

FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DEL HUMEDAL GUALÍ TRES ESQUINAS

FORMULATION OF CONSERVATION STRATEGIES FOR THE GUALÍ TRES ESQUINAS WETLAND

María Alejandra Fernández Saavedra

Ingeniería Ambiental. Universidad Santo Tomás. Bogotá, D.C., Colombia.

mariafernandez@usantotomas.edu.co

Juan Nicolás Aristizábal Delgado

Ingeniería Ambiental. Universidad Santo Tomás. Bogotá, D.C., Colombia.

juanaristizabal@usantotomas.edu.co

Liliana Salazar López

Bióloga. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.C., Colombia.

lilianasalazar@usantotomas.edu.co

Resumen

Los humedales se caracterizan por ofrecer una amplia gama de servicios ecosistémicos, razón por la cual, son considerados ecosistemas estratégicos. Este concepto de “estrategia” se deriva de los beneficios que prestan a la población humana y a la biota en general. En este aspecto, (Márquez, 2003), señala que un ecosistema es estratégico porque contribuye con el mantenimiento del equilibrio ecológico, por su oferta en materia de biodiversidad, por proveer los recursos para satisfacer las necesidades básicas y por ser capaces de prevenir riesgos naturales, entre otros beneficios.

Colombia, es un país que se considera anfibia por la oferta de ríos, lagos, lagunas y humedales que albergan una gran diversidad de especies. Gracias a ello actualmente el país cuenta con 13 humedales considerados como RAMSAR, entre los que se destacan: La laguna de Cocha, la Estrella Fluvial de Inírida, la Ciénaga Grande de Santa Marta, el complejo Chingaza y el complejo de humedales urbanos de Bogotá, entre otros (Ramsar, 2013). Una de las condiciones para declarar los humedales en esta categoría, es por la oferta de servicios que contribuyen con el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales, denominada estrategia ecológica. (Dou, Li, & Wang, 2013)

En jurisdicción de los municipios de Mosquera, Tenjo y Funza al suroccidente de Bogotá, se encuentra el humedal Gualí Tres Esquinas, éste representa uno de los ecosistemas más importantes de la región cundinamarquesa, hace parte de la conectividad ecológica de la región ya que interactúa con la laguna de la Herrera, el río Chicú y las lagunas de Funzhé.

Este humedal presenta la oferta de especies de plantas acuáticas denominadas macrófitas, las cuales se encuentran ampliamente distribuidas entre las unidades ecológicas, definidas por la asociación de especies vegetales que ofrecen características uniformes a cada una de ellas, éstas corresponden a áreas con características distintivas de flora y fauna y por ende de la oferta de nichos.

Actualmente, estas unidades ecológicas se encuentran sometidos a una serie de tensores ambientales que los desestabilizan, es por eso que esta investigación se basó en la formulación de estrategias para la conservación del humedal. (Garibaldi & Turner, 2014)

Se realizó una identificación de los servicios ecosistémicos, la evaluación de los impactos ambientales del humedal, la estimación de ecosistema como estratégico y la posterior formulación de estrategias de conservación.

Se encontró en el humedal, que entre los impactos ambientales más relevantes están la eutrofización, el aporte de vertimientos, la erosión, la disminución del espejo de agua, la migración de especies, entre otros. Igualmente, se identificó que los servicios ecosistémicos más relevantes son la Regulación climática, la oferta de hábitats para especies, la captura de carbono y producción de oxígeno por parte de la vegetación acuática mediante el proceso de fotosíntesis, entre otros.

Palabras clave

Humedal, estrategias de conservación, unidad ecológica, ecosistema, características ecológicas.

Abstract

Wetlands are characterized by offering a wide range of ecosystem services, which is why they are considered strategic ecosystems. This concept of “strategy” is derived from the benefits they provide to the human population and to the biota in general. In this regard, (Márquez, 2003), points out that an ecosystem is strategic because it contributes to the maintenance of ecological balance, because of its offer in terms of biodiversity, because it provides the resources to satisfy basic needs and because it is capable of preventing natural risks. among other benefits.

Colombia is a country that is considered amphibious due to the supply of rivers, lakes, lagoons and wetlands that are home to a great diversity of species. Thanks to this, the country currently has 13 wetlands considered as RAMSAR, among which the following stand out: La Laguna de Cocha, the Estrella Fluvial de Inírida, the Ciénaga Grande de Santa Marta, the Chingaza complex and the urban wetland complex of Bogotá, among others (Ramsar, 2013). One of the conditions for declaring wetlands in this category is for the offer of services that contribute to the maintenance of essential ecological processes, called ecological strategy. . (Dou, Li, & Wang, 2013)

In the jurisdiction of the municipalities of Mosquera, Tenjo and Funza to the southwest of Bogotá, is the Gualí Tres Esquinas wetland, this represents one of the most important ecosystems in the Cundinamarca region, it is part of the ecological connectivity of the region since it interacts with the Herrera lagoon, the Chicú river and the Funzhé lagoons.

This wetland presents the supply of aquatic plant species called macrophytes, which are widely distributed among ecological units or ecological units defined by the association of plant species that offer uniform characteristics to each of them, these correspond to areas with distinctive characteristics of flora and fauna and therefore of the supply of niches.

Currently, these ecological units are subjected to a series of environmental stressors that destabilize them, that is why this research was based on the formulation of strategies for the conservation of the wetland. (Garibaldi & Turner, 2014)

An identification of the ecosystem services was carried out, the evaluation of the environmental impacts of the wetland, the estimation of the ecosystem as strategic and the subsequent formulation of conservation strategies.

It was found in the wetland that among the most relevant environmental impacts are eutrophication, the contribution of discharges, erosion, the reduction of the water surface, the migration of species, among others. Likewise, it was identified that the most relevant ecosystem services are climate regulation, the supply of habitats for species, carbon capture and oxygen production by aquatic vegetation through the photosynthesis process, among others.

Key words

Wetland, conservation strategies, ecological unit, ecosystem, ecological characteristics

1. Introducción

La Convención Relativa a los humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (RAMSAR), define un humedal como "las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces o salobres, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros" (Ramsar, 1971, Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013), estos ecosistemas se caracterizan porque ofrecen una amplia gama de servicios ecosistémicos entre los que se destacan el almacenamiento de agua, regulación de caudales, recarga de aguas subterráneas, fijación de dióxido de carbono, retención, producción de oxígeno, hábitats de especies y aporte de sedimentos y nutrientes entre otros (Vasco & Sánchez, 2017), condición que los cataloga como ecosistemas estratégicos.

El Humedal Gualí Tres Esquinas, es un ecosistema de importancia regional para el sector suroccidental del distrito capital, este se caracteriza por poseer una amplia oferta de diversidad dada la presencia de especies de macrófitas o vegetación acuática y semiacuática que se encuentran espacializadas, en él se encuentran forman unidades ecológicas definidas por su estructura, composición y abundancia, las cuales brindan una serie de servicios ecosistémicos destacando entre tantas, la oferta de hábitats que alberga especies de aves, mamíferos y reptiles.

Este humedal, se encuentra ubicado en el Occidente de la Sabana de Bogotá D.C, y cuenta con un área de ronda hídrica de 1195 (Ha). Actualmente es considerado como uno de los ecosistemas

estratégicos de los municipios de Mosquera, Funza y Tenjo, además hace parte del distrito de riego de la Ramada, y es uno de los ambientes clave de la cuenca del río Bogotá. (CAR, 2006)

Este humedal es considerado por el POMCA del río Bogotá, 2006 como un ecosistema clave, debido a su oferta en biodiversidad, con 96 especies de fauna y 42 especies vegetales reportadas, además de integrar la conectividad ecológica con el distrito de riego la Ramada, las lagunas de la Herrera, Funzhé, humedal meandro del Say y el río Balsillas; igualmente es considerado importante en la regulación del ciclo hidrológico de esta región.

Actualmente, el humedal está sometido a una serie de tensores ambientales, que alteran la prestación de servicios ecosistémicos, entre los que se destacan el incremento de la contaminación del agua y su consecuente alteración a la calidad y eutrofización, el cambio en el uso del suelo, el aporte de vertimientos, los rellenos incontrolados y el crecimiento del área industrial entre otros factores que desestabilizan el funcionamiento del humedal (Ortega, 2018). El 70% de extensión del humedal Gualí está ubicado cerca al casco urbano del municipio de Funza, Cundinamarca, por lo que los procesos de expansión y urbanización existentes, han provocado la fragmentación ecológica del mismo, factor que puede desencadenar en la desaparición del componente natural. (Muñoz & Salinas, 2018)

