



CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 142 DE 2017.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL HUMEDAL LA VOLTEZUELA



TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	7
2.	CONTEXTO GENERAL.....	8
2.1.	MARCO LEGAL	8
2.2.	ANTECEDENTES.....	9
2.3.	PRIORIZACIÓN DE HUMEDALES	10
2.4.	CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PRIORIZACIÓN	11
2.5.	PROPUESTA DE HUMEDALES PRIORITARIOS PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	14
3.	CARACTERIZACIÓN DEL HUMEDAL	17
3.1.	METODOLOGÍA DE CARACTERIZACIÓN.....	17
3.1.1.	<i>Aspectos Generales</i>	<i>17</i>
3.1.2.	<i>Aspectos Ambientales</i>	<i>19</i>
3.1.3.	<i>Aspectos Ecológicos</i>	<i>21</i>
3.1.4.	<i>Aspectos socioeconómicos.....</i>	<i>29</i>
3.1.5.	<i>Problemática Ambiental</i>	<i>29</i>
3.2.	RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN	30
3.2.1.	<i>Aspectos generales</i>	<i>30</i>
3.2.2.	<i>Aspectos ambientales.....</i>	<i>35</i>
3.2.3.	<i>Aspectos ecológicos.....</i>	<i>44</i>
3.2.4.	<i>Aspectos socioeconómicos.....</i>	<i>72</i>
3.2.5.	<i>Problemática Ambiental</i>	<i>75</i>
4.	DELIMITACIÓN DE HUMEDAL	78
4.1.	MARCO LEGAL Y METODOLÓGICO	78
4.2.	RESULTADOS DE LA DELIMITACIÓN	80
5.	ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	82
5.1.	MARCO LEGAL Y METODOLÓGICO	83
5.2.	RESULTADOS DE LA ZONIFICACIÓN	84
6.	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	90
6.1.	SÍNTESIS DE DIAGNÓSTICO	91
6.2.	ANÁLISIS SITUACIONAL DEL HUMEDAL	94
6.3.	OBJETIVOS DE MANEJO	96
6.4.	COMPONENTE ESTRATÉGICO	99
6.5.	PLAN ESTRATÉGICO Y OPERATIVO	110
6.6.	TIEMPOS DE EJECUCIÓN.....	118

6.7. EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO AL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA).....	119
7. RECOMENDACIONES DE MANEJO PARA LAS ÁREAS DE RECARGA ...	119
8. BIBLIOGRAFÍA	121

INDICEDE TABLAS

TABLA 1. CATEGORÍAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN	11
TABLA 2. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE CALDAS	19
TABLA 3. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE LANG	19
TABLA 4. CLASIFICACIÓN DEL ICA	26
TABLA 5. PESO RELATIVO PARA CADA PARÁMETRO DEL ICA.....	26
TABLA 6. METODOLOGÍAS UTILIZADAS PARA LA RECOLECCIÓN, PRESERVACIÓN Y PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	27
TABLA 7. CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA – ÍNDICE BMWP/COL.....	29
TABLA 8. RELACIÓN DE PREDIOS CON INFLUENCIA DIRECTA AL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	33
TABLA 9. PROPIETARIOS DE PREDIO EN SUCESIÓN	35
TABLA 10. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE CALDAS – LANG PARA EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	35
TABLA 11. VALORES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES DE PARÁMETROS CLIMATOLÓGICOS - HUMEDAL LA VOLTEZUELA	36
TABLA 12. VALORES DE OFERTA HÍDRICA EN ZONA DE RECARGA HUMEDAL LA VOLTEZUELA	41
TABLA 13. UNIDADES GEOLÓGICAS PARA EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA Y SU ZONA DE INFLUENCIA	42
TABLA 14. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	43
TABLA 15. LISTADO DE ESPECIES DE PLANTAS REGISTRADAS PARA EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	47
TABLA 16. RIQUEZA EN LAS DIFERENTES COBERTURAS REGISTRADAS EN EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	49
TABLA 17. UNIDADES DE PAISAJES CON LOS COMPONENTES ENCONTRADOS EN EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA.....	51
TABLA 18. LISTADO DE AVES REGISTRADAS EN EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA.....	57
TABLA 19. ESPECIES AMENAZADAS Y CON COMERCIO RESTRINGIDO REGISTRADAS EN EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA.	60
TABLA 20. ESPECIES DE AVES CON RANGO DE DISTRIBUCIÓN RESTRINGIDO REGISTRADAS EN EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA.....	60

TABLA 21. ESPECIES DE AVES MIGRATORIAS REGISTRADAS EN EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA.	62
TABLA 22. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO.....	64
TABLA 23. PARÁMETROS INSITU PARA LA ESTACIÓN DE MONITOREO DEL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	65
TABLA 24. COMPOSICIÓN TAXONÓMICA DE LAS MICROALGAS FITOPLANCTÓNICAS EN EL HUMEDAL VOLTEZUELA	66
TABLA 25.COMPOSICIÓN TAXONÓMICA DEL ZOOPLANCTON EN EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	68
TABLA 26. ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA LAS COMUNIDADES PLANCTÓNICAS EN EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA.....	70
TABLA 27. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS IDENTIFICADOS EN EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	71
TABLA 28. BIENES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS OFRECIDOS POR EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	72
TABLA 29. MATERIALES UTILIZADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS RURALES EN EL MUNICIPIO DE GARZÓN	73
TABLA 30. TRANSPORTE ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE GARZÓN	75
TABLA 31. COBERTURAS PRESENTES EN EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	85
TABLA 32. UNIDADES DE MANEJO PARA LA ZONIFICACIÓN DEL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	87
TABLA 33. MATRIZ FODA DESDE LA CONSERVACIÓN PARA EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA.....	94
TABLA 34. MATRIZ FODA DESDE LA GESTIÓN PARA EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA.....	95
TABLA 35. PROYECTO 1.1 HUMEDAL LA VOLTEZUELA	99
TABLA 36. PROYECTO 1.2 HUMEDAL LA VOLTEZUELA	100
TABLA 37. PROYECTO 1.3 HUMEDAL LA VOLTEZUELA	101
TABLA 38. PROYECTO 1.4 HUMEDAL LA VOLTEZUELA	102
TABLA 39. PROYECTO 2.1 HUMEDAL LA VOLTEZUELA	104
TABLA 40. PROYECTO 2.2 HUMEDAL LA VOLTEZUELA	105
TABLA 41. PROYECTO 3.1 HUMEDAL LA VOLTEZUELA	106
TABLA 42. PROYECTO 4.1 HUMEDAL LA VOLTEZUELA	108
TABLA 43. PROYECTO 4.2 HUMEDAL LA VOLTEZUELA	109
TABLA 44. PROGRAMAS Y PROYECTOS ESTABLECIDOS PARA EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	111
TABLA 45. COSTOS ESTABLECIDOS PARA EL DESARROLLO DE LOS PROGRAMAS Y PROYECTOS EN EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	114
TABLA 46. COSTOS TOTALES EN EL CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO	118

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. VARIABILIDAD MENSUAL DE PRECIPITACIÓN	37
GRÁFICO 2. VARIABILIDAD MENSUAL DE TEMPERATURA	37
GRÁFICO 3. VARIABILIDAD MENSUAL DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL	38
GRÁFICO 4. VARIABILIDAD MENSUAL DE HUMEDAD RELATIVA.....	38
GRÁFICO 5. VARIABILIDAD MENSUAL DE BRILLO SOLAR	39
GRÁFICO 6. VARIABILIDAD MENSUAL DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO.....	39
GRÁFICO 7. BALANCE HÍDRICO.....	40
GRÁFICO 8. ESPECIES DE PLANTAS MÁS COMUNES EN EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	49
GRÁFICO 9. NÚMERO DE INDIVIDUOS Y ESPECIES POR CADA COBERTURA VEGETAL MUESTREADA.....	50
GRÁFICO 10. ABUNDANCIA DE ESPECIES EN VEGETACIÓN ACUÁTICA SOBRE CUERPOS DE AGUA	50
GRÁFICO 11. RIQUEZA DE ÓRDENES DE AVES REGISTRADAS EN EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	55
GRÁFICO 12. RIQUEZA DE FAMILIAS DE AVES REGISTRADAS EN EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	55
GRÁFICO 13. ESPECIES DE AVES CON MAYOR ABUNDANCIA REGISTRADAS EN EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	56
GRÁFICO 14. ABUNDANCIA DE LAS MICROALGAS FITOPLANCTÓNICAS PRESENTES EN EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	68
GRÁFICO 15. ABUNDANCIA DEL ZOOPLANCTON PRESENTE EN EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	69

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE HUMEDALES PRIORIZADOS	16
FIGURA 2. METODOLOGÍA PARA EL MUESTREO DE FLORA POR PARCELAS EN LOS HUMEDALES PRIORIZADOS.....	22
FIGURA 3. LOCALIZACIÓN HUMEDAL LA VOLTEZUELA	30
FIGURA 4. CURVAS A NIVEL PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE RECARGA. HUMEDAL LA VOLTEZUELA	32
FIGURA 5. MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN PARA LA DEFINICIÓN DEL ÁREA DE RECARGA. HUMEDAL VOLTEZUELA	32
FIGURA 6. ÁREA DE RECARGA. HUMEDAL LA VOLTEZUELA	33
FIGURA 7. PREDIAL HUMEDAL VOLTEZUELA	34
FIGURA 8. CLIMA HUMEDAL LA VOLTEZUELA.....	36
FIGURA 9. MICROCUENCAS ASOCIADAS HUMEDAL LA VOLTEZUELA.....	41
FIGURA 10. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS. HUMEDAL LA VOLTEZUELA	44

FIGURA 11. UNIDADES DE PAISAJE DEFINIDAS PARA EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA.....	52
FIGURA 12. DELIMITACIÓN DEL HUMEDAL LA VOLTEZUELA Y DEFINICIÓN DE SU FRANJA PROTECTORA.....	81
FIGURA 13. COBERTURAS IDENTIFICADAS PARA EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA.....	85
FIGURA 14. PORCENTAJES DE LAS COBERTURAS IDENTIFICADAS PARA EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	86
FIGURA 15. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	88

INDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1. HUMEDAL LA VOLTEZUELA, VEREDA MIRAFLORES DEL MUNICIPIO DE GARZÓN	31
IMAGEN 2. TIPOS DE COBERTURAS IDENTIFICADAS EN EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA.....	46
IMAGEN 3. ESPECIE ENDÉMICA ENCONTRADA EN HUMEDAL LA VOLTEZUELA.....	52
IMAGEN 4. ESPECIES CON DISTRIBUCIÓN RESTRINGIDA.	61
IMAGEN 5. ESPECIES MIGRATORIAS.	62
IMAGEN 6. PUNTO DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA DEL HUMEDAL LA VOLTEZUELA ..	64
IMAGEN 7. DETALLE DEL PUNTO DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA DEL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	65
IMAGEN 8. ESPECIES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS IDENTIFICADOS EN EL HUMEDAL LA VOLTEZUELA.....	71
IMAGEN 9. EXCAVACIÓN REALIZADA PARA LA EXTRACCIÓN DE AGUA PARA RIEGO DE CULTIVOS DE LULO.....	76
IMAGEN 10. CULTIVOS Y PASTOS LIMPIOS ESTABLECIDOS EN LÍMITES DEL HUMEDAL LA VOLTEZUELA	76
IMAGEN 11. ZONA DE BOSQUE AFECTADA POR GANADO BOVINO.....	77
IMAGEN 12. ÁREAS DE TRANSICIÓN IDENTIFICADAS PARA LA DELIMITACIÓN DEL HUMEDAL VOLTEZUELA	80
IMAGEN 13. ÁREAS DE TRANSICIÓN IDENTIFICADAS PARA LA DELIMITACIÓN DEL HUMEDAL VOLTEZUELA	81

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL HUMEDAL LA VOLTEZUELA

1 INTRODUCCIÓN

La elaboración de un concepto que reúna la totalidad de componentes que influyen en la complejidad de los ecosistemas de humedal, ha sido un reto para muchos que siempre dan una orientación al concepto basados en sus objetivos de estudio, dejando a un lado aspectos primordiales para el entendimiento del rol que cumplen los humedales dentro del entorno en que se encuentran. Uno de los conceptos más utilizados hace referencia al establecido por la convención relativa de los humedales de importancia internacional “RAMSAR” desarrollada en Irán en el año 1971, donde se define a los ecosistemas de humedal como “Aquellas extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”. Sin embargo, más allá de un concepto estructural en donde las características físicas del ecosistema pueden limitar el entendimiento de la importancia y la funcionalidad del ecosistema, se deben incluir los componentes ecológico, económico y social, de tal forma que se fortalezca el proceso de comprensión en términos de la pluridimensionalidad e influencia de los humedales en el territorio. Es por ello que surgen conceptos como el establecido por Vilardy et al 2002, quien define a los humedales como un “tipo de ecosistema que, debido a sus condiciones geomorfológicas e hidrológicas, permite la acumulación de agua (temporal o permanentemente), dando lugar a un tipo característico de suelo y a organismos adaptados a estas condiciones, estableciendo dinámicas acopladas e interactuantes con flujos económicos y socioculturales que operan alrededor y a distintas escalas.”

Los humedales son catalogados como entornos de vital importancia para la supervivencia de los seres vivos. Son considerados como los ecosistemas más biodiversos y productivos en todo el mundo, pues de los bienes y servicios que ofrecen dependen innumerables especies de flora y fauna para sobrevivir. La prestación de servicios ecosistémicos de los humedales hacia el ser humano, dentro de los que se destacan el suministro de agua dulce, la oferta de alimento, la regulación de microclimas, la recreación y el turismo, no solo han permitido el desarrollo y establecimiento de comunidades en sus zonas de influencia directa e indirecta, sino que también han condicionado los modelos de producción agropecuaria de las regiones hasta el punto de convertirse en ecosistemas estructurantes de la economía y la cultura de las comunidades, por ello, los humedales son considerados como ecosistemas socio ecológicos que incluyen al hombre y su cultura como parte fundamental del ecosistema.

Propender por la implementación de acciones orientadas a conservar los humedales debe ser una prioridad en los territorios. La ruta de gestión de estos ecosistemas debe incluir procesos de identificación, elaboración de inventarios, priorización y estudios de delimitación de manera diferencial que permitan avanzar en el desarrollo de procesos direccionados a lograr una buena planificación para la conservación de estos ecosistemas logrando así un equilibrio frente a la prestación de servicios fundamentales para el desarrollo y sostenimiento de la vida. Este documento pretende mostrar el proceso de formulación del Plan de Manejo Ambiental para el humedal La Voltezuela a través del desarrollo de diferentes fases; la primera de ellas es el diagnóstico y caracterización, luego la delimitación y zonificación ambiental, para finalmente construir el PMA.

2. CONTEXTO GENERAL

2.1.Marco Legal

Colombia, dentro de su política ambiental, ha incorporado de manera gradual diferentes instrumentos para la gestión de los humedales como ecosistemas estratégicos dentro del territorio, no solamente para la conservación de la biodiversidad y el recurso hídrico, sino también para impulsar el desarrollo económico sostenible en el territorio.

En el año 1971 se llevó a cabo la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, conocida como la Convención de Ramsar, en la cual se generó un acuerdo internacional que promueve la conservación y el uso racional de los humedales. Este es el único tratado mundial que se centra en un único ecosistema, los humedales. Posterior a esto, en el año de 1997 en Colombia el ministerio del Medio Ambiente elaboró las bases técnicas para la formulación de una política nacional de ecosistemas acuáticos que publicó en el documento “Humedales interiores de Colombia, bases técnicas para su Conservación y Desarrollo Sostenible”, y adicionalmente durante este mismo año el Congreso de la República aprobó la adhesión del país a la Convención Ramsar (Ley 357 de 1997) generando compromisos concretos sobre su gestión de manejo y protección.

Es aquí cuando el país plasma en su política el reconocimiento explícito de la importancia de los humedales, tanto en su prestación de servicios ecosistémicos como en su función de conservación de la biodiversidad y el recurso hídrico; en especial como reguladores de los regímenes hidrológicos; así como por sus valores económicos, culturales, científicos y recreativos.

Para el año 2002, se crea la política Nacional de Humedales interiores para Colombia, como el instrumento que reúne la manifestación del estado colombiano en términos de la importancia de los humedales para el país, de igual forma determina las bases para la

gestión de protección y manejo con las diferentes entidades y recursos disponibles en el país. Para tal fin, el documento de la política busca la concertación y adopción de instrumentos orientados a regular las condiciones de conservación y manejo de ciénagas, pantanos, lagos, lagunas y demás ecosistemas hídricos continentales.

2.2. Antecedentes

En el año 2009, desde la gestión de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena se adelantó una revisión bibliográfica que permitió la identificación de 73 humedales distribuidos en 29 municipios, los cuales sirvieron de base para la ejecución del Convenio No. 293 de 2009 cuyo objeto fue: IDENTIFICACIÓN, PRIORIZACIÓN Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE PÁRAMOS Y HUMEDALES PARA EL DEPARTAMENTO DEL HUILA, adelantado de manera conjunta con instituciones como ONF ANDINA y la Gobernación del Huila, del cual se obtuvo un primer reconocimiento de los humedales del Departamento, generando unos primeros elementos de inventario y caracterización en 23 ecosistemas priorizados, los cuales representaron el punto de partida para la planificación y gestión de estos ecosistemas, siendo descritos en el documento denominado “Plan de Manejo Ambiental de Páramos y Humedales en el Departamento del Huila”.

A partir del ejercicio de priorización de 23 humedales, en el año 2010 se realizó un estudio para la “Delimitación y Zonificación Ambiental de Diez (10) Humedales Del Departamento Del Huila”, el cual comprendió los ecosistemas que, según los puntajes de calificación, fueron considerados como prioritarios de intervención. Atendiendo la normatividad vigente, en el año 2010 se emitió el Acuerdo 014 del 21 de diciembre, por parte del Consejo Directivo de la Corporación, por medio del cual “(...) se aprueba el Plan de Manejo Ambiental (PMA) de los humedales prioritarios de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM”, el cual se halla contenido en el documento denominado PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE PARAMOS Y HUMEDALES EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA.

En el año 2014 se realizó el Inventario Departamental de Humedales construido a partir de socializaciones con las comunidades quienes informaron de la presencia de estos ecosistemas en sus territorios, identificándose 236 ecosistemas en todo el Departamento. También se ejecutaron diferentes actividades en coordinación con el Instituto de Investigaciones Alexander Von Humboldt – IAVH, el apoyo de las administraciones municipales, y la comunidad de la zona de influencia identificada para cada ecosistema, logrando caracterizar dieciséis (16) humedales, actualización del inventario departamental y propuesta departamental para la priorización de humedales.

Para el año 2015 se elaboró el documento de priorización de humedales para el departamento del Huila, el cual fue revisado y aprobado por el Instituto de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt como insumo base para el proceso de delimitación de humedales a escala 1:25.000, adelantándose procesos de georreferenciación y caracterización dentro de las zonas de recarga de los humedales La Vega ubicado en la vereda Buenos Aires en el Municipio de La Argentina y La Pita ubicado en la vereda La Pita en el Municipio de Garzón.

Este proceso de verificación fue complementado con la aplicación de fichas de caracterización elaboradas acordes a la información requerida en la resolución 196 de 2006 del MAVDT y en el manual 7 RAMSAR para el uso racional de los humedales, segunda edición 2004, la cual fue diligenciada in situ. Esta ficha buscaba levantar información general como localización geográfica, características generales y el estado actual del humedal, con el objetivo de diligenciar una matriz de caracterización que permitiera la evaluación y priorización de humedales según su estado y condiciones actuales. Igualmente se realizó el levantamiento cartográfico de los linderos físicos del humedal haciendo uso de GPS para la elaboración de los mapas correspondientes.

A la fecha, la Corporación cuenta con una matriz de Priorización que incluye 65 humedales de carácter rural y urbano, la cual fue elaborada a través de la evaluación de 42 criterios inmersos en cinco categorías que evalúan factores geofísicos, biológicos, servicios ecosistémicos, motores de cambio e indicadores municipales territoriales a través de los cuales se logró generar una calificación y por ende una idea preliminar de los humedales que requieren de manera urgente o prioritaria la aplicación de acciones que propendan por la conservación y/o recuperación de sus condiciones ambientales. Por tanto, el primer ejercicio de formulación de Planes de Manejo Ambiental para cinco humedales se lleva a cabo en el año 2017, los cuales fueron seleccionados a partir de la matriz de priorización y se relacionan a continuación: Humedal Guaitipán y Marengo en el municipio de Pitalito, Humedal La Pita y La Voltezuela en el municipio de Garzón, y finalmente el humedal San Andrés en el municipio de La Plata.

2.3. Priorización de Humedales

El proceso de selección de los humedales prioritarios en el departamento del Huila para la implementación de acciones de gestión, ha sido un proceso orientado y concertado por la Corporación Autónoma regional del Alto Magdalena – CAM, además de estar sujeto a las directrices dadas en la Resolución 196 de 2006 y el documento Las Huellas del Agua del Instituto Humboldt, en donde se establecen criterios de carácter ambiental y social, con los cuales se lleva a cabo el proceso de evaluación y calificación numérica, a través del cual se

facilita la selección de los humedales que requieren la implementación de acciones de manejo.

2.4. Criterios de evaluación y priorización

Para efectos de este estudio, la priorización de humedales para el departamento del Huila, fue producto de la evaluación de cuatro categorías, las cuales se mencionan a continuación:

- Importancia ecosistémica del humedal
- Servicios ecosistémicos prestados
- Motores de cambio
- Indicadores territoriales municipales

Dentro de estas categorías, la metodología establecida en el documento “Las Huellas del Agua” del instituto Humboldt, incluye 42 criterios de evaluación que permiten cuantificar dicha prioridad según las características que presenta el humedal, por tanto, después de analizar los criterios planteados por el instituto Humboldt, se tomó la determinación de incluir tan solo 21 de los 42 propuestos, con los cuales se desarrolló el ejercicio de priorización, aplicando dicha metodología a 65 humedales distribuidos en todo el territorio departamental, los cuales corresponden a aquellos sobre los que se tenía información suficiente para su evaluación.

Atendiendo a la información anterior, se traen a colación cada uno de los criterios utilizados en proceso de priorización donde además se hace una breve descripción de cada uno de ellos.

Tabla 1. Categorías y criterios de evaluación

CATEGORÍA 1: IMPORTANCIA ECOSISTÉMICA DEL HUMEDAL		
No	Criterio	Descripción
1	Presencia de especies endémicas	Este criterio se incluye por la importancia que representa una especie endémica para una región y se toman como referencia los estudios de caracterización ya realizados en los humedales evaluados, además de los registros tomados en cada una de las visitas a campo.
2	Presencia de especies en alguna categoría de amenaza	Este criterio se incluye con el objetivo de identificar humedales en los que se localicen especies en algún grado de amenaza como indicador para la priorización y posterior formulación de planes de manejo orientados a conservar estas especies. Para la calificación de este criterio, se toman como referencia los estudios de caracterización ya realizados en los humedales evaluados.
3	Hábitat de aves migratorias	Este criterio se incluye con el objetivo de priorizar los humedales que son habitados por aves de gran importancia que

		en su proceso de migración requieren de ecosistemas para su descanso, alimentación y reproducción.
4	Extensión del ecosistema de humedal (incluye área marginal)	Este criterio es incluido ya que, a diferencia del anterior, abarca la zona inundable (tenga o no un espejo de agua definido) además de su zona marginal o zona de transición en donde se desarrollan procesos fundamentales diferentes a los desarrollados en donde existe saturación total de agua.
5	Humedal asociado a un complejo	Este criterio se incluye debido a que algunos de los humedales que se encuentran en la matriz de priorización, pertenecen a zonas en donde existen otros cuerpos de agua asociados que enriquecen su biodiversidad y permiten el sostenimiento de esta.
6	Humedal ubicado en zona prioritaria para la conservación del recurso hídrico	Estas zonas fueron definidas en el Plan General de Ordenación Forestal (PGOF) en donde se identifican ciertas áreas de gran importancia frente a procesos de conservación, que son influyentes frente a la ubicación de los humedales evaluados.
7	Humedal ubicado en zona prioritaria para la conservación de la biodiversidad	Estas zonas fueron definidas en el Plan General de Ordenación Forestal (PGOF) en donde se identifican ciertas áreas de gran importancia frente a procesos de conservación, que son influyentes frente a la ubicación de los humedales evaluados.
CATEGORÍA 2: SERVICIOS ECOSISTÉMICOS		
No	Criterio	Descripción
8	Importancia como zona buffer para la regulación de inundaciones	Este criterio es incluido debido a que la regulación de inundaciones es uno de los servicios ecosistémicos primordiales prestados por el humedal y se puede analizar a través de mapas de vulnerabilidad y amenazas.
9	Importancia como zona de nacimiento de corrientes de agua	Este criterio es incluido debido a que muchos humedales en el departamento son reconocidos como el punto de nacimiento de importantes fuentes hídricas de las que se benefician comunidades ubicadas aguas abajo. Además, se puede validar sobreponiendo capas de hidrología en donde se evidencia el inicio de una fuente hídrica.
10	Suministro de agua del humedal para riego o consumo domestico	Este criterio se incluye debido a que dentro de la matriz de priorización se identifican humedales que son utilizados como fuente primaria para la obtención de agua empleada para riego de cultivos y autoconsumo de las familias asentadas en zonas de influencia.
11	Dependencia de la población local de las actividades productivas tradicionales (pesca y agricultura)	Este criterio es incluido con el objetivo de evaluar la importancia cultural que poseen los humedales frente al desarrollo de actividades como la pesca tradicional y agricultura en pequeñas escalas que no tienden a generar ganancias económicas, pero que si beneficia a las comunidades.
12	Presencia de actividades turísticas en el área del humedal	Este criterio se incluye debido a que la recreación y el turismo es otro de los servicios ecosistémicos primordiales ofrecidos por los humedales generando impacto en la economía de una región determinada.
CATEGORÍA 3: MOTORES DE CAMBIO		
No	Criterio	Descripción
13	Conectividad hidrológica alterada	Este criterio es incluido debido a que la evaluación de la conectividad del humedal con sus fuentes de recarga y vías de

		descarga son primordiales para el equilibrio ecológico y prestación de servicios primordiales.
14	Afectación por urbanización	Este criterio es incluido debido a que tanto la urbanización como la creación de vías, generan grandes impactos en la conectividad y capacidad de prestación de servicios ecosistémicos por parte del humedal.
15	Contaminación por aguas residuales	Este criterio es incluido debido a la regularidad con la que la comunidad asentada en zona de influencia directa de los humedales, genera vertimientos de aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento, afectando la integridad ecológica del ecosistema. Con este criterio se logra dar una mayor calificación y por ende mayor relevancia a los humedales más afectados por este tipo de vertimientos.
16	Proyectos de ganadería	Este criterio es incluido debido a que la ganadería es una de las actividades que mayor presión y degradación de suelos genera a los ecosistemas de humedal del departamento del Huila, por ende, la calificación más alta se dará a los humedales más afectados con el objetivo de priorizarlos para la implementación de estrategias de manejo.
17	Deforestación del área marginal	Este criterio se incluye debido a que la deforestación es muy influyente en la regulación de servicios prestados por el humedal y la conservación de suelos con capacidad de retención de agua. Adicional a esto los procesos de deforestación de rondas de humedales por la oferta hídrica que representa, genera el establecimiento de cultivos, sistemas ganaderos y el crecimiento del urbanismo.
18	Desarrollo de proyectos agrícolas	Este criterio es evaluado a causa de la influencia de la aplicación de químicos, y cambios en el uso de suelos que pertenecen a la cuenca aferente al humedal.
CATEGORÍA 4: INDICADORES TERRITORIALES MUNICIPALES		
No	Criterio	Descripción
19	Presencia de territorios colectivos	Este criterio es incluido debido a que existen territorios colectivos representados por resguardos indígenas asentados en zonas de ronda de algunos de los humedales incluidos en la matriz de priorización.
20	Pertenece a algún tipo de área protegida	Este criterio es incluido debido a que existen humedales dentro de la matriz de priorización que se encuentran en áreas declaradas como áreas protegidas.
21	Localización en área urbana	Este criterio se incluye debido a que las acciones de manejo para un ecosistema que se encuentra en un entorno urbano, deben tener un enfoque diferencial sobre aquellos que se encuentran en entornos rurales.

Adicional al proceso de evaluación, se hicieron algunas exclusiones a ciertos humedales que alcanzaron puntuaciones altas, pero que por sus características no fueron seleccionados para el proceso de formulación del PMA. Estas características fueron denominadas como excluyentes, pero no indican que dichos humedales no sean importantes o representativos para la Corporación, o que no requieran acciones para su conservación y/o recuperación. Dichas características excluyentes se mencionan a continuación.

- Pertenecer a las áreas protegidas: Esto debido a que dichas áreas corresponden a figuras de manejo especial que ya cuentan con estrategias de conservación dentro de las que se incluyen los PMA.
- Pertenecer a sectores urbanos: Esto debido a que las metodologías establecidas en los procesos de delimitación y caracterización biológica, social y económica a realizar, requieren de mayor presupuesto y tiempo para la definición de límites funcionales y por ende para la generación de propuestas óptimas para la conservación y recuperación de estos ecosistemas.
- Humedales de origen artificial: Aunque este no fue un criterio incluido dentro de la matriz de priorización, se excluyeron los humedales de carácter artificial, con el objetivo de implementar acciones orientadas a proteger de manera inicial aquellos humedales de origen natural que requieren de prontas estrategias de conservación.
- Humedales ubicados en territorios colectivos: se excluyen los humedales con presencias de comunidades indígenas, negritudes y demás, a causa de los tiempos establecidos para el desarrollo de la consultoría, pues el trabajo en estos humedales generaría la necesidad de adelantar consultas previas las cuales requieren de tiempos adicionales.

2.5. Propuesta de humedales prioritarios para la formulación del Plan de Manejo Ambiental

El instituto Humboldt en su documento Las Huellas del Agua, propone que la selección final de los humedales prioritarios para la implementación de acciones de manejo, dentro de las que se incluye la formulación de planes de manejo ambiental PMA, debe basarse en los resultados obtenidos en la valoración multicriterio y su respectivo mapeo.

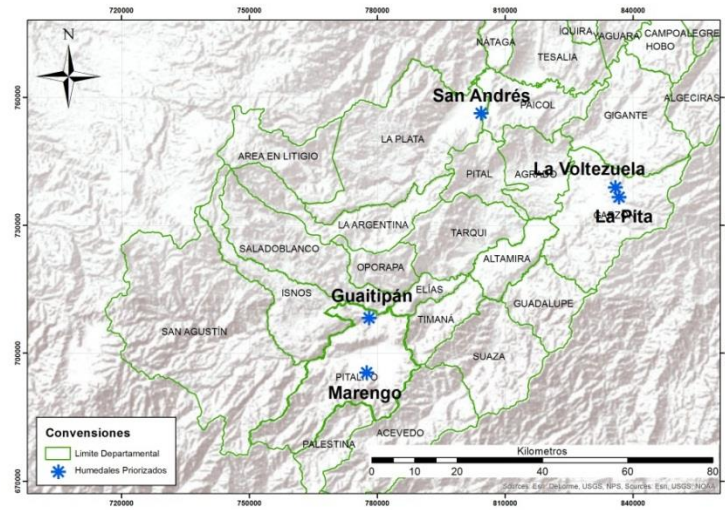
Es importante tener en cuenta que en esta fase de selección existen otros factores determinantes adicionales de carácter político, administrativo, logístico y operativo, fundamentales para la ejecución de cualquier acción en los humedales. Entre estos factores está la disponibilidad de recursos económicos y de personal, orden público y estado de emergencia en alguna de las zonas de la jurisdicción. Es por ello que, a partir de la información tabulada y representada a través de la evaluación de cada una de las categorías, se propone la priorización de cinco (5) humedales en donde además del análisis y la evaluación de cada uno de los criterios, se tuvo en cuenta la disponibilidad de información

y estudios realizados en algunos de ellos. A continuación se relacionan los 5 humedales priorizados para la formulación del PMA durante el periodo 2017-2018.

