Magdalenen-Stromes. *Anzeiger der Akademie deWissenschaften in Wien* v. 15 (12): 88-91.

Stiles, F.G. & C.I. Bohórquez. (2000). Evaluando el estado de la biodiversidad: el caso de la avifauna de la Serranía de la Quinchas, Boyacá, Colombia. *Caldasia* 22, 61-92.

Tabilo-Valdivieso, E. (2006). Avifauna del humedal Tambo-Puquios. *Geoecológica de los Andes desérticos*. En Cepeda J., Squeo F., Cortés A., Oyarzun J. y Zavala H. (Eds). *Humedal tambo-puquios en la Alta Montaña del Valle del Equil*. P. 355-379. La Serena: Ediciones Universidad de la Serena.

Tamisier, A. & Grillas, P. (1994). A review of habitat changes in the Camargue: an assessment of the effects of the loss of biological diversity on the wintering waterfowl community. *Biological Conservation*, 70, 39-47.

Titus, J.H. (1990). Microtopography and woody plant regeneration in a hardwood floodplain swamp in Florida. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 117: 429-437.

Traylor, M.A. (1977). A classification of the Tyrant Flycatchers (Tyrannidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 148, 129-184.

Uetz, P. & Hošek, J. (2015). The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>, accessed March 23, 2015.

UICN. (2016). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.1. <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 4 June 2016.

Urbina-Cardona, J.N., M. Olivares-Pérez & V.H. Reynoso. (2006). Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across a Pasture- Edge- Interior ecotone in tropical rainforest fragments in Los Tuxtlas biosphere reserve of Veracruz, Mexico. *Biological Conservation* 132: 61-75.

Urbina-Cardona, J.N. (2008). Conservation of neotropical herpetofauna: research trends and challenges. *Tropical Conservation Science* 1 (4): 359-375

Valenciennes, A. (1840). Histoire naturelle des poissons. Tome quinzième. Suite du livre dix-septième. Siluroïdes. v. 15: i-xxxi + 1-540, Pls. 421-455.

Vargas O. (2007). Guía Metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Vargas, F. & Castro, F. (1999). Distribución y preferencias de microhábitat en anuros (Amphibia) en bosque maduro y áreas perturbadas en Anchicayá, Pacífico colombiano. *Caldasia* 21(1): 95-109.

Verhelst-Montenegro, J.C. & Salaman, P. (2015) Checklist of the Birds of Colombia / Lista de las Aves de Colombia. Electronic list, version '18 May 2015'. Atlas of the Birds of Colombia. Available from <https://sites.google.com/site/haariehbamidbar/atlas-of-the-birds-of-colombia> [Accessed 12/05/2016].

Viera, M., Cardozo, A. & Krause, L. (2011). Distribution, hábitat and conservation status of two threatened annual fishes (Rivulidae) from southern Brazil. *Endangered Species Research*, 13 (79): 79-85.

Vilardy, S., Jaramillo, Ú., Flórez, C., Cortés-Duque, J., Estupiñán, L., Rodríguez, J. Aponte, C. (2014). Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales: una herramienta para fortalecer la resiliencia y la adaptación al cambio climático en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, 100 pág.

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. & Umaña A.M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

Villegas, M. & Garitano, A. (2008). Las comunidades de aves como indicadores ecológicos para programas de monitoreo ambiental en la ciudad de La Paz, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 43(2), 146-153.

Viñals (2004): New tools to manage wetland cultural heritage. 5th European Regional Meeting of the RAMSAR Convention. Organizado por Convenio Internacional sobre Humedales o de RAMSAR. Yerevan (Armenia), 4-8 diciembre, 2004.

Vymazal, J., Brix, H., Cooper, P.F., Green, M.B. y R. Haberl. 1998. Constructed wetlands for wastewater treatment in Europe (eds.). Backhuys Publishers, Leiden, The Netherland.

Wallace R. L. (2002). Rotifers: exquisite Metazoans. *Integrative and Comparative Biology* 42(3): 660-667