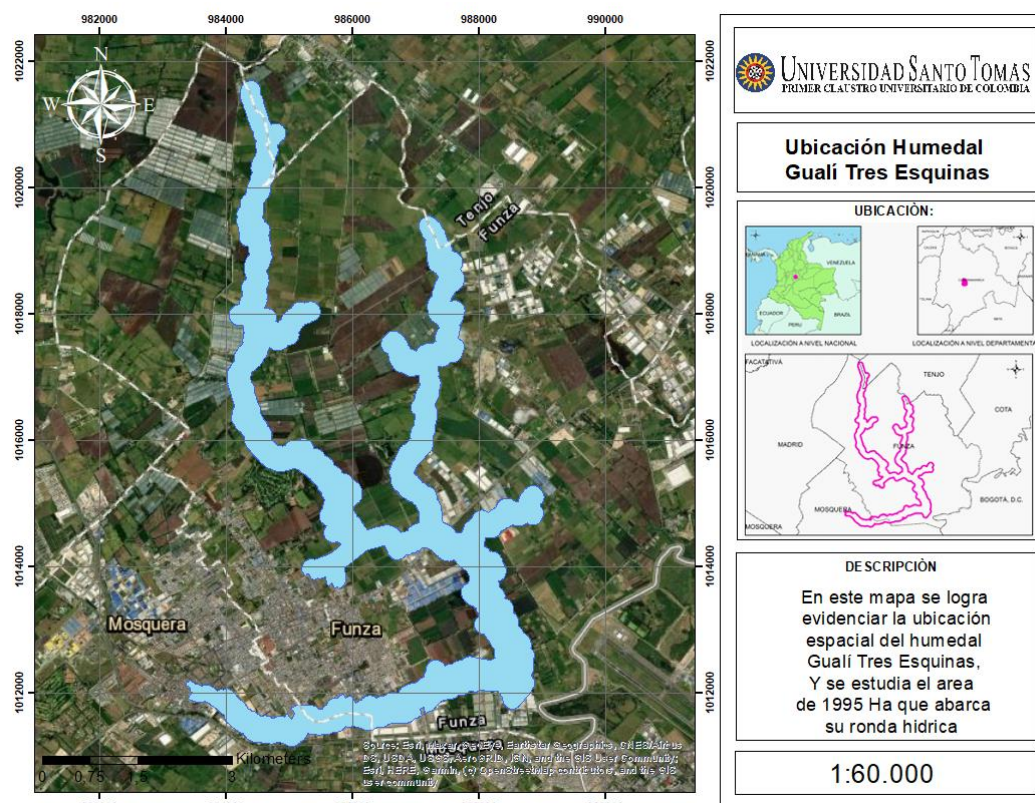
Mediante este trabajo se formularon estrategias de conservación y uso sostenible del humedal, que puedan ser implementadas en los mecanismos de gestión por parte de las entidades competentes, como son la CAR y los entes territoriales.

2. Materiales y métodos

2.1 Descripción del área de estudio

El humedal de Gualí Tres Esquinas, se localiza en jurisdicción de los municipios de Funza, Mosquera y Tenjo, en el margen occidental del río Bogotá (CAR Cundinamarca, 2015) a una altura de 2535 m.s.n.m. Cuenta con un área de ronda hídrica de 1195 (Ha). Este humedal, se ha convertido en un eje de desarrollo urbano, en cuya ribera se localizan viviendas, zonas industriales, parques, colegios y vías, que alternan con un paisaje de sabana. Figura 1.

Figura 1. Mapa de ubicación del humedal Gualí Tres Esquinas



Fuente. Autores, 2021.

Ecológicamente, este humedal es relevante dado que ofrece hábitats, para una serie de especies amenazadas, estipuladas en la resolución 0192 del 2014 MADS y en el listado de especies (Red list) de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2002, 2004, 2006), las 6 especies de flora que se encuentran en peligro son, el nogal (*Juglans neotropica*) el aliso (*Alnus acuminata*), el candelillo (*Senna spectabilis*), el magnolio (*Magnolia grandiflora*), roble andino (*Quercus Humboldtii*), entre otras especies de árboles; sobresalen 3 especies de herpetofauna, rana (*Dendroposophus labialis*), la culebra sabanera o tierrera (*Atractus crassicaudatus*) y el lagarto (*Stenocercus trachycephalus*). (Rueda, Vicente, & Amezquita, 2004). Por otro lado, en el plan de manejo se registraron 32 especies de aves (CAR, 2015) que también son catalogadas en peligro, dentro de las que se destacan, lechuza (*Tyto alba*), colibrí (*Colibri thalasinus*), el halcón esmerejón (*Falco columbarius*); igualmente alberga especies de aves acuáticas como Zambullidor Común (*Podilymbus podiceps*), el pato zambullidor grande (*Oxyura jamaicensis*), la tingua de pico verde (*Gallinula melanops bogotensis*) entre otras.

Dentro de las especies migratorias destacan, Malvasia, Pato (*Oxyura jamaicensis*), Golondrina (*Notiochelidon cyanoleuca*), Tordo Renegrado (*Molothrus bonaeriensis*). Es importante resaltar la presencia del cucarachero de pantano (*Troglodytes solstitialis*), especie considerada emblemática de la sabana de Bogotá (Rengifo et al., 2002).

Entre los mamíferos, la especie *Didelphis pumila* o zarigüeya orejiblanca también está señalada en la lista roja de la UICN como LC (Preocupación menor), estas especies resaltan el valor de la biodiversidad que ofrece el humedal, de ahí que es clave la formulación de estrategias para su conservación (Landzábal & Cesar, 2006).

En términos de prestación de servicios ecosistémicos de tipo hidrológico, la amortiguación de crecientes en épocas de invierno en los cerros occidentales de la sabana, brinda una oferta hídrica que está regulada por el espejo de agua del humedal. (Vasco & Sánchez 2017)

Igualmente, el humedal ofrece valores paisajísticos, recreativos, históricos y culturales; por la forma como se distribuyen las unidades ecológicas y por su belleza escénica en concordancia con la presencia de la avifauna. Adicional a esto, se tienen reportes del desarrollo de la cultura Muisca en grandes obras ingenieriles que constituyen ingeniosos sistemas hidráulicos que hoy hacen parte fundamental del distrito de riego La Ramada, para el manejo de los sistemas agrícolas de la zona. Por la prestación de estos servicios este humedal es un espacio para la conservación y protección de la biota silvestre, la recreación, la educación ambiental y que además se convierte en laboratorio viviente para fortalecer la investigación científica. (Vasco & Sánchez 2017)

3. Metodología

El proceso metodológico se basó en el desarrollo de cuatro fases. Primero en la determinación del estado actual del humedal, con la finalidad de conocer su situación ambiental en cuanto a los aspectos, fisicobióticos, la oferta de características ecológicas, el cambio en uso del suelo, la susceptibilidad de presentar riesgos ambientales y la presencia de tensores ambientales o factores desestabilizantes de los procesos ecológicos esenciales. (Tabla.1)

Tabla 1. Proceso metodológico



Fuente. Autores, 2021

Posteriormente, se realizó un diseño experimental para definir las unidades de análisis, que corresponden a las asociaciones de la vegetación semiacuática y acuática que forman las correspondientes unidades ecológicas. Debido a la disposición estructural de esta vegetación, y teniendo en cuenta la metodología del estudio para la vegetación (Mateutcci & Colma, 1982) y GENTRY (Gentry, 1982) para definir asociaciones vegetales y su distribución espacial, se lograron

identificar cuáles son los principales servicios ecosistémicos que se prestan según su unidad ecológica. Así mismo, en torno a éstos se visualizaron e identificaron los aspectos ambientales claves para determinar los impactos a los que se encuentra sometido este ecosistema. Con ello se procedió a realizar una identificación y evaluación de los servicios ecosistémicos de acuerdo con las metodologías de los ecosistemas del milenio (MEA,2005), evaluación de servicios ecosistémicos (Corporación Ecovera, 2007) y del manual para estudios ambientales del ANLA. Los impactos ambientales se evaluaron y clasificaron siguiendo el método de Conesa Fernández, 1997.

Teniendo en cuenta que estas unidades ecológicas prestan diferentes funciones, se realizó la metodología de evaluación de ecosistemas estratégicos, propuesta por Salazar, 2002, la cual mediante una serie de matrices de análisis semicuantitativo que ponderaron y examinaron las principales fuentes de servicios ecosistémicos, permitiendo la evaluación de las unidades ecológicas definidas por su importancia, con relación a la oferta y la demanda de los recursos naturales, determinando así los conflictos, los riesgos ambientales y su importancia regional. Una vez definidas estas condiciones se procedió a realizar una matriz integral que permitió establecer la importancia de las unidades ecológicas como ecosistema estratégico para el buen funcionamiento del humedal. Finalmente se formularon las estrategias de conservación y uso sostenible del humedal Gualí Tres Esquinas, teniendo en cuenta los lineamientos De La Política Nacional de humedales de Colombia, las resoluciones 196 de 2006 y 1497 de 2018 y Manual de métodos para el desarrollo de inventarios para la biodiversidad (Humboldt, 2004), que establecen directrices para la conservación y el uso sostenible de los humedales.

4. Análisis y resultados

El humedal ocupa un área definida de ronda hídrica de 1196 hectáreas (Ha), que cubren parcialmente el espejo de agua, sobre el cual se explaya la vegetación acuática y semiacuática constituida por especies como, Junco (*Schoenoplectus californicus*), Buchón de agua (*Eichronia crassipens*), Sombrillita de agua (*Hidrocotyle ranunculoides*), Botoncillo (*Ludwigia exapetala*), Botoncillo (*Ludwigia sp*) Botoncillo, (*Bidens leavis*) Junco, (*Juncus densiflorus*) Pasto común, (*Pennisetum clandestinum*) Lenteja de agua, (*lemna minor*) Helecho acuático, (*Azolla filiculoides*) Lirio de agua, (*Zantedesthia sp*) Papiro, (*Cyperus papyrus*) Moradita, (*Chuphea racemosa*), Zarza, (*Rubus sp*), Junco enea (*Thipa latifolia*), Verbena (*Verbena litoral*) (CAR, 2015). Estas especies se agrupan de diversas maneras formando unidades fitosociológicas, (Tabla.1) con diferentes arreglos entre especies, carácter que constituye la unidad ecológica (Mateutcci & Colma, 1982, Gentry, 1982) definiendo un total de 4 arreglos dominantes que fueron el objeto de análisis de este estudio.