1. Humedal Guaitipan, que se encuentra ubicado en la vereda Laguna Verde del corregimiento La Laguna del municipio de Pitalito, el cual tuvo su relevancia al evaluar las categorías 1 y 2. Por su gran oferta hídrica, biodiversidad y por el paisaje que lo convierte en un gran atractivo turístico.
2. Humedal La Pita, que se encuentra ubicado en las veredas La Pita y La Azulita del municipio de Garzón, el cual tuvo su relevancia al evaluar las categorías 2 y 3, donde hay una gran presión por sistemas ganaderos, plantaciones de eucalipto y cultivos de lulo y café en su periferia.
3. Humedal San Andrés, que se encuentra ubicado en la vereda San Andrés del municipio de La Plata, el cual tuvo su relevancia al evaluar las categorías 1 y 2 por encontrarse en una extensa zona boscosa rica en avifauna, aunque con fuertes presiones en zonas aledañas por procesos agrícolas y ganaderos.
4. Humedal La Voltezuela, que se encuentra ubicado en la vereda Miraflores del municipio de Garzón, el cual tuvo su relevancia al evaluar las categorías 2 y 3 a causa de las grandes presiones por la agricultura desarrollada en el sector en donde el cultivo de lulo se establece como la principal actividad productiva para los habitantes del área.
5. Humedal Marengo, que se encuentra ubicado en la vereda Bajo Solarte del municipio de Pitalito, el cual tuvo su relevancia al evaluar las categorías 2 y 3 a causa de grandes presiones generadas por cultivos de lulo, los sistemas ganaderos y la cercanía al casco urbano del municipio de Pitalito.

El siguiente mapa muestra la ubicación geográfica general de los humedales priorizados para la formulación de sus respectivos planes de manejo.

Figura 1. Ubicación Geográfica de humedales priorizados



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

3. CARACTERIZACIÓN DEL HUMEDAL

La planificación para el manejo de los humedales priorizados requiere de un ejercicio de caracterización en la que se consolide información relevante frente a aspectos bióticos, abióticos y sociales que permiten una toma de decisiones con claridad sobre la situación ambiental evidenciada en el territorio objeto de estudio. De esta manera se consigue avanzar en procesos efectivos para la solución de problemas con la integración de los actores locales, logrando un equilibrio entre los procesos ecológicos y sociales que interactúan en el área. La caracterización del humedal Voltezuela, se basa en los parámetros señalados en el nivel III de la resolución 196 de 2006 *“Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia”*, emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS y la propuesta metodológica para identificar y comprender el límite de los humedales en Colombia *“Las Huellas del Agua”*, desarrollado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt en el año 2016.

3.1.METODOLOGÍA DE CARACTERIZACIÓN

3.1.1. Aspectos Generales

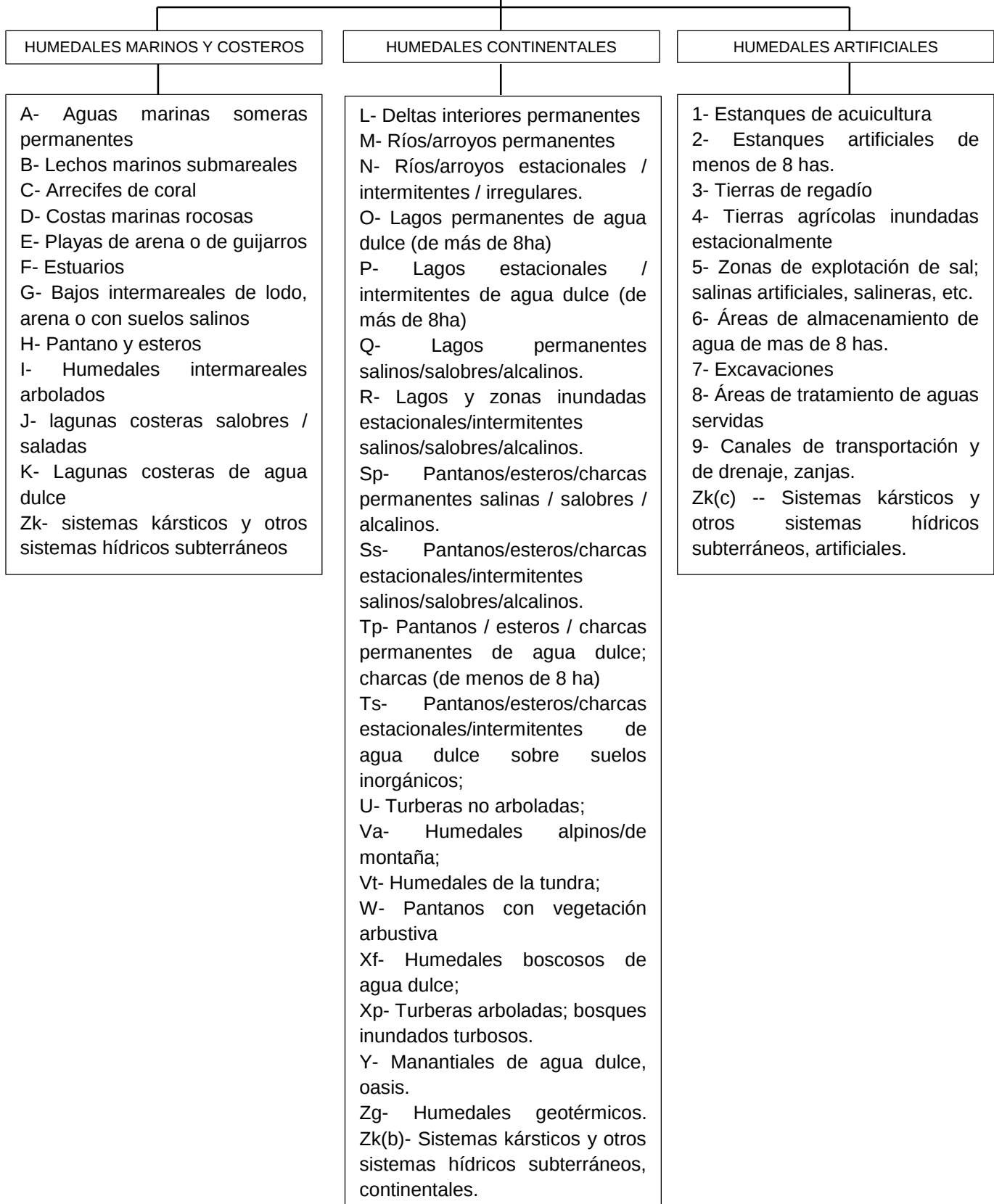
Localización

Se llevó a cabo la definición del lugar en donde se ubica el humedal con sus límites en el ámbito local y regional. Se hizo una descripción del entorno relacionando sus coordenadas geográficas, altura sobre el nivel del mar y rutas de acceso para llegar al ecosistema de humedal objeto de estudio.

Clasificación

La clasificación del humedal se llevó a cabo a través de la definición del tipo de ecosistema, basado en el sistema de clasificación de Tipos de humedales de RAMSAR (Secretaría de la convención de RAMSAR, 1999) establecido en el anexo 1A de la resolución 196 de 2006, en la cual se incluyen 42 tipos de humedales clasificados en tres grandes categorías (Humedales marinos y costeros, humedales continentales y humedales artificiales), los cuales se relacionan a continuación.

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE HUMEDALES



Superficie

Se hizo una descripción del tamaño del humedal teniendo en cuenta variaciones en sus cotas máximas y mínimas de inundación, así mismo, se determinó el área definida como zona de recarga, representada por el área que aporta al abastecimiento del humedal y la regulación de flujos hídricos del mismo por procesos de escorrentía, nacimientos de agua y demás.

Régimen de propiedad y figura de manejo

A través de la consolidación de información predial, se identificó cada uno de los propietarios de los predios localizados dentro del área de influencia del humedal y se describieron las principales características del uso del suelo para cada uno de ellos.

3.1.2. Aspectos Ambientales

Clima

El componente clima se determinó de acuerdo al sistema de clasificación de Caldas-Lang, teniendo en cuenta los valores anuales de precipitación, temperatura, y altitud sobre el nivel del mar; según CALDAS, el piso térmico se determina a través de la altitud y temperatura, en cambio LANG asocia como cociente, precipitación y temperatura P/T, definido como factor de Lang.

Tabla 2. Clasificación climática de Caldas

Piso térmico	Símbolo	Rango de altura (metros)	Temperatura °C
Cálido	C	0 a 1000	$T > 24$
Templado	T	1001 a 2000	$24 > T > 17.5$
Frío	F	2001 a 3000	$17.5 > T > 12$
Páramo bajo	Pb	3001 a 3700	$12 > T > 7$
Páramo alto	Pa	3701 a 4200	$T < 7$

Fuente: Castañeda, 2014.

Tabla 3. Clasificación climática de Lang

Factor de Lang P/T	Clase de clima	Símbolo
0 a 20.0	Desértico	D
20.1 a 40.0	Árido	A
40.1 a 60.1	Semiárido	Sa
60.1 a 100.0	Semi-húmedo	Sh
100.1 a 160.0	Húmedo	H
Mayor que 160.0	Súper-húmedo	SH

Fuente: Castañeda, 2014.

Adicional a ello, se llevó a cabo el análisis y procesamiento de información secundaria, para contextualizar el área del humedal en términos de su dinámica natural para cada uno de los parámetros climáticos con fundamento en los registros históricos de la red hidrometeorológica del IDEAM, comprendido en el periodo 1970 - 2014.

La base fundamental para el desarrollo del componente climático fueron los datos de la red hidrometeorológica del IDEAM, en total se procesaron 10 estaciones, 8 de ellas representadas por estaciones meteorológicas y dos hidrológicas alimentadas con registros históricos mayores a 30 años, (periodo comprendido entre 1970 y 2014), se les dio un tratamiento especial bajo el lenguaje de programación VBA -Visual Basic for Applications utilizando la herramienta macros para su adecuación y análisis numérico.

Por otra parte, para la estimación de la Evaporación Potencial –ETP- se utilizaron parámetros climáticos de temperatura (Ts), humedad relativa (Hr), velocidad del viento (Vv), brillo solar (Bs) y precipitación (Pt), los cuales fueron procesados con la herramienta informática Cropwat 8.0 desarrollado por la FAO.

Para cumplir con los requerimientos de cobertura de la red hidrometeorológica, dado que ni la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM ni ninguna otra institución diferente al IDEAM cuenta con instrumentación que registre datos climáticos y que la densidad de la red de estaciones no es homogénea en el área, se ubicaron “puntos virtuales” que suplieron ésta carencia, pero que al mismo tiempo permitieron densificar la información de tal manera que toda la zona de estudio quedó cubierta para la estimación de los valores mediante la interrelación de las variables climáticas de estaciones cercanas con procedimientos geo-estadísticos de interpolación.

Hidrología

En este componente se identificó la microcuenca a la que pertenece el humedal, al igual que las fuentes hídricas por las cuales son abastecidos o alimentan según el caso, adicional a ello se llevó a cabo un análisis de la oferta hidrológica anual generada por la zona de recarga del humedal, logrando identificar los años hidrológicos máximos, medios y mínimos y su importancia para el abastecimiento de acueductos según su localización hidrográfica.

Geología

Se llevó a cabo la descripción del marco geológico asociado al humedal, a través de la recopilación de información secundaria disponible, haciendo referencia a su origen, formación y evolución del suelo, materiales que lo componen y su estructura, formaciones geológicas, entre otras características.

Geomorfología

Para este componente se identificaron y delimitaron las diferentes formas del relieve, así como los rasgos generales del modelado de la zona, identificando de esta manera los procesos que dieron origen a dichas formas y los procesos geomorfológicos actuales.

Fisiografía y suelos

A través de la revisión de información secundaria, se describió el tipo, la naturaleza y las principales propiedades de los suelos presentes en el humedal, principalmente en aspectos relacionados con la producción vegetal, teniendo en cuenta características de porosidad, permeabilidad, espesor de la capa de materia orgánica, saturación de humedad, origen, evolución del suelo, entre otros.

3.1.3. Aspectos Ecológicos

Flora

Siguiendo la metodología del GEMA con algunas modificaciones para la toma de datos en campo y basado en la Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010) se identificaron las diferentes unidades de paisaje presentes en el humedal.

Vegetación acuática sobre cuerpos de agua (VAA)

Sobre el borde del cuerpo de agua se realizaron cuadrantes de 1x1 m al azar, abarcando un área total de seis metros cuadrados.¹ Se hizo una evaluación descriptiva (cualitativa) basado en las especies encontradas en el borde ² que al interior configuran unidades de paisaje diferenciadas entre sí, por los componentes (especies vegetales o áreas despejadas), por el porcentaje de cada componente dentro de la unidad, o por características ecológicas particulares (Otero-Duran, 2002). Para este método se utilizaron prismáticos marca Nikon 10x42 y cámaras fotográficas marca Nikon Coolpix P900 y P600.

Pastos enmalezados (PEM)

Se trazó un transepto de 50m ubicando cada 10m un cuadrante de 1x1m para incluir un área total de seis metros cuadrados. Una vez definido el transepto y los cuadrantes, en cada cuadrante se registraron todos los individuos y se calculó la cobertura total (cantidad del terreno que está cubierta por la biomasa de la planta) en relación con el área total.

¹ Se realizó al azar debido a que en el borde del cuerpo de agua por su condición es difícil instalar una línea recta para ubicar los cuadrantes cada 10m.

² Debido a la dificultad del terreno, no se realizó muestreo al interior del área pantanosa del humedal.

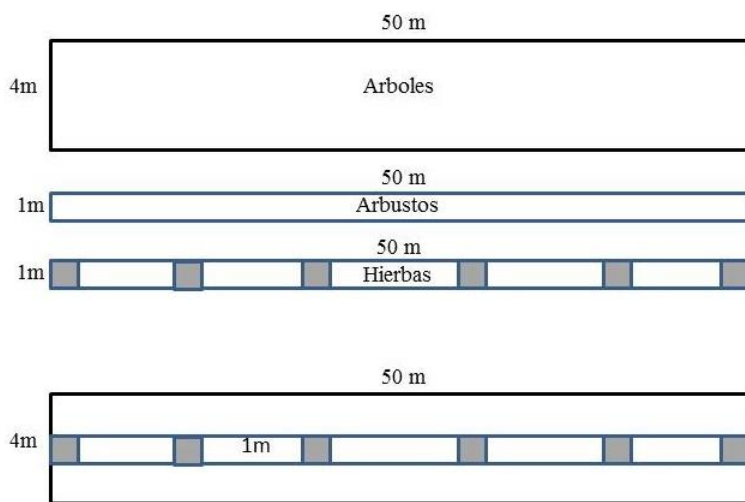
Vegetación secundaria baja (VSB)

Para esta unidad de paisaje se consideraron los siguientes tipos de hábitos de crecimiento: se denominan Árboles (Ab) las plantas leñosas adultas con un tronco definido con DAP > 10cm. Para este hábito de crecimiento se realizaron dos transectos de 50x4m; Arbustos (Ar) son las plantas leñosas adultas con DAP entre 2 y 10cm, para el muestreo se perfiló un transecto de 50x1m sobre la misma línea del anterior; hierbas (Hr), son las plantas no leñosas o sufrútices con altura de 1,5 m y se trazó el transecto sobre la misma línea de 50m ubicando seis cuadrantes de 1x1m cada 10m, para así abarcar un área total de 200m² para Ab, 50m² para Ar y 6m² para Hr por transecto.

Pastos arbolados (PAB), vegetación secundaria alta (VSA) y Bosque denso bajo (BDB)

En estas unidades de paisaje se consideraron los siguientes tipos de hábitos de crecimiento: se denominaron Árboles (Ab) las plantas leñosas adultas con un tronco definido con DAP > 10cm. Para este hábito de crecimiento se realizaron dos transectos de 50x4m; Arbustos (Ar) son las plantas leñosas adultas con DAP entre 2 y 10cm, para el muestreo se perfiló un transecto de 50x1m sobre la misma línea del anterior; hierbas (Hr), son las plantas no leñosas o sufrútices con altura de 1,5 m y se trazó el transecto sobre la misma línea de 50m ubicando seis cuadrantes de 1x1m cada 10m, para así abarcar un área total de 200m² para Ab, 50m² para Ar y 6m² para Hr. Una vez definido el transecto y los cuadrantes, en cada cuadrante se registraron todos los individuos y se calculó la cobertura total (cantidad del terreno que está cubierta por la biomasa de la planta) en relación con el área total.

Figura 2. Metodología para el muestreo de flora por parcelas en los humedales priorizados



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

También se tuvo en cuenta las áreas de transición³, denominadas VAA-PEM (TAP) y VAA-VSB (TAV), para estas unidades de paisaje se hicieron cuadrantes de 1x1m ubicados al azar, a una distancia mínima de 5m.⁴ Adicionalmente se recolectaron ejemplares utilizando el método de caminamiento (Filgueiras T.S., 1994), que consiste en trazar una línea imaginaria a lo largo del área anotando el nombre de todas las especies encontradas en el trayecto. En aquellos casos en donde no se reconoció la especie en campo, se realizó colecta de material vegetal para su posterior determinación⁵.

Los taxones fueron fotografiados, recolectados y procesados mediante métodos estandarizados (Liesner, 1990). La recolecta se enfocó principalmente en material fértil, pero también se incluyeron ejemplares sin órganos reproductivos. Para cada ejemplar se determinó su altura y se registró información sobre características que una vez secas tienden a perderse como colores, olores, formas, exudados, etc.

La determinación taxonómica de los individuos se realizó a partir de las claves disponibles en (Gentry, 1993), (Vargas, 2002), (Murillo-Pulido M.T., 2008) y posteriormente se llevó a cabo la comparación con ejemplares de herbario disponibles para su revisión en colecciones en línea (JSTOR, COL, FIELD MUSEUM).

Una vez determinadas las especies estas fueron categorizadas según su estado de conservación, origen y hábito, con base en (Bernal, 2015). Además, se verificó su categoría de amenaza de acuerdo con el listado de especies silvestres amenazadas de Colombia establecido por la Resolución MinAmbiente 1912 de 2017. Las especies fueron organizadas según el sistema APG III (2009).

Fauna

El grupo taxonómico seleccionado para realizar la caracterización de fauna fue el de las Aves. Dicha caracterización se llevó a cabo en dos etapas; en la primera etapa se realizó una búsqueda de información secundaria a partir de la consulta de artículos científicos, libros y trabajos de consultoría realizados en áreas de influencia del sitio de estudio. De esta manera se elaboró un listado general cuya determinación taxonómica fue llevada a nivel de especie. De igual forma las especies que presenten hábitos generalistas o que puedan estar asociadas a los diferentes tipos de coberturas o hábitats identificados en el área de estudio. En la segunda etapa se elaboró el trabajo de campo o levantamiento de información primaria. Es de suma importancia aclarar que los procesos de caracterización de fauna, se llevaron a cabo solamente durante la temporada de sequía, por lo cual, los resultados no son

³ Son aquellas en donde se encuentran especies de la vegetación acuática sobre cuerpos de agua con pastos enmalezados y vegetación acuática sobre cuerpos de agua con vegetación secundaria baja.

⁴ Se seleccionó esta distancia debido a que este paisaje es muy denso y es difícil hacer un recorrido en línea recta al interior.

⁵ La recolecta se enfocó principalmente en material fértil, pero también se incluyó ejemplares sin órganos reproductivos.

absolutos y corresponden a resultados parciales que pueden ser complementados a través del desarrollo de muestreos durante las diferentes temporadas climáticas del año.

Aves

La metodología se definió con base en los criterios propuestos por (Ralph C., 1996) y (Villarreal H., 2006). Se combinaron dos técnicas básicas de muestreo, observación y grabaciones. La observación se realizó mediante recorridos a través de senderos que cubran los diferentes tipos de coberturas o usos de suelo identificados. Las aves fueron registradas de manera visual y auditiva en jornadas diarias de 8 horas/día. Durante los recorridos se hicieron pausas de 20 minutos en cada uno de los hábitats identificados en los cuales se realizó un conteo total de los individuos observados o escuchados para la determinación de riqueza y abundancia.

Las observaciones se efectuaron en las horas de mayor actividad para las aves, en la mañana de 6 a 10 am y en la tarde de 3 a 6 pm. Se utilizaron prismáticos Nikon 10 x 42 y cámara fotográfica Nikon P900 y P610, e igualmente se hicieron algunas grabaciones de cantos en las áreas boscosas donde la densa vegetación dificultó la observación. Para la determinación taxonómica de los individuos observados se consultó bibliografía especializada (Hilty, 2001), (McMullan M., 2011), (Restall R., 2007). La actualización taxonómica de la nomenclatura se realizó con base en (Remsen J., 2002). Adicionalmente se determinó para cada especie el gremio de forrajeo y se determinó la presencia de aves migratorias o con algún grado de endemismo (Chaparro-Herrera S., 2013) (Naranjo L.G., 2012). Además, se verificó su categoría de amenaza de acuerdo con el listado de especies silvestres amenazadas de Colombia establecido por la Resolución MinAmbiente 1912 de 2017.

Limnología

Los estudios de calidad de agua se llevaron a cabo a través del análisis de factores fisicoquímicos e hidrobiológicos con el apoyo del laboratorio Alta Biotecnología Colombiana S.A.S. A continuación, se relaciona la metodología que se empleó para la definición de cada uno de los parámetros evaluados.

Factores fisicoquímicos

La recolección de las muestras y los análisis de Laboratorio se realizaron teniendo en cuenta las metodologías definidas por el “Standard Methods For Examination of Water and Wastewater, 22^a Edition, 2012 y en el U.S EPA”, instructivo para la toma de muestras de aguas superficiales, guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas del IDEAM; se tuvo en cuenta también la cadena de frío desde el momento en

que se inició el muestreo hasta cuando llegaron las muestras al laboratorio, asegurando la calidad de las muestras y el resultado de los análisis.

El laboratorio Construcsuelos Suministros Ltda. realizó el muestreo de los análisis de Oxígeno disuelto, pH, Conductividad, Temperatura de muestra, el cual se encuentra acreditado bajo la resolución 1305 del 5 de junio de 2014, por su parte, el laboratorio Diagnosticamos División Ambiental realizó los análisis de Demanda Química de Oxígeno, Demanda Biológica de Oxígeno, Nitratos, Nitritos, Turbiedad, Saturación de Oxígeno, Color Real, Fosfatos, Escherichia Coli y Coliformes Totales, bajo las resoluciones 2354 de 2015 y 834 del 2 de mayo de 2016 del IDEAM.

A fin de establecer la calidad de las aguas objeto en la presente caracterización se evaluaron algunos parámetros fisicoquímicos, orgánicos e inorgánicos y microbiológicos, los cuales se describen a continuación.

Parámetros Fisicoquímicos: Conductividad, fosfatos, Oxígeno disuelto, Nitratos, Nitritos, Temperatura, Turbidez, Saturación de oxígeno, pH.

Parámetros Orgánicos: Demanda química de oxígeno, coliformes fecales.

Finalmente, con los datos obtenidos a través del análisis de los factores fisicoquímicos evaluados, se llevó a cabo la cuantificación del Índice de calidad de aguas – ICA, el cual tiene como objetivo simplificar a una expresión numérica las características de una fuente hídrica.

De esta manera se reconocieron los principales problemas de contaminación de manera ágil. Este índice es ampliamente utilizado entre todos los índices de calidad de agua existentes, siendo diseñado en 1970 por la National Sanitation Foundation, y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los cuerpos de agua a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo, además de compararlo con la calidad de agua de diferentes cuerpos alrededor del mundo.

La metodología aplicada para la evaluación del índice de calidad del agua (ICA– NSF), utiliza nueve parámetros para su determinación los cuales son cambio de temperatura, pH, DBO5, OD, Coliformes fecales, nitratos, fosfatos totales; turbiedad y sólidos disueltos totales (SDT) (NFS, 2006). Debido a que no se determinó el parámetro de sólidos disueltos totales (SDT), se modificó el índice para emplear ocho (8) variables.

De acuerdo con lo anterior, la calidad de un cuerpo de agua quedó definida como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla 4. Clasificación del ICA

CALIDAD DE AGUA	COLOR	VALOR
Excelente		91 a 100
Buena		71 a 90
Regular		51 a 70
Mala		26 a 50
Pésima		0 a 25

Fuente: National Sanitation Foundation. 1970

Evaluación del ICA por método gráfico – aditivo

La evaluación numérica del ICA, con técnicas aditivas y ponderadas con asignación de pesos específicos, se obtuvo a partir de una media aritmética a través de la siguiente ecuación:

$$ICA = \sum_{i:1}^n (Q_i * W_i)$$

Donde:

Wi son los pesos específicos asignados a cada parámetro (i) y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.

Qi es la cantidad del parámetro (i), en función de su concentración y cuya calificación oscila entre 0 y 100.

Por método gráfico el valor de cada parámetro aguas arriba y aguas abajo del vertimiento, es verificado contra las gráficas de análisis del método, obteniendo el valor Qi, que es multiplicado por el valor asignado a cada parámetro; Wi determina el porcentaje de incidencia de cada uno, posteriormente se realiza la sumatoria de valores por cada parámetro para la zona analizada.

Finalmente, el ICA que arroja la ecuación es un número entre 0 y 100 a partir del cual y en función del uso del agua, permite estimar el nivel de contaminación y su clasificación.

Tabla 5. Peso relativo para cada parámetro del ICA

No.	Parámetro	Wi
1	Coliformes fecales	0,15
2	pH	0,12
3	DBO ₅	0,10
4	Nitratos	0,10
5	Fosfatos	0,10
6	Temperatura	0,10
7	Turbidez	0,08
8	Oxígeno disuelto	0,17

Fuente: Alta Biotecnología Colombiana S.A.S. 2017

Factores hidrobiológicos

Para la realización del monitoreo y posterior análisis de las muestras en laboratorio se utilizaron las metodologías relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 6. Metodologías utilizadas para la recolección, preservación y procesamiento de las muestras hidrobiológicas

Comunidad	Método usado	
	Muestreo	Análisis
Fitoplancton	10200B C F SM	10200B C F SM
Zooplancton	10200B C G SM	10200B C G SM

Fuente: Alta Biotecnología Colombiana S.A.S. 2017

La comunidad planctónica fue muestreada utilizando una red cónica, conectada con una botella colectora en su extremo terminal. El tamaño del ojo de malla será de 23 μm para fitoplancton y de 80 μm para zooplancton. A través de estas redes se pasó un volumen de agua de 60 litros para ambas comunidades. Finalmente, las muestras fueron teñidas con lugol y fijadas con solución Transeau y rotulada para su identificación.

Las muestras de plancton (fitoplancton y zooplancton) y perifiton tomadas fueron sometidas a un proceso de aclimatación a temperatura ambiente por un periodo de 12 horas con el fin de limitar las corrientes producto de la convección y favorecer la distribución al azar de los organismos presentes en las muestras.

Homogenización de las muestras: La homogenización de las muestras supone la re-suspensión y separación de las partículas en las mismas, por tal motivo las muestras fueron homogenizadas por medio de burbujeo manual utilizando una pipeta Pasteur, combinando giros horizontales y verticales de la botella durante 1 minuto.

Para el análisis de la comunidad del fitoplancton y zooplancton se empleó la metodología de conteo directo. Esta metodología permitió un mejor manejo de los datos para la aplicación de la técnica de análisis de una alícuota. Se utilizó una micropipeta transferpette de 10 - 100 μL estableciendo un volumen de 70 μL para cada alícuota. Una vez ubicada la muestra bajo el microscopio óptico compuesto se realizó un barrido en zigzag en el aumento de 40X de manera que abarcara la mayor área posible de la alícuota y contando tantas alícuotas como sea necesario (mínimo 10 alícuotas) hasta que la curva de riqueza acumulada se estabilice.

Para la identificación de las muestras se utilizó literatura especializada teniendo en cuenta las siguientes referencias: Ramírez (2000); Streble & Krauter (1987); Whitford & Schumacher (1969) y APHA-AWWA-WPCF (2012) mientras que para la clasificación

taxonómica de cada especie se tuvo en cuenta la base de datos taxonómica Integrated Taxonomy Information System (ITIS).

Los datos obtenidos fueron organizados en términos de abundancia y riqueza para cada una de las comunidades biológicas, se realizaron tablas y gráficos resaltando las principales especies describiendo la bioindicación generada por cada uno de ellos para inferir acerca del estado del ecosistema. Por último, se relacionaron las matrices de datos para la aplicación de índices ecológicos que describen a cada una de las comunidades biológicas ecológicamente hablando.

Macroinvertebrados acuáticos

Siguiendo la metodología de Álvarez (2005) con algunas modificaciones, se realizó una exploración detallada del área de muestreo, teniendo en cuenta los puntos de descarga hídrica de cada uno de los humedales, así como los puntos que sean identificados por presencia de vertimientos u otras situaciones contaminantes. Se definieron puntos de muestreo de 10 m² por humedal. Por cada punto de muestreo se empleó un tiempo aproximado de sesenta minutos.

Las muestras fueron colectadas a través de barridos con la red D'NET no superando un metro de profundidad, de igual forma se utilizaron pinzas y pinceles para tomar muestras adheridas a sustrato de fondo (arena, piedras, lodo, restos de vegetación); Plantas acuáticas (flotantes, emergentes y sumergidas); y Raíces de árboles.

Las muestras tomadas fueron depositadas y rotuladas en recipientes de 500ml con alcohol al 70% para evitar la descomposición de los individuos. El proceso de determinación de especies fue llevado a cabo en el laboratorio de la universidad CORHUILA con el apoyo del Biólogo Santiago Gutiérrez Quintero.

Evaluación de la calidad del agua

Las poblaciones de macroinvertebrados acuáticos, permiten evaluar el grado de contaminación del agua (bioindicadores), puesto que su presencia en estos ecosistemas está estrechamente relacionada con la calidad físico-química del agua. Además, como lo precisa Roldán-Pérez (2016), esta metodología permite una “evaluación rápida del ecosistema [...] y una considerable reducción de costos y tiempo”.

En este orden de ideas, la calidad del agua para del humedal, se evaluó a través del método Biological Monitoring Working Party (BMWP), usando los macroinvertebrados como bioindicadores. Este índice permite estimar la calidad de agua en un ecosistema acuático a partir de la valoración de las especies acuáticas que habitan en el mismo; se atribuye a cada

especie un valor determinado de acuerdo con su tolerancia a la contaminación que va de 1 a 10, de manera que las familias más tolerantes obtienen una menor puntuación que aquellas que requieren una mejor calidad de las aguas en que viven. La suma de los valores obtenidos para cada familia en un punto de muestreo dio el grado de contaminación del mismo. Cuanto mayor sea la suma, menor es la contaminación del ecosistema estudiado. El método BMWP adaptado a Colombia por Roldán-Pérez permite clasificar la calidad de agua en 5 categorías, las cuales se relacionan en la siguiente tabla.

Tabla 7. Calidad Biológica del Agua – Índice BMWP/Col.

Categoría	Calidad	BMWP/Col.	Significado
I	Buena	101-120 y >150	Aguas muy limpias a limpias
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas
V	Muy Crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas

Fuente: Silva, L. A. (2008). Manual de monitoreo del agua para el investigador local. Bogotá: ARFO Editores e Impresores Ltda.

Servicios ecosistémicos

En este componente se describieron las funciones ecológicas que cumplen cada uno de los humedales priorizados tomando como referencia las Resoluciones VII. 1, VI. 23, VII. 8 de Ramsar y el Anexo 1B de la resolución 196 de 2006. Adicional a ello, se incluyeron aquellos servicios ecosistémicos percibidos por parte de la comunidad involucrada, los cuales fueron definidos a través de talleres y reuniones en donde se contó con la participación de actores estratégicos.

3.1.4. Aspectos socioeconómicos

Se describieron aspectos demográficos, económicos, de vivienda, de servicios públicos (acueducto, alcantarillado, disposición de residuos, energía) y vías. Adicional a ello, se describió información referente a los actores en donde se incluyen las diferentes agremiaciones, organizaciones no gubernamentales, líderes comunitarios y las diferentes entidades de orden local y regional que influyen en el entorno local en donde se encuentra el humedal objeto de estudio.

3.1.5. Problemática Ambiental

Factores de perturbación en los humedales

Durante las visitas a campo, se realizaron los registros de factores antrópicos que producen cambios en los atributos físicos, químicos y biológicos del humedal. Dentro de los factores de perturbación se destacan las canalizaciones, formación de diques, descargas, cambios en los límites agrícolas, control de inundaciones y contaminación, que constituyan información relevante para el proceso de zonificación y propuesta de manejo. El término “factores de perturbación” se utiliza en este documento para referirse a tensores ambientales de origen antrópico que pueden ser considerados como factores de transformación o afectación en los ecosistemas como lo plantea Naranjo y colaboradores (1999).