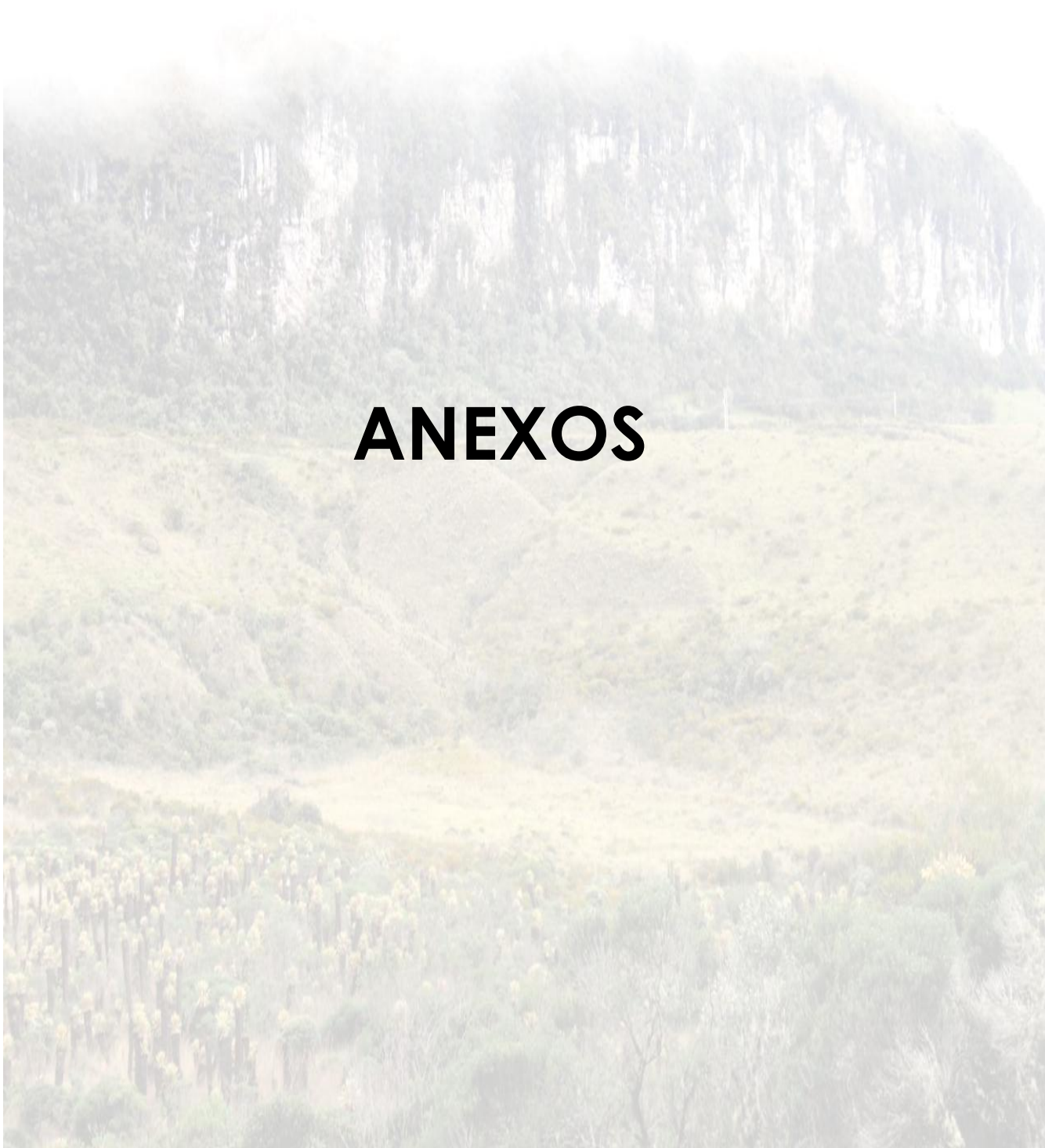
Wehr, J y Sheath, R. (1981). Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification. Primera Edición. Boston: Academic Press. 2003. 935p.

Wetzel, R. G., (1981). Limnología. Ediciones Omega S. A. Barcelona. 679 p

Wilson, D. E. & Reeder, D. M. (editors). (2005). Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3rd ed).

Wright, S. (2003). The myriad consequences of hunting for vertebrates and plants in tropical forests. Perspectives in Plant Ecology, *Evolution and Systematics*, 6(1-2):73–86.

Wunderle, J.M.Jr. (1994). Census methods for Caribbean land birds. New Orleans, Louisiana: Southern forest experiment Station, Forest service, United States Department of agriculture.