Con la finalidad de entender las diferencias entre la importancia ecológica y la oferta de servicios de cada unidad ecológica, se realizaron avistamientos de fauna, para las aves se revisaron listados con la ayuda del ornitólogo Julián Reyes Salazar (com. pers), para identificar la presencia, permanencia y zonas de preferencia de las aves en las diferentes zonas del humedal y específicamente en cada unidad ecológica, de acuerdo a la preferencia de la fauna esta información se corroboró con los listado de la Asociación bogotana de ornitología (ABO, Sib Colombia, 2020, MCMULLAN, 2010, la lista Roja de Especies Amenazadas UICN 2012). Es importante anotar

que para el humedal se tiene un reporte de 74 especies de aves, de las cuales las especies más representativas y avistadas se relacionan en la Tabla 2.

Tabla 2. Características de las unidades ecológicas (UE)

CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS		U E 1	U E 2	U E 3	U E 4
Clase agrológica: Capacidad de uso		Clase V: silvopastoril	Clases I: agricultura Clase V: silvopastoril	Clase II: Agricultura y pastoril	Clase II: Agricultura y pastoril Clase V: silvopastoril
Uso actual		Pastos limpios, pastos arbolados Cultivo de flores Cercas vivas	Cultivos transitorios (zanahoria, papa, arveja) Pastos limpios	Cultivos transitorios (zanahoria, papa, arveja) Pastos limpios Infraestructura vial y casas	Vías, edificaciones, pastos limpios. Canal de conectividad hídrica para distrito de riego
Conflicto por uso del suelo		Conflicto medio por presencia de cultivo de flores	Sin conflicto	Conflicto medio por presencia de vías y casas	Conflicto alto por cambio irreversible en el uso del suelo
Especies de macrófitas dominantes	Junco (<i>Schoenoplectus californicus</i>)	x	x	x	
	Buchón de agua (<i>Eichronia crassipens</i>)	x	x	x	x
	Sombrillita de agua (<i>Hidrocotyle ranunculoides</i>)	x			
	Botoncillo (<i>Ludwigia escapetala</i>)		x		
	Botoncillo (<i>Ludwigia sp</i>)		x		x
	Botoncillo (<i>Bidens leavis</i>)		x		
	Junco (<i>Juncus densifloris</i>)				x
	Pasto común (<i>Pennisetum clandestinum</i>)				x
	Lenteja de agua (<i>Lemma minor</i>)		x		
	Helecho acuático (<i>Asolla filiculoides</i>)		x		
	Lirio de agua (<i>Zantedeschia sp</i>)	x		x	
	Papiro (<i>Cyperus papyrus</i>)			x	x
	Moradita (<i>Chuphea racemosa</i>)				x
	Zarza (<i>Rubus sp</i>)	x		x	
Avifauna	Junco enea (<i>Thipa latifolia</i>)	x	x		
	Verbena (<i>Verbena litoral</i>)			x	x
	Pato careto (<i>Neoche jubata</i>) (MG)	x	x		x
	Pato		x		x
	Iguasa común (<i>Dendrocygna autumnalis</i>) (MG)		x	x	
	Pato canadiense (<i>Aythya affinis</i>) (MG)	x		x	
	Malvasia, Pato (<i>Oxyura jamaicensis</i>) (MG)	x	x		
	Garza (<i>Ardea alba</i>) (S)	x	x	x	
	Cormorán (<i>Phalacrocorax brasilianus</i>) (EN)			x	
	Golondrina (<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>) (MG)	x			x
Mamíferos	Azulejo (<i>Thraupis episcopus</i>) (EN)	x	x		
	cucarachero de pantano (<i>Cistothorus apolinari</i>) (EN)		x	x	x
	Chulo (<i>Coragyps atratus</i>) (EN)	x			x
	Tordo Renegrido (<i>Molothrus bonaerensis</i>) (MG)	x	x		x
	Chucha (<i>Didelphis pernigra</i>) (EN)		x	x	
Anfibios y reptiles	Comadreja (<i>Mustela frenata</i>) (EN)	x		x	
	Cusumbo (<i>Nasuella olivacea</i>) (EN)		x	x	x
	Rata doméstica (<i>Rattus rattus</i> , <i>Rattus norvegicus</i> , <i>Mus musculus</i>) (EN)	x	x	x	x
	Curí (<i>Cavia porcellus</i>) (EN)		x		x
	culebra sabanera (<i>Atractus crassicaudatus</i>) (EN)		x	x	
	Sabanera verde (<i>Lyophis epinephelus bimaculatus</i>) (EN)		x	x	
	lagarto collarero (<i>tenocercus trachycephalus</i>) (EN)	x		x	
	la rana sabanera de tierra (<i>Dendropsophus molitor</i>) (EN)	x	x		x

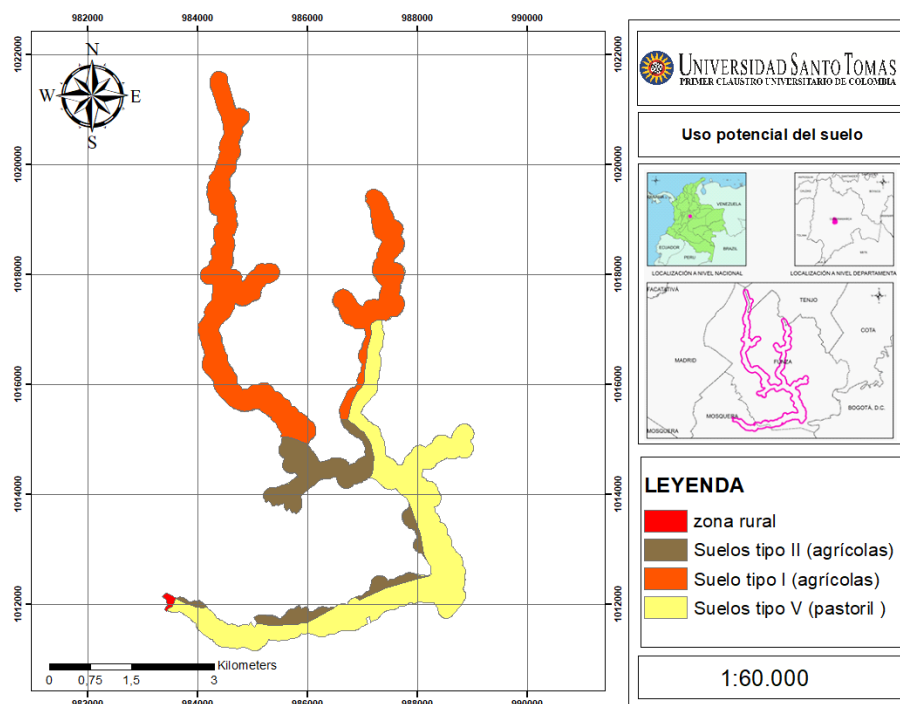
Fuente. Autores, 2021

La presencia de reptiles y anfibios se analizó de la misma forma, mediante avistamientos en cada unidad ecológica, teniendo en cuenta los reportes del PMA Plan de manejo ambiental de la Car, 2015, los estudios de (Castaño, 2002), se tiene la presencia de la culebra sabanera (*Atractus crassicaudatus*), y la culebra sabanera verde (*Liopis epinefelus*), lagarto collarero (*Stenocercus trachycephalus*) y la rana sabanera de tierra (*Dendropsophus molitor*), los cuales hacen correrías por todo el humedal.

La comunidad de pequeños mamíferos se representa por especies como la comadreja (*Mustela frenata*), el cusumbo (*Nasua olacea*), la chucha (*Didelphis pernigra*), las rata domésticas (*Mus musculus*, *Ratus ratus*, *ratus norvegicus*) y el curí mamíferos. (Landzábal & Cesar, 2006, Eninco 2015).

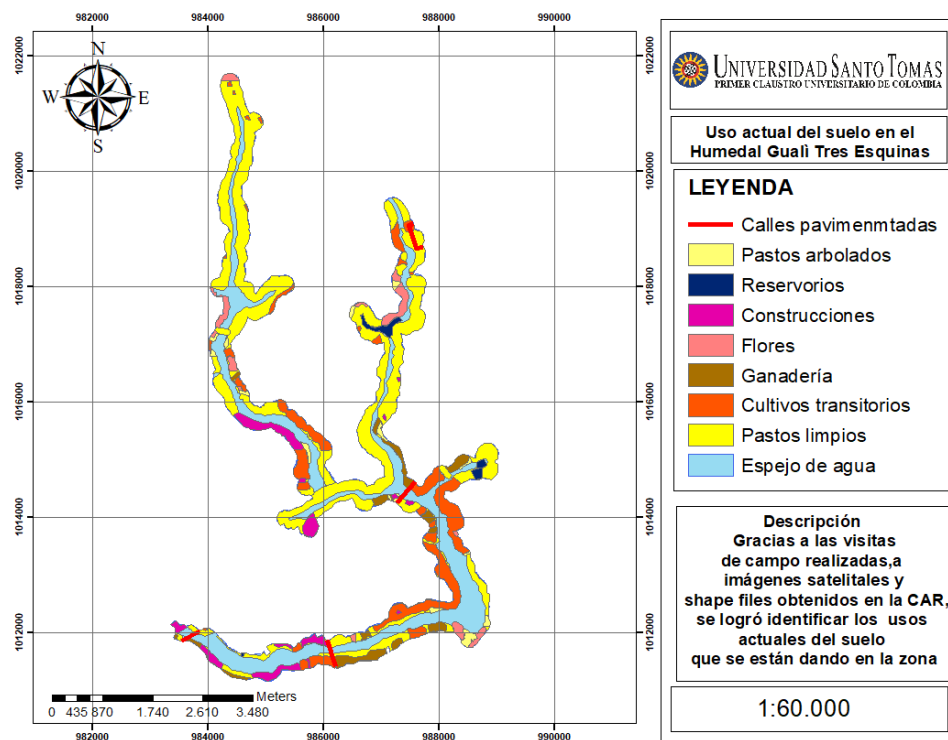
Para complementar las características ecológicas de cada una de estas unidades se realizó un análisis espacial definiendo la capacidad de uso o uso potencial, encontrando que las unidades que se presentan corresponde a capacidades de clase I (uso agrícola), Clase II (uso agrícola con limitaciones), clase V (silvopastoril), el uso actual se encontraron unidades de cobertura representadas por cultivos transitorios de hortalizas, cultivos de flores, pastos mejorados para ganadería, pastos arbolados, cercas vivas, cuerpos de agua y reservorios, vías pavimentadas y por construcciones, estas unidades presentan conflictos por uso del suelo que fueron definidos por unidades sobreutilizadas por ganadería extensiva, y subutilizados por la presencia de cultivos de flores y por las zonas de infraestructura, Figura 2, 3 y 4.