3.2.Resultados de la caracterización

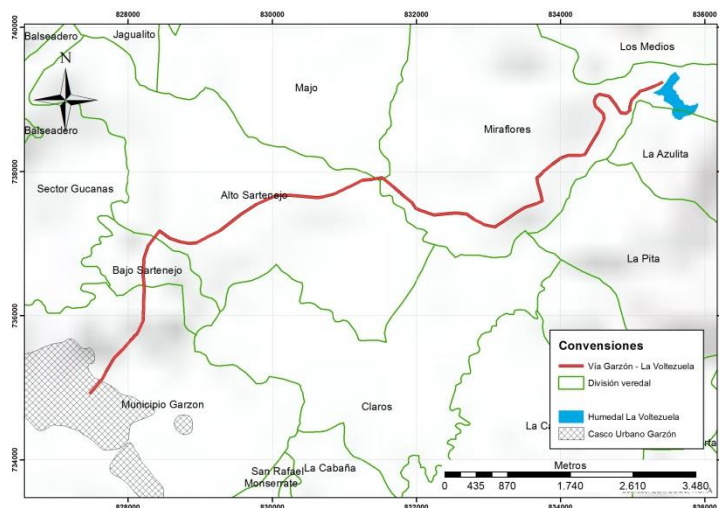
3.2.1. Aspectos generales

Localización

El humedal La Voltezuela se encuentra localizado en la vereda Miraflores al noroeste del municipio de Garzón. Geográficamente se localiza en las coordenadas X 835626 y Y 739241 a una altura de 1516 msnm.

Para llegar a este humedal se parte desde el centro poblado del municipio de Garzón por la vía que conduce al corregimiento de Zuluaga pasando por las veredas Bajo y Alto Sartenejo, La Pita, La Azulita a través de vías destapadas para después de 11,8 km aproximadamente llegar al lugar conocido como el nacimiento de la quebrada La Voltezuela.

Figura 3. Localización humedal La Voltezuela



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Clasificación

El humedal La Voltezuela es un ecosistema de origen natural que representa un importante punto de producción hídrica, pues es el nacimiento de la quebrada La Voltezuela de la cual se alimentan algunos acueductos aguas abajo. De acuerdo al Sistema de clasificación de Tipos de humedales de RAMSAR, El humedal La Voltezuela es un humedal de tipo continental dentro de la categoría “Tp”: Pantanos permanentes de agua dulce, el cual no posee un espejo de agua definido, más que en las zonas que han sido excavadas con el objetivo de generar abrevaderos para los sistemas ganaderos presentes en zona aledaña al humedal.

imagen 1. Humedal La Voltezuela, vereda Miraflores del municipio de Garzón

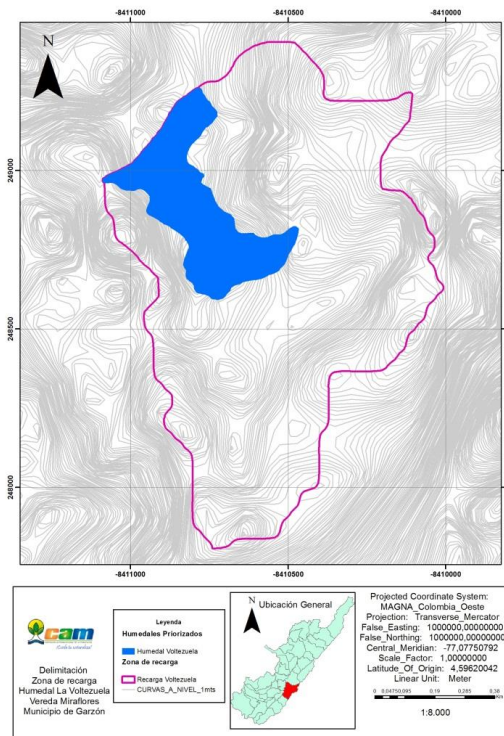


Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Superficie

El humedal la Voltezuela tiene una extensión de 13,7 has las cuales se encuentran cubiertas en su totalidad por vegetación hidrófila que no permite observar un espejo de agua definido. Adicional a ello, cuenta con una zona de recarga con un área de 101 has sobre las cuales existe muy poca vegetación protectora para la zona inundable del humedal, pues la vereda Miraflores se caracteriza por ser un territorio con una alta producción agrícola representada por cultivos de café, lulo, plátano, maíz y yuca, además de una fuerte actividad ganadera que ha modificado y suprimido los ecosistemas naturales reemplazándolos por sistemas productivos.

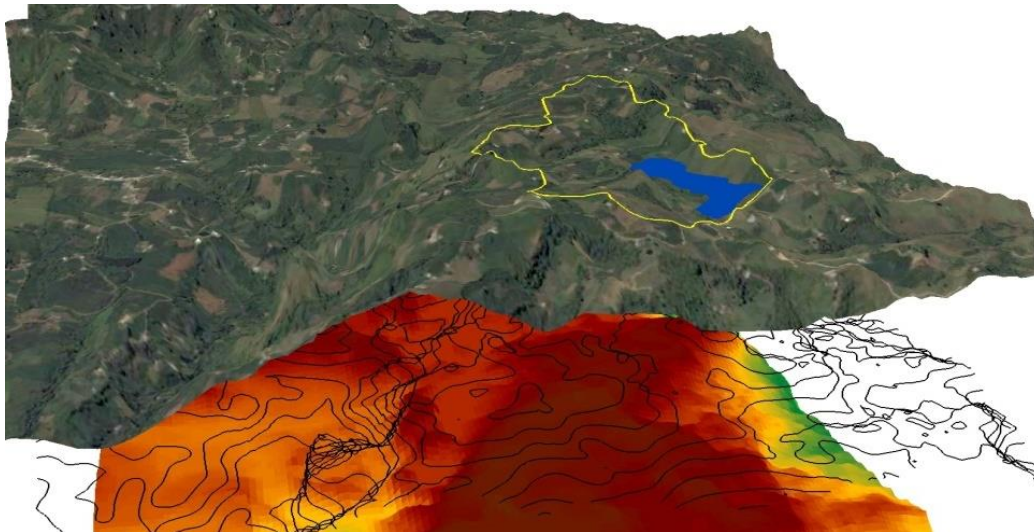
Figura 4. Curvas a nivel para la identificación del área de recarga. Humedal La Voltezuela



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

A través del trabajo con curvas a nivel a un metro de distancia, se logró tener la primera aproximación para la definición del área de recarga del humedal La Voltezuela.

Figura 5. Modelo digital de elevación para la definición del área de recarga. Humedal Voltezuela

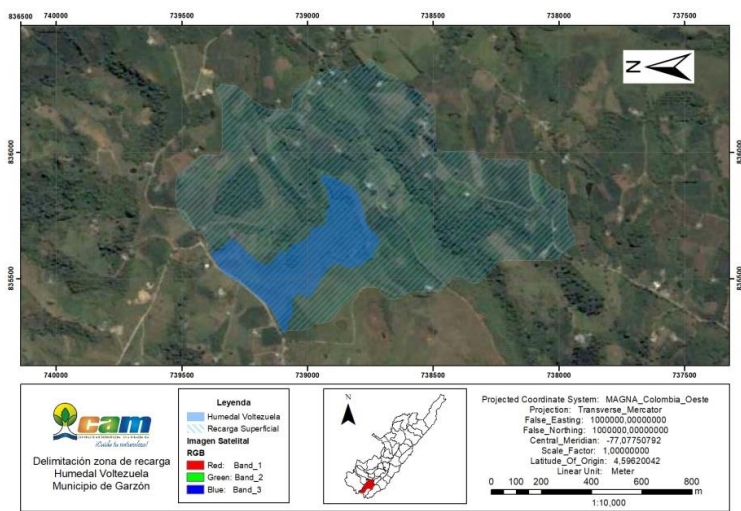


Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

La siguiente figura muestra como el modelo digital de elevación permitió corroborar la información generada a través de las curvas a nivel para la identificación del área de

recarga como zona primordial para el desarrollo de procesos ecológicos por parte del ecosistema de humedal.

Figura 6. Área de recarga. Humedal La Voltezuela



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Finalmente, la siguiente figura muestra le área de recarga con las correcciones pertinentes en donde se evidencia en gran medida la presencia de cultivos de café y lulo, los cuales no son desarrollados a través de mecanismos amigables con el ambiente y que por el contrario deterioran la capacidad de prestación de servicios por parte del humedal.

Régimen de propiedad y figura de manejo

A través de la revisión de información catastral reportada por el IGAC y la información aportada por la secretaría de hacienda del municipio de Garzón, se logró identificar 22 predios con influencia directa al humedal La Voltezuela, dentro de los cuales se desarrollan diversas actividades productivas que afectan la integridad ecológica del ecosistema de humedal dentro de las cuales se resaltan la producción ganadera, los cultivos de café y lulo.

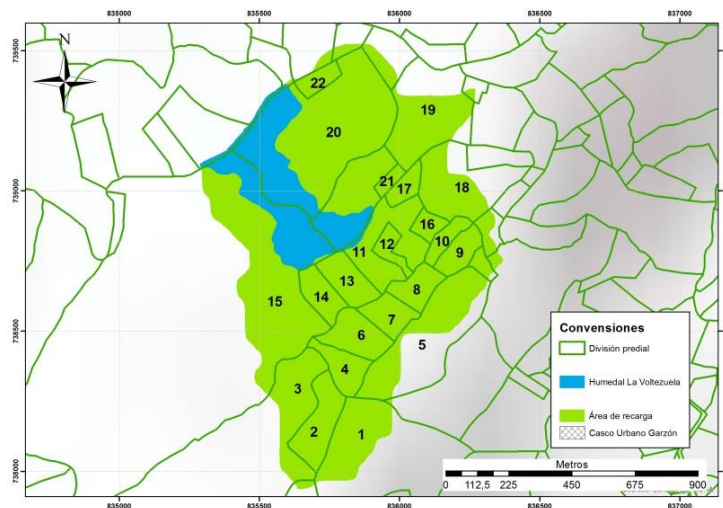
Tabla 8. Relación de predios con influencia directa al humedal La Voltezuela

no	Cedula catastral	Propietario	cc	Nombre del predio	Vereda	Área	
						has	metros
1	41298000000180022000	CADENA RAMIREZ MARIELA	26490679	EL PORVENIR	LA PITA	15	5262
2	41298000000180020000	BARRERA MENDEZ FANNY	26578498	VILLA BERTA	LA PITA	7	5000
3	41298000000180021000	CARDOSO HECTOR	19310941	VILLA JUNIOR	LA PITA	3	4384
4	41298000000180019000	MARTÍNEZ SIERRA FABIOLA	55059772	JOSUE	LA PITA	2	1292
5	41298000000180015000	GARZON LUIS	5852682	BETEL	LA PITA	9	9701
6	41298000000180018000	FLORES FIGUEROA BLANCA	28053223	EL ALTO	LA PITA	2	8752

no	Cedula catastral	Propietario	cc	Nombre del predio	Vereda	Área	
						has	metros
7	41298000000180017000	GUZMAN TIQUE EUGENIO	4893225	SAN FELIPE	LA PITA	1	9518
8	41298000000180016000	GUZMAN TIQUE EUGENIO	4893225	ALEMANIA	LA PITA	1	9160
9	41298000000180138000	GUZMAN TIQUE EUGENIO	4893225	EL EDEN	LA PITA	1	7002
10	41298000000180001000	POLO TRUJILLO EVER	12190954	VILLA ANDREA	LA PITA	1	1405
11	41298000000030113000	CALDERÓN TIERRADENTRO RAMIRO	12191147	LOTE NO. TRES	MIRAFLORES	5	164
12	41298000000030114000	CALDERON TIERRADENTRO GUSTAV	12189728	LOTE NO. DOS	MIRAFLORES	1	1448
13	41298000000030115000	BARON MOTA SANTIAGO	12189815	LOTE NO. CUATRO	MIRAFLORES	4	139
14	41298000000030116000	CALDERON TIERRADENTRO RAMIRO	12191147	LOTE NO. CINCO	MIRAFLORES	1	1098
15	41298000000030117000	TRIANA LEAL JOSE LUIS	4910070	SANTA HELENA	MIRAFLORES	83	8886
16	41298000000030112000	SIERRA CALDERÓN EDWIN FERNEY	12203273	LOTE NO. UNO	MIRAFLORES	0	9203
17	41298000000030111000	POLANCO CEBAY ROSA	55058091	MONTAÑITA	MIRAFLORES	1	1049
18	41298000000030101000	VILLANUEVA GUEVARA TRINIDAD	26485577	SOLEDAD	MIRAFLORES	6	7228
19	41298000000030106000	VILLANUEVA MANJARRES ROBERTO	12186616	LOS ALPES	MIRAFLORES	8	2343
20	41298000000030109000	SIERRA FIERRO JOSÉ ANTONIO	1630337	MONTAÑITA	MIRAFLORES	18	7458
21	41298000000030110000	SIERRA FIERRO JOSE ANTONIO	1630337	EL PARAISO	MIRAFLORES	5	4083
22	41298000000030154000	SIERRA OVIEDO FABIO	12188726	LA ESTACIÓN	MIRAFLORES	1	922

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Figura 7. Predial Humedal Voltezuela



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Dentro de los propietarios mencionados, se resalta predio en sucesión del señor José Antonio Sierra, quedando como propiedad de su esposa y catorce hijos, relacionados en la siguiente tabla.

Tabla 9. Propietarios de predio en sucesión

No.	Nombre	Parentesco	Teléfono
1	Aldemar Sierra Oviedo	Hijo	314 387 9817
2	Alirio Sierra Oviedo	Hijo	311 590 37 47
3	Álvaro Sierra Oviedo	Hijo	320 241 34 09
4	Amira Sierra Oviedo	Hijo	310 877 84 59
5	Diomedes Sierra Oviedo	Hijo	310 818 20 18
6	Guillermo Sierra Oviedo	Hijo	310 582 44 70
7	Héctor Sierra Oviedo	Hijo	310 794 09 63
8	Imelda Sierra Oviedo	Hijo	311 499 77 96
9	Alfredo Sierra Oviedo	Hijo	320 365 57 46
10	Otoniel Sierra Oviedo	Hijo	314 411 19 22
11	Ernestina Sierra Oviedo	Hijo	310 264 22 98
12	Gilberto Sierra Oviedo	Hijo	No info
13	German Sierra Oviedo	Hijo	No info
14	Fabio Sierra Oviedo	Hijo	No info
15	Berthilda Oviedo de Sierra	Esposa	313 888 60 47

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

3.2.2. Aspectos ambientales

Clima

El componente clima para el humedal La Voltezuela se determinó de acuerdo a la clasificación de Caldas - Lang teniendo en cuenta los valores anuales de precipitación, temperatura, y altitud sobre el nivel del mar. El clima de la región donde se localiza el humedal La Voltezuela se cataloga como Templado Semihúmedo – Tsh, tal como se muestra en la siguiente tabla.

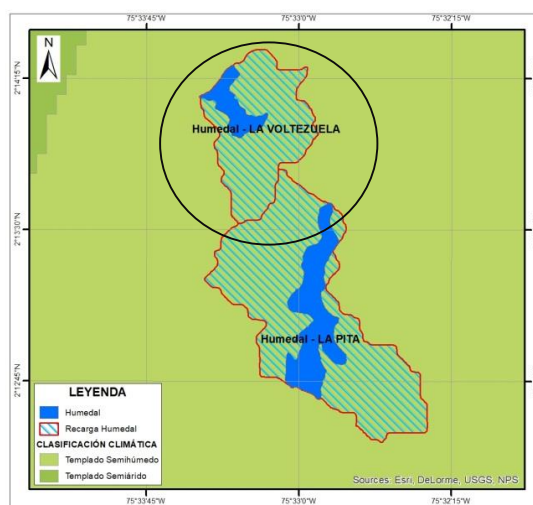
Tabla 10. Clasificación climática de Caldas – Lang para el humedal La Voltezuela

Factor de Lang (P/T)						
Humedal	Altitud (msnm)	P (mm) anual	T (°C) anual	P/T	Clasificación Climática	Símbolo
LA VOLTEZUELA	1516	1391	20	69,55	Templado Semihúmedo	TSh

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

La siguiente figura muestra las características climáticas correspondientes al humedal La Pita y su zona de influencia.

Figura 8. Clima Humedal La Voltezuela



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

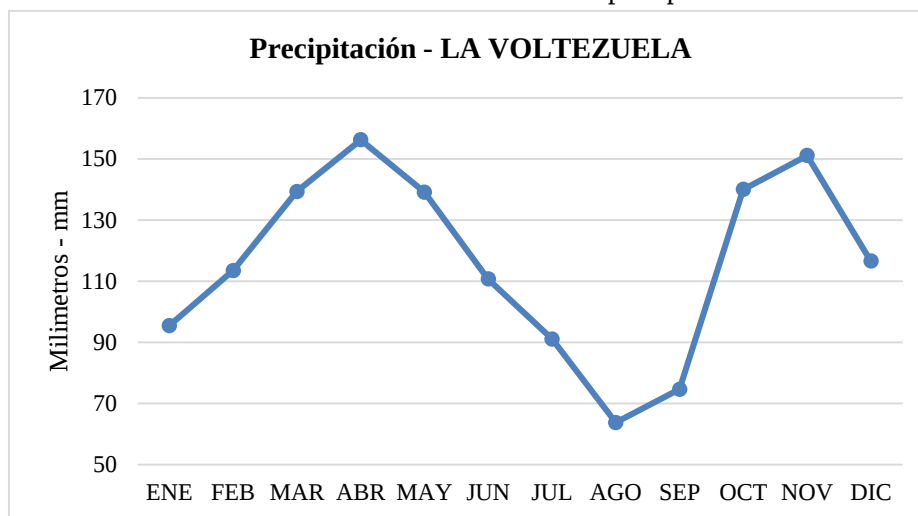
En la siguiente tabla se muestran los valores medios mensuales multianuales para el Humedal La Voltezuela de precipitación (Pt), temperatura (Ts), Evaporación potencial (ETP), humedad relativa (Hr), brillo solar (Bs) y velocidad del viento (Vv), así mismo se representa gráficamente cada uno de los parámetros, con una breve descripción de las características climáticas.

Tabla 11. Valores medios mensuales multianuales de parámetros climatológicos - Humedal La Voltezuela

HUMEDAL LA VOLTEZUELA													
Param_units	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	anual
Precipitación - mm	95,4	113,4	139,3	156,2	139,1	110,7	91,1	63,7	74,6	140,0	151,1	116,5	1391,3
Temperatura - °C	20,1	20,2	20,2	20,2	20,0	19,8	19,6	20,0	20,2	20,0	19,8	19,9	20,0
Evapotranspiración Potencial - mm	98,0	90,0	94,2	89,0	90,9	88,7	96,1	104,4	103,4	99,9	87,2	91,0	1132,8
Humedad Relativa - %	80,9	81,1	82,8	82,9	82,0	81,4	80,3	78,4	77,4	80,0	83,8	83,6	81,2
Brillo Solar - h	125,8	102,1	86,0	79,1	87,5	90,1	96,8	97,6	97,8	102,0	98,4	114,7	98,2
Velocidad del viento - m/s	1,88	1,98	1,98	2,10	2,28	2,69	3,09	3,19	2,64	2,21	1,84	1,85	2,31

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

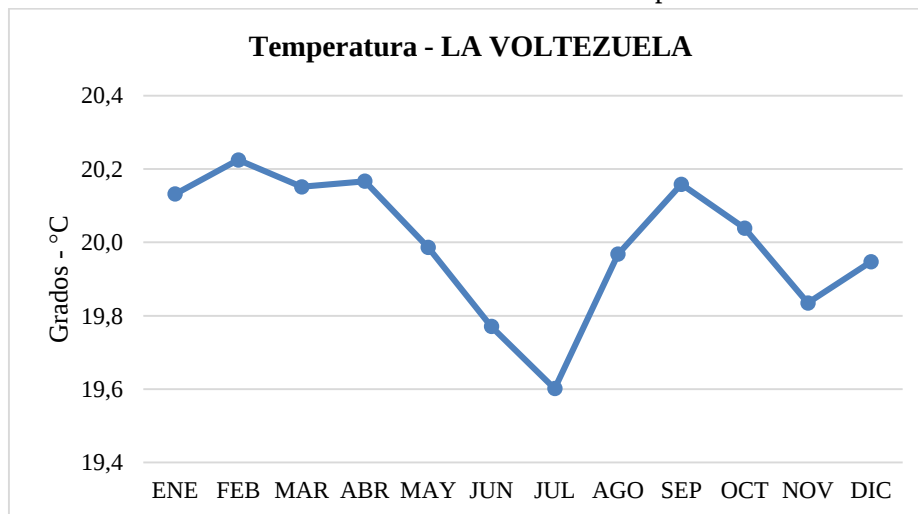
Gráfico 1. Variabilidad mensual de precipitación



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

La precipitación en el humedal La Voltezuela varía entre 63,7 mm/mes y 156,2 mm/mes, con un régimen de lluvias bimodal representada por valores máximos en los meses de abril y noviembre, así mismo los periodos de estiaje se encuentran en los meses entre agosto y septiembre, en promedio se reciben 1391 mm de agua cada año.

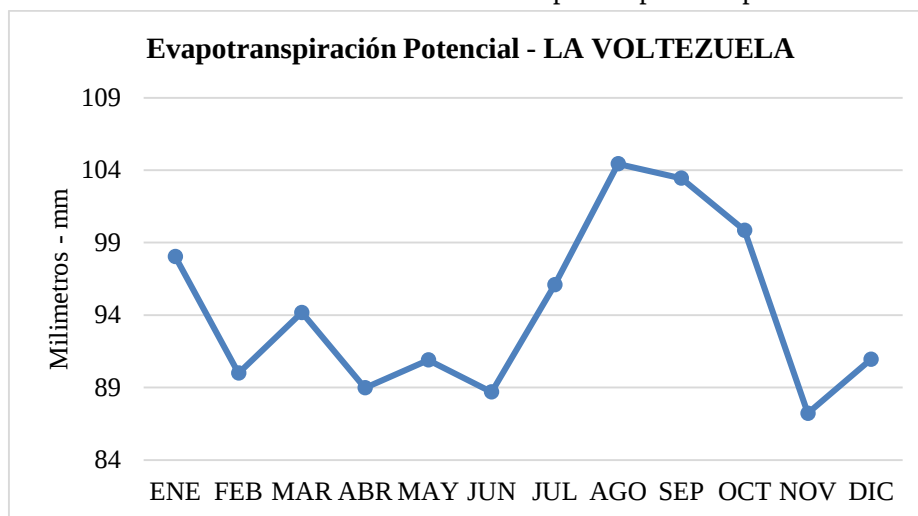
Gráfico 2. Variabilidad mensual de temperatura



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

El humedal La Voltezuela se ve influenciado por una temperatura bimodal, representada en dos periodos de mayor incidencia térmica, de acuerdo con la gráfica los meses más fríos son junio y julio alcanzando temperaturas hasta de 19,6 °C, se considera febrero el mes con la temperatura más alta, cuyo valor es de 20,2 °C.

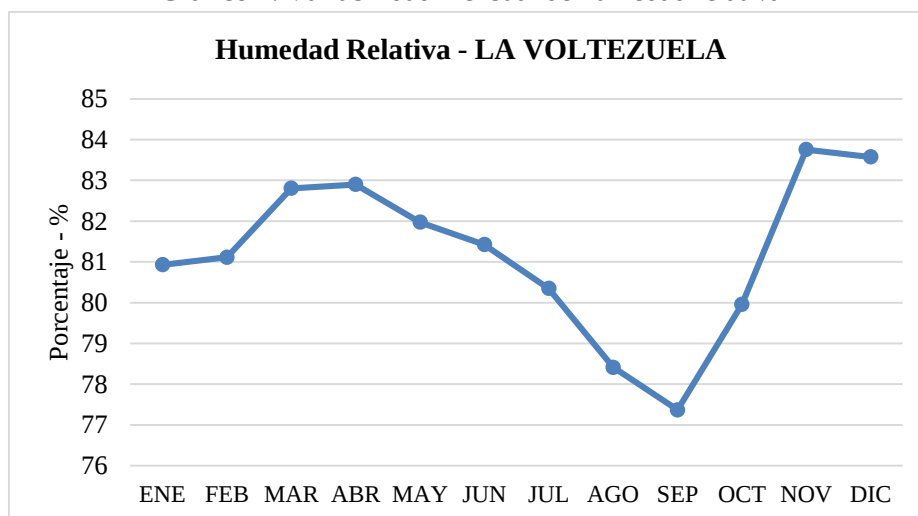
Gráfico 3. Variabilidad mensual de evapotranspiración potencial



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

El comportamiento de la evapotranspiración, presenta sus mayores niveles durante los meses de agosto y septiembre con valores que superan 103 mm/mes, y el registro mínimo durante los meses de abril, junio y noviembre por debajo de 89 mm/mes

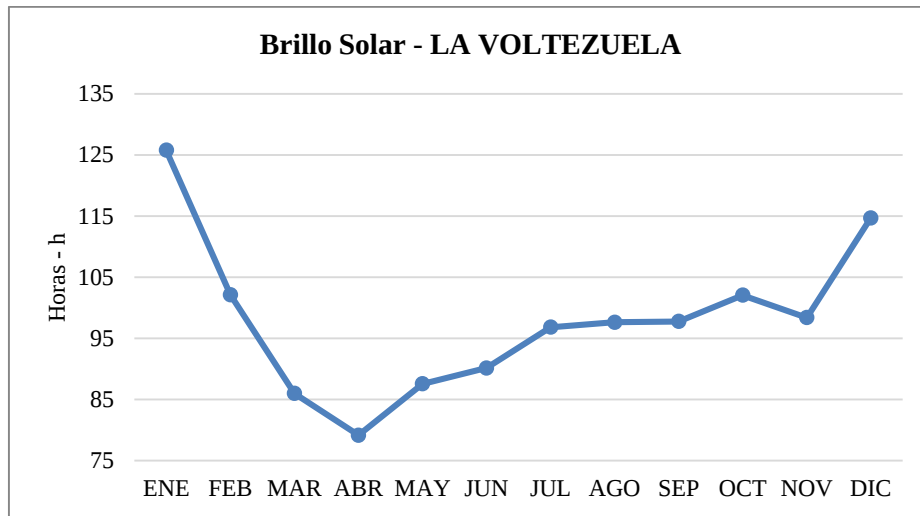
Gráfico 4. Variabilidad mensual de humedad relativa



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

La humedad relativa es de carácter bimodal, siguiendo el patrón de precipitación durante el año, siendo noviembre con registro superior a 83,8% el mes de mayor humedad, y agosto y septiembre los de menor humedad respectivamente.

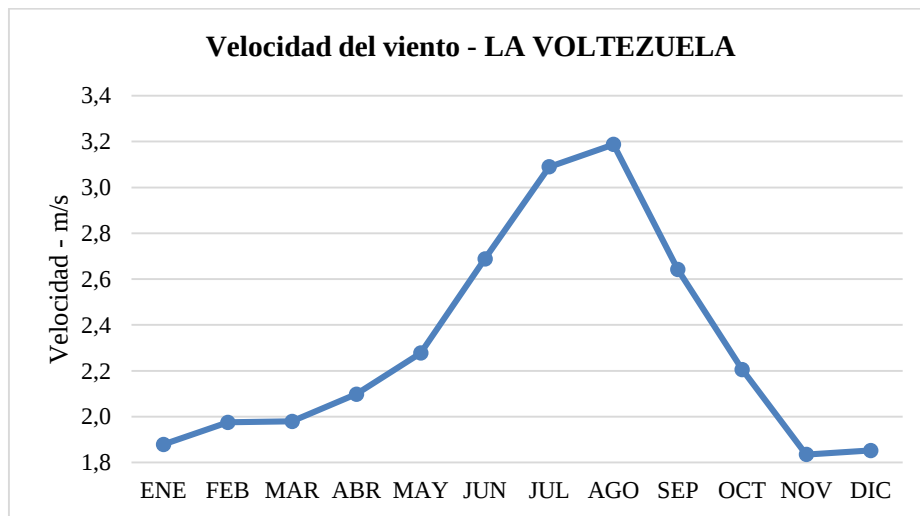
Gráfico 5. Variabilidad mensual de brillo solar



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

La dinámica comportamental del brillo solar varía entre 79,1 y 125.8 horas mensuales. La mayor incidencia de los rayos solares se presenta en los meses de diciembre y enero por encima de 115 horas/ mes y los meses que presentan menor luminosidad de los rayos solares son marzo y abril con valores inferiores a 87 horas / mes.

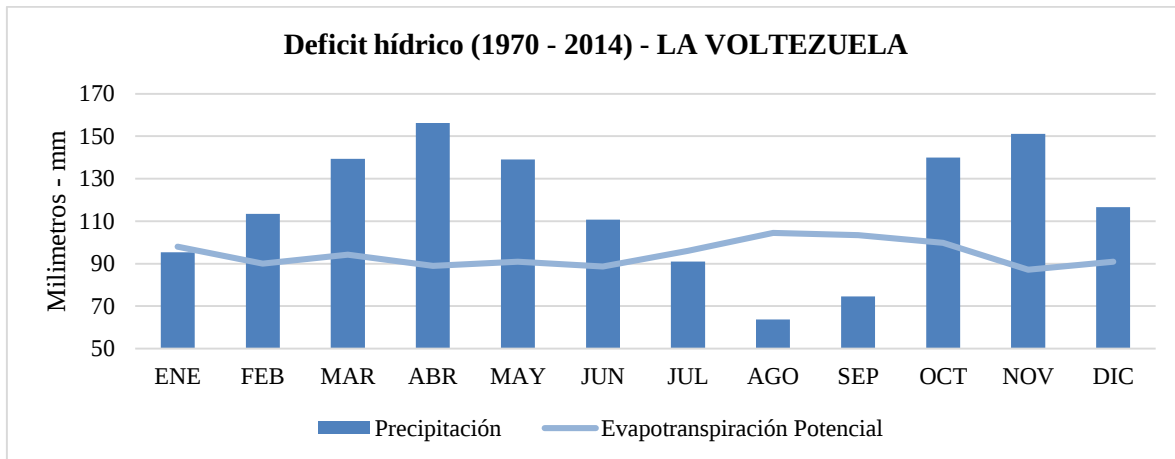
Gráfico 6. Variabilidad mensual de la velocidad del viento



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

La velocidad del viento es de carácter monomodal, presentando sus valores máximos en los meses de julio y agosto, por otra parte, durante el periodo comprendido entre los meses de noviembre y enero, sus corrientes disminuyen.

Gráfico 7. Balance hídrico



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

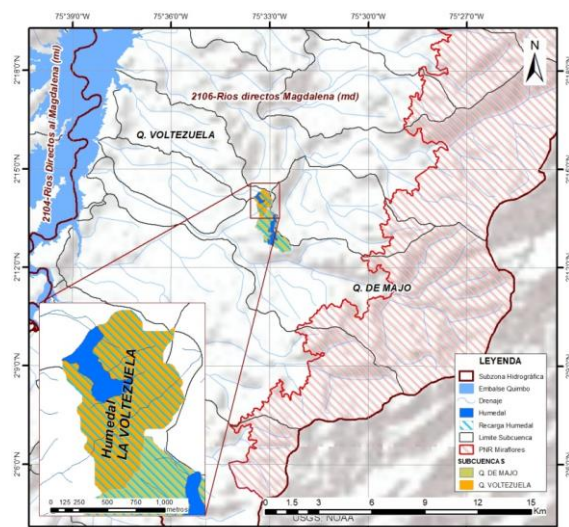
Al comparar los valores de evapotranspiración potencial -ETP- y la precipitación, se evidencia déficit de agua en los meses de agosto y septiembre, sin embargo, en general durante el año el almacenamiento es suficiente para que los suelos no pierdan altas cantidades de agua en épocas de aguas mínimas.

Hidrología

El humedal La Voltezuela se encuentra ubicado e influenciado por las microcuencas de las quebradas El Oso, Majo, Jagualito, Río Loro y La Voltezuela, esta última depende del agua producida dentro del área inundable y de recarga del humedal. Se resalta la presencia de numerosos nacimientos de agua ubicados al sur del área de recarga del humedal, específicamente sobre el área de la cuenca de la quebrada El Majo, los cuales aportan al mantenimiento de los niveles hídricos de este ecosistema.