ANEXO A. FICHA INFORMATIVA DEL HUMEDAL

PROYECTO: PLANES DE MANEJO HUMEDALES DEL- DEPARTAMENTO DEL TOLIMA-

Fecha actualización FIR	Código Humedal	Nombre del Humedal HUMEDAL TURBERA DE ALFOMBRALES								
Otros nombres:		Latitud	4°	51'	53.256"	Longitud	75°	14'	34.591"	Altitud: 3670 m
Municipio: Murillo	Vereda:	Cuenca: RÍO RECIO				Complejo:				
Área 22.91 ha	Tipo de humedal NATURAL	Código				Descripción		Topónimo		
Descripción resumida del Humedal: Comprende un área de 22.91 hectáreas y una altura promedio de 3670 m.s.n.m. De acuerdo con la convención RAMSAR, es un humedal de interior, con un sistema palustre y subsistema Permanente, clase emergente, de la subclase Turbera abierta.										
Características físicas: El humedal Turbera de Alfombrales se encuentra en la zona de transición entre el Páramo Bajo Semi Húmedo (PbSH) y el Páramo Alto Súper Húmedo (PaSH); de los cuales, el Páramo Bajo Semi Húmedo (PbSH) comprende alturas entre los 3200 y 3700 m.s.n.m., temperaturas entre los 7 y 12°C y una relación P/T entre 60 y 100; y el Páramo Alto Súper Húmedo comprende alturas mayores a 3700 m.s.n.m., temperatura menor a los 7 °C y una relación P/T mayor a 160.										
Características ecológicas: Presenta una riqueza alta. La flora se compone de 27 especies de plantas (principalmente de la familia Poaceae) y 13 géneros de organismos fitoplanctónicos. En cuanto a la fauna, el zooplancton se compone de por cinco géneros, los macroinvertebrados acuáticos por 10 familias; los anfibios estuvieron representados por una especie y siete especies de aves. Se encontraron seis especies de mamíferos. El índice de calidad de aguas ICA señala una calidad BUENA.										
Principales especies de flora: La mayoría de las especies encontradas presentan uno o más usos, por lo cual podrían considerarse como especies importantes para las poblaciones humanas aledañas. La especie <i>Espeletia hartwegiana</i> , registra como endémica para Colombia y algunos países de Suramérica.					Principales especies de fauna: No se registraron especies amenazadas.					
Valores sociales y Culturales: El humedal representa un valor paisajístico para los dueños del predio donde se encuentra parte del Humedal, de manera que lo considera como un reservorio natural de biodiversidad					Tenencia de la Tierra: El tipo de tenencia de la tierra corresponde en un 100% a propietarios, ya que el humedal se encuentra dentro de un predio privado.					
Uso de Suelo actual: No se desarrollo ningún uso del suelo, ya que el humedal se encuentra cercado.					Factores adversos que afecten el humedal: Actividades agrícolas y ganaderas en el área de influencia					
Medidas de conservación propuestas y/o adoptadas Plan de acción. I. Comunicación, formación y concienciación										

Actividades de investigación en curso e infraestructura existente

No reportada

Actividades turísticas y recreativas

No reportada

Autoridades e instituciones responsables de la gestión/manejo del humedal.

CORTOLIMA

ANEXO B

PLAN DE ACCIÓN MUNDIAL PARA EL USO RACIONAL Y EL MANEJO¹ DE LAS TURBERAS

1. RECORDANDO el llamamiento que se hacía en la Recomendación 6.1 en pro de una mayor cooperación para el uso racional, el desarrollo sostenible y la conservación de las turberas en todo el mundo;
2. FELICITANDO a muchas organizaciones por su respuesta y sus iniciativas positivas, como la publicación de *Management Guidelines for Forested Tropical Peatlands, with Special Reference to Southeast Asia* (Directrices para el manejo de las turberas arboladas tropicales, con especial referencia al Asia Sudoriental) por la Comisión de Gestión de Ecosistemas de la UICN, la *Declaración sobre el uso racional de las turberas* de la Sociedad Internacional de la Turba, la redacción en curso, por el Grupo Internacional para la Conservación de las Turberas, de unas *Directrices para el uso racional de las turberas*, así como la actividad de Wetlands International y otras organizaciones, que desde la 6a. Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes en Ramsar en 1996 han desarrollado numerosos proyectos en apoyo de las directrices, los programas y las políticas, tanto nacionales como regionales, relativos al uso racional y el manejo de las turberas;
3. RECORDANDO el compromiso del Programa 21 en favor de un equilibrio razonable entre las necesidades de desarrollo económico y social de las naciones en su uso de los recursos naturales, tales como las turberas, y sus objetivos de conservación del medio ambiente;
4. PREOCUPADA por el bajo nivel de reconocimiento general de las consecuencias de unas pérdidas importantes de carbono debidas a los incendios de turberas y otros factores inducidos por el ser humano en todo el mundo;
5. TOTALMENTE CONSCIENTE de la necesidad de incluir todas las iniciativas relativas a los humedales como sumideros y absorbedores de carbono en los discusiones mundiales sobre el Protocolo de Kyoto dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático;
6. RECONOCIENDO CON BENEPLÁCITO el aumento en el número de sitios Ramsar designados en muchas naciones que incluyen, o en los que predominan, los ecosistemas de turberas, lo que responde al Plan Estratégico 1997-2002 de la Convención de Ramsar, que ha identificado a las turberas como un tipo de humedal infrarrepresentado en la Lista de Humedales de Importancia Internacional; y

7. TOMANDO NOTA CON SATISFACCIÓN del gran interés internacional actual de los gobiernos, el sector privado y las organizaciones no gubernamentales de medio ambiente por promover más decididamente el desarrollo sostenible, el uso racional y la conservación de los ecosistemas de turberas y los recursos naturales asociados a ellos;