Figura 2. Mapa de clases agrológicas



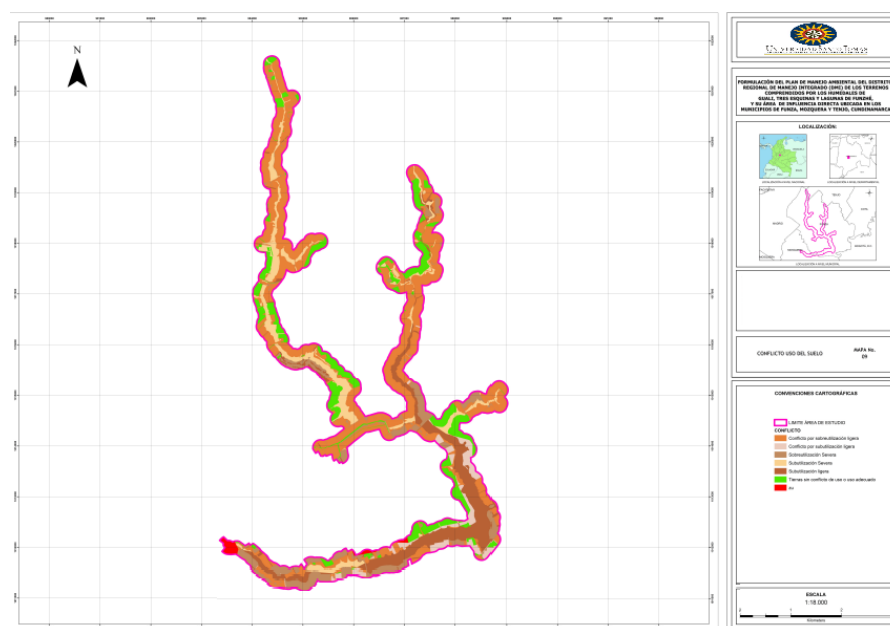
Fuente. Autores, 2021

Figura 3. Mapa de uso actual del suelo



Fuente. Autores, 2020

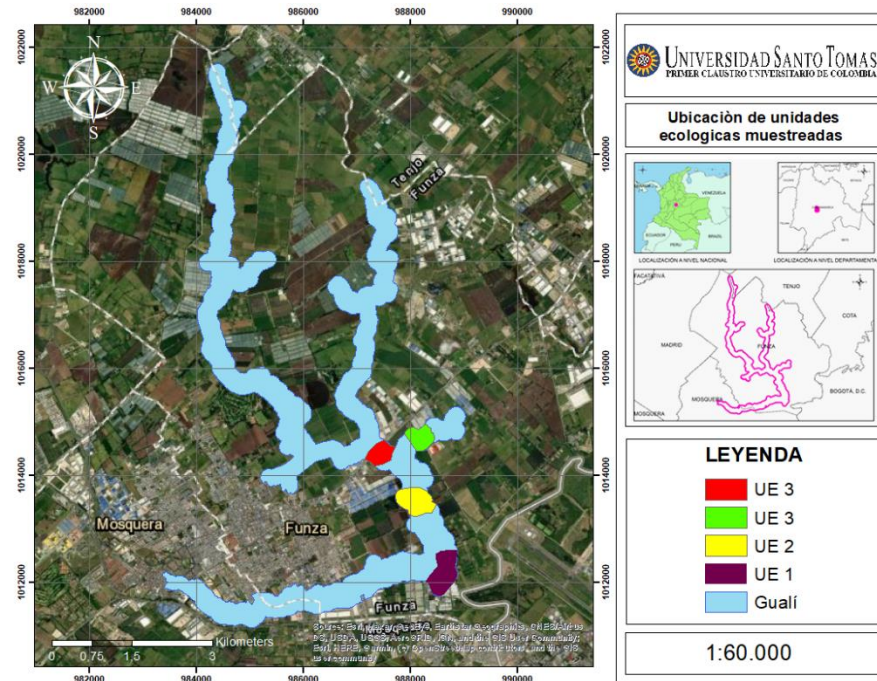
Figura 4. Mapa de conflictos en el uso del suelo



Fuente. Autores, 2020

Los arreglos florísticos y la forma como se asocian en el humedal, permitieron definir 4 unidades ecológicas, a las cuales se les describieron las características ecológicas más relevantes, mediante el uso del sistema de información geográfica ARCGIS 10.8, realizando la cartografía correspondiente al uso potencial, uso actual y conflictos por uso del suelo. (IGAC, 2021, Corine land cover, 2010, IDEAM, 2011)

Figura 5. Mapa de Unidades ecológicas



Fuente. Autores, 2021

4.1 Servicios ecosistémicos

De acuerdo con Gretchen Daily (Daily 1997), los servicios son las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales, y las especies que los conforman, sostienen y nutren a la vida humana. Esta definición pone énfasis en las condiciones biofísicas cambiantes dentro de los ecosistemas, así como en las interacciones entre éstas y sus componentes bióticos. El concepto de servicios ecosistémicos permite hacer un vínculo explícito entre el estado y funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. Esta relación puede ser directa o indirecta, y los seres humanos pueden o no estar conscientes de su existencia (Balvanera & Cotler, 2017).

Bajo este contexto se realizó un análisis sobre la oferta de servicios ecosistémicos del humedal Gualí Tres Esquinas teniendo en cuenta la oferta de especies y el nicho ecológico de cada una de ellas, con base en lo estipulado en el libro de Plantas medicinales “El Dioscórides renovado” (Font Quer, 2016), Plantas útiles de Colombia (Pérez Arbeláez, 1978), Vegetación del territorio

CAR: 450 especies de sus llanuras y montañas (CAR, 2012) y el Vademécum Colombiano de plantas medicinales (Ministerio de la Protección Social, 2008) Tabla 3.

Tabla 3. Especies y su aporte de servicios ecosistémicos.

Especie	Servicios ecosistémicos
Junco (<i>Schoenoplectus californicus</i>)	Productos forestales no maderables, captura de carbono, hábitat para especies, control de la erosión, purificación de aire, alimento para aves.
Buchón de agua (<i>Eichronia crassipens</i>)	Ciclaje de nutrientes, captura de carbono, hábitat para especies, producción primaria, bioacumulación de metales pesados, uso medicinal, Productos forestales no maderables, alimento por agricultura.
Sombrillita de agua (<i>Hidrocotyle ranunculoides</i>)	Captura de carbono, hábitat para especies, bioacumulación de metales pesados, planta ornamental.
Botoncillo (<i>Ludwigia exapetala</i>)	Captura de carbono, hábitat para especies, purificación de aire, fertilidad del suelo, ciclaje de nutrientes, amortiguación de perturbaciones.
Botoncillo (<i>Ludwigia sp</i>)	Captura de carbono, fertilidad del suelo, hábitat para especies, purificación de aire, bioacumulación de metales pesados, polinización, biomasa
Botoncillo (<i>Bidens laevis</i>)	Captura de carbono, hábitat para especies, polinización, biomasa, uso medicinal,
Junco (<i>Juncus densifloriSs</i>)	Captura de carbono, hábitat para especies, control de la erosión, productos forestales no maderables, purificación de aire
Pasto común (<i>Pennisetum clandestinum</i>)	Captura de carbono, hábitat para especies, productos forestales no maderables, purificación de aire. alimento por ganadería
Lenteja de agua (<i>lemna minor</i>)	Ciclaje de nutrientes, captura de carbono, hábitat para especies, producción primaria, bioacumulación de metales pesados, alimento para aves.
Helecho acuático (<i>Azolla filiculoides</i>)	Ciclaje de nutrientes, captura de carbono, hábitat para especies, producción primaria, planta ornamental.
Lirio de agua (<i>Zantedeschia sp</i>)	Captura de carbono, hábitat para especies, planta ornamental, bioacumulación de metales pesados.
Papiro (<i>Cyperus papyrus</i>)	Captura de carbono, hábitat para especies, especie ornamental, productos forestales no maderables, amortiguación de perturbaciones.
Moradita (<i>Cuphea racemosa</i>)	Captura de carbono, hábitat para especies, polinización, purificación de aire, control de la erosión, biomasa.
Junco enea (<i>Thipa latifolia</i>)	Captura de carbono, hábitat para especies, productos forestales no maderables.
Verbena (<i>Verbena litoral</i>)	Captura de carbono, hábitat para especies, uso medicinal.