La siguiente figura muestra las microcuencas definidas en la zona de influencia del humedal La Voltezuela y su zona de recarga.

Figura 9. Microcuencas asociadas Humedal La Voltezuela



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Por otra parte, con base en los resultados de la Evaluación Regional del Agua (2014) elaborado por la CAM, se ha estimado una oferta hídrica superficial en litros por segundo para condiciones hidrológicas medias, secas y húmedas, del área de drenaje al humedal o zona de recarga.

Tabla 12. Valores de oferta hídrica en zona de recarga humedal La Voltezuela

Subzona Hidrográfica	Subcuenca	Humedal	Recarga (Ha)	Año Hidrológico (lps)			Demanda (lps)
				Medio	Seco	Húmedo	
2106 – ríos directos al Magdalena	Q. La Voltezuela	La Voltezuela	51,87	11.64	4,58	22,57	-

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Geología

Las unidades geológicas que representan el área de influencia del humedal La Voltezuela, la cual se encuentra en confluencia con las veredas La Azulita y Miraflores, están conformadas por los Depósitos Aluviales y Coluviales Qal, Qfl, Qar, Qab.

Adicionalmente, estas veredas se ven influenciadas por la formación Gigante (Tgi) que es una unidad litológica del Cenozoico y de origen sedimentario del Terciario que está constituida hacia la base, por una serie de conglomerados polimígticos, con cantos de vulcanitas, plutonitas y metamórficas; y la formación Honda (Th) que es una unidad litológica del Cenozoico y de origen sedimentario del terciario, formada por areniscas a veces conglomeráticas.

Tabla 13. Unidades geológicas para el humedal La Voltezuela y su zona de influencia

Símbolo	DESCRIPCION	UBICACIÓN (Veredas)	AREA (Has)	%
Qfl	Sedimentos Fluvio - Lacustres: Arcillas, arenas y gravas; relleno de cuencas intramontanas	Villa Florida, Zuluaga, Zuluaguita, El Batán, Alejandría, La Pita, La Azulita , San Gerardo, Bella Vista, Agua Blanca, Claros, Santa Marta, La Cabaña, El Mesón, Vega de Platanares, La Florida, Sector Filo Rico, Providencia, Los Guaduales, Filo de Pompeya, Potrerillos, El Paraíso, El Progreso, La Soledad, Buenos Aires, El Mirador, La Ulama, Caguancito, San Pedro, Sector Las Mercedes, San Antonio, El Rosario, Unión Aguacaliente, Sector Guacanas.	3334,745	4,87
Qar	Abanicos recientes poco disectados.	El Barzal, Los Medios, Jagualito, Miraflores , Majo, Balseadero, Sector Guacanas, Alto Sartenejo, Bajo Sartenejo, Claros, La Cabaña, San Rafael, Monserrate, Alto San Isidro, El Caguán.	5127,939	7,49
Qab	Abanicos antiguos; acumulaciones de materiales gruesos no clasificados.	Miraflores , Zuluaga, Zuluaguita, San Gerardo, La Azulita , La Pita, Claros, Monserrate, Alto San Isidro, El Caguán.	1685,254	2,46
Tgi Formación Gigante	Intercalaciones de conglomerados, areniscas y arcillolitas; depósitos piroclásticos, tobas, pumitas y lahares. La parte superior casi exclusivamente cantos de origen Precámbrico y Jurásico (plioceno).	Barzal, Los Medios, Jagualito, Majo, Miraflores , Balseadero, Sector Guacanas, bajo Sartenejo, Alto Sartenejo, Claros, Monserrate, Alto san Isidro.	8081,623	11,80
Formación Honda	Areniscas a veces conglomeráticas; conglomerados y arcillolitas de color gris y rojizas (abigarradas). Algún aporte volcánico en la parte superior. Localmente vetillas de yeso (Mioceno).	Los Medios, Miraflores , el Caguán, Alto San Isidro.	742,069	1,08
PE Macizo de Garzón	Neises félsicos, granulitas, anfibolitas, migmatitas, mármoles y cuarcitas.	Villa Florida, Zuluaga, Zuluaguita, El Batán, Alejandría, Las Palmitas, San Gerardo, Bella vista, San Miguel, La Azulita , La Pita, Santa Marta, Fátima, Agua Blanca, La Cabaña, Claros, Monserrate, San Rafael, Potrerillos, Vega de Platanares, Filo de Pompeya, Filo de Platanares, La Florida, Filo rico, Providencia, El Mesón, Mesitas, La Primavera, Villa Hermosa, El Paraíso, Buenos Aires, Mocoa, San Pedro, El Viso, La Ulama, Caguancito, unión Aguacaliente, Filo de Guayabal, El Mirador Puerto Alegría, La Soledad, El Progreso, San Antonio, El Rosario, El Pescado, Albania, La Esperanza.	12431,823	18,16

Fuente: Memoria Explicativa figura Geológico del Huila, INGEOMINAS, 1989, Publicación Especial de la Revista CIAF - Investigación P.B.O.T., Garzón. 1999.

Geomorfología

Teniendo en cuenta el Estudio General de Suelos del Departamento del Huila, Santafé de Bogotá, IGAC. 1994; Las unidades Geomorfológicas encontradas para el área de influencia del humedal la Voltezuela son las siguientes:

Abanicos Aluviales Coalescentes Poco Disectados (Fpa): Se presentan en la zona del piedemonte del flanco occidental de la cordillera oriental, son continuas superficies de relieve plano moderadamente inclinados pertenecientes a una serie de abanicos. En el municipio de Garzón se presentan depósitos esporádicos de abanicos un poco más disectados, pero de menor extensión y más sectorizados.

A continuación, se muestran las unidades geomorfológicas que influyen en el área que circunda el humedal La Voltezuela junto con su zona de recarga.

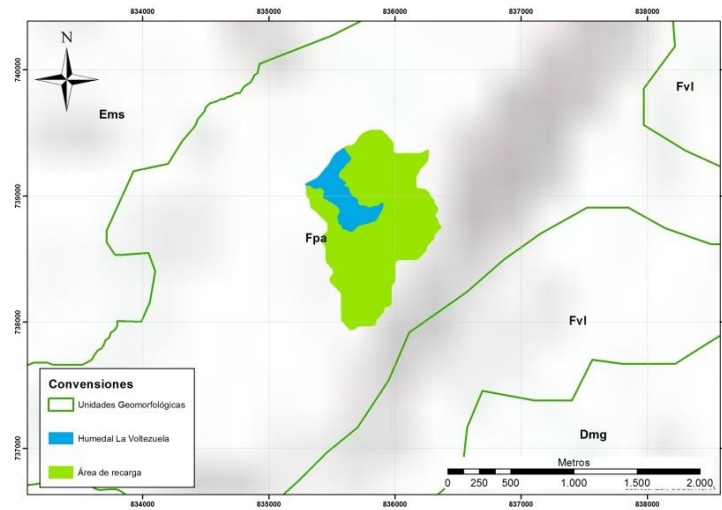
Tabla 14. Unidades geomorfológicas en el área de influencia del humedal La Voltezuela

Símbolo	DESCRIPCION	UBICACIÓN (Veredas)	AREA (Has)	%
UNIDADES DE ORIGEN FLUVIAL (F) Y FLUVIO – VOLCANICO (FV)				
Fpa	Abanicos aluviales coalescentes no disectados	El Barzal, Los Medios, Jagualito, Majo, Balseadero, Sector Guacanas, Bajo Sartenejo, Alto Sartenejo, Claros, La Cabaña, Agua Blanca, La pita, La Azulita , Miraflores , San Gerardo, Zuluaguita, Zuluaga, Monserrate, Alto San Isidro, El Caguán.	6881,685	10,05

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, 1994 - Investigación P.B.O.T. - Garzón 1.999

La siguiente figura muestra las unidades geomorfológicas correspondientes al área de influencia del humedal La Voltezuela y su zona de recarga.

Figura 10. Unidades geomorfológicas. Humedal La Voltezuela



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Suelos

Los suelos del área de influencia del humedal La Voltezuela han sido transformados a través del tiempo por el establecimiento de un gran número de sistemas productivos agropecuarios que han generado procesos erosivos y de compactación de las capas superficiales hasta el punto de alterar la capacidad de retención de agua y nutrientes. Según el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de agricultura de los Estados Unidos (USDA), los suelos que pertenecen al área de influencia del humedal La Voltezuela pueden ser clasificados dentro de la clase IV, los cuales corresponden a suelos que poseen serias limitaciones que restringen la actividad agropecuaria entre las cuales se encuentran las pendientes moderadas, la erosión ligera, los bajos a medios niveles de fertilidad; que determinan un manejo cuidadoso en la implementación de cultivos.

Estas características se atribuyen a los fuertes procesos de ganadería extensiva desarrollada por años en el sector, además de la implementación de grandes extensiones de monocultivos de lulo, café y caña, los cuales son el sustento de las comunidades asentadas en el área.

3.2.3. Aspectos ecológicos

Flora

El conjunto de especies vegetales existentes en el humedal La Voltezuela, corresponde al ecosistema de Bosque Andino. Para esta zona se muestra un alto grado de transformación de su cobertura vegetal debido a la intervención antrópica representado principalmente por ganadería y agricultura que se ha venido desarrollando en el área. Este ecosistema presenta

varias coberturas: Bosque denso bajo, compuesta principalmente por árboles (70%) no superiores a 15 m de altura las familias más representativas son Myrtaceae, Arecaceae y Euphorbiaceae; Vegetación secundaria baja compuestas por arbustos y herbáceas de las familias, Melastomataceae, Hypericaceae, Primulaceae y Piperaceae principalmente.

El humedal La Voltezuela carece de espejo de agua definido, por el contrario, presenta una espesa capa vegetal que forma un colchón, donde habitan especies de plantas acuáticas, semiacuáticas y terrestres de las familias Clusiaceae, Onagraceae, Orchidaceae, Ericaceae, entre otras; a su vez, posee un área de suelo pantanoso hacia la periferia donde predominan las familias Cyperaceae, Poaceae, Melastomataceae y Begoniaceae. Existen varias especies acuáticas que forman asociaciones en ciertas zonas, el listado completo se incluye en la sección unidades de paisaje o asociaciones, estas están conformadas por *Polygonum punctatum*, *Eleocharis acutangula*, *Osmunda regalis*, *Tibouchina aff triflora*, *Aristida cf. ternipe*, *Serpocaulon adnatum*, *Clusia cf ellipticifolia*, entre otras.

Cobertura vegetal

La descripción de las coberturas vegetales para el área del humedal se realizó a partir de la revisión de información secundaria y descripciones cualitativas de las coberturas de vegetación existentes. La caracterización se detalló a partir de fotointerpretación de imágenes satelitales obtenidas de Google Earth y observaciones de campo realizadas de forma paralela a la caracterización. La verificación de campo permitió establecer la presencia de los siguientes tipos de coberturas categorizadas según la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra adaptada para Colombia de la metodología europea CORINE Land Cover:

Vegetación acuática sobre cuerpos de agua (VAA)

Bajo esta categoría se clasifica toda aquella vegetación flotante que se encuentra establecida sobre cuerpos de agua, recubriéndolos en forma parcial o total. Comprende vegetación biotipológicamente clasificada como Pleustophyta, Rizophyta y Haptóphyta. En Colombia, esta cobertura se encuentra asociada con lagos y lagunas andinos en proceso de eutroficación, y en las zonas bajas asociada a cuerpos de agua localizados en planicies de inundación o desborde (IDEAM, 2010). Esta cobertura está compuesta principalmente por *Polygonum punctatum*, *Xyris columbiana*, *Eleocharis acutangula*, *Osmunda regalis*, *Tibouchina aff triflora*, *Aristida cf. ternipe*, *Serpocaulon adnatum*, *Clusia cf ellipticifolia*.

Vegetación secundaria baja (VSB)

Son aquellas áreas cubiertas por vegetación principalmente arbustiva y herbácea con dosel irregular y presencia ocasional de árboles y enredaderas, que corresponde a los estadios

iniciales de la sucesión vegetal después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o aforestación de los pastizales. Generalmente, están conformadas por comunidades de arbustos y herbáceas formadas por muchas especies. La vegetación secundaria comúnmente corresponde a una vegetación de tipo arbustivo-herbáceo de ciclo corto, con alturas que no superan los cinco metros y de cobertura densa (IDEAM, 2010). Este tipo de vegetación se caracteriza por presentar un estrato arbóreo bajo, con especies como *Cecropia obtusifolia*, *Myrsine pellucidopunctata*, *Myrcia aff aliena*, *Vismia baccifera*. El estrato arbustivo y herbáceo está conformado por *Cecropia obtusifolia*. El estrato arbustivo y herbáceo está conformado por *Anthurium ptarianum*, *Cuphea carthagenensis*, *Sida brachystemon*, *Clidemia hirta* y *Clidemia ciliata*.

Bosque denso bajo (BDB)

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo, cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, con altura del dosel superior a cinco metros, pero inferior a 15 metros. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales, compuesto por *Prunus Guanaiensis*, *Casearia cf nigricans*, *Myrcia sp3*, *Myrcia sp1*, *Eugenia aff cupulata*, *Myrcianthes cf fragrans*, *Vismia baccifera*, *Alchornea sp*, *Prestoea aff pubens*.

Imagen 2. Tipos de coberturas identificadas en el humedal La Voltezuela



Convenciones: A. Bosque denso bajo (BDB). B. Vegetación secundaria baja (VSB). C. Vegetación acuática en cuerpos de agua (VAA). D. Panorámica del Humedal La Voltezuela.

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Composición, diversidad y riqueza.

Se registraron un total de 336 individuos distribuidos en 76 especies y morfoespecies, 63 géneros, 41 familias y 26 órdenes. La familia que presentó mayor abundancia fue Myrtaceae con ocho especies (10,5%), seguida de Melastomataceae y Orchidaceae con seis (7,9%), Cyperaceae y Poaceae con cinco (6,6%). En el muestreo seis familias registraron dos especies cada una (15,8%) y el restante 28 familias presentaron una especie (36,8%).

Tabla 15. Listado de especies de plantas registradas para el humedal La Voltezuela

Familia	Especie	Nombre común	Origen	UICN	Res/1912	Habitat
Adoxaceae	<i>Viburnum hallii</i>	Viburnum	Na	NE		BDB-VSB
Anacardiaceae	<i>Toxicodendron striatum</i>	Caspe	Na	NE		BDB
Annonaceae	<i>Guatteria latisepala</i>	Guatteria	Na	NE		BDB
Apiaceae	<i>Conium maculatum</i>	Cicuta	Nat	NE		VAA
Araceae	<i>Anthurium ptarianum</i>	Peciolo acanalado	Nat	NE		BDB-VSB-VAA
Araceae	<i>Stenospermation</i> sp					BDB-VSB
Arecaceae	<i>Prestoea aff pubens</i>	Palma	Na	LC		BDB
Asteraceae	<i>Baccharis nitida</i>	Fruto en el tallo, hoja pequeña	Na	LC		VAA
Asteraceae	<i>Morfo</i> sp6					VS
Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i>	Varejón	Na	NE		VS-VAA
Begoniaceae	<i>Begonia guaduensis</i>	Novio de monte	Na	NE		VAA
Blechnaceae	<i>Blechnum aff striatum</i>	Blechnum	Na	NE		BDB
Blechnaceae	<i>Blechnum</i> sp					VAA
Clusiaceae	<i>Clusia cf ellipticifolia</i>	Cope	Na	NE		VS-VAA
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Siempreviva	Na	LC		VS-VAA
Costaceae	<i>Costus spiralis</i>	Cañaguate	Nat	LC		VAA
Cyperaceae	<i>Eleocharis acutangula</i>	Eleocharis	Na	NE		VAA
Cyperaceae	<i>Morfo</i> sp2					VAA
Cyperaceae	<i>Morfo</i> sp3					VS
Cyperaceae	<i>Morfo</i> sp4					VAA
Cyperaceae	<i>Rhynchospora cf schiedeana</i>	Cortadera	Na	NE		VAA
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Helecho marranero	Na	NE		VS
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum aff. praetermissum</i>	Helecho lamina	Na	NE		
Equisetaceae	<i>Equisetum giganteum</i>	Cola de caballo	Na	NE		VAA
Ericaceae	<i>Cavendishia bracteata</i>		Nat	NE		VAA
Ericaceae	<i>Spherospermum buxifolium</i>		Na	NE		VAA
Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i> sp	Hoja ancha				BDB
Fabaceae	<i>Crotalaria</i> sp					VAA
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	Sangregado	Na	LC		BDB-VSB
Lamiaceae	<i>Morfo</i> sp1					VAA
Lamiaceae	<i>Morfo</i> sp5					VS

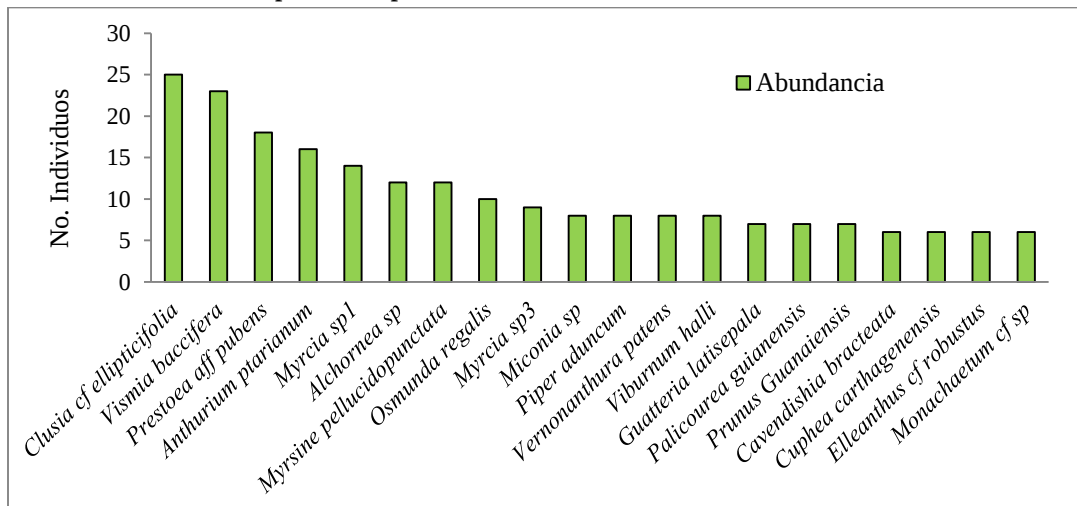
Familia	Especie	Nombre común	Origen	UICN	Res/ 1912	Habitat
Lythraceae	<i>Cuphea carthagenensis</i>	Moradita	Na	LC		VS
Malvaceae	<i>Sida brachystemon</i>	Sida	Na	NE		VS
Melastomataceae	<i>Clidemia ciliata</i>	Mortiño	Na	NE		VS
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i>	Sietecueros	Na	NE		VS
Melastomataceae	<i>Clidemia</i> sp	Jarra				VAA
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp					VS
Melastomataceae	<i>Monochaetum</i> cf sp					VS
Melastomataceae	<i>Tibouchina</i> aff triflora	Flor rosada	Nat- End	NE		VAA
Moraceae	<i>Ficus americana</i>	Higueroncillo	Na	NE		BDB
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> aff. cupulata	Arrayan	Na	NE		BDB
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> aff. aliena	Myrcia	Na	NE		VS
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> sp1					BDB
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> sp3	Peluda				BDB
Myrtaceae	<i>Myrcianthes</i> cf. fragrans	Myrcianthes	Na	NE		BDB
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	Cul	NE		VS
Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i>	Pomarrosa	Cul	NE		BDB
Onagraceae	<i>Ludwigia erecta</i>	Clavos	Na	LC		VAA
Orchidaceae	<i>Elleanthus</i> cf. robustus	Elleanthus	Na	NE		VAA
Orchidaceae	<i>Epidendrum secundum</i>	Araña	Na	NE		VAA
Orchidaceae	<i>Epidendrum</i> sp	Epidendrum				VAA
Orchidaceae	<i>Maxillariella cassapensis</i>	Hoja fina	Na	NE		VAA
Orchidaceae	<i>Sobralia</i> sp					VAA
Osmundaceae	<i>Osmunda regalis</i>	Helecho de espiga	Na	NE		VAA
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus stipulatus</i>	Viernes santo	Na	NE		VS
Piperaceae	<i>Peperomia peltoides</i>	Peperomia	Na	NE		VAA
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	Pipilongo	Na	LC		VS-VAA
piperaceae	<i>Piper</i> sp1					VS
Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i>	Paja de zorro	Na	LC		VS
Poaceae	<i>Aristida</i> cf. ternipes	Aristida	Na	NE		VAA
Poaceae	<i>Dichantherium viscidellum</i>	Dichantherium	Na	NE		VS
Poaceae	<i>Melinis minutiflora</i>	Gordura	Nat- Adv	NE		VS
Poaceae	<i>Sporobolus</i> aff. indicus	Sabana	Na	NE		VS
Polygonaceae	<i>Polygonum punctatum</i>	Corazón herido	Na	NE		VAA
Polypodiaceae	<i>Serpocaulonadnatum</i>	Helecho nervio oscuro	Na	NE		VAA
Primulaceae	<i>Myrsine pellucidopunctata</i>	Myrsine	Na	NE		VS-VAA
Pteridaceae	<i>Pteris</i> cf	Helecho				VAA
Rosaceae	<i>Prunus Guanaiensis</i>	Prunus	Na	LC		BDB
Rosaceae	<i>Rubus boliviensis</i>	Mora	Na	NE		VS
Rubiaceae	<i>Galium hypocarpium</i>	Brujita negra	Na	LC		VAA
Rubiaceae	<i>Palicourea guianensis</i>	Jaboncillo	Na	LC		BDB
Salicaceae	<i>Casearia</i> cf nigricans	Mono	Na	NE		BDB-VS
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Yarumo	Na	LC		BDB-VS

Convenciones: **Hábitat:** **VSA:** vegetación secundaria alta **PAB:** pastos arbolados **VAA:** vegetación acuática en cuerpos de agua. **BDB:** bosque denso bajo. **Origen:** **Na.** Nativa. **En.** Endémica. **Nt.** Naturalizada. **Ad.** Adventicia. **Cu.** Cultivada. **Amenaza:** **NE.** No Evaluada. **LC.** Preocupación Menor.

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

La familia más representativa fue Araceae registrada en las tres coberturas VSB, VAA y BDB. Las familias que presentaron mayor abundancia fueron Myrtaceae, Clusiaceae, Hypericaceae, Melastomataceae y Orchidaceae. *Clusia cf ellipticifolia* fue la especie más abundante con 25 individuos (7,4%) seguida por *Vismia baccifera* y *Prestoea aff pubens* con 23 (6,8%) y 18 (5,4%) individuos respectivamente. 45 (21,4%) especies estaban representadas por tres, dos y un individuo.

Gráfico 8. Especies de plantas más comunes en el humedal La Voltezuela



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

El número de especies, géneros y familias para cada tipo de cobertura vegetal en todos los estratos se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 16. Riqueza en las diferentes coberturas registradas en el humedal La Voltezuela

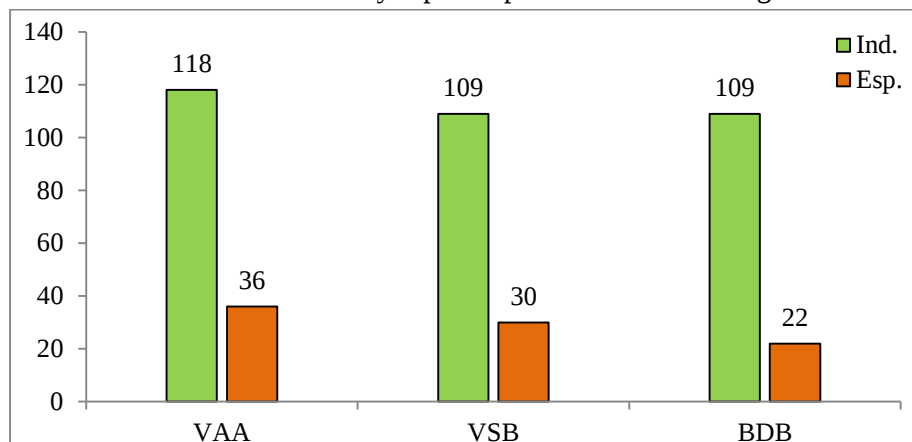
Hábitat	VSB	VAA	BDB
Especies	30 (39,5%)	36 (47,4%)	22 (28,9%)
Géneros	26 (41,3%)	28 (44,4%)	24 (38,1%)
Familias	20 (48,8%)	24 (58,5%)	17 (41,5%)

Convenciones: **Hábitat:** **VSB:** vegetación secundaria baja **VAA:** vegetación acuática en cuerpos de agua. **BDB:** bosque denso bajo.

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Entre los tipos de cobertura estudiados se encontró mayor riqueza en vegetación acuática en cuerpos de agua representada con 36 especies (47,4%) distribuidas en 28 géneros y 24 familias, las otras dos coberturas están representadas por 30 (39,5%) y 22 (28,9%) especies.

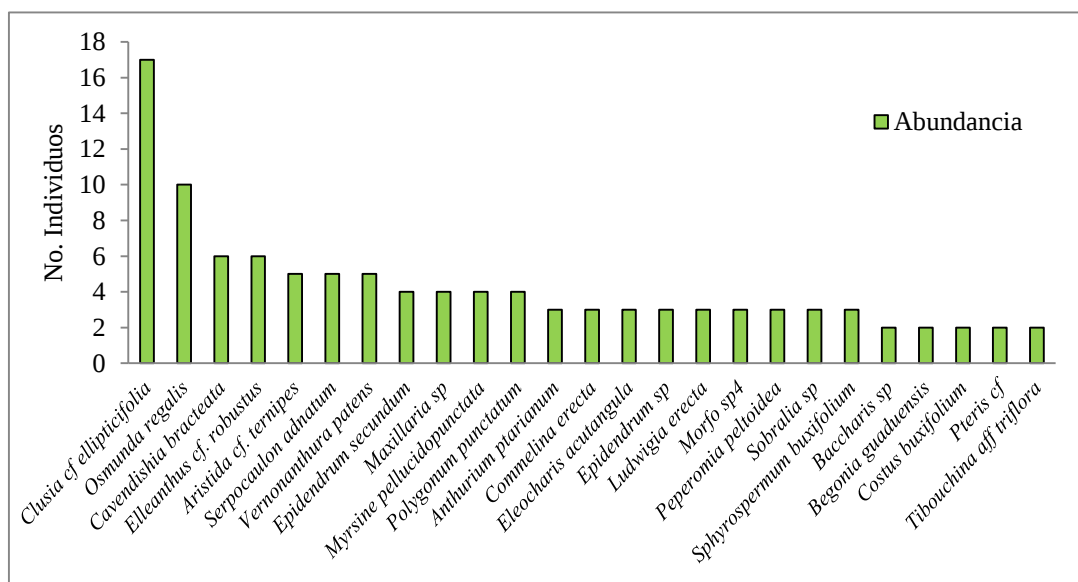
Gráfico 9. Número de individuos y especies por cada cobertura vegetal muestreada



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

En la Vegetación Acuática sobre Cuerpos de Agua la especie más abundante fue *Clusia cf ellipticifolia*, con 17 individuos seguida de *Osmunda regalis* con 10 y *Cavendishia bracteata* y *Elleanthus cf robustus* con seis individuos cada una, es importante resaltar que el registro de número de individuos se realizó por la presencia de la especie en cada cuadrante.

Gráfico 10. Abundancia de especies en vegetación acuática sobre cuerpos de agua



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Unidades de Paisaje o Asociaciones.

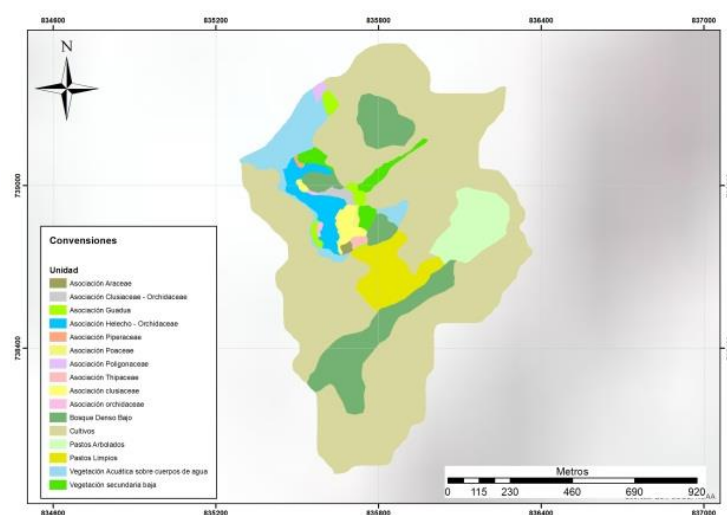
El Humedal La Voltezuela presenta 11 tipos de unidades de paisaje donde la vegetación es semiacuática y terrestre principalmente. En el área las familias más importantes en términos de abundancia y representatividad son Orchidaceae, Clusiaceae y Osmundaceae, estas familias se encuentran en la mayoría de las unidades.

Tabla 17. Unidades de paisajes con los componentes encontrados en el Humedal La Voltezuela.

Unidad		Componente		%
Asoc. Helecho y Orchidaceae	U17	Er	<i>Elleanthus cf. robustus</i>	30
		At	<i>Aristida cf. ternipes</i>	10
		Or	<i>Osmunda regalis</i>	35
		Bn	<i>Baccharis nitida</i>	5
		Ce	<i>Clusia cf ellipticifolia</i>	15
		Cb	<i>Cavendishia bracteata</i>	5
Asoc. Helecho y Cyperaceae	U10	Or	<i>Osmunda regalis</i>	40
		Ea	<i>Eleocharis acutangula</i>	10
		Pp	<i>Polygonum punctatum</i>	15
		Rc	<i>Rhynchospora corymbosa</i>	25
		Bn	<i>Baccharis nitida</i>	10
Asoc. Clusiaceae	U18	Ce	<i>Clusia cf ellipticifolia</i>	50
		Nl	<i>Nectandra lineatifolia</i>	25
		Mp	<i>Myrsine pellucidopunctata</i>	25
Asoc. Guadua	U15	Ga	<i>Guadua angustifolia</i>	100
Asoc. Piperaceae	U19	Pa	<i>Piper aduncum</i>	80
		Mp	<i>Myrsine pellucidopunctata</i>	20
Asoc. Polygonaceae	U1	Pp	<i>Polygonum punctatum</i>	100
Asoc. Clusiaceae y Orchidaceae	U20	Ce	<i>Clusia cf ellipticifolia</i>	40
		Pp	<i>Polygonum punctatum</i>	10
		Ep	<i>Epidendrum sp</i>	30
		Cs	<i>Costus spiralis</i>	15
		Cm	<i>Conium maculatum</i>	5
Asoc. Poaceae	U21	Gs	<i>Generium sagittatum</i>	100
Asoc. Thipaceae	U22	Td	<i>Typha domingensis</i>	100
Asoc. Araceae	U23	Xs	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	100
Asoc. Orchidaceae	U24	Ep	<i>Epidendrum sp</i>	100

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Figura 11. Unidades de paisaje definidas para el humedal La Voltezuela



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Origen y estado de conservación

De las 76 especies registradas en el Humedal La Voltezuela una especie es Endémica *Tibouchina* aff. *Triflora*, Cinco especies son Naturalizadas y adventicias y dos especies son cultivadas, las faltantes son Nativas, según el Catálogo de plantas y líquenes de Colombia (Bernal, 2015). Según los criterios definidos por la UICN, entre las especies encontradas en este estudio ninguna está catalogada como amenazada, pero existen 13 especie categorizadas en Preocupación Menor (LC) y el restante en estado No Evaluada (NE). De manera similar, de acuerdo con la resolución MinAmbiente 1912 de 2017 ninguna de las especies silvestres registradas en este estudio, está catalogada como amenazada.

Imagen 3. Especie endémica encontrada en Humedal La Voltezuela.



Tibouchina aff. *triflora* (*Tibouchina*)

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Análisis y conclusiones

Con este estudio se pudo evidenciar en campo, un alto grado de alteración en las coberturas vegetales cercanas al humedal, ocasionados por la implementación de cultivos agropecuarios, ganadería y agricultura esta última representada por pequeños extensiones de café, lulo y Caña de azúcar, la ganadería afecta directamente la zona de bosque cercano al humedal (ver capítulo factores de perturbación), Además que no implementan sistemas de manejo sostenible pues estas áreas no aplican sistemas y los suelos muestran signos de compactación.