LA CONFERENCIA DE LAS PARTES CONTRATANTES

8. EXHORTA a las Partes Contratantes a que apoyen con carácter prioritario la realización del inventario y la evaluación de todo tipo de turberas y, en los casos pertinentes, designen más ecosistemas de turbera de su territorio para su inclusión en la Lista de Humedales de Importancia Internacional;
9. INSTA a las Partes Contratantes, a las Organizaciones Internacionales Asociadas a la Convención y a otros organismos interesados a que emprendan actividades destinadas a aumentar la conciencia y la comprensión de las funciones y los valores de las turberas en el mundo, y a proteger sitios que se encuentren en una situación de riesgo especial, tales como las turberas tropicales y boreales;
10. HACE SUYO el *Proyecto de Plan de acción mundial para el uso racional y el manejo de las turberas* tal como aparece en el anexo a esta Recomendación, y RECOMIENDA la cooperación de las Partes Contratantes y otros organismos interesados para perfeccionar el Proyecto y para proporcionar financiación a los proyectos y actividades adecuados en apoyo de su Estrategia de aplicación;
11. INVITA al Grupo de Examen Científico y Técnico de la Convención y a las Organizaciones Internacionales Asociadas a la misma a que asistan a las Partes Contratantes en la evaluación de dicho *Plan de acción*, una vez ultimado, con vistas al desarrollo de:
 - i) directrices adicionales para la designación de las turberas como sitios Ramsar;
 - ii) nuevas directrices nacionales y regionales de desarrollo sostenible, uso racional y manejo de las turberas;
 - iii) iniciativas para la transferencia de tecnologías de desarrollo y restauración de turberas a los países en desarrollo y a los países con economías de transición; y
 - iv) una clasificación uniforme, y aplicable en todo el mundo, de tipos de turberas y sus características ecológicas;

12. PIDE a los participantes en dicho *Proyecto de Plan de acción* que informen de los progresos realizados en su finalización, en particular en lo relativo a su Estrategia de aplicación y en el establecimiento de una posible Cooperación Mundial sobre Turberas (CMT) con ocasión del evento titulado "Milenio de los Humedales" a celebrarse en Quebec, Canadá, en agosto del
7. 2000 y de la COP8 de Ramsar en el 2002, para la consideración y posible adopción por parte de esta última

Anexo

Proyecto de Plan de acción mundial para el uso racional y el manejo de las turberas

Introducción

1. En marzo de 1996, con antelación a la COP6 de la Convención de Ramsar, diversos organismos asociados cooperaron en la organización de un *Seminario internacional sobre la conservación mundial de turberas*² (Rubec 1996). Fue ésta una de las varias reuniones internacionales de trabajo dedicadas a centrar la atención mundial en la necesidad de una actuación en favor del desarrollo sostenible, el uso racional, la conservación y el manejo de las turberas. Cabe reseñar entre dichas reuniones la Sexta reunión del Grupo Internacional para la Conservación de las Turberas (GICT) (Moen 1995) y la Convención sobre Turberas (Parkyn, Stoneman e Ingram 1997). A raíz de dichas reuniones, las turberas fueron reconocidas como un tipo de humedal infrarrepresentado en la red mundial incluida en la Lista de Humedales de Importancia Internacional (Lista de Ramsar). Diversas actividades en curso por organizaciones no gubernamentales han permitido determinar una serie de posibles elementos de un Plan de acción mundial para el uso racional de las turberas, directrices regionales o nacionales para el manejo de los ecosistemas de turba (v.gr.: Maltby 1995; Safford y Maltby 1998), y cooperación entre socios potenciales.
2. En la Cuarta Reunión de las Partes Contratantes en la Convención Marco sobre el Cambio Climático, celebrada en Buenos Aires en noviembre de 1998, quedó claro que la absorción de carbono se está convirtiendo en un importante mecanismo para fomentar la aplicación del Protocolo de Kyoto. Esto ha de comprender necesariamente el uso racional de los recursos de carbono que se encuentran en las turberas, así como la posible aplicación de un mecanismo comercial mundial para créditos de carbono. Se ha llegado a la conclusión de que las turberas son un componente potencial de los sumideros mundiales de carbono y un valioso recurso

económico. En muchos sectores tienen lugar debates internacionales para promover el reconocimiento de los diferentes tipos de turberas como un vínculo entre las cuestiones económicas y ambientales inherentes a la Convención sobre el Cambio Climático, la Convención de Ramsar y el Convenio sobre la Diversidad Biológica, y las cuestiones propias del comercio internacional.

3. Así, pues, se propuso que cuestiones tales como el cambio climático, los sumideros de carbono, el uso racional y el manejo sostenible de las turberas constituyeran los elementos centrales del Taller sobre turberas del 13º Foro Mundial sobre Biodiversidad (GBF13), celebrado del 7 al 9 de mayo de 1999 en San José, Costa Rica. Dicho Taller fue organizado con el patrocinio de la UICN y numerosas organizaciones asociadas. El Taller examinó el *Proyecto de Plan de acción mundial para el uso racional y el manejo de las turberas*.
4. Los elementos propuestos para dicho *Proyecto de Plan de acción mundial para el uso racional y el manejo de las turberas* se basan en las recomendaciones en favor de iniciativas desarrolladas en anteriores foros internacionales, entre ellas

1994 La Declaración de Trondheim, del Sexto Simposio del IMCG, Trondheim, Noruega (Moen 1995).

1995 La Declaración de Edimburgo, elaborada en la Convención Internacional sobre

Turberas, Edimburgo, Escocia (Parkyn et al. 1997).

1996 Un *Plan de acción para la conservación de las turberas* (Lindsay 1996) propuesto durante el Seminario internacional sobre la conservación mundial de las turberas, Brisbane, Australia (Rubec 1996).