Fuente. Autores, 2021

4.2 Evaluación de oferta de servicios

La evaluación de la oferta de servicios ecosistémicos se realizó acorde a la relación de la presencia de especies y su potencialidad y teniendo en cuenta lo estipulado en la evaluación de ecosistemas del milenio (Olmo & Sala, 2007) que definen los servicios de aprovisionamiento, soporte, regulación y cultural, que para el caso de este humedal se calificaron teniendo en cuenta el nivel de dependencia de la comunidad hacia los servicios ecosistémicos, y se realizó una evaluación cualitativa acorde con lo estipulado en la Tabla 2 (oferta de servicios de las especies), en una escala ascendente de (0 a 9) donde cero es la no dependencia y 9 la dependencia más alta.

Tabla 4. Calificación de los servicios ecosistémicos en relación a su unidad ecológica.

Categoría de servicio ecosistémico	Servicios ecosistémicos	UE 1				UE 2				UE 3				UE 4			
		ALTO	MEDIO	BAJO	N/A	ALTO	MEDIO	BAJO	N/A	ALTO	MEDIO	BAJO	N/A	ALTO	MEDIO	BAJO	N/A
Aprovisionamiento	Agua	8				9				9					6		
	Alimento por agricultura				0	8				5							0
	Alimento por ganadería			2					0			2		9			
	Biomasa	8				8				8				9			
	Productos forestales no maderables		6				6			6				7			
	Plantas medicinales	7						3					0		4		
Soporte	Ciclaje de nutrientes	8				8				8					6		
	Amortiguación de perturbaciones	8				8				8				8			
	Captura de carbono	9				9				9				7			
	Fertilidad del suelo			2		9				9					6		
	Formación de suelo	8				8				8				9			
	Hábitat para especies	9				7				8				8			
	Producción primaria		6			9				9				7			
Regulación	Control de la erosión	7				7				6					5		
	Regulación climática	9				9				6				7			
	Control biológico		5				5			5						3	
	Polinización		4				4			7				7			
	Purificación de aire	9				9				9				9			
	bioacumulación de metales pesados	9				9				9				9			
	Regulación de riesgos naturales	7				7				7					5		
Cultural	Recreación y turismo			0					0			3				3	

Fuente. Autores, 2021

De acuerdo con el análisis de cada servicio se registraron los siguientes resultados:

Tabla 5.		Dependencia		
Unidad ecológica 1		alto	medio	bajo
Aprovisionamiento	60%	20%	20%	
Soporte	72%	14%	14%	
Regulación	72%	14%	14%	
Cultural	0	0	0	
Tabla 7.		Dependencia		
Unidad ecológica 3		alto	medio	bajo
Aprovisionamiento	40%	40%	20%	
Soporte	100%	0%	0%	
Tabla 6.		Dependencia		
Unidad ecológica 2		alto	medio	bajo
Aprovisionamiento	60%	20%	20%	
Soporte	86%	14%	0%	
Regulación	71%	29%	0%	
Cultural	0	0	0	
Tabla 8.		Dependencia		
Unidad ecológica 4		alto	medio	bajo
Aprovisionamiento	60%	40%	0%	

Regulación	57%	43%	0%		Soporte	71%	29%	0%
Cultural	0	0	100%		Regulación	43%	43%	14%
					Cultural	0	0	100%

Fuente. Autores, 2021

Las Tabla 5, 6, 7 y 8 resumen la información obtenida de la calificación de los servicios ambientales para las unidades ecológicas 1, 2, 3 y 4 en donde se puede evidenciar que el servicio con mayor porcentaje de dependencia en la primera unidad es de regulación, pero en la totalidad de los 4 casos es el servicio de soporte, por tanto estas unidades ecológicas son importante para la comunidad sobre todo por estos aspectos, el área donde se estudiaron las unidades ecológicas 1 y 2 no presenta servicios culturales.

Tabla 9. Cuadro de resumen de valoración de la importancia estratégica

	UE 1				UE 2				UE 3				UE 4			
	leve	moderado	severo	N/A	leve	moderado	severo	N/A	leve	moderado	severo	N/A	leve	moderado	severo	N/A
Equilibrio ecológico y biodiversidad			3,3				3,9				3,6				3,5	
Procesos productivos-oferta											3				1	
Procesos productivos-demanda			3,3				3,3				2,3				3,3	
Conflictos de uso		5,4				5,5				5				6		
Riesgos		5,2				4				4,7					3,5	
Área geográfica		4					3				3				2	

Fuente. Autores, 20214

Las calificaciones más severas en importancia se dieron en la categoría de equilibrio ecológico y biodiversidad, la calificación de importancia fue moderada en los conflictos de uso del suelo, en procesos productivos las unidades ecológicas 1 y 2 no participan ya que en la ubicación donde se encuentran no sufren por ganadería o agricultura, la importancia más alta en riesgos la obtuvo en la unidad ecológica 4, la importancia más alta en cuanto a uso actual del suelo la obtuvo la unidad ecológica 3.

4.3 Impactos ambientales.

Para la calificación de los impactos se utilizó la matriz CONESA, la cual identifica en los factores biótico, abiótico y socioeconómico, las actividades que generan impactos en las unidades ecológicas antes descritas. Una vez identificadas las actividades se evalúan cuantitativamente. Los impactos en cuanto a su naturaleza, su efecto, su extensión, el momento, la persistencia, la reversibilidad, la recuperabilidad, la sinergia, la acumulación, la residualidad, la posibilidad de ocurrencia y la intensidad.

De esta forma se obtiene la importancia del impacto, y se establece una jerarquización de impactos, según sea crítico, severo, moderado y relevante. La Tabla 10 resume la información de la categorización de los impactos que se obtuvieron.

Tabla 10. Resumen impactos ambientales en el humedal Gualí Tres Esquinas

Nº DE IMPACTOS	IMPACTOS DE CARÁCTER				IMPACTOS DE CARÁCTER POSITIVO (+)
	NEGATIVO (-)				
	Crítico	Severo	Moderado	Irrelevante	Positivo
	0	5	22	12	6
	45				
TOTAL	Crítico	Severo	Moderado	Irrelevante	Positivo
	0%	11%	49%	27%	13%

Fuente. Autores, 2020

Dentro de los impactos más relevantes que se obtuvieron en la categoría de importancia severa, están: la eutrofización, alteración en el uso del suelo, erosión, residuos de escombros por construcciones aledañas y aumento de la demanda de bienes y servicios.

La categoría moderado, el impacto más relevante fue: alteración en la calidad del agua, dada por la escorrentía, por vertimientos de aguas residuales, domésticas e industriales, en el humedal, esto se pudo observar en la unidad ecológica 1, que se encuentra cerca de un punto de descarga de aguas residuales. Este impacto afecta indirectamente a la eutrofización, antes catalogada como impacto severo, debido a que la pérdida del espejo de agua del humedal, ha llegado a establecerse en un punto crítico, esto se demuestra en las cuatro unidades ecológicas seleccionadas, en donde no se puede divisar, espejo de agua alguno. La alteración en el uso del suelo ocasiona la pérdida de biodiversidad, que en la visita de campo se pudo evidenciar al no poderse observar especies de aves representativas del humedal como lo es el cucarachero. Gran parte de esta problemática la ocasiona el gran territorio que ocupan los cultivos, las zonas de ganadería y el crecimiento urbano.

Entre los impactos positivos que se obtuvieron en el humedal, cabe destacar la introducción de especies protectoras, como es el Junco (*Schoenoplectus californicus*) (Mark & Thullen, 2008). Esta es una gran fuente de hábitat para otras especies, y se pudo demostrar dentro de la categoría de servicios ecosistémicos que se ofrecen dentro de las unidades ecológicas donde esta se encuentra. Por otro lado, otro impacto positivo presentes allí es el de generación de empleo, el cual se da gracias a las actividades económicas que se desarrollan en la ronda hídrica del humedal Gualí, provocando el cambio en la percepción de la comunidad hacia el humedal, al proveerles un sustento económico.

5. Estrategias de conservación ambiental

Las estrategias planteadas están direccionadas en 5 líneas, las cuales se desarrollan en programas y proyectos específicos a cada uno de ellos

5. 0. 1. Manejo y uso sostenible

El uso sostenible es aquel que se le da al humedal de tal manera que produzca el mayor beneficio para las generaciones presentes, manteniendo al mismo tiempo su potencial para satisfacer las necesidades de generaciones futuras.

Según (RAMSAR, 2013) el uso racional de los humedales consiste en su uso sostenible para beneficio de la humanidad manteniendo así las propiedades naturales del ecosistema.

Esta estrategia se centra en el aprovechamiento de los recursos del humedal sin la afectación de las propiedades ecológicas a largo plazo. De acuerdo con lo establecido en la convención RAMSAR 2013, el uso racional debe tenerse en cuenta en la planificación general que afecte a todos los humedales. El enfoque de la presente estrategia busca la conservación y recuperación de la diversidad biológica, promoviendo valores, atributos que incluyen los procesos de ordenamiento y cuidado ambiental, así como también la riqueza natural del ecosistema.

5. 0. 2. Conservación y recuperación

La restauración en términos ambientales implica un regreso a una situación anterior a la perturbación, es decir a un estado inicial antes de un impacto negativo, la restauración lo que busca es llevar a cabo procesos que mitiguen un impacto o recuperen el estado inicial de un ecosistema después de un proceso de afectación que desestabilice el curso normal de los procesos ecosistémicos en una zona.

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 de suelo de protección. Las malas prácticas y los patrones de drenaje al humedal que reducen los beneficios que se pueden obtener de este. 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.

5. 0. 3 Comunicación y concienciación

La educación es un proceso que puede informar, motivar y habilitar a la gente para que de esta manera se pueda lograr un cuidado del humedal a partir de la concientización de las personas, cuando se crea concientización se logran generar cambios en la conducta de las personas y de esta manera se pueden fomentar los hábitos de cuidado y conservación, así como de aprovechamiento responsable.