Las sucesiones secundarias en las regiones tropicales tienden a variar de una localidad a otra debido a muchos factores como el tipo e intensidad de la perturbación, la distancia al bosque original, la fauna existente, la topografía y el clima local, los cuales determinan la composición florística y la velocidad con la que la sucesión avanza (Yepes-Quintero A.P., 2007). En el área de influencia principalmente en la zona de recarga del humedal existe un área considerable de vegetación secundaria en distintos estados de desarrollo, esto indica que hay un proceso de regeneración natural influenciado por la fauna asociada a estos como aves, murciélagos y demás especies de mamíferos, que aceleran el proceso de revegetalización a partir de su rol como dispersores de semillas. Al darle continuidad a este proceso de sucesión natural, e implementando en el plan de manejo estas zonas como áreas para la conservación, la tendencia más probable es que a futuro se aumente en área y dosel las coberturas boscosas en esta área⁶. Sin embargo, este proceso es lento. No obstante, en la actualidad se encuentra un parche de bosque primario poco intervenido en donde se encuentran especies de más de 24 m de altura y que ha sido conservando desde hace más de 35 años aproximadamente, manifestaron habitantes de la zona, y esta cobertura cumple un rol importante, ya que aporta semillas para la regeneración vegetal del área de influencia del humedal, además que albergan especies de aves poco comunes como el *Arremon brunneinucha* o el *Platyrinchus mystaceus*, los cuales presentan alta afinidad por el bosque, aunque puedan frecuentar otros tipos de hábitats. Resultaría de vital importancia proteger y conservar estos parches de bosque para garantizar la permanencia de estas especies en la comunidad de aves del Humedal.

El número de especies nativas registradas es significativo si se considera el avanzado grado de alteración de la vegetación natural en el humedal. Estas especies constituyen la base a partir de la cual se pueden formular planes de restauración ecológica considerado como el proceso de asistir el recubrimiento de un ecosistema degradado, con el objetivo de restablecer su función y estructura, utilizando como referencia los ecosistemas predisturbio (Barrera-Cataño, 2007) citado por (ONF Andina, 2012).

⁶ Todo esto siempre y cuando, a través de medidas de manejo se controlen los factores de perturbación que alteran la sucesión natural.

Fauna

El grupo taxonómico seleccionado para realizar la caracterización de fauna en el humedal La Voltezuela fueron las Aves, dicha caracterización se llevó a cabo mediante el trabajo de campo o levantamiento de información primaria que se desarrolló únicamente en este grupo taxonómico.

Resultados

Aves

Metodología

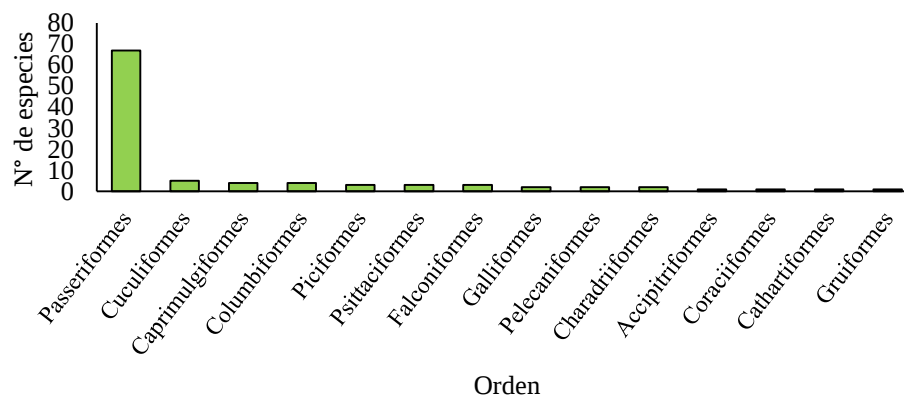
La metodología se definió con base en los criterios propuestos por (Ralph 1996) y (Villarreal 2006). Se combinaron dos técnicas básicas de muestreo, observación y grabaciones. La observación se realizó mediante recorridos a través de senderos que cubrieron los diferentes tipos de coberturas o usos de suelo identificados en la zona como vegetación secundaria alta (VSA), vegetación secundaria baja (VSB), bosque fragmentado (BQF), vegetación acuática sobre cuerpos de agua (VAA), cultivos (CUL), pastos limpios (PAL) y cuerpos de agua artificiales (CAA). Las aves fueron registradas de manera visual y auditiva en jornadas diarias de 7 horas/día. Durante los recorridos se hicieron pausas de 20 minutos en cada uno de los hábitats identificados en los cuales se realizó conteo total de los individuos observados o escuchados para determinar riqueza y abundancia. Las observaciones se efectuaron en las horas de mayor actividad para las aves, en la mañana de 6 a 10 am y en la tarde de 3 a 6 pm. Se utilizaron prismáticos Nikon 10x42 y cámara fotográfica Nikon P900 y P610, e igualmente se hicieron algunas grabaciones de cantos en las áreas boscosas donde la densa vegetación dificultó la observación. Para la determinación taxonómica de los individuos observados se consultó bibliografía especializada (Hilty 2001), (McMullan 2011), (Restall 2007). La actualización taxonómica de la nomenclatura se realizó con base en (Remsen 2017). Adicionalmente se determinó para cada especie el gremio de forrajeo y se determinó la presencia de aves migratorias o con algún grado de endemismo (Chaparro-Herrera 2013) (Naranjo 2012). Además, se verificó su categoría de amenaza de acuerdo con el listado de especies silvestres amenazadas de Colombia establecido por la Resolución MinAmbiente 1912 de 2017.

Composición, diversidad y riqueza

Para el Humedal La Voltezuela se registró un total de 418 individuos de aves distribuidos en 14 órdenes, 31 familias, 85 géneros y 99 especies, el orden Passeriformes (azulejos, cardenales, chilgas entre otros) registró la mayor riqueza con 67 especies (67,6%), seguido

por Cuculiformes con cinco especies (5%), Caprimulgiformes y Columbiformes con cuatro especies (4%).

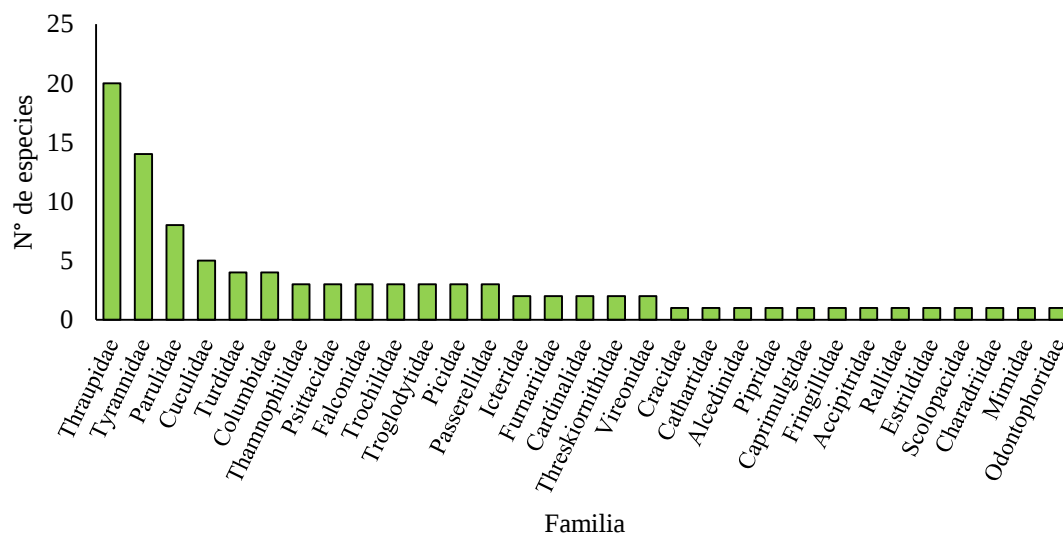
Gráfico 11. Riqueza de órdenes de aves registradas en el humedal La Voltezuela



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

A nivel de familia Thraupidae (azulejos y otros) presentó la mayor riqueza con 20 especies (20,2%), seguida por Tyrannidae (atrapamoscas) con 14 (14%), Parulidae (reinitas), con ocho (8%), Cuculidae con cinco (5%), Columbidae y Turdidae con cuatro (4%). En términos de abundancias se destaca nuevamente la familia Thraupidae con el 32% de los registros, seguida por Tyrannidae con el 11%, Psittacidae con el 9,3%, y finalmente Furnariidae junto a la familia Parulidae con el 5,5% y 5,2% respectivamente.

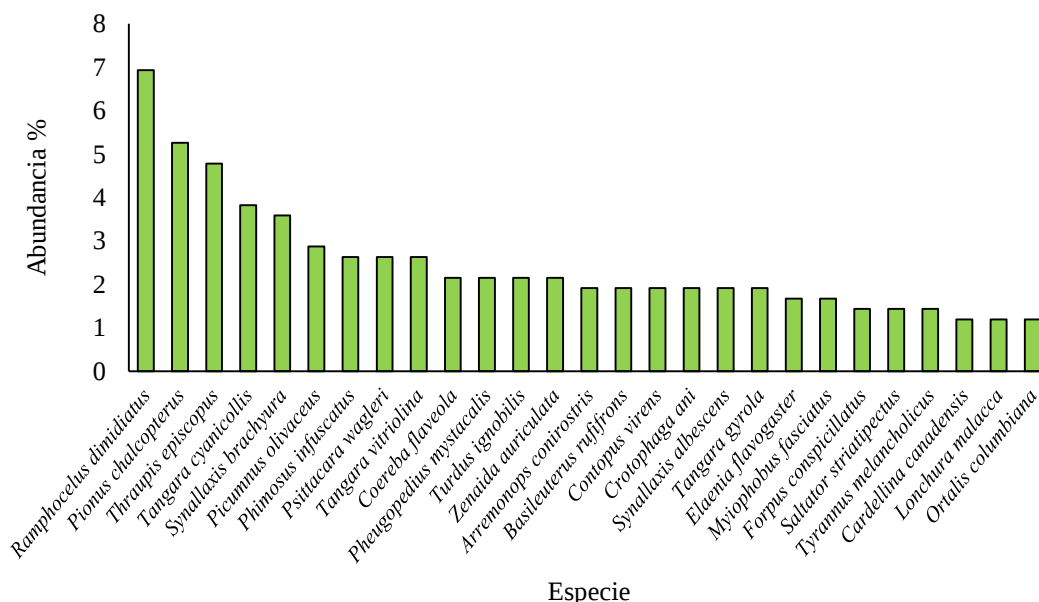
Gráfico 12. Riqueza de familias de aves registradas en el Humedal La Voltezuela



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

La especie con mayor abundancia registrada en el Humedal La Voltezuela fue el Cardenal pico de plata (*Ramphocelus dimidiatus*) (7%) seguido por la Cotorra maicera (*Pionus chalcopterus*) (5,2%) el Azulejo común (*Thraupis episcopus*). Otras especies que también sobresalen son la Tangara real (*Tangara cyanicollis*), el Chamicero pizarra (*Synallaxis brachyura*), el Carpinterito oliváceo (*Picumnus olivaceus*) el Ibis negro (*Phimosus infuscatus*), el Perico frentirrojo (*Psittacara wagleri*) y la Tangara rastrojera (*Tangara vitriolina*). Estas especies presentaron entre 11 y 29 registros. Las especies restantes menos de nueve registros con más de 34 especies representadas solo por un individuo.

Gráfico 13. Especies de aves con mayor abundancia registradas en el humedal La Voltezuela



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Gremios

Se registraron 12 gremios de forrajeo entre los cuales se destacan como los más importantes el grupo de los insectívoros (INS) al cual pertenecieron 43 especies y el grupo de los granívoros (GRA) conformado por 19 especies. Se destacan también con una riqueza intermedia el gremio de los frugívoro-insectívoros (FINS) y los insectívoro-frugívoros (IFRU). Entre los gremios menos representados se encuentran los piscívoros (PIC), frugívoro-nectarívoros (FNEC) y carroñeros (CAÑ).

Uso de Hábitat

Las coberturas sobre las cuales se observó la mayor riqueza fueron, la vegetación acuática sobre cuerpos de agua (VAA), en la cual se pudieron registrar 46 especies y el bosque

fragmentado (BQF) donde se observaron 45. Otras de las coberturas donde se registró un número importante de especies fue la vegetación secundaria alta (VSA) y baja (VSB) con 38 y 20 especies registradas respectivamente. Las coberturas menos usadas por las aves en el Humedal La Voltezuela fueron los cultivos (CUL), pastos limpios y cuerpos de agua artificiales (CAA).

Tabla 18. Listado de aves registradas en el humedal La Voltezuela

Orden	Familia	Especie	Hábitat	Gremio	UICN / CITES	Origen
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis columbiana</i>	CUL, VSA	FRU	LC	END
Galliformes	Odontophoridae	<i>Colinus cristatus</i>	PAL	GRA	LC	NAT
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>	VAC	OMN	LC	NAT
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Theristicus caudatus</i>	PAL	OMN	LC	NAT
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	PAL	CAÑ	LC	NAT
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	BQF	CAR	LC-II	NAT
Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	VAC	INS	LC	NAT
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	PAL	INS	LC	NAT
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularia</i>	CAA	INS	LC	MIG
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas cayennensis</i>	VSA	GRA	LC	NAT
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	VSB	GRA	LC	NAT
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	BQF	GRA	LC	NAT
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	CUL, PAL	GRA	LC	NAT
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	VAC	OMN	LC	NAT
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Tapera naevia</i>	VAC	INS	LC	NAT
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus minuta</i>	VAC	INS	LC	NAT
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	BQF, VSA	INS	LC	NAT
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	VSB	INS	LC	MIG
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	BQF, VSA	INS	LC	NAT
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis anthophilus</i>	BQF, VSA	NINS	LC-II	CEN
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Chlorostilbon gibsoni</i>	VAC	NINS	LC	CEN
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Chalybura buffonii</i>	VAC	NINS	LC-II	NAT
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	CAA	PIC	LC	NAT
Piciformes	Picidae	<i>Picumnus olivaceus</i>	BQF, CUL, VSA, VSB	INS	LC	NAT
Piciformes	Picidae	<i>Picoides fumigatus</i>	VSA	INS	LC	NAT
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes punctigula</i>	VAC	INS	LC	NAT
Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	PAL, VSA	CAR	LC-II	NAT
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco columbarius</i>	VSA	CAR	LC-II	MIG
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	PAL	CAR	LC-II	NAT
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus chalcopterus</i>	BQF	GRA	LC-II	CEN
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus conspicillatus</i>	BQF, VSA	GRA	LC-II	CEN
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Psittacara wagleri</i>	BQF	GRA	NT-II	NAT
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus multistriatus</i>	BQF, VSB	INS	LC	CEN
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Dysithamnus mentalis</i>	BQF	INS	LC	MIG
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Pyriglena leuconota</i>	VSA	INS	LC	NAT
Passeriformes	Furnariidae	<i>Synallaxis brachyura</i>	BQF, VAC, VSA, VSB	INS	LC	NAT
Passeriformes	Furnariidae	<i>Synallaxis albescens</i>	VAC, VSA	INS	LC	NAT
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	BQF, VAC, VSA, VSB	INS	LC	NAT
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mionectes oleagineus</i>	VSA	INS	LC	NAT
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Todirostrum cinereum</i>	BQF, VSA, VSB	INS	LC	NAT

Orden	Familia	Especie	Hábitat	Gremio	UICN / CITES	Origen
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	BQF	INS	LC	NAT
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Platyrinchus mystaceus</i>	BQF	INS	LC	NAT
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiophobus fasciatus</i>	VAC, VSB	INS	LC	NAT
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	BQF, CUL, VAC, VSB	INS	LC	MIG
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax alnorum</i>	VAC	INS	LC	MIG
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	VAC	INS	LC	MIG
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus apicalis</i>	BQF	INS	LC	END
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	VAC	INS	LC	NAT
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	BQF	INS	LC	NAT
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	BQF, VAC	INS	LC	NAT
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	VAC, VSA	INS	LC	MIG
Passeriformes	Pipridae	<i>Manacus</i>	BQF	FRU	LC	NAT
Passeriformes	Vireonidae	<i>Hylophilus flavipes</i>	VSA	INS	LC	NAT
Passeriformes	Vireonidae	<i>Pachysylvia semibrunnea</i>	BQF	INS	LC	NAT
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	VAC, VSB	INS	LC	NAT
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Pheugopedius mystacalis</i>	BQF, VAC, VSA, VSB	INS	LC	CEN
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Henicorhina leucophrys</i>	VSA	INS	LC	NAT
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus aurantirostris</i>	BQF, VSA, VSB	IFRU	LC	NAT
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	VSA	IFRU	LC	MIG
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i>	BQF, VSA	IFRU	LC	NAT
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus ignobilis</i>	BQF, CUL, VAC, VSA	IFRU	LC	NAT
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	VAC	OMN	LC	NAT
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis philadelphia</i>	VAC, VSA	INS	LC	NAT
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	BQF	INS	LC	MIG
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga cerulea</i>	BQF	INS	VU	MIG
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga pitiayumi</i>	VAC	INS	LC	MIG
Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	BQF, VSA, VSB	INS	LC	NAT
Passeriformes	Parulidae	<i>Myiothlypis fulvicauda</i>	BQF	INS	LC	NAT
Passeriformes	Parulidae	<i>Cardellina canadensis</i>	BQF, VAC, VSA	INS	LC	MIG
Passeriformes	Parulidae	<i>Myioborus miniatus</i>	BQF	INS	LC	NAT
Passeriformes	Thraupidae	<i>Schistochlamys melanopsis</i>	VAC	FRU	LC	NAT
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tachyphonus rufus</i>	VSA	FINS	LC	NAT
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	BQF, CUL, VAC, VSA, VSB	FINS	LC	CEN
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	BQF, CUL, VAC, VSA, VSB	FINS	LC	NAT
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	CUL	FINS	LC	NAT
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara vitriolina</i>	BQF, VAC, VSA, VSB	FINS	LC	CEN
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara cyanicollis</i>	BQF, VAC, VSA, VSB	FINS	LC	NAT
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara gyrola</i>	BQF, VAC	FINS	LC	NAT
Passeriformes	Thraupidae	<i>Chlorophanes spiza</i>	VAC	FNEC	LC	NAT
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis flaveola</i>	PAL	GRA	LC	NAT
Passeriformes	Thraupidae	<i>Emberizoides herbicola</i>	VAC	GRA	LC	NAT
Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	BQF, VAC	GINS	LC	NAT
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila minuta</i>	VAC	GRA	LC	NAT
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila angolensis</i>	BQF, VAC	GRA	LC	NAT
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila nigricollis</i>	CUL, PAL, VAC	GRA	LC	NAT
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila schistacea</i>	VAC	GRA	LC	NAT
Passeriformes	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	BQF, CUL, VAC, VSA	NINS	LC	NAT
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tiaris olivaceus</i>	BQF, VAC	GRA	LC	NAT
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator maximus</i>	BQF, CUL, VSA, VSB	FRU	LC	NAT
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator striatipectus</i>	BQF, VAC, VSA, VSB	FRU	LC	NAT
Passeriformes	Passerellidae	<i>Ammodramus humeralis</i>	VAC	GRA	LC	NAT
Passeriformes	Passerellidae	<i>Arremonops conirostris</i>	BQF, VAC, VSA, VSB	GRA	LC	NAT

Orden	Familia	Especie	Hábitat	Gremio	UICN / CITES	Origen
Passeriformes	Passerellidae	<i>Arremon brunneinucha</i>	BQF	GINS	LC	NAT
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	VAC	FINS	LC	MIG
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	VSA	IFRU	LC	MIG
Passeriformes	Icteridae	<i>Sturnella magna</i>	PAL	IFRU	LC	NAT
Passeriformes	Icteridae	<i>Sturnella militaris</i>	PAL	IFRU	LC	NAT
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	VAC	GRA	LC	NAT
Passeriformes	Estrildidae	<i>Lonchura malacca</i>	VAC	GRA	LC	INT

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Especies representativas

Especies amenazadas y con comercio restringido

Para el Humedal La Voltezuela se pudo identificar la presencia de especies de interés para la conservación dado que se encuentran en categoría de riesgo de extinción. Estas especies fueron el Perico frentirrojo (*Psittacara wagleri*) y la Reinita cerúlea (*Setophaga cerúlea*) esta última destacándose por su mayor riesgo dado que se encuentra en categoría de Vulnerable (VU). Esta especie ha sufrido una disminución de la población del 72% en los últimos 44 años en América del Norte, menos de 2.8% por año lo que equivale a una reducción del 26% en cerca de 10 años (BirdLife International, 2016). Por esta razón se considera que sus poblaciones estarían decreciendo. La degradación del hábitat a través del cambio de uso de la tierra es la principal amenaza para esta especie migratoria. La conversión a usos de la tierra como pastizales, cultivos de subsistencia y plantaciones de café y coca tienen un efecto perjudicial sobre el hábitat adecuado del bosque primario. La conversión del café con sombrero a café a libre exposición reduce la calidad del hábitat para las Reinitas cerúleas (BirdLife International 2016).

El perico frentirrojo (*Psittacara wagleri*) por su parte se encuentra en la categoría de Casi amenazada (NT) debido principalmente a que ha sido comercializada en gran medida y los individuos capturados en el medio silvestre han sido registrados en el comercio internacional. Adicionalmente la persecución, debido a su condición de plaga de cultivo, también puede estar contribuyendo a la disminución. Se desconocen los niveles actuales de presión de captura y persecución, pero se supone que ellos impulsan una tendencia poblacional negativa. Aunque esta especie muestra un uso flexible del hábitat y explota cultivos, se sospecha que el cambio en el uso de la tierra está contribuyendo a una disminución en la población de la especie, y se presume que la eliminación del hábitat ha impulsado el declive de esta especie en Colombia (BirdLife International 2016).

En cuanto a comercio restringido se registraron nueve especies entre ellas el Perico frentirrojo ya mencionado. Las especies restantes corresponden a tres grupos específicos los

Loros (Psittasidae) con dos especies, los Colibríes (Trochilidae) con dos especies y las aves rapaces (Accipitridae y Falconidae) con cuatro especies. Todas estas especies se encuentran en el apéndice II del CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). En este apéndice se encuentran las especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación (CITES y UNEP 2013).

Tabla 19. Especies amenazadas y con comercio restringido registradas en el Humedal La Voltezuela.

Familia	Especie	Nombre común	Hábitat	UICN / CITES
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero	BQF	LC-II
Trochilidae	<i>Phaethornis anthophilus</i>	Ermitaño carinegro	BQF, VSA	LC-II
Trochilidae	<i>Chalybura buffonii</i>	Colibrí chillón	VAC	LC-II
Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	Garrapatero	PAL, VSA	LC-II
Falconidae	<i>Falco columbarius</i>	Esmerejón	VSA	LC-II
Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón aplomado	PAL	LC-II
Psittacidae	<i>Pionus chalcopterus</i>	Cotorra maicera	BQF	LC-II
Psittacidae	<i>Forpus conspicillatus</i>	Periquito de anteojos	BQF, VSA	LC-II
Psittacidae	<i>Psittacara wagleri</i>	Perico frentirrojo	BQF	NT-II
Parulidae	<i>Setophaga cerulea</i>	Reinita cerúlea	BQF	VU

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Especies con rango de distribución restringido

Para el Humedal La Voltezuela se registraron 10 especies con rango de distribución restringida. De estas especies dos fueron endémicas (END) y ocho casi endémicas (CEN). Las especies endémicas correspondieron a la Guacharaca colombiana (*Ortalis columbiana*) y el Atrapamoscas apical (*Myiarchus apicalis*). Las especies endémicas presentan una distribución restringida a un país en particular mientras que las especies casi endémicas presentan como mínimo el 50% de su distribución limitada a un país (Chaparro-Herrera et al. 2013). Dada la limitada distribución geográfica de estas especies su conservación es responsabilidad del país al cual pertenecen. En general las especies registradas presentan alta adaptabilidad a hábitat con niveles intermedios de intervención, lo que queda demostrado con la variabilidad en el tipo de hábitat ocupado por estas. No obstante, algunas como el Atrapamoscas apical pese a que suele frecuentar hábitats intervenidos como cultivos o áreas con vegetación secundaria está más asociada a bosques.

Tabla 20. Especies de aves con rango de distribución restringido registradas en el Humedal La Voltezuela.

Familia	Especie	Nombre común	Hábitat	Origen
Cracidae	<i>Ortalis columbiana</i>	Guacharaca	CUL, VSA	END

Familia	Especie	Nombre común	Hábitat	Origen
		colombiana		
Trochilidae	<i>Phaethornis anthophilus</i>	Ermitaño carinegro	BQF, VSA	CEN
Trochilidae	<i>Chlorostilbon gibsoni</i>	Esmeralda piquirroja	VAC	CEN
Psittacidae	<i>Pionus chalcopterus</i>	Cotorra maicera	BQF	CEN
Psittacidae	<i>Forpus conspicillatus</i>	Periquito de anteojos	BQF, VSA	CEN
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus multistriatus</i>	Batará carcajada	BQF, VSB	CEN
Tyrannidae	<i>Myiarchus apicalis</i>	Atrapamoscas apical	BQF	END
Troglodytidae	<i>Pheugopedius mystacalis</i>	Cucarachero bigotudo	BQF, VAC, VSA, VSB	CEN
Thraupidae	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	Cardenal pico de plata	BQF, CUL, VAC, VSA, VSB	CEN
Thraupidae	<i>Tangara vitriolina</i>	Tangara rastrojera	BQF, VAC, VSA, VSB	CEN

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Imagen 4. Especies con distribución restringida.



Izq. *Ramphocelus dimidiatus* (CEN); Cen: *Myiarchus apicalis* (END); Der: *Tangara vitriolina* (CEN)

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Especies Migratorias

De acuerdo con la clasificación de Naranjo et al. (2012) para el humedal La Voltezuela se presentan un total de 15 especies migratorias. Las especies migratorias son aquellas que realizan desplazamientos bien sea a nivel regional, local o global. En este sentido se reconocen tres grandes grupos de aves migratorias, las migratorias altitudinales, las migratorias locales y las migratorias latitudinales boreales y australes, es decir provenientes del hemisferio norte y el hemisferio sur respectivamente (Naranjo et al. 2012). Para el caso de las especies; Atrapamoscas petirrojo (*Pyrocephalus rubinus*) y Sirirí común (*Tyrannus melancholicus*), no está clara su definición como migratorias, dado que también presentan

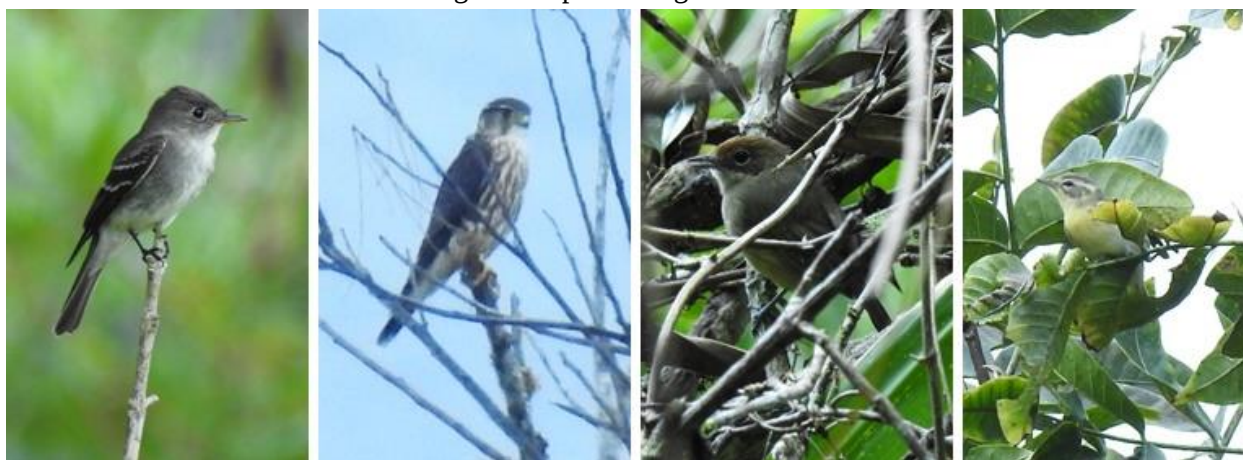
poblaciones residentes. En cuanto al Hormiguerito tizado (*Dysithamnus mentalis*), sus movimientos migratorios son de carácter local, es decir al interior de Colombia, mientras que las especies restantes corresponden migratorios boreales (provenientes del hemisferio norte).

Tabla 21. Especies de aves migratorias registradas en el Humedal La Voltezuela.

Familia	Especie	Nombre común	Hábitat
Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Andarriós maculado	CAA
Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	Cuco americano	VSB
Falconidae	<i>Falco columbarius</i>	Esmerejón	VSA
Thamnophilidae	<i>Dysithamnus mentalis</i>	Hormiguerito tizado	BQF
Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	Pipí oriental	BQF, CUL, VAC, VSB
Tyrannidae	<i>Empidonax alnorum</i>	Atrapamoscas alisero	VAC
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Atrapamoscas petirrojo	VAC
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sirirí común	VAC, VSA
Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal buchipecoso	VSA
Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	Reinita candela	BQF
Parulidae	<i>Setophaga cerulea</i>	Reinita cerúlea	BQF
Parulidae	<i>Setophaga pitiayumi</i>	Reinita tropical	VAC
Parulidae	<i>Cardellina canadensis</i>	Reinita de Canadá	BQF, VAC, VSA
Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	VAC
Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Pinzón degollado	VSA

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Imagen 5. Especies migratorias.



Izq. Contopus virens; Cen. Falco columbarius; Cen. Dysithamnus mentalis; Der. Setophaga fusca.

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Análisis y conclusiones

El número de especies registradas en el Humedal La Voltezuela representa una riqueza importante, pese a los procesos de intervención que se observan en las áreas aledañas. Esta

riqueza esta principalmente ligada a la presencia de algunos fragmentos de bosque primario y áreas con vegetación secundaria alta y baja en la zona. No se lograron identificar especies de aves estrictamente acuáticas como sería de esperar en un humedal. Las únicas especies registradas de este tipo fueron el Andarrios maculado (*Actitis macularius*), el Martin pescador gigante (*Megaceryle torquata*), el Coclí (*Theristicus caudatus*), el Ibis negro (*Phimosus infuscatus*) y la Chilacoa colinegra (*Aramides cajaneus*). Sin embargo, las dos primeras especies fueron observadas en zonas con espejos de agua artificiales localizadas en las zonas cercanas al humedal y en el caso del Coclí este fue registrado como transeúnte, es decir sobrevolando la zona. La ausencia de especies acuáticas como Patos, Garzas, Pollitas de agua o Gallitos de ciénaga, estaría directamente relacionada con la ausencia de espejo de agua permanente o estacional de carácter natural en el Humedal.

No obstante, en el Humedal La Voltezuela la vegetación acuática en cuerpos de agua (VAA) fue frecuentada por cerca del 50% de todas las especies registradas en la zona, por lo que asumiría un rol importante en el sostenimiento de dichas poblaciones. La composición de la vegetación en esta zona es el principal factor que incide en el establecimiento de la comunidad de aves del Humedal, dado que ofrece alimento en especial para aves frugívoras, nectarívoras y granívoras, gracias a la presencia de especies de plantas como Cope (*Clusia cf ellipticifolia*), Yarumo (*Cecropia obtusifolia*), Lacre (*Vismia baccifera*), Arrayan (*Myrcia* spp.), Caña agria (*Costus spiralis*), Coralito (*Erythrina* sp.) y demás especies pertenecientes a las familias Heliconiaceae (Heliconias), Ericaceae (Uvitos), Poaceae (Pastos) y Cyperaceae (Cortaderas).