1996 Recomendación 6.1 de la COP6 de Ramsar y Plan Estratégico 1997-2002, Convención de Ramsar sobre los Humedales.

1997 Recomendaciones de la Reunión de trabajo conjunta IPS/IMCG, Surwold, Alemania (Rubec 1997).

1998 El informe de la Comisión de Gestión de Ecosistemas de la UICN, titulado *Management Guidelines for Forested Tropical Peatlands, with Special Reference to Southeast Asia* (Directrices para el manejo/gestión de las turberas arboladas tropicales, con especial referencia al Asia Sudoriental) (Safford y Maltby 1998).

Objetivos del Taller de 1999

5. Los objetivos del Taller sobre las Turberas del GBF de los días 7-9 de mayo de 1999 fueron:

- i) examinar la situación de las iniciativas para promover la cooperación y el desarrollo de una estrategia mundial de desarrollo sostenible, uso racional y conservación de las turberas;
- ii) fomentar la colaboración a escala mundial entre los gobiernos, el sector privado y los organismos no gubernamentales con vistas a la aplicación de dicha estrategia; y
- iii) explorar posibles mecanismos de apoyo a la cooperación internacional en temas tales como los sumideros de carbono y la aplicación del Protocolo de Kyoto en el marco de la Convención Marco sobre el Cambio Climático.

Participantes en el Plan de acción

6. Entre los participantes en un Plan de acción mundial sobre turberas podrían figurar (esta lista no es exhaustiva) gran número de redes y organizaciones, como, por ejemplo:

- i) Comisión de Gestión de Ecosistemas de la UICN (UICN/CGE);
- ii) Convención de Ramsar sobre los Humedales y sus Partes Contratantes;
- iii) Grupo Internacional para la Conservación de las Turberas (IMCG);
- iv) Wetlands International;
- v) Sociedad Internacional de la Turba (IPS);
- vi) Society of Wetland Scientists (SWS);
- vii) Red Mundial sobre Medio Ambiente; y
- viii) Institute for Wetland Science and Policy Research (EE.UU.).

Preguntas y temas clave

7. Se han hecho múltiples esfuerzos por definir planes de acción sobre turberas. Parafraseando una serie de interrogantes planteados originalmente por Lindsay (1995), podríamos considerar que las seis preguntas siguientes recogen los elementos esenciales de la situación mundial actual

- i) ¿Cuál es la situación de los recursos mundiales de turberas?
- ii) ¿Cuáles son las características propias, ecológicas y económicas, de este recurso?
- iii) ¿Cómo y por qué se utilizan actualmente las turberas?
- iv) ¿Por qué habríamos de hacer un uso sostenible de las turberas?
- v) ¿Cuál sería la manera racional de conservar y gestionar las turberas?
- vi) ¿Qué instrumentos de control y seguimiento necesitaríamos para saber si nuestros esfuerzos tienen éxito?

8. El Proyecto de Plan de acción se centraría en una serie de ocho asuntos prioritarios:

- 1. Comprensión de la terminología de las turberas;
- 2. Base de datos mundial sobre turberas;
- 3. Programa mundial de seguimiento y concienciación sobre las turberas;
- 4. Comprensión y uniformización de los conceptos de uso racional;
- 5. Utilización de instrumentos de política y legislativos;
- 6. Directrices nacionales y regionales sobre manejo de las turberas;
- 7. Redes y centros especializados en materia de investigación y cooperación; y
- 8. Fijación de prioridades programáticas y de investigación.

Asunto prioritario N°. 1: Comprensión de la terminología de las turberas

- 10. Desarrollar una comprensión y uniformización a escala mundial de la terminología y nomenclatura propias de las turberas para hacerla coherente en diversos idiomas, tales como el inglés, francés, español, ruso, finlandés y alemán.

Acciones:

- 1.1 Editar una serie de publicaciones de divulgación, distribuidas internacionalmente, sobre la situación de los usos en las distintas regiones, el inventario y el manejo de las turberas en todo el mundo.
- 1.2 Con la ayuda de organizaciones asociadas tales como IPS, UICN, Wetlands International, IMCG y otras organizaciones y Partes Contratantes en la Convención de Ramsar:
 - i) crear una eficaz red de comunicaciones;
 - ii) editar publicaciones destinadas a diferentes usuarios sobre clasificación y terminología de las turberas;

- iii) elaborar una bibliografía electrónica de literatura especializada en uso racional, desarrollo sostenible, manejo y conservación de las turberas; y
- iv) publicar un Glosario actualizado de términos relativos a las turberas, preferiblemente en varios idiomas, en el que figuren los últimos términos y definiciones admitidos en relación con la conservación de las turberas.