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. Se busca lograr incentivar la rama de la investigación de procesos biofísicos y socioculturales que se pueden desarrollar alrededor del humedal Gualí.

5. 0. 4 *Seguimiento y monitoreo*

La existencia de un programa de monitoreo y reconocimiento eficaz es un requisito para lograr determinar si un humedal ha sufrido cambio en sus características ecológicas, en este se puede evaluar la magnitud e importancia de un cambio al interior dentro de un sistema natural en un tiempo determinado, por lo cual se necesita además del monitoreo una labor de evaluación de la magnitud de los valores estudiados como consecuencia de una alteración en el medio.

5. 0. 5. *Evaluación del riesgo en humedales*

La Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971) 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.

5. 1 *Programas y proyectos*

Para el manejo del humedal, se establecieron los siguientes programas

- Recuperación de ecosistemas y hábitats.
- Manejo sostenible.
- Investigación, educación y concientización.

5. 1. 1 *Programa de recuperación*

El humedal Gualí Tres Esquinas ha sido altamente intervenido, donde la disminución de su hábitat como ecosistema de humedal es significativo en su oferta de servicios ambientales tanto en calidad como en cantidad.

Los vertimientos de agua residual y los procesos industriales que se llevan a cabo en los alrededores del humedal Gualí están ocasionando procesos de eutrofización que están acabando con el espejo de agua y con el hábitat de muchas especies entre ellas el cucarachero de pantano (*Cisthotorus apolinari*) y la Tíngua de Bogotá (*Rallus semiplumbeus*) (Wege y Long, 1995). Las actividades ganaderas y las zonas de cultivo en crecimiento están ocasionando la pérdida de áreas boscosas que se encuentren en la ronda hídrica del humedal y alterando la morfología ocasionando erosión y procesos de sedimentación que conllevan la pérdida de espejo de agua así como la calidad de esta.

Como parte del conjunto de relictos de humedal que acompañan al río Bogotá en su paso por la Sabana, el mejoramiento del hábitat en los humedales del proyecto amplía las posibilidades de subsistencia para la biodiversidad en una región densamente poblada; donde como ecosistemas dinámicos de fácil acceso pueden, además, convertirse en recursos estratégicos para la educación.

5. 1. 2 *Programa de manejo sostenible*

Este programa se fundamenta en la conservación y recuperación de la diversidad biológica en el humedal Gualí Tres Esquinas involucrando con ello los planes de ordenamiento territorial, ambiental y los procesos que se adelanten en las líneas de restauración del ecosistema, especialmente en su zona de ronda.

5. 1. 3 Programa de investigación, educación y concientización

Su fundamento se centra en el conocimiento del humedal, esto se pretende lograr con la integración de distintas disciplinas, actores y procesos en cumplimiento de las necesidades de la zona, se pretende que la comunidad conozca los procesos biofísicos que existen en el Humedal Gualí y como se pueden llegar a beneficiar de ellos cuidando el ecosistema. El desarrollo de investigaciones permite conocer las posibilidades que el ambiente tiene para la toma de decisiones frente a la conservación y la sostenibilidad.

5. 2 Proyectos

Se estableció un orden de intervención para definir la prioridad de los proyectos como sigue a continuación:

 Prioridad 1  Prioridad 2  Prioridad 3

A continuación, se relacionan los proyectos dentro del marco de los tres programas antes mencionados.

5. 2. 1. Proyectos de recuperación de ecosistemas y hábitats

Proyecto 1 Caracterización de vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales – análisis de la calidad del agua y estudio de capacidad de recepción de aguas residuales	Prioridad 1
---	--------------------

La calidad del agua se ha visto afectada por, fuentes abastecedoras del humedal, vertimientos de aguas residuales provenientes de la comunidad, así como por las actividades industriales que tienen cabida en su ronda hídrica.

El primer paso para el mejoramiento de la calidad del agua consiste en identificar y cuantificar los tensores que la afectan, sean estos de origen doméstico o industrial, temporales o continuos, legalmente establecidos o no.

Objetivo

Catalogar e identificar los vertimientos asociados a la tensión del ecosistema acuático.

Actividades

- Localizar, mediante geoposicionamiento, los afluentes de aguas residuales domésticas e industriales que alcanzan al humedal.

- Caracterizar la carga orgánica afluyente en cada uno de los vertimientos que llegan al humedal mediante monitoreos fisicoquímicos y bacteriológicos de tipo compuesto, siguiendo las metodologías propuestas en el programa de acreditación del IDEAM y continuado por la Superintendencia de Sociedades aplicando la Norma ISO- NTC 17025.
- Los análisis sugeridos para vertimientos de aguas residuales domésticas comprenden las características fisicoquímicas del agua.

Indicadores

- Número de vertimientos identificados y georreferenciados / número de vertimientos esperado.
- Número de vertimientos existentes / número de vertimientos legalmente establecidos.

Proyecto 2 – Saneamiento básico	Prioridad 1
--	--------------------

El desarrollo de acciones de control para lograr la caracterización de los afluentes de aguas residuales es de vital importancia para la conservación de un ecosistema en el tiempo.

Objetivo

Lograr identificar las zonas que no cuentan con servicio de alcantarillado y estén vertiendo sus aguas al humedal.

Actividades

- Realizar el inventario de predios localizados en inmediaciones del humedal, identificando la existencia de conexiones al alcantarillado municipal o sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.
- En aquellos predios que no cuenten con conexiones al alcantarillado municipal y/o sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales, identificar las causas de tal situación.
- Busca de soluciones para el tratamiento de agua residual en estos sectores.

Indicadores

- Número de vertimientos identificados y georreferenciados / número de vertimientos esperado.
- Número de vertimientos existentes / número de vertimientos de aguas tratadas.
- Número de predios existentes / número de predios sin conexión al alcantarillado municipal.

Proyecto 3 – Estudio y diseño para dragado y retiro de sedimentos	Prioridad 1
--	--------------------

El humedal Gualí Tres Esquinas es receptor de material particulado y aguas residuales que contienen un elevado contenido de nutrientes que favorecen la eutrofización, esto junto con la sedimentación están provocando la desaparición del espejo de agua en el humedal Gualí Tres Esquinas, con el objeto de mejorar las funciones típicas del humedal y basándonos en la

dependencia del agua que hay en la zona es imprescindible el retiro de zonas eutrofizadas o con alto grado de sedimentación.

Objetivo

Restaurar ecológica e hidráulicamente el humedal Gualí Tres Esquinas mediante el dragado de zonas eutrofizadas o con alta sedimentación.

Actividades

- Realizar el estudio batimétrico del humedal a partir del cual se definirá la capacidad hidráulica actual y las necesidades de intervención.
- Realizar el dragado de lodos y sedimentos acumulados en el vaso y disponerlos adecuadamente en sitios previamente seleccionados y adecuados para este fin, los cuales deben ser aprobados por las autoridades competentes.
- Realizar jornadas de educación ambiental a la comunidad asentada en inmediaciones al humedal.

Indicadores

- Área dragada / área presupuestada.
- Volumen de lodos y sedimentos retirado / volumen adecuadamente dispuesto en sitios autorizados.

Proyecto 4 - recuperación y manejo de la vegetación herbácea como hábitat para la fauna nativa y migratoria en el humedal Gualí Tres Esquinas.	Prioridad 2
---	-----------------------

El humedal Gualí Tres Esquinas tiene proliferación de plantas enraizadas, acuáticas que en algunas zonas dan aparición a vegetación terrestre con predominio del pasto kikuyo (*pennisetum clandestinum*). Las implicaciones de esto pueden llevar que este humedal se convierta en un pantano de baja profundidad (menor a 1 metro) lo que conllevaría a la reducción de la diversidad biológica debido a especies invasoras más agresivas.

Por esta razón es importante el retiro de plantas acuáticas que sirva como soporte a toda la diversidad biótica existente que se encuentre amenazada y de la cual muchos casos se desconocen su riqueza e importancia.

Objetivo

Habilitar el mayor número de hábitats para fauna silvestre a través de la recuperación de la composición florística y estructura de las comunidades vegetales.

Actividades

- Revisión y ajuste de las actividades propuestas de acuerdo con el inicio de las mismas y los avances obtenidos en el desarrollo de las restantes actividades del PMA.
- Posterior al dragado o remoción de sedimentos y lodos, se dará inicio al retiro manual de la vegetación terrestre que ha venido invadiendo el humedal y a la reconfiguración de la vegetación de litoral

Indicadores

- Revisión y ajuste de las actividades propuestas de acuerdo con el inicio de las mismas y los avances obtenidos en el desarrollo de las restantes actividades del PMA.
- Posterior al dragado o remoción de sedimentos y lodos, se dará inicio al retiro manual de la vegetación terrestre que ha venido invadiendo el humedal y a la reconfiguración de la vegetación de litoral.

5. 2. 2. *Proyectos de manejo sostenible*

Proyecto 5- Monitoreo y acciones de conservación para la fauna en el humedal Gualí Tres Esquinas	Prioridad 2
---	-------------

El humedal Gualí ofrece un importante área de hábitat para diferentes especies animales, con mayor predominancia en las aves, por el estado en el que se encuentra el humedal gracias a las actividades antrópicas, muchas especies se encuentran en riesgo de desaparecer, es por esto que es urgente establecer el tamaño real de las poblaciones existentes y tomar medidas de conservación inmediatas (control de caza y de depredadores domésticos) mientras se levanta la información necesaria para poder implementar un programa de conservación para cada especie amenazada.

Objetivo

- Establecer a corto plazo un programa de monitoreo de la fauna amenazada que permita conocer el estado actual de sus poblaciones.
- Reunir y levantar información básica de las especies amenazadas para determinar factores críticos en su biología, como puntos sobre los cuales basar una estrategia de conservación.