Se destaca también la presencia en el Humedal de zonas con bosque primario intervenido en donde fue posible registrar especies poco comunes como el *Arremon brunneinucha* o el *Platyrinchus mystaceus*, los cuales presentan alta afinidad por el bosque, aunque puedan frecuentar otros tipos de hábitats. Es importante resaltar la presencia en las zonas con vegetación secundaria baja del Hormiguero ojirrojo (*Pyriglena leuconota*) y el Hormiguerito tizado (*Dysithamnus mentalis*) los cuales también presentan alta afinidad por el bosque y en especial por el sotobosque por lo que son denominados como insectívoros de sotobosque. Según (Şekercioğlu et al, 2002) estas especies no toleran los claros por lo cual se les dificulta desplazarse entre parches de bosque distanciados a menos que haya corredores de conectividad a través de los cuales se puedan mover. Estas especies, por ende, son las primeras en desaparecer durante procesos de fragmentación y su presencia en este caso en el Humedal La Voltezuela, estaría indicando que este aún mantiene corredores que lo conectan con otros parches de bosque, lo que resultaría de vital importancia mantener para garantizar la permanencia de estas especies en la comunidad de aves del Humedal. De perderse esta conectividad estas dos especies serían las primeras en desaparecer efectuándose así su extinción a nivel local y con ello la pérdida de sus funciones ecológicas dentro del ecosistema como el control de poblaciones de insectos.

La presencia en el Humedal de diferentes especies de aves migratorias entre ellas la Reinita cerulea sugiere que este es un espacio vital de arribo para este grupo de aves provenientes del hemisferio norte, dado que les garantiza, alimento y refugio o simplemente como lugar de descanso mientras continúan con sus recorridos.

Limnología

Factores fisicoquímicos

Para el estudio de los parámetros fisicoquímicos (orgánicos, inorgánicos y microbiológicos) se definió una estación de monitoreo en el punto de evacuación de agua del humedal, con el objetivo de validar las condiciones de calidad de agua en las que se encuentra el recurso hídrico al salir de este ecosistema.

Imagen 6. Punto de monitoreo de calidad de agua del Humedal La Voltezuela



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

A continuación, se relacionan las características más relevantes observadas en la estación de monitoreo definida para el humedal La Voltezuela.

Tabla 22. Características de la estación de monitoreo

HUMEDAL LA VOLTEZUELA	
Características de la fuente hídrica	
Área:	13,7 hectáreas
Perímetro:	2256,0 metros
Municipio:	Garzón
Vereda:	Miraflores
Sistema acuático:	Léntico
Tipo Sedimento:	Lodoso

HUMEDAL LA VOLTEZUELA	
Características de la fuente hídrica	
Condición climática para el muestreo:	Soleado

Fuente: Alta Biotecnología Colombiana S.A.S, 2017

Imagen 7. Detalle del punto de monitoreo de calidad de agua del Humedal La Voltezuela



Fuente: Repizo & Villarraga, 2017

Tabla 23. Parámetros insitu para la estación de monitoreo del humedal La Voltezuela

Parámetros	Unidades	Voltezuela
Ph	Und pH	6,39
Conductividad	μS/cm	53,5
Temperatura muestra	°C	18,7
Saturación de Oxígeno	%	52,7
DBO5	mg =O2 /L	<10
DQO	mg =O2 /L	56,6
Oxígeno Disuelto	mg O2/L	4,99
Turbiedad	NTU	17
Coliformes Totales	NMP/100 ml	16000
Escherichia Coli	NMP/100 ml	40
Fosfatos	Mg PO4/L/L	0,56
Color real	U Pt-Co	335
Nitritos	Mg NO2 /L	<0,02
Nitratos	Mg NO3/L	<0,6

Fuente: Alta Biotecnología Colombiana S.A.S, 2017

De la información reportada, se infiere que la temperatura ambiente registrada en el área de influencia del humedal La Voltezuela, en el momento del monitoreo es coherente con la reportada por la muestra (con un valor de 18,7°C) y además incide en las condiciones fisicoquímicas como el desarrollo de reacciones químicas y biológicas.

Adicional a ello, se infiere que la muestra analizada para el humedal La Voltezuela presenta un grado de mineralización “Muy Débil (<100 μS/cm) (Rodier, 2009) con una conductividad de 53,5 μS/cm.

Referente al oxígeno disuelto, en aguas naturales, se recomienda una concentración mínima de 4.0 mg/L para mantener las buenas condiciones de las poblaciones de peces. Teniendo en cuenta que el humedal La Voltezuela presenta un nivel de 4,99 mg O₂/L, se infiere que posee un nivel aceptable de oxígeno disuelto para el sostenimiento de la biodiversidad de flora y fauna tanto en su zona inundable como en su zona de transición al área seca, sin embargo, hay que tener en cuenta la evaluación de los demás factores que igualmente influyen frente a la presencia de la biodiversidad en el cuerpo de agua objeto de trabajo.

El pH para el humedal La Voltezuela registra un valor de 6,39 unidades, presentando una tendencia levemente ácida, la cual está dentro del rango exigido en los artículos 38, 39 y 40 del Decreto 1594 de 1984.

Durante el periodo de evaluación del presente estudio, el valor del ICA-NSF para el agua del humedal La Voltezuela reporta valores de Calidad Mala con un valor de 49,04, encontrándose dentro del rango de 26-50. Las aguas con un ICA de categoría mala, presentan niveles muy bajos de diversidad de organismos acuáticos con un notable aumento en el crecimiento de las poblaciones de algas acompañado por procesos de eutrofización.

Factores hidrobiológicos

Fitoplancton

Composición y riqueza

La comunidad de microalgas estuvo caracterizada por la presencia de 3 divisiones, 3 clases, 11 órdenes, 12 familias y 15 especies (Taxa), en ella se pudo destacar a la división Bacilariofitas (Diatomeas) con una riqueza de 9 taxa, seguido de las algas verdes con 5 taxa y por último los euglenidos con una taxa. Este tipo de organismos son mucho más representativos dentro de la comunidad perifítica, sin embargo, pueden encontrarse dentro de la comunidad planctónica y pueden ser una señal de muestras tomadas en aguas someras o con un alto grado de sedimentación (Ramírez y Viña, 1998). Al tratarse de un sistema lentic lo más probable es que se tenga una alta sedimentación y que tiende a acumularse sobre el fondo y en algunos casos a ser removida por otro tipo de organismos re suspendiendo el material particulado. Este comportamiento sucede de forma natural y la entrada de sedimentos ayuda a la modelación del lecho de la cuenca lo cual es típico en sistemas tipo humedal.

Tabla 24. Composición taxonómica de las microalgas fitoplanctónicas en el humedal Voltezuela

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA
Euglenophycota	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp.</i>

Chlorophyta	Chlorophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp.</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp1.</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella sp.</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Achnanthes	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis sp.</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Thalassiosiphysales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp.</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp2.</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp.</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp.</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlorococcales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum sp.</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Crucigenia sp.</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Closterium sp.</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp.</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis sp.</i>

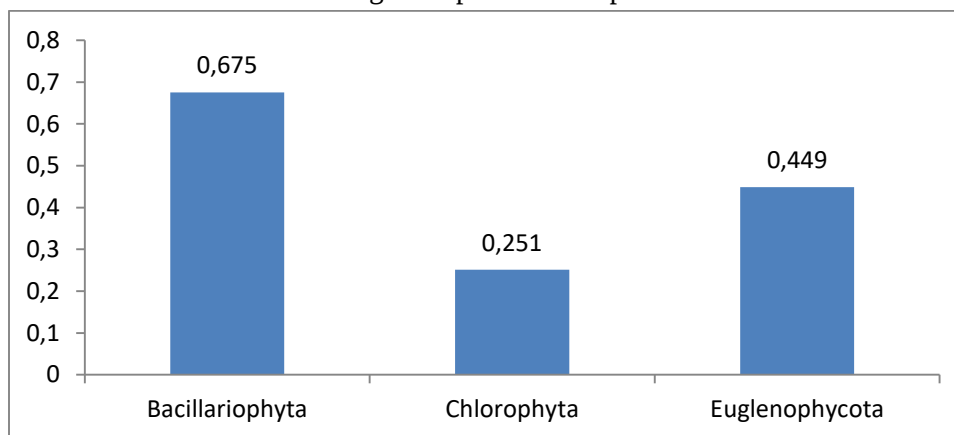
Fuente: Alta Biotecnología Colombiana S.A.S, 2017

En este sistema lentic lo la acumulación de materia orgánica fue observada en gran cantidad debido principalmente a la poca profundidad observada y a la presencia excesiva de especies arvenses. Esto permite que la presencia de otro tipo de micro algas se reducida y por tal motivo se evidencia una dominancia marcada por el grupo de las diatomeas. Asimismo, estas características físicas actuales del ecosistema promueven la descomposición de materia orgánica generando un aporte inmenso de nutrientes lo cual genera un aumento en la producción del plancton, lo cual conlleva a grandes aportes de O₂ en horas del día mientras que este sería consumido en gran parte en horas de la noche y sería remplazado por CO₂ generando condiciones de hipoxia.

Abundancia

La comunidad fitoplanctónica para este punto de muestreo se caracterizó por presentar una abundancia total de 2,748 Ind/mL. Siendo el grupo de las diatomeas en más abundante (0,674 Ind/mL), seguido de los euglenidos 0,449 Ind/mL y las algas verdes el menos abundante con 0,251 Ind/ML, corroborando lo interpretado en la composición de la comunidad. Las diatomeas son consideradas uno de los grupos microalgales más abundantes y al mismo tiempo cosmopolita, debido a la gran plasticidad ecológica que estas poseen frente a los diferentes retos medioambientales que cada ecosistema presenta, estas se asocian de manera directa con ecosistemas con altas concentraciones de nutrientes (eutróficos), con aguas bajas en Ca⁺⁺ y muy poca profundidad en el sitio de muestreo (Pinilla, 2000; Ramírez, 2000).

Gráfico 14. Abundancia de las microalgas fitoplanctónicas presentes en el humedal La Voltezueta



Fuente: Alta Biotecnología Colombiana S.A.S, 2017

Las algas verdes y los euglenidos apoyan la idea de que el sistema se encuentra totalmente eutrofizado (Ramírez, 2000). Estos organismos son claros indicadores de hipoxia, poca profundidad, gran cantidad de sedimentos, presencia de materia orgánica en descomposición, entre otras condiciones que promueven a gran velocidad la eutrofia. Es de resaltar que las características físicas actuales del humedal propician intrínsecamente la eutrofia y no tiene lugar por procesos antrópicos.

Zooplancton

Composición y Riqueza

La comunidad de organismos zooplanctónicos estuvo caracterizada por 3 Phylum, 3 Clases, 3 Órdenes, 5 Familias y 5 taxa, siendo más rico el filo de los rotíferos con 3 taxa (*Lecane* sp., *Brachionus* sp. y *Rorataria* sp.). Del mismo modo como lo descrito para el humedal Marengo, estos organismos son clasificados exclusivamente para aguas dulce pues es de allí su procedencia, suelen resistir pH elevados y encontrarse en aguas con altas concentraciones de calcio, cloruros, sulfatos y carbonatos, por lo que son considerados indicadores de aguas altamente eutrofizadas y poco profundas (Roldán y Ramírez, 2008).

Tabla 25.Composición taxonómica del zooplancton en el humedal La Voltezueta

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i> sp.
Rotifera	Monogonta	Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra</i> sp.
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Bosminidae	<i>Bosmina</i> sp.
Rotifera	Monogonta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus</i> sp.
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Diffugiidae	<i>Diffugia</i> sp.

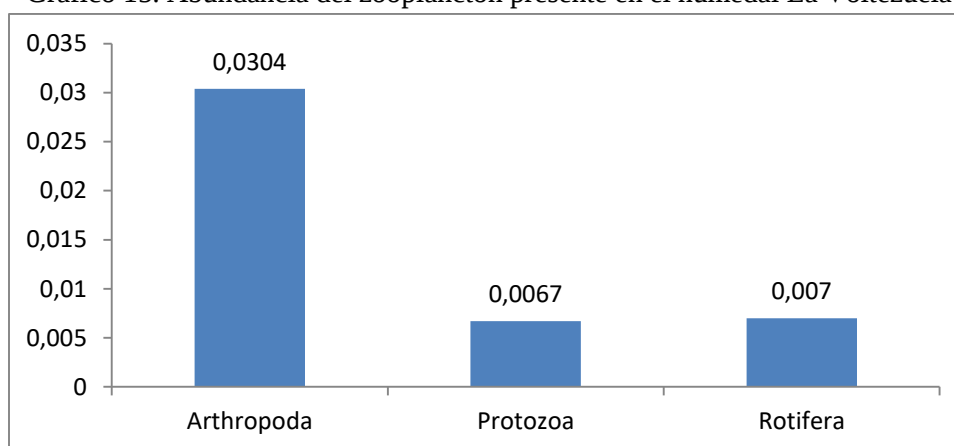
Fuente: Alta Biotecnología Colombiana S.A.S, 2017

Abundancia

En esta oportunidad la comunidad del zooplancton presentó una abundancia total de 0,0880 Ind/mL, en donde los organismos artrópodos fueron los que mayor aporte realizaron con 0,0304 Ind/mL, seguido de los rotíferos y posteriormente los protozoarios.

Los organismos braquiópodos del género *Bosmina* son capaces de tolerar niveles bajos de oxígeno (hipoxia) lo cual es evidente que sucede al interior del medio debido a la gran cantidad de macro vegetación y la poca columna de agua y a los procesos de descomposición que tienen lugar por el gran contenido de material vegetal en sus aguas. En términos generales los braquiópodos (*Bosmina* sp.) evidencian un cuerpo de agua con tendencia a la eutrofización (Pinilla, 2000).

Gráfico 15. Abundancia del zooplancton presente en el humedal La Voltezuela



Fuente: Alta Biotecnología Colombiana S.A.S, 2017

Los rotíferos (Monogonta) y los protozoarios (Lobosa) son grupos taxonómicos en los cuales sus representantes indican que al interior del medio existe una condición de eutrofia (Pinilla, 2000) proceso en el cual se incrementa la concentración de nutrientes y por ende la productividad del ecosistema, tal como se ha venido mencionando. No obstante, esta premisa se confirma con el hecho de haber encontrado artrópodos como los braquiópodos, pues la presencia de estos grupos en particular en un mismo sistema y que se encuentren ejerciendo predominio sobre otros que estuvieron ausentes (p.e. nematodos, copépodos) que también pueden indicar eutrofia, son una clara señal no solo de material orgánico presente sino también de alta conductividad lo cual conlleva a que el agua se encuentre altamente mineralizada (Pinilla, 2000; Ramírez y Viña, 1998).

Índices Ecológicos

Se realizó la aplicación de índices ecológicos de diversidad para cada una de las comunidades planctónicas en el punto de muestreo, los cuales demostraron una diversidad baja con un rango de $H'_{\text{Voltezuela}} = 1,91$ bits/Ind para el fitoplancton y 0,91 bits/Ind para zooplancton, asimismo presentó un rango de valores para el índice de dominancia de Simpson para los mismos puntos de muestreo de $\lambda_{\text{Voltezuela}} = 0,21$ para fitoplancton – 0,52 para zooplancton y una uniformidad de $J'_{\text{Voltezuela}} = 0,70$ para fitoplancton – 0,57 para zooplancton.

Tabla 26. Índices de diversidad para las comunidades planctónicas en el humedal La Voltezuela

Comunidad	S	N	λ	$1-\lambda$	H'	J'
FITOPLANCTON	15	383	0,21	0,79	1,91	0,70
ZOOPLANCTON	5	139	0,52	0,48	0,91	0,57

Donde, S: Riqueza de especies, N: Individuos, λ : Dominancia de Simpson, $1 - \lambda$: Diversidad de Simpson, H' : Diversidad de Shannon-Wiener, J' : Uniformidad de Pielou.

Fuente: Alta Biotecnología Colombiana S.A.S, 2017

Los resultados anteriormente descritos, indican según Roldán y Ramírez (2008), que en términos de diversidad de Shannon – Wiener se está tratando de un cuerpo de agua contaminado a causa de procesos de eutrofización, grandes cantidades de materia orgánica acumulada y muy poca profundidad. Este sistema no solo puede presentar la condición de eutrofia por la alta carga nutreica y disponibilidad de oxígeno que se encuentra a disposición en el sistema, sino que su poca profundidad, poca a casi nula movilidad de sus aguas, la elevada cobertura vegetal, entre otros factores físicos, actual como modeladores en la acumulación de sedimentos, minerales y coloides que de una u otra manera promueven la eutrofia (Burgos, 2010).

De acuerdo al índice de Simpson (dominancia), la comunidad del fitoplancton y zooplanctónica no evidencian dominancia alguna (Valores cercanos a 1 indican dominancia, alejados de 1 indican diversidad $1-\lambda$) y en contra posición uniformidad elevada (Valores de J'), presentando el fitoplancton una estructura más homogénea con respecto al zooplancton, basado en la diversidad de taxa encontrados por grupo taxonómico.

Macroinvertebrados acuáticos

El proceso de caracterización de macroinvertebrados acuáticos en el humedal La Voltezuela para la evaluación del índice BMWP, permitió llevar a cabo la identificación de 58 individuos pertenecientes a 2 clases, 5 órdenes, 7 familias y 7 especies diferentes, los cuales se relacionan en la siguiente tabla.

Tabla 27. Macroinvertebrados acuáticos identificados en el humedal La Voltezuela

HUMEDAL LA VOLTEZUELA VEREDA MIRAFLORES						
No.	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	CANTIDAD	BMWP
1	Insecta	Coleoptera	Gyrinidae	<i>Gyrinus sp</i>	2	5
2			Elmidae	<i>Heterlimnius sp</i>	1	7
3			Haliplidae	<i>Haliplus sp</i>	1	4
4		Diptera	Chironomidae	<i>sp</i>	2	2
5		Hemiptera	Notonectidae	<i>Notonecta sp</i>	1	5
6		Odonata	Libellulidae	<i>Erythodiplax sp</i>	1	5
7	Turbellaria	Tricladida	Planariidae	<i>Dugesia tigrina</i>	50	5
TOTAL					58	33,00

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Imagen 8. Especies de macroinvertebrados acuáticos identificados en el humedal La Voltezuela



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

A excepción de la familia Elmidae, el resto de familias reportadas para el humedal La Voltezuela poseen valores muy bajos para el cálculo del índice BMWP, es decir que el cuerpo de agua del humedal La Voltezuela alberga un gran número de familias que toleran aguas contaminadas. Es por ello que a partir de los resultados obtenidos se infiere que el humedal La Voltezuela presenta aguas muy contaminadas con un índice BMWP/Col de tan solo 33 encontrándose dentro del rango 17 – 35, valor que coincide con los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos ya desarrollados en donde el humedal La Voltezuela recibe una calificación de calidad Mala, que afecta la presencia y desarrollo de biodiversidad en el medio acuático de este ecosistema.

Servicios ecosistémicos

El humedal La Voltezuela es un ecosistema que se encuentra inmerso en sistemas agropecuarios, el cual no es reconocido por parte de las personas ubicadas en su periferia, las cuales ven como prioridad la implementación de acciones para lograr el secado permanente del lugar para la ampliación de coberturas de cultivos y pasturas. Sin embargo, este ecosistema presta unos servicios vitales no solo a los habitantes cercanos, sino a la región en general, los cuales se mencionan en la siguiente tabla.

Tabla 28. Bienes y servicios ecosistémicos ofrecidos por el humedal La Voltezuela

Suministro de servicios	Productos obtenidos de los ecosistemas	✓ Oferta y reserva del recurso hídrico ✓ Alimentación del ganado ✓ Hidratación de cultivos
Regulación de servicios	Beneficios obtenidos de los procesos de regulación de los ecosistemas	✓ Regulación del clima ✓ Regulación de caudales ✓ Purificación del agua ✓ Conservación de la biodiversidad
Servicios culturales	Beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas	✓ Procesos Educativos ✓ Patrimonio cultural
Servicios de soporte	Servicios necesarios para la producción de todos los otros servicios del ecosistema	✓ Formación de suelos ✓ Ciclado de nutrientes ✓ Producción de agua

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

3.2.4. Aspectos socioeconómicos

Economía

La principal actividad económica desarrollada en el municipio de Garzón es la Agricultura representada en primera instancia por el cultivo de café, el cual es sembrado en cerca de 79 veredas con aprox. 6170,2 Has ocupadas, siguiendo otros cultivos permanentes como caña panelera, plátano, frutales, cacao, y como cultivos transitorios como tabaco, arroz, hortalizas, frijol y maíz. En segunda instancia se encuentra el sector Pecuario con la producción de Bovinos de doble propósito (carne y leche) con aprox. 9109 cabezas, predominando la raza Criollo con cruce de Cebú (50 %), con cruce de Holstein (30%), con Pardo Suizo (10 %); Cebú con cruce de Holstein y Normando (10 %). La producción Avícola con aprox. 49165 aves, establecidas mediante la cría de pollos de engorde y aves de postura en galpones y en patio. En la producción Porcina predominan los mestizos de las razas Duroc - Jersey con criollo (50%), Criollo con Landrase y con York Shice (10%), Duroc con Jersey (20 %), y criollos (20%). La producción Caprina está presente en el municipio a muy baja escala en explotación de leche. Estas producciones no constituyen una industria como tal, sino más bien una actividad complementaria del campesino para mejorar sus ingresos. Además, existe en el municipio de Garzón, la especie Equina que es usada para carga y transporte. En la Cuadro No. 49, se relacionan las especies bovina, equina, porcina y aves relacionando el número aproximado de cada una, según los datos

obtenidos mediante la encuesta realizada con la comunidad de la zona rural. (PBOT Garzón 2000).

Para la vereda Miraflores predomina la producción de caña panelera, seguida por los cultivos de café y maíz, los cuales históricamente han sido los más representativos para esta zona, sin embargo, durante los últimos años ha cobrado mucha relevancia y se han ocupado grandes extensiones de tierra para el establecimiento de cultivos de lulo, a través del arrendamiento de lotes en donde personas externas a la región, utilizan las tierras por periodos cortos de tiempo para la producción de este cultivo. Es de resaltar que muchas de las personas que habitan la zona, no poseen predios de grandes extensiones de tierra para el desarrollo de actividades productivas, por lo cual deben recurrir a trabajar por jornales y de esta manera poder sostener sus familias y la economía de sus hogares.

Vivienda

Los materiales utilizados para la construcción de la vivienda rural en el municipio de Garzón son barro, guadua y paja, que en conjunto se denomina “bahareque”. Es una ventaja cualitativa para la zona rural, al ser térmico, sismo-resistente, con bajos costos de mantenimiento y muy ecológico. El 50% de las viviendas de las veredas están construidas en este material. (PBOT Garzón 2000). En la siguiente tabla se muestran los materiales predominantes en las viviendas de cada vereda.

Tabla 29. Materiales utilizados para la construcción de viviendas rurales en el municipio de Garzón

MATERIALES	No. VEREDAS	Porcentaje %
Bahareque	45	50.5
Madera	1	1.1
Bahareque - ladrillo	8	9.0
Bahareque - madera	3	3.3
Bahareque - bloque	18	20.2
Bahareque - bloque - ladrillo	14	15.7

Fuente: PBOT Garzón. 2000.

Se evidencia un déficit en el equipamiento para el servicio comunitario; es muy frecuente la utilización de infraestructura educativa para diferentes tipos de actividades. También hay déficit en servicios complementarios como mataderos, cooperativas y servicios de comunicaciones.

Para el caso específico de la vereda Miraflores, las viviendas más antiguas se encuentran construidas en su gran mayoría en bahareque, algunas con pisos de cemento y otras en tierra y tejas de zinc, seguidas por las nuevas construcciones las cuales son establecidas en concreto, pisos de cemento y tejas de zinc. Coincidiendo con lo mencionado en el plan básico de ordenamiento territorial, la vereda Miraflores carece de un lugar para los

diferentes encuentros comunitarios, debido a ello la comunidad tiene como punto de encuentro la escuela veredal en donde realizan todo tipo de reuniones y socializaciones en los momentos que se requiere.

Servicios públicos

Alcantarillado

La zona rural del municipio de Garzón carece en un gran porcentaje de sistema de alcantarillado, pues los centros poblados de Zuluaga, San Antonio y la Jagua son los únicos que cuentan con la prestación de este servicio. La Vereda Miraflores por su parte, carece de un sistema de alcantarillado público, por lo cual cada una de los hogares se ve en la necesidad de establecer sus propios sistemas de tratamiento de aguas residuales tales como pozos sépticos, aunque muchos de ellos no sean funcionales por falta de conocimiento y/o mantenimiento.

Energía eléctrica

En el municipio de Garzón, el servicio eléctrico es prestado por la empresa Electrificadora del Huila ELECTROHUILA, cuyo suministro se recibe del sistema de interconexión Bogotá – Popayán; de la energía producida en la represa de Betania, Prado, y micro central la Pita. La vereda Miraflores no es la excepción y tiene una cobertura del 100% de sus viviendas con un servicio óptimo para el desarrollo de actividades cotidianas y productivas como lo es el beneficio del café, el procesamiento de la caña y demás actividades económicas.

Telecomunicaciones

A causa de la carencia de la telefonía fija a lo largo del área rural del municipio de Garzón, se ha masificado el uso del teléfono celular a través de los operadores de Claro, Movistar, y Avantel como la principal herramienta de comunicación tanto entre los habitantes de la vereda como con el resto del territorio nacional. Adicionalmente la comunidad de la vereda Miraflores escucha la emisora radio Ocho de Garzón como el medio más efectivo y rápido para enterarse de los acontecimientos tanto locales como nacionales que ocurren en la actualidad.

Transporte

El 88.7% de las veredas tienen acceso a servicio de transporte. El tipo de transporte más utilizado en la zona rural está distribuido así: línea - campero (29 veredas), Campero -

Colectivo (13 veredas), Línea (30 veredas), campero (8 veredas), Colectivos (6 veredas), Taxis (2 veredas).

La siguiente tabla muestra la cobertura del servicio de transporte de la empresa COOTRANSGAR LTDA., en la zona rural, en donde se resalta la vereda Miraflores en donde el transporte es cubierto por la ruta 1, además de contar con el servicio constante de mototaxistas informales que prestan el servicio de transporte desde el centro poblado de Garzón hasta los lugares donde se requiera. Igualmente es muy común que cada familia cuente con su propio medio de transporte como la motocicleta, generando autonomía en los desplazamientos constantes que se requieran.

Tabla 30. Transporte zona rural del municipio de Garzón

TRANSPORTE ZONA RURAL MUNICIPIO DE GARZÓN	
RUTA 1	Garzón a : Alejandría, Alto Batán, Batán Bajo, Cruce San Gerardo, Cruce La Pita y Bellavista, Puente San Miguel, Agua Blanca, Claros, Alto Santa Marta, Escuela Santa Marta, Alto Fátima, Escuela Fátima, Alto San Miguel, Escuela San Miguel, Escuela Bellavista, Humbría(*), Vergel, Estación(*), Vega Gigante(*), Zuluaga, La Azulita, Villa Rica, Macarena(*), La Esmeralda, Los Medios, Miraflores , Cedral, La Eureka o Tambo(*), Lagunilla(*), Arrayan(*), Hatoviejo (*) y Puente Guacas(*)
RUTA 2	Garzón a: La Punta (*), Pelahuevos (*), San Guillermo, Quebradón (*), Piedra Gorda (*), Cigarra (*), Yarumal (*), Recreo, Escuela Pan de Azúcar, Cruce de Pan de Azúcar, Escuela de Mesitas, Cruce de Mesitas, Escuela de Primavera, Filo de Platanares, Villa Hermosa, Las Delicias, Vega de Platanares, Alto Las Mercedes, Escuela Las Mercedes, Los Pinos, Escuela del Mesón, La Cabaña, La Cañada, Líbano, Alto de Providencia, Providencia, San José, La Florida, Filo Rico, San Rafael.
RUTA 3	Garzón a: Trinidad, San Luis, San Pedro, San Antonio, Agua Caliente, Guayabal, La Aurora, El Descanso, Filo de Guayabal, Cruce La Ulama, El Socorro, El Mirador, Panorama, Caguancito, Cruce Caguán, Cruce Mocoa, Buenos Aires, Alto San Isidro, Escuela de Mocoa, Escuela Caguán, Paloquemao, Brisas, Milagros, Soledad, Progreso, Potrerillos, Quebraditas.

Fuente: Resultados Investigación P.B.O.T. Garzón, 2000

3.2.5. Problemática Ambiental

El Humedal La Voltezuela evidencia un acelerado proceso de deterioro en el componente suelo a causa del pastoreo de ganado bovino presente en el área, adicional a ello se enfrenta a un acelerado proceso de secamiento por la apertura de zanjas que amenazan con la extinción de este ecosistema para la ampliación de sistemas productivos. Las aplicaciones de plaguicidas, fungicidas y demás tóxicos en el ambiente por la presencia de amplios cultivos de lulo, amenazan de igual forma la presencia de biodiversidad representativa de la región.

Factores de perturbación

Durante las visitas a campo, se realizaron los registros de factores antrópicos que producen cambios en los atributos físicos, químicos y biológicos del humedal La Voltezuela como canalizaciones, formación de diques, descargas, cambios en los límites agrícolas, control de

inundaciones y contaminación, que constituyan información relevante para el proceso de zonificación y propuesta de manejo.⁷

Resultados

Una vez revisado con detalle el área del Humedal La Voltezuela, se logró evidenciar que se realizó una excavación con el objetivo de crear un espejo de agua ya que este no lo presenta de forma natural, cuya finalidad es extraer agua para riego del cultivo de lulo.

Imagen 9. Excavación realizada para la extracción de agua para riego de cultivos de lulo



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Adicionalmente se observó que cerca al humedal se encuentran pequeñas extensiones en cultivos de café (*Coffea arabica*), lulo (*Solanum quitoense*) y Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). De acuerdo con lo encontrado en campo en el proceso de descereza y lavado se vierten las aguas mieles directamente al Humedal, pues según mencionan algunos habitantes no se cuenta con filtros para el tratamiento de estos vertimientos, en el caso del cultivo de lulo este se encuentra a unos 20 m de la zona inundable del Humedal, y allí realizan la fumigación al cultivo y es probable que residuos tóxicos de estos químicos lleguen directamente al área del humedal. Además, existen áreas de potreros dominados por coberturas de pastos limpios en donde se desarrolla un tipo de ganadería a pequeña escala y no existe ningún tipo de asociaciones con otras especies de hábitos arbóreo o herbáceo.

Imagen 10. Cultivos y pastos limpios establecidos en límites del humedal La Voltezuela



⁷ El término “factores de perturbación” se utiliza en este documento para referirse a tensores ambientales de origen antrópico que pueden ser considerados como factores de transformación o afectación en los ecosistemas. según Naranjo y colaboradores (1999),

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Es importante mencionar que en el Humedal el ganado bovino entra a zona inundable y de bosque generando gran impacto en la vegetación desplazando a especies de aves, anfibios y reptiles que se refugian en estas zonas y no existe ningún tipo de aislamiento para evitar esta problemática.

Imagen 11. Zona de bosque afectada por ganado bovino



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Adicional a ello, se incluyen otros factores que afectan las condiciones naturales y el equilibrio en los procesos naturales del humedal La Voltezuela, los cuales se mencionan a continuación.

- La apertura de zanjas y canales tanto para el secado de los suelos que a la fecha no son cultivables, como para la generación de abrevaderos para el ganado bovino presente en el área.
- La ignorancia por parte de la comunidad asentada en zonas aledañas, quienes desconocen las bondades y beneficios que reciben por parte del ecosistema de humedal.
- La compactación de suelos por el ingreso descontrolado de animales y humanos a la zona inundable del humedal, que afecta la capacidad de retención y purificación de agua por parte del mismo ecosistema.
- Afectación a la biodiversidad representativa de la zona a causa de las constantes aplicaciones de químicos a los cultivos de lulo y café ubicados en la periferia del humedal.

- La apertura de la vía que conecta a la vereda Miraflores con el resto de área rural del municipio de Garzón, la cual fracciona el ecosistema y corta la conectividad presente en la poca vegetación nativa que se encuentra en el sector.
- La mala disposición de residuos sólidos que genera graves problemas de contaminación, en especial con productos derivados de abonos y químicos empleados para el sostenimiento de cultivos en el sector.