- 1.3 El IMCG, la IPS y otras partes interesadas deberá crear un Grupo de trabajo conjunto para preparar en colaboración terminología sobre turberas y turba, y trabajar con vistas a la edición de una publicación conjunta sobre terminología
- 1.4 El Grupo de trabajo conjunto deberá organizar pequeños seminarios o simposios internacionales sobre este tema en las fechas oportunas.
- 1.5 Los participantes deberá organizar la edición de publicaciones tales como un Glosario sobre turba y turberas como números especiales de fuentes ya existentes, como el *International Peat Journal*.
- 1.6 Los participantes deberán preparar un informe sobre tipos y regiones de turberas de todo el mundo.
- 1.7 Los participantes en un Plan de acción mundial sobre turberas deberán cooperar en la organización de un seminario sobre modelos y sistemas de evaluación de turberas, con estudios de caso, para su presentación en Quebec, en el Evento del Milenio sobre Humedales el mes de agosto del 2000.

Asunto prioritario N°. 2: Base de datos mundial sobre turberas

11. Es fundamental la creación de una base de datos mundial sobre las características ecológicas y la distribución de las turberas, incluido el almacenamiento de carbono.
12. En diversos estudios regionales y mundiales se encuentra amplia información sobre la distribución de las turberas en el mundo. Entre dichos estudios figura el de Lappalainen (1996) en *Global Peat Resources*, elaborado por la Sociedad Internacional de la Turba, y el de Lofröth y Moen (en prep.) en *European Mires: Distribution and Conservation Situation*, editado por el Grupo Internacional para la Conservación de las Turberas y la Universidad de Trondheim, Noruega. Wetlands International y la Convención de Ramsar están también preparando actualmente un estudio estadístico sobre los humedales en colaboración con grupos tales como el Centro Mundial de

Monitoreo de la Conservación. En diversos proyectos de estudio del cambio climático se han desarrollado bases de datos mundiales sobre los depósitos de carbono, pero hoy por hoy son rudimentarias y casi siempre incompletas.

13. La base de datos sobre sitios Ramsar, que mantiene Wetlands International, contiene información descriptiva de unos 1000 sitios Ramsar de todo el mundo. Está previsto elevar esta cifra hasta los 2000 sitios durante el próximo decenio. Muchos de esos sitios son turberas. Es necesario un análisis de la naturaleza de las turberas incluidas en esta base de datos que ponga de manifiesto las carencias que aún existen, así como de las posibles direcciones futuras.

Acciones:

- 2.1 Aquellas naciones que no hayan identificado todavía sus regiones biogeográficas deberán considerar poner en marcha un programa destinado a generar dicha información, lo que supone, llegado el caso, celebrar consultas con las naciones vecinas. Ello es fundamental para hacer posible la integración y síntesis de los datos con arreglo a unas pautas uniformes.
- 2.2 Las Partes Contratantes en Ramsar, el Grupo de Examen Científico y Técnico de Ramsar (GECT), la Oficina de Ramsar, la IPS y el IMCG, así como otras partes interesadas, deberán examinar el alcance y la calidad de los estudios actualmente existentes en todo el mundo acerca de las turberas y determinar aquellas áreas que precisan aún de inventario.

Asunto prioritario N°. 3: Programa mundial de seguimiento y concienciación sobre las turberas

14. Es necesaria la integración de las estadísticas mundiales y la elaboración de un Estudio mundial de la situación y las tendencias observables en relación con el uso de los recursos de las turberas, los cambios en las características ecológicas, su restauración y rehabilitación. Dicha información es fundamental para proporcionar información y promover la concienciación pública sobre las funciones y los valores de las turberas.

Acciones:

- 3.1 Hacer un examen del grado de conocimiento actualmente existente sobre los ecosistemas de turberas, con el objetivo específico de determinar futuros campos prioritarios de

investigación que ayuden al mantenimiento de las características ecológicas de las turberas, incluidos los Sitios Ramsar.

3.2 Lanzar una serie de iniciativas específicas de educación e interpretación referidas a las turberas, tanto a escala internacional como nacional. Cada Parte Contratante en Ramsar deberá llevar a cabo estudios de viabilidad en relación con los ecosistemas de turberas, con el apoyo de organizaciones no gubernamentales especializadas, a fin de determinar las posibles opciones y la información disponible para:

- i) establecer vínculos con los actuales programas y planes de estudios del sistema educativo;
- ii) propuestas educativas y de exposiciones que pueden facilitar un mayor grado de comprensión y reconocimiento de los beneficios y el valor de los sistemas locales o regionales de turberas para las comunidades locales; y
- iii) mostrar la importancia de los recursos de las turberas para los sistemas económicos nacionales y mundial.

Asunto prioritario N°. 4: Comprensión y uniformización de los conceptos de uso racional

15. Es necesaria una síntesis del actual grado de comprensión y consenso sobre los conceptos de uso racional en relación con las turberas, coherente con las definiciones y principios establecidos por la Convención de Ramsar. Es digno de mención el hecho de que la IPS y el IMGIC trabajan actualmente sobre este tema. La IPS acaba de publicar una declaración sobre el uso racional en un artículo en su revista *Peatlands International* (enero de 1999).