Actividades

- Mediante un registro en papel y medio magnético se identificarán las especies amenazadas para determinar criterios de manejo específicos por tasas poblacionales.
- Adelantar mediante divulgación en plegables, y en avisos la restricción a ciertos sectores del humedal acordes a los requerimientos de cada especie.

Indicador

- Número de poblaciones de fauna estimados por especie amenazada.
- Poblaciones de fauna ubicadas y referenciadas cartográficamente.

Proyecto 6- Monitoreo y acciones prioritarias de conservación para la fauna amenazada	Prioridad 2
--	-------------

Existe poca información básica acerca de las especies amenazadas de extinción en el humedal Gualí, se pretende establecer esta información en donde se hable de su biología, requerimientos

de hábitat, rangos de acción y distribución espacial dentro del cuerpo de agua, es urgente establecer el tamaño real de las poblaciones existentes y tomar medidas de conservación inmediatas.

Objetivo

Tomar medidas de control y monitorear las poblaciones de fauna amenazadas de extinción en el humedal Gualí Tres Esquinas.

Actividades

- Realizar un conteo de especies en frecuencia mensual, indicado en un plano ubicación espacial en la laguna, con base en la metodología de la Asociación Bogotana de Ornitología - ABO
- Mediante un registro en papel y medio magnético se identificarán las especies amenazadas para determinar criterios de manejo específicos por tasas poblacionales

Indicadores

- Número de poblaciones de fauna estimados por especie amenazada.
- Poblaciones de fauna ubicadas y referenciadas cartográficamente.

Proyecto 7 - mejoramiento de la calidad del agua del humedal Gualí Tres Esquinas	Prioridad 1
---	--------------------

Era considerado uno de los espejos de agua más amplios de la sabana de Bogotá y una población florística acuática suficiente para albergar la fauna nativa y migratoria. En el transcurso del tiempo la carga por aguas residuales que ha tenido que soportar el humedal Gualí ha venido en aumento esto debido a la construcción de parques industriales y el crecimiento poblacional del municipio de Funza y Mosquera principalmente, se busca la ampliación del espejo de agua y el mejoramiento de la calidad del agua que puede llegar a la laguna.

Objetivo

Mejorar las condiciones de calidad de las aguas que alimentan la laguna en cualquier época, para mantener el ecosistema con oferta ambiental.

Actividades

- Especialización y control de vertimientos.
- Tratamiento de todas las aguas residuales antes de que estas sean vertidas al humedal.
- Realizar un conteo de especies en frecuencia mensual, indicado en un plano ubicación espacial en la laguna.

Indicadores

- Áreas de espejos de agua.
- Análisis de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales de los municipios comprometidos.

Proyecto 8 - control de disposición de residuos sólidos en zona de ronda del humedal Gualí Tres Esquinas.	Prioridad 2
--	--------------------

El crecimiento poblacional ocasiona que cada vez sean más los residuos sólidos domésticos, industriales y peligrosos que son desechados en la ronda hídrica del humedal, esto pone en evidencia la falta de educación ambiental y la falta de concientización de los visitantes y las personas que habitan esta área, el impacto que se presenta por disposición de residuos sólidos es importante ya que tanto la fauna como la flora se ven directamente afectados negativamente.

Objetivo

Eliminar la posibilidad de acumular material en el suelo alrededor del cuerpo de agua

Actividades

- Adelantar procesos de información a la comunidad para prevenir que se acceda a la laguna en su zona de ronda.
- Establecer campañas de limpieza del humedal donde se involucre tanto la comunidad visitante como las personas que habitan las zonas más próximas al humedal.

Indicadores

- Número de visitas de control y seguimiento, por funcionarios de la autoridad ambiental
- Área despejada con presencia de desechos (m2).

5. 2. 3. Investigación, educación y concientización

Proyecto 9 – Estudio Hidroclimático del humedal Gualí Tres Esquinas	Prioridad 2
--	--------------------

Una de las falencias encontradas en este estudio es la falta de información con relación al clima local y al comportamiento hidroclimático del humedal a través del tiempo.

Objetivo

Implementar y establecer un programa de monitoreo permanente de las variables hidroclimáticas.

Actividades

- Instalación y operación de una estación climatológica en inmediaciones del humedal Laguna de la Herrera.
- Instalación y operación de equipos de medición de caudales en las entregas y salidas del humedal Laguna de la Herrera.
- Instalación de equipos de medición de infiltración y la variación de los niveles de la lámina de agua del humedal.

Indicadores

- Variables climatológicas

- Niveles de humedad
- Caudales a lo largo del tiempo en el humedal.

Proyecto 10 – Estudio de los insectos en el humedal Gualí.

Prioridad 3

Existe una falacia de información en el humedal con respecto a la caracterización de los grupos de invertebrados que en ella habitan, llegar a conocer la composición de esta fauna puede permitir acercarse a la oferta de alimento tanto en el cuerpo de agua, así como en la ronda hídrica.

Objetivo

Conocer la diversidad de invertebrados voladores de follaje, acuáticos, edáficos y el hábitat que ocupa en el humedal Gualí Tres Esquinas a lo largo del año y como responden a la recuperación del humedal.

Actividades

- Geograficación de sitios de muestreo.
- Identificación de especies.
- Evaluación y análisis de información a través de índices de presencia, ausencia, de diversidad, registro fotográfico.

Indicadores

- Registro de invertebrados por especie y familias en el humedal Laguna de la Herrera.
- Diversidad de especies de invertebrados.

Tabla 11. Programas y proyectos.

Programas		
Recuperación	Manejo sostenible	Investigación, educación y concientización
1.Caracterización de vertimientos de aguas residuales	5.Monitoreo y acciones de conservación para la fauna	9. Estudio Hidroclimático del humedal Gualí Tres Esquinas.
2.Saneamiento básico	6. -Monitoreo y acciones prioritarias de conservación para la fauna amenazada	
3.Apertura de espejos de agua	7. mejoramiento de la calidad del agua del humedal Gualí Tres Esquinas	10. Estudio de los insectos en el humedal Gualí.
4. recuperación y manejo de la vegetación herbácea como	8. control de disposición de residuos sólidos en zona de	

hábitat para la fauna nativa y migratoria	ronda del humedal Gualí Tres Esquinas.	
---	---	--

Fuente. Autores, 2021

6. Conclusiones

- La mayor cantidad de área que presenta conflictos en uso del suelo en las unidades ecológicas está dada por la sobreutilización ligera debido a que a los suelos ubicados en estas zonas tienen uso actual que está cercano al uso principal, pero que se ha evaluado con un nivel de intensidad mayor al recomendado.
- Es importante establecer puntos de muestreo para la determinación de distintas unidades ecológicas ya que no todas las zonas del humedal están expuestas a las mismas problemáticas, de esta manera se puede hacer una comparación de cómo se encuentran los servicios ambientales en los diferentes unidades ecológicas para que en base a estos se establezcan las decisiones de conservación.
- Los servicios ecosistémicos dentro de las unidades ecológicas que generan mayor dependencia son los de soporte, esto debido a las actividades económicas que se desarrollan en la zona y a las necesidades de la comunidad aledañas en cuanto a bienes y servicios, en este sentido es importante la composición vegetal de las unidades ecológicas ya que las especies que las conforman desarrollan diferentes propiedades cuyas funciones mayoritarias se centran en estos servicios.
- Para calificar los impactos según el sistema CONESA es importante no solo conocer el estado actual del humedal y las presiones a las que se encuentra expuesto, sino que también es necesario establecer una línea cronológica, y ver cómo han cambiado las unidades ecológicas a lo largo del tiempo, para así poder determinar una magnitud y una importancia en el impacto estudiado.
- Las estrategias de conservación deben apuntar hacia el cuidado de los servicios de soporte debido a que esos son los que más benefician a las comunidades aledañas.
- Dentro de los servicios de aprovisionamiento cabe destacar el servicio de oferta hídrica que se da en todas las unidades ecológicas y con una importancia de dependencia significativa, ya que los agricultores presentes en la zona necesitan del agua que ofrece el humedal para establecer sistemas de riego y lagunas artificiales y de esta manera lograr el desarrollo de sus actividades. Sin un espejo de agua estas actividades agrícolas no podrían llevarse a cabo con la eficacia deseada.
- La planta *Eichornia crassipes* (Buhón de agua) presenta una amenaza importante, debido a que esta se encuentra presente en las 4 unidades ecológicas estudiadas con una elevada

predominancia con respecto a las demás especies vegetales, lo cual demuestra que en el cuerpo de agua léntico hay un exceso de nutrientes provocado por los vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales que está ocasionando una eutrofización severa que conlleva como consecuencia pérdida del espejo de agua y afectación a los servicios ecosistémicos de regulación y soporte que brinda cada unidad ecológica.

- No es posible establecer un orden de importancia entre las unidades ecológicas debido a que cada una ofrece servicios diferentes a la comunidad, pero sí se puede establecer una prioridad hacia los servicios de soporte en la zona de estudio y encaminar los esfuerzos principalmente a la conservación de estos servicios.
- La declaración de áreas protegidas internacionalmente como estrategia de conservación y recuperación de los humedales ha demostrado ser la más efectiva en países donde se ha implementado.
- Conocer cómo afectan los conflictos de uso del suelo a cada unidad ecológica, sirve como base para planes de ordenamiento y de mejora en las zonas de conservación que se pueden estipular en el humedal, la disminución de conflictos aumentaría la productividad de las actividades económicas que se desarrollan en la zona hídrica del humedal.
- Las autoridades de Tenjo, Funza y Mosquera no están llevando a cabo tareas de control de vertimiento y de control de desechos en la zona.

7. Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento a la UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS por habernos permitido ser parte de ella, a la facultad de ingeniería ambiental y a todos los docentes que han sido parte del proceso de aprendizaje. Agradecemos a nuestra directora de opción de grado, Liliana Salazar López, profesora catedrática de la Universidad Santo Tomás, por guiarnos y apoyarnos con paciencia y sabiduría a lo largo de todo nuestro proyecto.

8. Bibliografía

1. A, Z., & P, M. (2005). *Capacidad uso del suelo*.
2. Abella Amaya, M. F., & Nossa Sanchez, M. J. (2015). *Identificación y evaluación de los ecosistemas estratégicos en el municipio de Cota*.
3. Alcaldía de Tenjo. (2014). *Plan de ordenamiento territorial del municipio de Tenjo*.
4. Alcaldía municipal de Funza. (2019). *Propuesta PBOT para el municipio de Funza*. Funza, Cundinamarca.
5. Alcaldía municipal de Mosquera. (2018). *Mosquera ordena, eficiente y sostenible*. Mosquera, Cundinamarca.
6. Arroyave, M. D. P. (2004). La lenteja de agua (*lemna minor L.*): Una planta acuática promisorio. *Eia*, (1), 33-38.

7. Balvanera, P., & Cotler, H. (2017). Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta Ecológica*, (84-85), 8-15.
8. CAR. (2012). *Vegetación del territorio CAR: 450 especies de sus llanuras y montañas*. Bogotá: Retrieved from <http://hdl.handle.net/20.500.11786/34055>.
9. CAR Cundinamarca. (2006). *Plan de manejo y ordenamiento de la cuenca hidrográfica del río Bogotá (POMCA)*. Cundinamarca
10. CAR Cundinamarca. (2015). *PMA humedal Gualí tres esquinas y lagunas de Funzhe*.
11. Castaño, M. (2002). *Libro rojo de reptiles de Colombia*. Colombia.
12. Castellanos Lancheros, j., & Pérez, K. (2019). Especies acuáticas de los humedales de Bogotá, Colombia con capacidad para el tratamiento de aguas residuales con metales pesados. *Sociedad Colombiana De La Ciencia Del Suelo*, (49), 84-95.
13. Conesa, F. (1997). *Guía metodológica para l evaluación impacto ambiental* (segunda ed.) Mundo-prensa.
14. Corporación Ecovera. (2007). *Estrategia nacional para el pago por servicios ambientales*.
15. Diaz Ruiz, A. P. (2018). *E evaluación de las alternativas de aprovechamiento de residuos de junco (schoenoplectus californicus) en la laguna de Fúquene*.
16. Dou, X., Li, S., & Wang, J. (2013). Ecological strategy of city sustainable development. *APCBEE Procedia*, 5, 429-434. doi: 10.1016/j.apcbee.2013.05.074.
17. Font Quer, P. (2016). *El Dioscórides renovado* Península.
18. García Murillo, P., Rocío Fernández, Z., & Chirino Argenta, M. (2009). *Macrófitos*. Andalucía:
19. Garibaldi, A., & Turner, N. (2004). Cultural keystone species. *Ecology and Society*, 9(3) doi:10.5751/ES-00669-090301.
20. Gonzales, A., & Matamoros, H. (2018). Estudio de la calidad trófica del humedal Gualí tres esquinas. *Revista De La Escuela Colombiana De Ingeniería*, (110), 47-56.
21. Guerra Rodríguez, S. A. (2012). *Determinación del conflicto de uso del suelo para la vereda las petacas y la correa del municipio de puerto rondón dentro de la cuenca del río Cravo norte en el departamento de Arauca*.
22. Van der Hammen, T., & Andrade, G. (2003). *Estructura ecológica principal de Colombia: Primera aproximación*. Bogotá D.C: IDEAM.
23. IDEAM. (2010). *Metodología Corine Land Cover*.
24. IDEAM. (2011). *Aportes del IDEAM para la definición y aplicación de la estructura ecológica nacional*.
25. IDEAM. (2015). *Glosario*.
26. IGAC. (2021). Datos abiertos agrología. Retrieved from <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-agrologia>.
27. Instituto Von Humboldt. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*.
28. Landazábal, M., & Cesar. (2006). *Libro rojo de los mamíferos de Colombia*. Bogotá D.C.

29. Márquez Calle, G. (2003). *Ecosistemas estratégicos de Colombia*.
30. Márquez, G., & Universidad Nacional de Colombia. (2003). *Ecosistemas estratégicos, bienestar y desarrollo*.
31. Martínez, L., Díaz, A., & Vargas Orlando. (2012). *Protocolo de propagación de plantas hidrófilas y manejo de viveros para la rehabilitación ecológica de los parques ecológicos distritales de humedal*. Bogotá D.C.
32. Matamoros Rodríguez, H., & González Malagón, M. A. (2017). Estudio de la calidad trófica del humedal Gualí - tres esquinas. *Escuela Colombiana De Ingeniería*, (110), 47-56.
33. Mateucci, S., & Aida, C. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*.
34. Mateucci, S., & Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Venezuela.
35. McMullan. (2021). *Guía de aves en Colombia*.
36. Millenium Ecosystem Assessment – MEA -. 2005. Ecosystem and human well-being: A framework for assessment. 4 volumes. Island Press. Washington. D.C, EE.UU.
37. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2018). *Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales*.
38. Resolución 1497 " por la cual se modifica la resolución no. 301 del 13 de febrero del 2010, por medio de la cual se crea el comité nacional de humedales ". (2018).
39. Resolución 196 “Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia” (2006).
40. Ministerio de Protección Social. (2008). *Vademécum colombiano de plantas medicinales*.
41. Mouthon, A. F., Rocío Blanco, A., Acevedo, G. A., & Miller, J. (2002). *Manual de evaluación de estudios ambientales*. Bogotá D.C: Ministerio de Medio Ambiente.
42. Muños Ruiz, S. A., & Salinas Pérez, L. C. (2018). *Modelo de ocupación sostenible en un territorio con ecosistema de humedal respecto a asentamientos urbanos*.
43. Olmo, C., & Sala, O. (2007). La evaluación de los ecosistemas del milenio. las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. *Ecosistemas*, 16.
44. Ortega Pérez, M. F. (2018). *Determinación de la estructura ecológica principal del municipio de Mosquera*.
45. Pérez Arbeláez, & Enrique. (1976). *Plantas útiles de Colombia*. Bogotá: Litografía arco.
46. Pinzón Peña, R. A. (2017). *Diagnóstico ambiental del humedal bonanza*.
47. Quispe, R., Soto, M., Ingaruca, E., Bulege, W., & Custodio, M. (2019). Optimization of the operation of a municipal wastewater treatment plant with hydrocotyle ranunculoides. *Journal of Ecological Engineering*, 20(9), 228-236. doi:10.12911/22998993/112486.
48. R. Ebhin Masto, Sandeep Kumar, T.K. Rout, Pinaki Sarkar, Joshy George, & L.C. Ram. (2013). Biochar from water hyacinth (eichornia crassipes) and its impact on soil biological activity. *Catena*, 111, 64-71.
49. Ramsar (Ed.). (2016). *Manuales Ramsar*.
50. Rengifo, L. M., Franco, A. M., Amaya, J. D., Catan, G. H., & López, B. (2002). *Libro rojo de aves de Colombia*. (Autores ed.). Bogotá D.C:

51. Reyes Cabrales, C. E. (2009). *Elaboración de abono orgánico a partir de plantas acuáticas: Elodea (hydrilla verticillata) y jacinto o lirio de agua (eichhornia crassipes), procedentes del lago de coatepeque y lago de güija ITCA* Editores.
52. Rueda, A., Vicente, J., & Amézquita, j. (2004). *Libro rojo de los anfibios de Colombia*. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia.
53. S. Mark, N., & Joan S., T. (2008). Aquatic macroinvertebrates associated with schoenoplectus litter in a constructed wetland in california (USA). *Ecological Engineering*, 33(2), 91-101.
54. Secretaría de la Convención de Ramsar. (2013). *Guía a la convención sobre los humedales*.
55. SiB Colombia. (2020). Retrieved from <https://sibcolombia.net/#>.
56. Valderrama Luz, T. (1996, Uso de dos especies de macrófitas acuáticas Limnobium laevigatum Y eichhornia crassipes para el tratamiento de aguas residuales agro industriales., 1-2.
57. Vasco Zamudio, Z., & Sánchez, L. (2017). *Análisis de la gestión ambiental Gualí tres esquinas, vereda el bato (Funza – Cundinamarca)*.
58. Weiwei Liu, Ziliang Guo, Bo Jiang, Fei Lu, Henian Wang, Daan Wang, . . . Lijuan Cu. (2020). Improving wetland ecosystem health in china. *Elsevier*,
59. Zhigao Sun, Wenguang Sun, Chuan Tong, Congsheng Zeng, Xiang Yu, & Xiaojie Mou. (2015). China's coastal wetlands: Conservation history, implementation efforts, existing issues and strategies for future improvement. *Elsevier*, 79, 25-41.
60. Ziliang Guo, Guofa Cui, Manyin Zhang, & Xiaoyu, L. (2019). Analysis of the contribution to conservation and effectiveness of the wetland reserve network in china based on wildlife diversity. *Elsevier*.
61. Zumiko, J. (2017). *Evaluación de la capacidad fitorremediadora de las especies vegetales nasturtium officinale W.T aiton (berro) e hydrocotyle ranunculoides L. f. (matecillo) en relación con la contaminación con mercurio a diferentes concentraciones*.