4. DELIMITACIÓN DE HUMEDAL

Los humedales figuran entre los ecosistemas más productivos de la tierra, ayudan a mitigar inundaciones, retienen sedimentos, sustancias tóxicas y nutrientes, poseen una alta biodiversidad, controlan la erosión, almacenan carbono, proveen servicios de transporte y de recreación y son una fuente importante de alimento, es por ello que han jugado un papel primordial en el desarrollo y sostén de las sociedades en todas partes del mundo desde tiempos inmemoriales (Ministerio del medio ambiente 2001), es por ello que surge la necesidad de adelantar procesos de delimitación y zonificación que permitan la planificación y ejecución de acciones que garanticen el sostenimiento y conservación de las condiciones óptimas para el desarrollo de las funciones ecológicas del humedal y por ende la prestación de servicios ecosistémicos para el beneficio de las comunidades involucradas y la región.

4.1.Marco legal y metodológico

En Colombia, la ley 357 de 1997 aprueba la convención Relativa a los humedales de importancia internacional, en donde se genera un compromiso por la conservación de los humedales a través de su uso sostenible en el territorio nacional. Igualmente, la Resolución 157 de 2004 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, reglamenta el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales en Colombia y establece que los principales usos de los humedales deben ser aquellos que promuevan un uso sostenible, la conservación y la rehabilitación o restauración de estos ecosistemas.

Con la aparición de la Resolución 196 de 2006 por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo ambiental para humedales en Colombia, se plantean las metodologías a emplear para llevar a cabo los procesos de delimitación a través de la identificación de las cotas máximas de inundación con una recurrencia mínima de 10 años, a partir de la cual se definirá una franja protectora de hasta 30 metros con el objetivo de vincular las áreas dentro de las que se presentan las crecientes ordinarias, además de garantizar el equilibrio ecológico y funcional del humedal. Igualmente, la Ley 1450 de 2011 establece que los páramos y humedales deben ser delimitados a escala 1:25000 con

base en estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales adoptados por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial o quien haga sus veces, estudios que a su vez podrán restringir de manera parcial o total las actividades agropecuarias, de exploración de alto impacto y explotación de hidrocarburos y minerales.

Para llevar a cabo la delimitación del humedal La Voltezuela, se llevó a cabo la revisión de diferentes métodos propuestos tanto por la resolución 196 de 2006, como algunos insumos técnicos dados por el instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt.

Resolución 196 de 2006

Determina que la delimitación de los humedales podrá realizarse a través del método de puntos, el cual es un procedimiento desarrollado directamente en campo y que consiste en la identificación de la zona de transición entre el humedal y sus zonas de influencia a través de la identificación de vegetación hidrófila, vestigios de inundación que pueden ser identificados de manera visual, suelos saturados y la identificación de los diferentes patrones de drenaje del humedal, y el segundo método que consiste en la identificación de los niveles de máxima y mínima inundación con recurrencia de 10 años. Tan pronto se defina el límite del humedal, se procede a establecer un área buffer paralela de hasta 30 metros de ancha a partir de la cual se pueda garantizar el equilibrio y funcionalidad del ecosistema de humedal.

Delimitación de humedales a partir de criterios dados por el IAvH

La identificación del límite funcional en un ecosistema de humedal, según el instituto Humboldt, se debe llevar a cabo a partir del análisis de aspectos biogeofísicos, en donde se incluya la geomorfología como criterio fundamental, a través del conocimiento de la morfología y morfometría de las cubetas, la hidrología, con la caracterización y conocimiento de los patrones de inundación junto con las fuentes de abastecimiento y descarga del humedal. Los suelos hidromórficos y finalmente la vegetación hidrófila, que representa el criterio más certero para la identificación del límite, sobre todo en aquellos humedales que no han sufrido procesos de transformación y/o degradación en sus condiciones ecológicas.

Método seleccionado para la delimitación

Para la delimitación del humedal La Voltezuela, se decidió llevar a cabo a través del método de puntos, el cual se desarrolla a través de la caracterización de la vegetación hidrófila y la identificación de vestigios de inundación por medio de la observación directa en campo por razones que se describen a continuación.

- Es considerada como la estrategia más efectiva para la definición del límite funcional de un humedal.
- La ubicación del humedal permite un fácil y rápido acceso para llevar a cabo las observaciones requeridas dentro del proceso de delimitación.
- El tamaño del humedal permite llevar a cabo recorridos a través de su periferia para desarrollar los procesos de caracterización de vegetación hidrófila y la marcación de puntos que definan el límite del mismo.
- La carencia de imágenes satelitales para el desarrollo de análisis multitemporales no permite llevar a cabo los análisis para la identificación del límite en los periodos de máxima y mínima inundación como se requiere.

4.2. Resultados de la delimitación

Delimitación

El proceso de delimitación del humedal La Voltezuela contó con el apoyo de miembros de la comunidad, quienes a través de recorridos in-situ, aportaron información valiosa que junto al proceso de caracterización de vegetación acuática permitieron la definición del límite real de este ecosistema. A continuación, se muestran imágenes en las que se evidencian las áreas de transición entre suelos saturados con vegetación acuática hasta llegar a suelos secos con vegetación con características totalmente diferentes.

Imagen 12. Áreas de transición identificadas para la delimitación del humedal Voltezuela



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

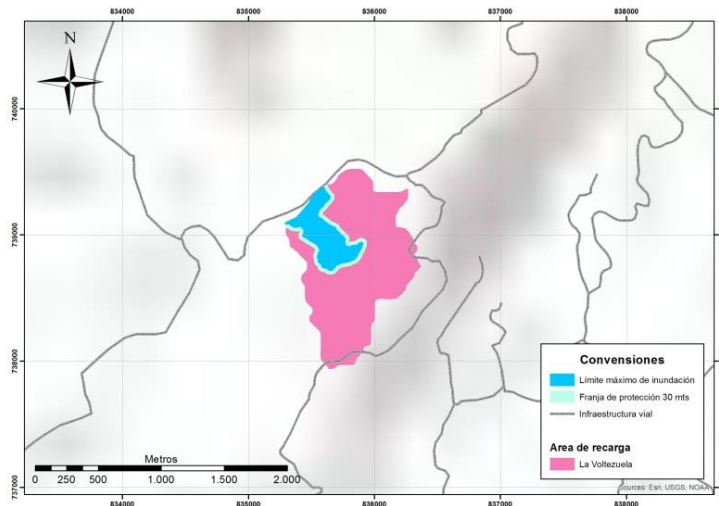
Imagen 13. Áreas de transición identificadas para la delimitación del humedal Voltezuela



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

A través del análisis de la información recolectada en campo y aquella disponible por otros estudios, se logró generar la cartografía en donde se muestra el límite de inundación del humedal La Voltezuela al igual que se identifica la ronda de protección, la cual corresponde a un área paralela al límite de inundación con un ancho de 30 metros.

Figura 12. Delimitación del humedal La Voltezuela y definición de su franja protectora



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

La información cartográfica determinó que el humedal La Voltezuela evidencia un área inundada de 13,71 has, área que se extiende hasta 14,78 has durante las temporadas de lluvias. Este proceso se evidencia al costado noreste del humedal en donde las pendientes

del suelo son leves y permiten el desplazamiento del agua, puesto que al sureste se encuentra la vía que conduce hacia el corregimiento de Zuluaga, afectando la dinámica hídrica del humedal, generando el crecimiento solamente hacia los sectores ya mencionados.

5. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

La zonificación ambiental parte del análisis de los diagnósticos biofísico y socioeconómico del área de influencia directa al humedal, buscando establecer, con base en criterios ecosistémicos definidos como oferta, demanda y conflictos ambientales, unidades homogéneas de manejo. El objetivo de esta fase es optimizar la funcionalidad del humedal, de acuerdo con sus condiciones naturales y socioeconómicas específicas, para ello, en primer lugar, se presentan los aspectos legales que guían la definición de la delimitación y zonificación ambiental, seguidos por los aspectos metodológicos; por último, se establece la zonificación de acuerdo a las unidades de manejo definidas con los regímenes de uso propuestos para cada una de ellas.

Según la resolución 196 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la zonificación de humedales, puede definirse 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, socio económicos 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 forma parte del recubrimiento de la superficie terrestre, ya sea de origen natural o cultural. Igualmente, la Zonificación Ambiental es concebida como una forma de planificación del uso de la tierra, pues se constituye como un instrumento técnico para la gestión del desarrollo sostenible; además, proporciona información sobre la capacidad y fragilidad del territorio y sus recursos naturales en forma sistematizada y localizada geográficamente, lo cual ayuda a la toma de decisiones sobre políticas de desarrollo, manejo y conservación de los ecosistemas y las actividades humanas.

El proceso de zonificación se realiza a partir de los resultados obtenidos en las fases de aprestamiento y diagnóstico, estableciendo áreas efectivas de preservación y protección ambiental, áreas de recuperación Ambiental y áreas de producción sostenible bajo condicionamientos ambientales específicos (en caso de ser necesario) con el fin de implementar las medidas que garanticen la sostenibilidad del humedal en sus componentes

ecológico, económico y social. Por tanto, a continuación, se sustenta el marco legal y metodológico a través del cual se basa el proceso de zonificación ambiental para los humedales objeto de manejo.

5.1. Marco legal y metodológico

A través de la ley 357 de 1997, se aprueba la Convención Relativa a los Humedales de importancia internacional, en donde se genera un compromiso por la conservación de estos ecosistemas a través de su uso sostenible en el territorio nacional. Por su parte, la Resolución 157 de 2004 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, reglamenta el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales en Colombia y establece que los principales usos de estos ecosistemas deben ser aquellos que promuevan un uso sostenible, la conservación y la rehabilitación o restauración de los mismos.

La resolución 196 de 2006, por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo ambiental para humedales en Colombia, plantea que el proceso de zonificación debe llevarse a cabo con la definición de tres zonas las cuales se describen a continuación.

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.

Además de ello, parte del proceso de zonificación incluye la definición de cada uno de los usos designados para cada zona de acuerdo a los siguientes criterios:

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 ambiental y/o manejo. Entrañan graves riesgos de tipo ecológico y/o para la salud y la seguridad de la población.

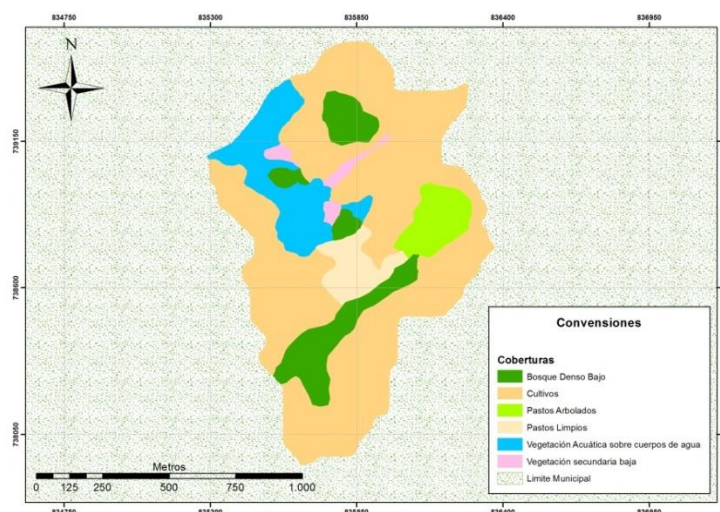
5.2. Resultados de la zonificación

Análisis de oferta y demanda ambiental

Para el análisis de oferta y demanda ambiental, inicialmente se definieron unidades homogéneas de análisis, las cuales fueron clasificadas de acuerdo a la interpretación de las coberturas. Esta definición de coberturas se llevó a cabo a través del análisis de imágenes satelitales del año 2014 con resolución de 3,9 m/pixel, comparadas con levantamientos realizados durante el trabajo de campo.

El análisis de las diferentes unidades de paisaje y la caracterización del componente flora en donde la riqueza de especies observada obedece principalmente a que el humedal presenta una gran heterogeneidad de hábitats y en estructura de las coberturas vegetales que circundan y se establecen en todo el humedal, algunas de ellas conformadas de manera natural y otras a través de la intervención antrópica, se definieron las siguientes coberturas del suelo.

Figura 13. Coberturas identificadas para el humedal La Voltezuela



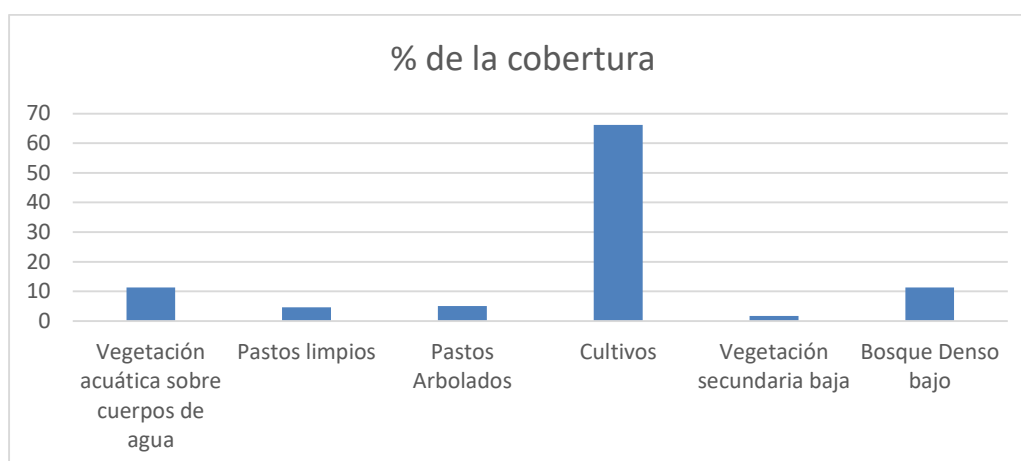
Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Tabla 31. Coberturas presentes en el humedal La Voltezuela

Cobertura	Uso Actual	Área total	% de la cobertura
Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	Áreas pantanosas	11,38	11,35
Pastos limpios	Pastoreo de ganado bovino	4,76	4,64
Pastos Arbolados	Pastoreo de ganado bovino	5,13	5,00
Cultivos	Producción cafetera	67,86	66,17
Vegetación secundaria baja	Áreas seminaturales	1,77	1,72
Bosque Denso bajo	Bosques y áreas seminaturales	11,65	11,36
TOTAL		102,55	100

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Figura 14. Porcentajes de las coberturas identificadas para el humedal La Voltezuela



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

La cobertura que predomina el área objeto de estudio, está representada por cultivos de caña, lulo, café y plátano, con un 66,17% del área total, seguidamente se encuentran las coberturas de bosque denso bajo, con un 11,36% y con un porcentaje muy similar la vegetación acuática sobre cuerpos de agua con un 11,35% las cuales se encuentran en zona inmediata al área inundable del humedal.

Adicional a ello, se encuentran los pastos limpios y pastos arbolados, con un total de 9,64% mostrando un área reducida destinada para el desarrollo de actividades ganaderas, y finalmente la vegetación secundaria baja con tan solo un 1,72% del área total, la cual evidencia que los procesos de regeneración de coberturas en el área de influencia directa del humedal son muy bajos.

Dentro de los servicios ecosistémicos brindados por el humedal La Voltezuela se destacan los siguientes: La regulación el caudal de la quebrada La Voltezuela, la cual tiene su origen dentro de la zona de recarga del humedal objeto de estudio, la conservación de la avifauna identificada durante el desarrollo de este estudio, la cual se encuentra representada por cerca de 100 especies distribuidas en diferentes estados de conservación, la recuperación de suelos que actualmente e ven presionados por el desarrollo de prácticas ganaderas poco amigables con el ecosistema, que a través de procesos de compactación, disminuye su capacidad de retención de agua para el abastecimiento de la flora en temporadas de sequía, la regulación de microclimas para los propietarios de predios vecinos que gozan de climas agradables gracias a las coberturas que se conservan en zonas aledañas al humedal. Finalmente se resalta la importancia de este ecosistema como entorno cultural para el desarrollo de prácticas de educación ambiental y posible desarrollo turístico como estrategia económica para los habitantes del sector.

Demanda

Actualmente el humedal es utilizado a través de malas prácticas agropecuarias para el riego de grandes extensiones de cultivos de lulo que anteriormente correspondían a potreros utilizados en procesos de ganadería extensiva. Igualmente, aún se desarrollan a menos escala la producción ganadera, la cual utiliza parte del humedal como lugar de abastecimiento de agua para su alimentación.

Conflictos

El humedal la Voltezuela presenta evidentes conflictos frente al uso del suelo en zonas inmediatas a su periferia dentro de las cuales se destacan los siguientes aspectos. Afectación del área de ronda del humedal a través de la apertura de grandes excavaciones para el aprovechamiento del nivel freático para el riego de cultivos de lulo implementados por toda la zona de influencia del humedal. La carencia y poca funcionalidad de sistemas de tratamiento de aguas residuales que se vierten de manera constante al humedal, afectando la calidad del agua y la biodiversidad de este ecosistema. El deterioro a través de la erosión y compactación de suelos por el establecimiento de sistemas ganaderos que tienen total acceso al área inundada del humedal.

Según el análisis de oferta, demanda y conflictos ambientales identificados para el área de influencia del humedal La Voltezuela, se definieron 3 unidades de manejo, correspondientes a áreas de preservación y protección ambiental, áreas de recuperación ambiental y áreas de producción sostenible bajo condicionamientos ambientales específicos. A continuación, se describen cada una de estas unidades.

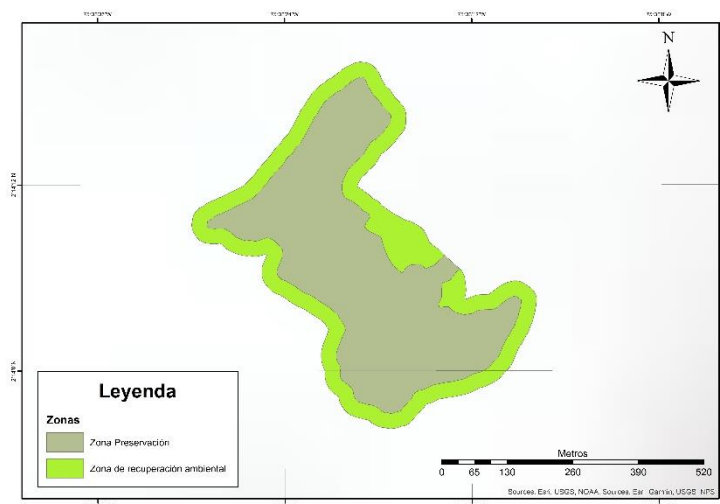
Tabla 32. Unidades de manejo para la zonificación del humedal La Voltezuela

Categoría	Unidad de manejo	Símbolo	Área
Zonas de preservación y protección ambiental	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	VAA	14,27
	Bosque denso bajo	BDB	
Zona de recuperación ambiental	Vegetación secundaria baja	VSb	7,46
	Drenajes intermitentes	DI	
	Rondas hídricas	RH	
	Pastos limpios	PL	
	Cultivos	CU	

Total			21,73

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Figura 15. Zonificación ambiental Humedal La Voltezuela



Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Áreas de preservación y protección ambiental

Dentro de las áreas de preservación y protección ambiental se destacan las siguientes unidades de manejo.

Vegetación acuática sobre cuerpos de agua: Hace referencia a la vegetación flotante que se encuentra establecida sobre cuerpos de agua, recubriéndolos en forma parcial o total.

Bosque denso bajo: Hace referencia a aquellas áreas ocupadas por vegetación arbórea que presenta un dosel más o menos continuo y de altura superior a cinco metros.

Uso principal

Regulación de flujos hídricos

Conservación de la estructura ecológica

Anidación de especies de Fauna.

Usos compatibles

- Ecoturismo

- Educación ambiental
- Investigación de la biodiversidad
- Extracción artesanal de cuerpos extraños y vegetación invasora

Usos condicionados

- Recreación activa que no afecte la estructura del paisaje ni la integridad ecológica del humedal.

Usos prohibidos

- Establecimiento de infraestructuras como viviendas o construcciones permanentes que ejerzan deterioro, contaminación o interfieran sobre los drenajes superficiales, formaciones vegetales y alteren las dinámicas ecológicas del humedal.
- Tala de coberturas boscosas.
- Actividad minera
- Cacería de fauna silvestre
- Pesca con explosivos o agentes químicos
- Desarrollo de sistemas ganaderos extensivos
- Tránsito de maquinaria para producción agrícola
- Quema de las coberturas del suelo
- Actividades que generen vertimientos de aguas residuales al área inundable del humedal.

Áreas de recuperación Ambiental

Dentro de las áreas de recuperación ambiental se destacan las siguientes unidades de manejo.

Vegetación secundaria baja: Hace referencia a aquellas áreas cubiertas por vegetación principalmente arbustiva y herbácea con dosel irregular y presencia ocasional de árboles y enredaderas, que corresponde a los estadios iniciales de la sucesión vegetal después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o reforestación de los pastizales. También se denominan rastrojos bajos.

Drenajes intermitentes: Hace referencia a los cauces de carácter temporal los cuales se activan durante los periodos de lluvias y que permiten la regulación de los flujos hídricos dentro del área de recarga definida para el humedal.

Rondas hídricas: hace referencia a la zona de protección ambiental para los cuerpos de agua definida a partir de la línea de mareas máximas, la cual puede tener hasta 30 metros de ancho.

Uso principal

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

Usos compatibles

- Ecoturismo
- Educación ambiental
- Investigación de la biodiversidad
- Procesos de reforestación y revegetalización con especies endémicas de uso protector
- Desarrollo de sistemas apícolas

Usos condicionados

- Obras que no afecten la estructura y funcionalidad del ecosistema

Usos prohibidos

- Establecimiento de infraestructuras como viviendas o construcciones permanentes que ejerzan deterioro, contaminación o interfieran sobre los drenajes superficiales, formaciones vegetales y alteren las dinámicas ecológicas del humedal.
- Tala de coberturas boscosas.
- Actividad minera
- Cacería de fauna silvestre
- Desarrollo de sistemas ganaderos extensivos
- Desarrollo de actividades agrícolas

6. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

En este capítulo se pretende establecer las acciones estratégicas a desarrollar con base en los resultados obtenidos durante las fases de caracterización, delimitación y zonificación del humedal. Estas acciones serán orientadas a la reactivación y sostenimiento de la capacidad de prestación de servicios ecosistémicos ofrecidos por el humedal, la protección de la biodiversidad, así como a la generación de oportunidades de aprovechamiento sostenible para las comunidades locales; para ello se plantean una serie de programas a corto, mediano y largo plazo que propenden por la generación de un ambiente armónico entre el ser humano y el medio natural que le rodea.

Los humedales pueden ser definidos como ecosistemas vitales para la supervivencia humana. Son uno de los entornos más productivos del mundo, y son cunas de diversidad biológica y fuentes de agua y productividad primaria de las que innumerables especies de flora y fauna dependen para subsistir. (Secretaría de la Convención de Ramsar 2013). Este plan de manejo fue construido con la participación activa de las comunidades locales, a partir del análisis conjunto de los resultados del diagnóstico en términos de las variables ecológicas, económicas y sociales representadas, orientado a los objetivos de desarrollo sostenible tanto en el humedal como en su zona de influencia, 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.

Las propuestas atienden a generar los instrumentos de gestión ambiental y territorial para lograr los escenarios de uso y manejo de estos ecosistemas de importancia estratégica regional para la conservación de la biodiversidad y la prestación de los diferentes servicios ecosistémicos en función de los escenarios deseados y posibles trazados con las comunidades y la normatividad ambiental vigente. Es por ello que se vinculan proyectos relacionados con la investigación, la gestión, el monitoreo, el fortalecimiento del turismo, entre otros, todo bajo condicionamientos que permitan la formulación de un plan económicamente viable y operativamente alcanzable.

6.1. Síntesis de diagnóstico

El ejercicio de síntesis del diagnóstico está orientado a integrar la información generada en los diferentes análisis del diagnóstico del Humedal, configurando de esta forma el escenario actual del ecosistema, a partir del cual se precisan las situaciones problemáticas para su administración y gestión. Posteriormente, mediante un análisis estructural de las problemáticas, se priorizan las que mayor influencia ejercen sobre otras, para determinar las que resultan claves atender prioritariamente y mejorar el escenario actual de gestión.

Ubicación

El humedal La Voltezuela se encuentra localizado en la vereda Miraflores al noroeste del municipio de Garzón. Geográficamente se localiza en las coordenadas X 835626 y Y 739241 a una altura de 1516 msnm.

Hidrología

El humedal La Voltezuela se encuentra ubicado e influenciado por las microcuencas de las quebradas El Oso, Majo, Jagualito, Río Loro y La Voltezuela, esta última depende del agua producida dentro del área inundable y de recarga del humedal. Se resalta la presencia de numerosos nacimientos de agua ubicados al sur del área de recarga del humedal, específicamente sobre el área de la cuenca de la quebrada El Majo, los cuales aportan al mantenimiento de los niveles hídricos de este ecosistema.

Geomorfología

Teniendo en cuenta el Estudio General de Suelos del Departamento del Huila, Santafé de Bogotá, IGAC. 1994, las unidades Geomorfológicas encontradas para el área de influencia del humedal la Voltezuela son abanicos Aluviales Coalescentes Poco Disectados (Fpa) los cuales se presentan en la zona del piedemonte del flanco occidental de la cordillera oriental, son continuas superficies de relieve plano moderadamente inclinados pertenecientes a una serie de abanicos. En el municipio de Garzón se presentan depósitos esporádicos de abanicos un poco más disectados, pero de menor extensión y más sectorizados.

Unidades de paisaje

El Humedal La Voltezuela presenta 11 tipos de unidades de paisaje donde la vegetación es semiacuática y terrestre principalmente. En el área las familias más importantes en términos de abundancia y representatividad son Orchidaceae, Clusiaceae y Osmundaceae, estas familias se encuentran en la mayoría de las unidades.

Flora

Para el humedal La Voltezuela se registraron un total de 336 individuos distribuidos en 76 especies y morfoespecies, 63 géneros, 41 familias y 26 órdenes. La familia que presentó mayor abundancia fue Myrtaceae con ocho especies (10,5%), seguida de Melastomataceae y Orchidaceae con seis (7,9%), Cyperaceae y Poaceae con cinco (6,6%). En el muestreo seis familias registraron dos especies cada una (15,8%) y el restante 28 familias presentaron una especie (36,8%).

Fauna

Para el Humedal La Voltezuela se registró un total de 418 individuos de aves distribuidos en 14 órdenes, 31 familias, 85 géneros y 99 especies, el orden Passeriformes (azulejos, cardenales, chilgas entre otros) registró la mayor riqueza con 67 especies (67,6%), seguido

por Cuculiformes con cinco especies (5%), Caprimulgiformes y Columbiformes con cuatro especies (4%).

Calidad del Agua

Durante el periodo de evaluación del presente estudio, el valor del ICA-NSF para el agua del humedal La Voltezuela reporta valores de Calidad Mala con un valor de 49,04, encontrándose dentro del rango de 26-50. Las aguas con un ICA de categoría mala, presentan niveles muy bajos de diversidad de organismos acuáticos con un notable aumento en el crecimiento de las poblaciones de algas acompañado por procesos de eutrofización.

Aspectos Socioeconómicos

El área de influencia del humedal La Voltezuela, aunque se encuentra a una distancia prudencial del casco urbano del municipio de Garzón, cuenta con una cobertura del 100% de los servicios básicos requeridos por las comunidades en cuanto a electrificación, acceso al agua, además de contar con una buena cobertura de telefonía móvil. Las vías de acceso, aunque se encuentran sin pavimentación, permiten un fácil desplazamiento para la obtención de elementos de primera necesidad, además del acceso a los servicios de salud.

Sistemas Productivos

Actualmente sobre la periferia y zona de influencia del humedal La Voltezuela, se desarrollan sistemas agropecuarios de ganadería bovina, además de cultivos de café y lulo, como principales ejes productivos para las comunidades que poseen predios con área sobre el humedal.

Régimen de Propiedad

A través de la revisión de información catastral reportada por el IGAC y la información aportada por la secretaría de hacienda del municipio de Garzón, se logró identificar 22 predios con influencia directa al humedal La Voltezuela, dentro de los cuales se desarrollan diversas actividades productivas que afectan la integridad ecológica del ecosistema de humedal dentro de las cuales se resaltan la producción ganadera, los cultivos de café y lulo.

Recreación, educación e investigación

Aunque el humedal La Voltezuela, a la fecha no ha sido visto como un ecosistema con las cualidades para el desarrollo de actividades turísticas y recreativas, si representa un escenario con un alto potencial para el desarrollo de actividades de educación ambiental y

procesos de investigación de la biodiversidad asentada en el humedal, la cual depende de este ecosistema para sobrevivir.

Conflictos

Se identificaron diferentes conflictos en el humedal La Voltezuela, relacionados con el uso y aprovechamiento del recurso hídrico ofrecido por el ecosistema para el sostenimiento de sistemas ganaderos y cultivos de lulo. Igualmente se evidencia la poca articulación de las comunidades con las instituciones para el desarrollo de estrategias de conservación del humedal que garanticen el uso y aprovechamiento sostenible de los servicios y recursos ofrecidos por este ecosistema.

6.2. Análisis situacional del humedal

El análisis situacional del humedal se realizó con base en dos categorías: la gestión y la conservación. La gestión en el ámbito interno se refiere a situaciones relacionadas con la administración del ecosistema, tales como presupuesto, recurso humano (interdisciplinariedad, capacidad, cantidad), recursos físicos (infraestructura, equipos), conocimiento del área – información, sectores de manejo, gobernabilidad, etc. En el ámbito externo se refiere a aspectos que brindan oportunidades o limitantes para la gestión del humedal pero que no están determinados por la institución, es decir lo promueve o desarrolla otro actor, depende de otra instancia o se da por fuera del ecosistema, por ejemplo, voluntad o interés de los actores para la conservación o para el manejo, proyectos, políticas públicas, metas de plan de desarrollo, entre otros. Con respecto a la conservación se hace referencia a situaciones relacionadas como tal con la biodiversidad del humedal; en el ámbito interno se relaciona con funcionalidad del área. En el ámbito externo se refiere al estado de los ecosistemas alrededor del humedal y presencia de figuras de ordenamiento.

A continuación, se relacionan los resultados la matriz de oportunidades y limitantes; recogiendo y sintetizando las situaciones identificadas durante el del componente de diagnóstico.

Tabla 33. Matriz FODA desde la conservación para el humedal La Voltezuela

CONSERVACIÓN	
Fortalezas	Debilidades
Por su gran tamaño, el humedal La Voltezuela se convierte en un escenario ideal para la conservación de la	Compactación de suelos por el desarrollo de ganadería bovina en áreas de ronda del humedal, además de afectación a la

biodiversidad, especialmente de avifauna que depende de este ecosistema para el desarrollo de actividades vitales como la alimentación y anidación.	biodiversidad por la utilización de químicos para el sostenimiento de cultivos de lulo.
El humedal La Voltezuela posee coberturas de bosque con una amplia riqueza de flora que podrían ser explotadas a través de la elaboración de senderos de contemplación que permitan el desarrollo de procesos de educación ambiental.	Degradación de las coberturas protectoras boscosas sobre la ronda del humedal para el desarrollo de sistemas agropecuarios.
Es un ecosistema con un gran potencial en la producción de agua que da origen a la quebrada La Voltezuela, importante afluente para las comunidades asentadas aguas abajo.	Elaboración de excavaciones en zona de ronda del humedal para el aprovechamiento del nivel freático para el riego de cultivos de lulo y café establecidos en zonas aledañas.
Oportunidades	Amenazas
Los humedales son ecosistemas cobijados por normatividad nacional e internacional, para su protección, conservación y recuperación.	Contaminación del recurso hídrico por vertimientos de excretas del ganado bovino y vertimientos de aguas residuales resultantes del lavado del café en predios con influencia directa al humedal.
Potencial para el desarrollo de procesos de educación ambiental y actividades de investigación que permitan la gestión de recursos que garanticen la conservación del ecosistema en general.	Crecimiento de las áreas de producción agropecuaria (especialmente de lulo) en zonas aledañas al humedal.

Tabla 34. Matriz FODA desde la gestión para el humedal La Voltezuela

GESTIÓN	
Fortalezas	Debilidades
Ecosistema priorizado para la implementación de acciones de manejo.	Limitaciones presupuestales para el desarrollo de acciones de conservación
	Poca organización comunitaria y articulación con las instituciones.
Ecosistema reconocido desde la administración municipal como área de importancia ambiental.	Desconocimiento de las bondades y servicios ofrecidos por el humedal por parte de todos los actores involucrados en los procesos de gestión en este ecosistema.