Acciones:

4.1 Las Partes Contratantes en Ramsar deben garantizar que las cuestiones del desarrollo sostenible, el uso racional, el manejo y la conservación de las turberas se traten en los debates y aparezcan en las resoluciones preparadas para las reuniones de la Convención de Ramsar y otros convenios internacionales sobre medio ambiente tales como los convenios sobre a diversidad biológica, cambio climático, y desertificación

- 4.2 Los convenios, acuerdos y reglamentos internacionales deberán ser usados eficazmente en apoyo del uso racional y la gestión de los recursos mundiales de las turberas, de conformidad con los principios del Programa 21 de las Naciones Unidas para el desarrollo sostenible a escala nacional.

Asunto prioritario N°. 5: Utilización de instrumentos políticos y legislativos

16. Es necesaria la elaboración de políticas nacionales sobre turberas que sean compatibles con los objetivos de desarrollo sostenible, uso racional y conservación, mediante la definición de metas, objetivos y estrategias claras para el uso racional. Habría que considerar, además, la posibilidad de exámenes, tanto a escala nacional como internacional, de leyes e instituciones que pudieran fomentar medidas de manejo sostenible y conservación de las turberas.

Acciones:

- 5.1 Examinar el actual entramado de políticas y reglamentaciones nacionales destinadas a garantizar el funcionamiento eficaz de las medidas de uso y manejo sostenibles de las turberas, y reforzar dichas medidas allá donde exista un consenso nacional de que la red de turberas consideradas sitios protegidos es insuficiente.
- 5.2 Los organismos y organizaciones asociados deberán seguir desarrollando planes de acción y directrices de alcance nacional y mundial sobre el desarrollo sostenible, el uso racional y el manejo de las turberas. Entre los objetivos generales de dichos planes de acción habrán de figurar:
 - i) promover la sostenibilidad de las funciones y los valores de las turberas mediante el cumplimiento de objetivos nacionales; y
 - ii) facilitar la asunción por dichos países de compromisos en relación con las turberas, mediante la aplicación de los convenios, tratados, acuerdos de asistencia para el desarrollo y reglamentaciones, tanto internacionales como multilaterales.

Asunto prioritario N°. 6: Directrices nacionales y regionales sobre manejo de las turberas

17. Es necesario el desarrollo de sistemas de gestión, directrices y modelos para la aplicación de planes de acción nacionales o regionales en relación con las turberas. La Comisión de Gestión de Ecosistemas de la UICN ha publicado recientemente un folleto sobre *Guidelines for Management of Tropical Forested Peatlands* (Directrices para la gestión de las turberas arboladas tropicales) (Safford y Maltby 1998). Dichas directrices podrían servir de ejemplo para su aplicación a otros tipos de turberas, tanto a escala nacional como regional.

Acciones:

- 6.1 Los participantes deberán preparar propuestas para que los organismos de asistencia para el desarrollo creen y apliquen planes de acción nacionales y regionales sobre las turberas, incluidas directrices para su manejo. Esto debería ser válido para todas las naciones en que las turberas forman un componente importante del paisaje, incluidas las turberas boreales del tipo "bog", los sistemas de manglares costeros y los bosques pantanosos tropicales de turba. Las *Guidelines for Management of Tropical Forested Peatlands* de la UICN podrían ser un buen ejemplo a este respecto.

Asunto prioritario N°. 7: Redes y centros especializados en materia de investigación y cooperación

18. Es necesaria, en relación con las turberas, la creación de redes para la investigación y la cooperación entre programas, así como el establecimiento de centros especializados, a fin de fomentar los proyectos conjuntos y la integración de esfuerzos entre organismos, dando así lugar al nacimiento de un fuerte espíritu de colaboración.

Acciones:

- 7.1 Crear una oficina de coordinación internacional para facilitar la adopción de medidas en favor de la sostenibilidad, el uso racional de recursos y el manejo y conservación de las turberas, todo ello bajo los auspicios de un importante organismo internacional. Esta iniciativa debería financiarse y llevarse a cabo en colaboración con los organismos y organizaciones asociados y con aquellas Partes Contratantes en Ramsar y en el Convenio sobre la Diversidad Biológica que poseen importantes zonas de turberas.

- 7.2 Seguir prestando apoyo activo al fortalecimiento de la cooperación internacional y del intercambio de información entre las organizaciones dedicadas a las cuestiones del desarrollo sostenible, la conservación y el uso racional de los recursos de las turberas.
- 7.3 Es imprescindible un mayor conocimiento y estudio de la biodiversidad y las características ecológicas de las turberas del mundo, mediante el aumento de la capacidad de investigación de las universidades, las empresas y las redes intergubernamentales. Ello debería incluir la creación de centros especializados sobre las turberas y una importante ampliación de la capacitación en ecología, ciencia y tecnología de las turberas.
- 7.4 La Convención de Ramsar deberá desempeñar un mayor papel dirigente en lo relativo a los asuntos relativos a las turberas a nivel mundial, en cooperación con los interesados directos y las organizaciones y redes especializadas, tales como la IPS, el IMCG, la UICN y Wetlands International.
- 7.5 Con la ayuda de organizaciones asociadas tales como la IPS, el IMCG y otras organizaciones, así como las Partes Contratantes en Ramsar, crear una red mundial de comunicaciones sobre turberas más eficaz, mediante:
- i) la creación de redes de correo electrónico e Internet sobre turberas; y
 - ii) la identificación de redes más completas de especialistas en turberas que puedan asesorar sobre los mejores métodos disponibles a los organismos y gobiernos sobre la base de proyectos concretos.
- 7.6 Todos los organismo con intereses en las turberas deberán participar activamente en el Evento del Milenio sobre los Humedales, los días 6 al 12 de agosto del 2000, en cooperación con INTECOL, la Society of Wetland Scientists, la IPS y el IMCG, para promover el uso racional de los recursos mundiales de turberas
- 7.7 Un Grupo internacional de trabajo deberá encargarse de preparar un documento de discusión y unas Directrices para el uso racional sostenible de las turberas del mundo. Organizaciones especializadas tales como la IPS y el IMCG, deberían redactar una propuesta de contenido para dicho documento. Cada organización deberá entonces ocuparse de uno de esos temas mutuamente acordados

y redactar la correspondiente sección del documento. Todas estas contribuciones deberán editarse en un único documento que se publicaría y distribuiría por todo el mundo en cooperación con la Convención de Ramsar y otras organizaciones asociadas.

- 7.8 Las organizaciones que se ocupan de las turberas deberán celebrar al menos una reunión conjunta anual de participantes invitados y miembros de sus directivas, a fin de tratar específicamente cuestiones clave de mutuo interés. Un ejemplo y experiencia altamente positivos fue Taller conjunto celebrado en noviembre de 1997 por la IPS y el IMCG.
- 7.9 La IPS y el IMCG deberán establecer canales de comunicación más fluidos con la Convención de Ramsar, Wetlands International, el Programa sobre Humedales de la UICN, la Society of Wetland Scientists, INTECOL y otros organismos o grupos similares. Esto debería llevarse a cabo por medios tales como el intercambio regular de boletines informativos.

Asunto prioritario Nº. 8: Fijación de prioridades programáticas y de investigación

19. Es imprescindible la fijación de prioridades para planes de desarrollo sostenible, conservación, manejo y uso racional de las turberas en situación de riesgo, mediante estudios científicos y de gestión de carácter cooperativo. Esto será de ayuda en el futuro y facilitará la búsqueda planificada de dichos sitios a escala mundial. Además, los organismos asociados han de promover y apoyar la investigación y la aplicación de tecnologías en temas tales como la restauración de turberas, evitando la duplicación de esfuerzos y haciendo un uso óptimo de los recursos disponibles.
20. En noviembre de 1997, en una reunión conjunta IPS/MICG (véase Rubec 1997) se identificaron 59 temas relativos a las turberas como cuestiones clave en cuanto a gestión, uso racional o necesidades de investigación científica relativos a las turberas a nivel mundial. Los participantes en dicha reunión ordenaron esos temas en función de su prioridad relativa de cara al debate. De los 59, doce fueron seleccionados para debate y para la elaboración de recomendaciones.
 1. Terminología de las turberas;

2. Actuaciones para proteger las turberas;
 3. Impactos climáticos de los gases de efecto invernadero procedentes de la utilización de turberas;
 4. Concepto de uso racional;
 5. ¿Por qué usar las turberas?;
 6. Turberas tropicales;
 7. Reconocimiento de la variación en el uso/conservación y protección en diferentes regiones biogeográficas;
 8. Intercambio de información, obtención de datos y creación de redes;
 9. Inventario y estadísticas de turberas;
 10. Definición de opciones y valores para el uso de las turberas
-
11. Procesos ecológicos e información científica; y
 12. Efectos y beneficios socioeconómicos de la recogida de turba en las zonas rurales.

Acciones:

- 8.1 Empezar las acciones necesarias para garantizar la conservación a largo plazo de turberas de importancia mundial y redes representativas de tipos de turberas amenazadas.
- 8.2 Adoptar medidas eficaces para acelerar la investigación, desarrollo y comercialización de todos los elementos de crecimiento natural, incluida la turba, mediante la aportación de fondos suficientemente elevados para financiar la investigación.
- 8.3 Desarrollar a escala mundial mecanismos para la transferencia de tecnologías y experiencias de desarrollo sostenible y restauración de turberas a naciones en desarrollo y países con economías de transición.
- 8.4 Elaborar directrices nacionales para el manejo eficaz de las turberas, basadas en la investigación y la experiencia adquirida en países que practican desde hace tiempo la explotación forestal, la extracción de energía y la horticultura en las turberas, para que sirvan de experiencia y ejemplo a otras naciones que estén

estudiando programas de utilización de los recursos de las turberas a escala nacional.

- 8.5 Crear un consenso nacional e internacional en torno a programas de investigación sobre turberas aplicable a objetivos prioritarios previamente fijados a través de la cooperación entre el gobierno, el mundo académico, las empresas y las organizaciones no gubernamentales.