	Humedal localizado en predios privados que limitan la implementación de estrategias de gestión.
Oportunidades	Amenazas
La voluntad manifiesta por parte de la Autoridad Ambiental (CAM para la formulación y adopción del presente Plan de manejo.	Desarticulación de los actores comunitarios e institucionales para la implementación del PMA.
Reconocimiento de las comunidades frente a las limitaciones en el uso del ecosistema para garantizar su conservación.	

Partiendo de los análisis definidos en la síntesis del diagnóstico, así como en la matriz de FODA para el humedal La Voltezuela, se definen los siguientes objetivos de manejo.

6.3.Objetivos de Manejo

Los humedales pueden ser definidos como ecosistemas vitales para la supervivencia humana. Son uno de los entornos más productivos del mundo y, son cunas de diversidad biológica y fuentes de agua y productividad primaria de las que innumerables especies de flora y fauna dependen para subsistir (Secretaría de la Convención de Ramsar 2013). Este plan de manejo fue construido con la participación de las comunidades, a partir del análisis conjunto de los resultados del diagnóstico en términos de las variables ecológicas, económicas y sociales representadas, orientado a los objetivos de desarrollo sostenible tanto en el humedal como en su zona de influencia, 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, emitidas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

En este capítulo se establecen los objetivos de manejo sobre los cuales se definen las acciones estratégicas a desarrollar con base en los resultados obtenidos durante las fases de caracterización, delimitación y zonificación del Humedal Guaitipán. Estas acciones serán orientadas a garantizar la capacidad de prestación de servicios ecosistémicos ofrecidos por el humedal, la protección de la biodiversidad, así como a la generación de oportunidades de educación ambiental para las comunidades locales; para ello se plantean una serie de acciones de corto, mediano y largo plazo. Es por ello que se vinculan proyectos relacionados con la investigación, la gestión, el monitoreo, el fortalecimiento de la educación ambiental, entre otros, todo bajo condicionamientos que permitan la formulación de un plan económicamente viable y operativamente alcanzable.

La misión del Plan está relacionada con plasmar una estrategia de gestión sostenible del humedal, involucrando activamente los diferentes grupos de interés, comunidades, organizaciones de la sociedad civil, entidades públicas y privadas; desarrollando procesos de educación ambiental para la generación de capacidades de manejo de los ecosistemas; y consolidando acciones de recuperación de las coberturas vegetales protectoras; con la finalidad de mitigar los factores tensionantes que afectan el equilibrio ecológico y garantizar la funcionalidad del ecosistema a través de la conservación del recurso hídrico, la biodiversidad y la prestación de servicios ambientales.

Por tanto, basados en los lineamientos dados en la Política Nacional de humedales interiores de Colombia, se plantean los siguientes objetivos de manejo como referentes para la implementación de mecanismos de gestión en el humedal Guaitipán.

- Implementar estrategias orientadas a la conservación y restauración ecológica del ecosistema, así como la regulación de flujos hídricos a través de la protección y recuperación de coberturas vegetales degradadas, además del control de tensionantes que permitan el sostenimiento de las especies de fauna y flora asociadas.
- Consolidar capacidades comunitarias, institucionales y organizacionales para la protección, uso y manejo sostenible de los humedales y sus áreas de recarga, con énfasis en estrategias de conservación, desarrollo del ecoturismo y la implementación de buenas prácticas agropecuarias, que garanticen el uso sostenible del ecosistema.
- Implementar estrategias de educación y sensibilización ambiental orientadas a generar cambios en las comunidades locales frente a la aplicación de buenas prácticas ambientales que armonicen las interacciones entre el ser humano y el entorno natural en el que se desarrolla.
- Desarrollar estrategias de investigación, seguimiento y monitoreo de los recursos naturales y la biodiversidad que fortalezcan los conocimientos de las dinámicas ecológicas y socioeconómicas, permitiendo armonizar la relación entre las comunidades, el uso de los recursos naturales y el ecosistema.

El establecimiento de los objetivos de manejo se convierte entonces en la primera etapa del proceso de construcción del plan estratégico del humedal, los cuales además se encuentran enmarcados en las siguientes líneas de gestión, establecidas en la Política Nacional de humedales interiores para Colombia.

Conservación y restauración: Las alteraciones de los ecosistemas de humedal por efecto de la contaminación, conversión en los tipos de uso del suelo, malas prácticas de cosecha o uso e interferencia en los patrones de circulación del agua, inadecuadas técnicas de manejo entre muchos otros, reducen seriamente los beneficios económicos y ambientales prestados por los humedales. Es por ello que los procesos de restauración, que hacen referencia a las acciones que tienen por objetivo devolver las características ecológicas de un ecosistema que han sido transformadas por la intervención antrópica, están orientadas a devolver la capacidad de prestación de servicios ecosistémicos y sostenimiento de la biodiversidad en el corto, mediano y largo plazo, igualmente en términos de conservación, se pretende mantener las características ecológicas que garantizan la funcionalidad de los humedales.

Manejo y uso sostenible: El uso racional de humedales hace referencia al aprovechamiento del ecosistema sin generar afectaciones a sus condiciones ecológicas a través del tiempo, es por ello que Ramsar hace referencia al uso sostenible como el mantenimiento de las características ecológicas, logrado mediante la implementación de enfoques por ecosistema, dentro del contexto del desarrollo sostenible. Se quiere garantizar el uso y aprovechamiento de los humedales priorizados sin que se generen afectaciones a sus características ecológicas a largo plazo. Adicionalmente, el manejo propende por la intervención para la recuperación y restablecimiento del equilibrio y conservación de la biodiversidad.

Concientización y sensibilización: Se requiere de la generación de acciones orientadas al fortalecimiento de los procesos de educación ambiental en donde se vincule la importancia que implica la conservación y restauración de los humedales en el departamento, pues aunque las comunidades reconocen las problemáticas evidenciadas en su territorio, no poseen los conocimientos ni la conciencia frente a las bondades y funciones que ejercen los humedales en el territorio y su influencia sobre los procesos socioeconómicos en los que se desenvuelven. Es por ello que a través de la educación ambiental se pretende generar conciencia y motivar cambios frente al actuar tanto en las comunidades como de las instituciones públicas y privadas como actores estratégicos en los procesos de gestión de los humedales.

Investigación, seguimiento y monitoreo: El desconocimiento frente a las características y condiciones de los componentes ecológicos y socioeconómicos de un ecosistema, es la causa principal por la que no se implementan acciones de conservación óptimas con resultados positivos, por lo cual, se deben fortalecer los procesos de investigación, en donde se cuente con la participación de los actores involucrados en el orden local y regional. Adicional a ello, los procesos de monitoreo y seguimiento en estos ecosistemas permitirá conocer los cambios a través del tiempo y permitirá la apropiación por parte de las

comunidades, garantizado así el mejoramiento de las condiciones ecológicas de los humedales a nivel departamental.

6.4.Componente estratégico

El plan de manejo propuesto para el humedal La Voltezuela, está estructurado en 4 programas estratégicos y 8 proyectos específicos, con los que se pretende dar cumplimiento a los objetivos de manejo establecidos.

A continuación, se relacionan cada uno de los programas y proyectos planteados junto a las actividades a desarrollar con sus indicadores correspondientes.

Programas y proyectos

Tabla 35. Proyecto 1.1 Humedal La Voltezuela

Proyecto 1.1. Recuperación de coberturas
Objetivo general
Desarrollar acciones orientadas a recuperar las coberturas vegetales degradadas que se encuentren sobre áreas prioritarias para la regulación de los diferentes procesos ecológicos del humedal.
Objetivos específicos
• Implementar estrategias para la recuperación de suelos degradados que permitan el restablecimiento de coberturas vegetales protectoras. • Recuperar las coberturas vegetales ubicadas en zonas de ronda del humedal y sus fuentes abastecedoras para garantizar la funcionalidad del humedal. • Garantizar la conectividad del ecosistema de humedal y sus coberturas boscosas a través de la identificación de las diferentes herramientas del paisaje y el diseño de corredores de conexión que beneficien a la fauna asociada.
Descripción
La ocupación de las áreas inundables, zonas de expansión, zonas de ronda y demás áreas estratégicas de los humedales, ya sea para el desarrollo de actividades productivas o el establecimiento de infraestructuras, afectan el equilibrio de los ciclos hidrológicos y la capacidad del ecosistema para albergar biodiversidad.
La recuperación de las coberturas vegetales degradadas en zonas estratégicas del humedal representa uno de los componentes primordiales en el proceso de restauración ecológica del ecosistema, pues de esta manera se beneficia directamente la biodiversidad y se generan

aportes importantes a la conservación del recurso hídrico. Dentro de las áreas estratégicas para la recuperación de coberturas vegetales se incluyen, la ronda correspondiente al área inundable del humedal, las rondas de las fuentes hídricas abastecedoras del humedal y las demás zonas estratégicas que hayan sido definidas dentro del proceso de identificación de unidades de paisaje y la zonificación ambiental que requieran acciones de recuperación.

Acciones / Indicadores de seguimiento

Acciones

- Establecimiento de aislamientos a través de los límites de las zonas identificadas para la recuperación de coberturas.
- Construcción de Terrazas Vivas, con Zanjas de Infiltración para la recuperación de suelos degradados.
- Creación de viveros temporales para la restauración activa del ecosistema
- Ejecución de convenios para la gestión de recursos e inversión en los procesos de restauración.

Indicador de seguimiento

- Metros lineales de aislamiento
- No. De viveros temporales establecidos
- Áreas con terrazas vivas intervenidas
- Convenios celebrados

Costo estimado: \$ 35.500.000

Responsables

- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM
- Alcaldía municipal

Tabla 36. Proyecto 1.2 Humedal La Voltezuela

Proyecto 1.2. Conservación de coberturas

Objetivo general

Formular estrategias que permitan preservar las coberturas vegetales que poseen un buen estado de conservación como componente prioritario para garantizar el equilibrio ecológico y la funcionalidad del humedal.

Objetivos específicos
• Garantizar la conservación de las coberturas vegetales protectoras que garanticen la protección del recurso hídrico y el sostenimiento de la biodiversidad, • Conservar el hábitat de especies endémicas, migratorias y aquellas que se encuentran en alguna categoría de amenaza.
Descripción
Los recursos forestales representan un componente valioso como parte integral del ecosistema, desde el punto de vista en que se convierten en proveedores de refugio y alimento para la vida silvestre. Las coberturas de bosque y aquellas con algún grado de intervención que conservan en su estructura gran variedad de especies forestales de gran tamaño, son prioridad para la formulación de acciones que garanticen su conservación para beneficiar las comunidades ecológicas presentes en el ecosistema. Por ello, se plantea este proyecto con un enfoque hacia la protección y conservación de las coberturas que cuentan con condiciones aptas para albergar gran cantidad de especies de flora y fauna, garantizando la preservación de la misma.
Acciones / Indicadores de seguimiento
Acciones • Establecimiento de aislamientos para la conservación de coberturas boscosas Indicador de seguimiento • Metros lineales de aislamiento Costo estimado: \$ 10.000.000 Responsables • Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena • Administración municipal • Parques Nacionales Naturales de Colombia • Comunidades

Tabla 37. Proyecto 1.3 Humedal La Voltezuela

Proyecto 1.3. Mejoramiento de las condiciones del recurso hídrico
Objetivo general

Diseñar estrategias orientadas a mitigar los impactos por vertimientos de aguas contaminantes a los cuerpos de agua de cada uno de los humedales objeto de manejo.
Objetivos específicos
• Identificar los principales contaminantes que afectan la calidad del agua y por ende el desarrollo de la biodiversidad en el humedal. • Desarrollar acciones que garanticen la minimización en los procesos de contaminación del cuerpo de agua del humedal, generada por procesos domésticos y productivos en zonas de influencia directa.
Descripción
Las condiciones de calidad de agua identificadas para cada uno de los humedales, generan la necesidad de implementar estrategias de control y mitigación de vertimientos de aguas contaminantes resultantes de actividades domésticas y productivas, las cuales se convierten en el principal causante de pérdida de capacidad de albergar biodiversidad en los cuerpos de agua de cada uno de los humedales objeto de manejo.
Acciones / Indicadores de seguimiento
Acciones • Implementación de acciones para el tratamiento y manejo de aguas residuales resultantes de actividades domésticas y sistemas productivos. • Monitoreo de las condiciones de calidad de agua. Indicador de seguimiento • Índice de calidad de agua • Porcentaje de vertimientos con medidas de manejo Costo estimado: \$ 21.000.000 Responsables • Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena

Tabla 38. Proyecto 1.4 Humedal La Voltezuela

Proyecto 1.4. Incentivos sociales para la conservación y recuperación del humedal
Objetivo general

Generar incentivos sociales como estrategia de restauración del ecosistema que garanticen la sensibilización y participación de la comunidad en los procesos de recuperación del humedal.

Objetivos específicos

- Fomentar el ahorro frente al consumo de leña para la conservación de coberturas protectoras en zonas aledañas al humedal.
- Fortalecer al pequeño productor a través del apoyo para la implementación de sistemas apícolas que aporten al mejoramiento de sus condiciones de vida y la conservación y recuperación de los ecosistemas.
- Garantizar la protección y regeneración de las diferentes coberturas vegetales a través de la generación de incentivos sociales.

Descripción

El componente social es parte fundamental para lograr el equilibrio ecológico del ecosistema y optimizar los procesos de restauración en el mismo, por lo cual se plantea la generación de incentivos que motiven a los propietarios de predios con influencia sobre los humedales objeto de estudio, a trabajar de manera conjunta y permitir la intervención institucional en los procesos de recuperación del humedal.

Acciones / Indicadores de seguimiento

Acciones

- Instalación de hornillas ecoeficientes para la minimización en el consumo de leña y conservación de los bosques.
- Apoyo a grupos productivos apícolas para la conservación del ecosistema
- Fortalecimiento y apoyo a las iniciativas de negocios verdes como estrategia sostenible de producción

Indicador de seguimiento

- Familias beneficiadas con hornillas instaladas
- Grupos apícolas apoyados
- Iniciativas de negocios verdes apoyadas

Costo estimado: \$ 33.000.000

Responsables

- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena
- Alcaldía municipal

Programa 2. Uso y Manejo sostenible del ecosistema

Tabla 39. Proyecto 2.1 Humedal La Voltezuela

Proyecto 2.1. Sistemas silvopastoriles – ganadería sostenible
Objetivo general
Promover estrategias de gestión que incorporen los humedales como ecosistemas prioritarios para la implementación de sistemas silvopastoriles como estrategia sostenible para el mejoramiento en las condiciones de ecosistemas degradados por el desarrollo de la ganadería extensiva.
Objetivos específicos
• Incentivar a los productores a la implementación de especies forestales en las zonas de potrero como alternativa para el mejoramiento de los sistemas ganaderos. • Implementar bebederos sustitutos que limiten el ingreso del ganado al área inundable del humedal. • Mejorar las condiciones de suelos degradados por el desarrollo de ganadería extensiva. • Mejorar las condiciones del paisaje en áreas de influencia al humedal.
Descripción
Un sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria en la cual se integra el manejo de árboles y arbustos de frutales, forrajeros, maderables entre otros a la producción ganadera. Este proyecto se plantea como estrategia para el manejo sostenible del humedal puesto que la presencia de árboles en el sistema de pasturas tiene un efecto positivo en la dinámica del agua en varios aspectos: actuando como barrera para el control de la escorrentía, como cobertura para reducir el impacto de las gotas de lluvia y como mejoradores del suelo a través del incremento en los procesos de infiltración y retención de agua.
Acciones / Indicadores de seguimiento
Acciones • Acompañamiento y gestión para la asesoría en el desarrollo de acciones para la implementación de sistemas ganaderos sostenibles. • Apoyo para el establecimiento de bebederos sustitutos para el ganado bovino. Indicador de seguimiento

- Productores apoyados y asesorados
- Bebederos sustitutos instalados

Costo estimado: \$ 15.000.000

Responsables

- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM

Tabla 40. Proyecto 2.2 Humedal La Voltezuela

Proyecto 2.2. Ecoturismo como estrategia de desarrollo sostenible	
Objetivo general	
Fortalecer el ecoturismo como estrategia de divulgación y protección del ecosistema y la generación de alternativas sostenibles para las comunidades locales.	
Objetivos específicos	
• Diseñar un programa de ecoturismo comunitario, que involucre a las comunidades locales como operadores de servicios y actividades ecoturísticas. • Fortalecer a los grupos comunitarios que ofrecen servicios ecoturísticos que aporten a la divulgación y conservación del humedal. • Diseñar senderos de interpretación ambiental para el fortalecimiento del ecoturismo como estrategia para la conservación y monitoreo de la biodiversidad presente en el humedal y su zona de influencia.	
Descripción	
Se concibe al ecoturismo como una estrategia de conservación y gestión que contribuye al manejo efectivo de un ecosistema natural, a la generación de beneficios sociales para las comunidades locales y las regiones relacionadas. Igualmente, como un aporte significativo para la generación de alternativas productivas sostenibles para las poblaciones localizadas en las zonas de influencia, en la educación y sensibilización de todos los actores involucrados frente a la importancia de nuestro patrimonio natural y cultural.	
Acciones / Indicadores de seguimiento	
Acciones	
• Trazado, diseño y señalización de senderos ecológicos de interpretación ambiental • Fortalecimiento y apoyo a los grupos prestadores de servicios de ecoturismo comunitario.	

- Apoyo para el diseño de programas ecoturísticos.
- Cuantificación de la capacidad de carga de los senderos ecológicos utilizados para el ecoturismo.

Indicador de seguimiento

- Número de Senderos de interpretación ambiental diseñados, trazados y señalizados.
- Talleres desarrollados con las comunidades locales para el fortalecimiento de grupos que oferten servicios ecoturísticos.
- Grupos apoyados para el diseño de programas ecoturísticos
- Senderos con la capacidad de carga cuantificada

Costo estimado: \$ 42.000.000

Responsables

- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena
- Administración municipal
- Comunidades
- SENA

Programa 3. Educación y sensibilización para la conservación

Tabla 41. Proyecto 3.1 Humedal La Voltezuela

Proyecto 3.1. Educación y participación comunitaria para la conservación del territorio
Objetivo general
Diseñar estrategias de educación ambiental que garanticen la adopción de mecanismos ajustados a las necesidades de conservación del ecosistema de humedal.
Objetivos específicos
• Fortalecer los procesos de organización comunitaria para garantizar la participación de actores estratégicos en los procesos de conservación. • Modificar la estructura de pensamiento con cambios que se vean reflejados en la aplicación de buenas prácticas ambientales y los procesos de conservación. • Rescatar el conocimiento local como componente fundamental en el diseño de las estrategias de educación ambiental.

Sensibilizar a las comunidades locales sobre la importancia de implementar acciones para la recuperación de coberturas sobre las diferentes zonas de influencia del humedal.
Descripción
La educación ambiental es el mecanismo mediante el cual el ser humano reconoce que pertenece a un entorno natural y busca un cambio de actitud, una toma de conciencia sobre la importancia de conservar los ecosistemas para el mejoramiento de su calidad de vida. La adopción de una actitud consciente ante el medio que nos rodea y del cual formamos parte activa, depende en gran medida de la enseñanza y la educación de las comunidades, quienes deben apropiarse de su territorio y a través de la aplicación de acciones conservacionistas, garantizar la preservación de la biodiversidad.
Acciones / Indicadores de seguimiento
Acciones - Instalación de vallas informativas y de señalización para la conservación del humedal. - Desarrollo de talleres participativos para la sensibilización de las comunidades frente a los procesos de conservación de los humedales. - Implementación de instrumentos de comunicación y divulgación para la conservación de los humedales. Indicador de seguimiento - Número de talleres realizados - Vallas instaladas - Instrumentos de divulgación desarrollados Costo estimado: \$ 9.500.000 Responsables - Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - Administración municipal - Comunidades - SENA - USCO

Proyecto 4. Investigación, seguimiento y monitoreo

Tabla 42. Proyecto 4.1 Humedal La Voltezuela

Proyecto 4.1. Monitoreo para la conservación de fauna silvestre	
Objetivo general	
• Identificar la diversidad y abundancia de especies de fauna además de conocer su dinámica poblacional a través de la implementación de mecanismos de monitoreo que permitan la formulación de estrategias de conservación que atiendan a las necesidades reales de la fauna del ecosistema.	
Objetivos específicos	
• Fortalecer la organización comunitaria para el monitoreo de la fauna silvestre asociada al humedal a través de la conformación y apoyo de grupos de monitoreo capacitados para el desarrollo de las diferentes actividades requeridas y la aplicación de los diferentes mecanismos de monitoreo de fauna silvestre. • Apoyar y hacer seguimiento a los procesos de Monitoreo de las especies endémicas, migratorias y amenazadas identificadas para cada uno de los humedales.	
Descripción	
El monitoreo de fauna silvestre comprende el seguimiento y registro de especies o poblaciones, a través de diferentes técnicas en un área y un tiempo determinado. El monitoreo nos permite identificar la diversidad y abundancia de especies además de conocer su dinámica poblacional, es decir los aspectos ecológicos de las especies. La información generada a través del proceso de monitoreo nos permite conocer cuál es el estado de las poblaciones, a partir de los impactos generados por los fenómenos naturales, antrópicos o de estacionalidad sobre las especies monitoreadas. Estos resultados permiten tomar decisiones sobre las estrategias de conservación y manejo de las especies y su hábitat.	
Acciones / Indicadores de seguimiento	
Acciones • Apoyo a los grupos de monitoreo de fauna silvestre • Monitoreo de especies representativas. Indicador de seguimiento • Grupos de monitoreo apoyados • No. de Especies representativas monitoreadas	

Costo estimado: \$ 52.000.000

Responsables

- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena
- Comunidades

Tabla 43. Proyecto 4.2 Humedal La Voltezuela

Proyecto 4.2. Investigación participativa y aplicada para el conocimiento
Objetivo general
Potenciar la investigación a través de la identificación de necesidades, garantizando la participación comunitaria con la integración de saberes locales, académicos y científicos.
Objetivos específicos
• Empoderar a las comunidades locales frente a las acciones de conservación desarrollados a partir de los procesos de investigación. • Incentivar al desarrollo de prácticas académicas y procesos de investigación para el fortalecimiento de las acciones para la protección del ecosistema de humedal.
Descripción
El desarrollo de procesos de investigación tiene por objetivo generar un crecimiento frente al conocimiento del ecosistema de humedal en cuanto a sus componentes ecológico, social y cultural, integrando diversas áreas científicas y académicas, así como actores estratégicos que permiten identificar el estado, características más relevantes, necesidades y demás componentes que deben ser incluidos en el proceso de gestión y conservación del humedal. La investigación participativa comprende todas las estrategias en las que las comunidades involucradas participan activamente en la toma de decisiones y en la ejecución de las diferentes fases del proceso de investigación. Es concebida como la oportunidad para compartir las experiencias e intercambiar saberes que puedan fortalecer el proceso de investigación, en busca de resultados que beneficien a la misma comunidad y por ende al ecosistema de humedal.
Acciones / Indicadores de seguimiento
Acciones
• Talleres comunitarios participativos para la identificación de necesidades, problemáticas y prioridades de investigación.

- Articulación con instituciones académicas para el fortalecimiento de metodologías y desarrollo de procesos de investigación.

Indicador de seguimiento

- Talleres realizados para la definición de las prioridades de investigación y el desarrollo de las mismas.
- Instituciones académicas involucradas

Costo estimado: \$ 9.000.000

Responsables

- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena
- Administración Municipal

6.5. Plan estratégico y operativo

A continuación, se relacionan las acciones y metas establecidas para cada programa y proyecto por humedal, estimando los plazos para su realización en el corto mediano y largo plazo, establecidos para un periodo de 10 años.

Tabla 44. Programas y proyectos establecidos para el humedal La Voltezuela

Programa	Proyecto	Relación con el Plan de Acción de la CAM	Acción	Indicador	La Voltezuela			
					Plazo			
					Corto	Mediano	Largo	Total
1. Restauración ecológica y conservación de los ecosistemas	1.1. Recuperación de coberturas	Programa 2. Biodiversidad fuente de vida Proyecto: 2.2. Conservación y recuperación de ecosistemas estratégicos y su biodiversidad	Instalación de aislamientos para la recuperación de coberturas degradadas	metros lineales de aislamiento		X		500
			Construcción de terrazas vivas con suelos de infiltración para la recuperación de suelos degradados.	Has recuperadas		X		1
			Implementación de vivero temporal con especies nativas aptas para la conservación del recurso hídrico	Vivero temporal para recuperación activa		X		1
			Ejecución de convenios para la gestión de recursos e inversión en los procesos de restauración.	Convenios celebrados		X		1
	1.2. Conservación de coberturas	Programa 2. Biodiversidad fuente de vida Proyecto: 2.2. Conservación y recuperación de ecosistemas estratégicos y su biodiversidad	Instalación de aislamientos para la protección y conservación de coberturas boscosas.	metros lineales de aislamiento		X		500

	1.3. Mejoramiento de las condiciones del recurso hídrico	Programa: 1. Agua para todos Proyecto: 1.3. Descontaminación de fuentes hídricas	Implementación de acciones para el tratamiento y manejo de aguas residuales y aguas contaminadas por sistemas productivos	porcentaje de aguas residuales tratadas	x	x	x	60%
			Monitoreo de las condiciones de calidad de agua	ICA	x	x	x	5
	1.4. Incentivos sociales para la conservación y recuperación del humedal	Programa 3: Adaptación para el Crecimiento Verde • Proyecto 3.1: Crecimiento Verde de Sectores Productivos	Identificación de familias beneficiadas para la instalación de hornillas ecoeficientes y reducción en el consumo de leña	Beneficiarios hornillas		x		8
			Conformación y apoyo a grupos productivos apícolas para la conservación del ecosistema	Grupos conformados y apoyados			x	1
			Fortalecimiento y apoyo a las iniciativas de negocios verdes como estrategia sostenible de producción	Iniciativas apoyadas	x			1
2. Uso y manejo sostenible del ecosistema	2.1. Sistemas silvopastoriles y ganadería sostenible	Programa 2. Biodiversidad fuente de vida Proyecto: Proyecto: 1.1. Ordenamiento y administración del recurso hídrico y las cuencas hidrográficas	Convenios para la asesoría y apoyo en la reconversión a sistemas silvopastoriles sostenibles con bebederos sustitutos	Convenios celebrados			x	1
	2.2. Ecoturismo como estrategia de desarrollo sostenible	Programa: 6. Educación camino de paz Proyecto: 6.2. Educación ambiental: opita de corazón	Diseño, trazado y señalización de senderos ecológicos para el desarrollo del ecoturismo	Senderos trazados y señalizados	x			1
			fortalecimiento de los grupos prestadores de servicios de ecoturismo comunitario	Estrategias		x		1

			Cuantificación de la capacidad de carga de senderos para el ecoturismo	Senderos evaluados				1
3. Educación y sensibilización para a conservación	3.1. Educación y participación comunitaria para la conservación del territorio	Programa: 6. Educación camino de paz Proyecto: 6.2. Educación ambiental: opita de corazón	Instalación de vallas informativas para resaltar la importancia ecosistémica y riqueza biológica del humedal	vallas instaladas	x			1
			Desarrollo de talleres para la sensibilización y educación ambiental que permitan la conservación de los ecosistemas	número de talleres desarrollados	x	x	x	10
			Instrumentos de divulgación y comunicación para el reconocimiento y protección de los humedales	instrumentos aplicados	x	x	x	10
4. Investigación, seguimiento y monitoreo	4.1. Monitoreo para la conservación de fauna silvestre	Programa 2. Biodiversidad fuente de vida Proyecto: 2.2. Conservación y recuperación de ecosistemas estratégicos y su biodiversidad	Conformación y apoyo a grupos de monitoreo para fortalecer el conocimiento en las dinámicas de las comunidades ecológicas presentes en el humedal	grupos conformados	X			1
			Monitoreo de especies endémicas, migratorias y amenazadas	Especies monitoreadas		X		1
	4.2. Investigación participativa y aplicada para el conocimiento	Programa 2. Biodiversidad fuente de vida Proyecto: 2.2. Conservación y recuperación de ecosistemas estratégicos y su biodiversidad	Talleres comunitarios participativos para la identificación de necesidades, problemáticas y prioridades de investigación	No. De talleres	x	x	x	10
			Articulación con instituciones académicas para el fortalecimiento de metodologías y desarrollo de procesos de investigación	metodologías aplicadas y articuladas			x	1

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

Tabla 45. Costos establecidos para el desarrollo de los programas y proyectos en el humedal La Voltezuela

Programa	Proyecto	Descripción	Unidad de medida	La Voltezuela						
				Corto plazo (1 a 3 años)		Mediano plazo (4 a 6 años)		Largo plazo (7 a 10 años)		Costo Total (\$)
				Meta	Costo (\$)	Meta	Costo (\$)	Meta	Costo (\$)	
1. Restauración ecológica y conservación de los ecosistemas	1.1. Recuperación de coberturas	Instalación de aislamientos para la recuperación de coberturas degradadas	metros lineales de aislamiento		\$ 0	500	\$ 10.000.000		\$ 0	\$ 10.000.000
		Construcción de terrazas vivas con suelos de infiltración para la recuperación de suelos degradados.	Has recuperadas		\$ 0	1	\$ 17.000.000		\$ 0	\$ 17.000.000
		Implementación de viveros con especies nativas aptas para la conservación del recurso hídrico	Vivero temporal para recuperación activa		\$ 0	1	\$ 3.500.000		\$ 0	\$ 3.500.000
		Ejecución de convenios para la gestión de recursos e inversión en los procesos de restauración.	Convenios celebrados		\$ 0	1	\$ 5.000.000		\$ 0	\$ 5.000.000
	1.2. Conservación de coberturas	Instalación de aislamientos para la protección y conservación de coberturas boscosas.	metros lineales de aislamiento		\$ 0	500	\$ 10.000.000		\$ 0	\$ 10.000.000
	1.3. Mejoramiento de las	Implementación de acciones para el tratamiento y manejo	porcentaje de aguas residuales tratadas	1	\$ 4.000.000	1	\$ 4.000.000	1	\$ 3.000.000	\$ 11.000.000

	condiciones del recurso hídrico	de aguas residuales y aguas contaminadas por sistemas productivos								
		Monitoreo de las condiciones de calidad de agua	ICA	1	\$ 2.000.000	2	\$ 4.000.000	2	\$ 4.000.000	\$ 10.000.000
	1.4. Incentivos sociales para la conservación y recuperación del humedal	Identificación de familias beneficiadas para la instalación de hornillas ecoeficientes y reducción en el consumo de leña	Beneficiarios hornillas		\$ 0	8	\$ 12.000.000		\$ 0	\$ 12.000.000
		Fortalecimiento y apoyo a las iniciativas de negocios verdes como estrategia sostenible de producción	Iniciativas apoyadas	1	\$ 10.000.000		\$ 0		\$ 0	\$ 10.000.000
		Conformación y apoyo a grupos productivos apícolas para la conservación del ecosistema	Grupos conformados y apoyados		\$ 0		\$ 0	1	\$ 11.000.000	\$ 11.000.000
2. Uso y manejo sostenible del ecosistema	2.1. Sistemas silvopastoriles y ganadería sostenible	Convenios para la asesoría y apoyo en la reconversión a sistemas silvopastoriles sostenibles con bebederos sustitutos	Convenios celebrados		\$ 0		\$ 0	1	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000
	2.2. Ecoturismo como estrategia de desarrollo sostenible	Diseño, trazado y señalización y/o mantenimiento de senderos ecológicos para el desarrollo del	Senderos trazados, señalizados y/o con mantenimiento	1	\$ 13.000.000		\$ 0		\$ 0	\$ 13.000.000

		ecoturismo								
		fortalecimiento de los grupos prestadores de servicios de ecoturismo comunitario	Estrategias		\$ 0	1	\$ 4.000.000		\$ 0	\$ 4.000.000
		Cuantificación de la capacidad de carga de senderos para el ecoturismo	Senderos evaluados		\$ 0		\$ 0	1	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000
3. Educación y sensibilización para a conservación	3.1. Educación y participación comunitaria para la conservación del territorio	Instalación de vallas informativas para resaltar la importancia ecosistémica y riqueza biológica del humedal	vallas instaladas	1	\$ 1.500.000		\$ 0		\$ 0	\$ 1.500.000
		Desarrollo de talleres para la sensibilización y educación ambiental que permitan la conservación de los ecosistemas	número de talleres desarrollados	3	\$ 900.000	3	\$ 900.000	4	\$ 1.200.000	\$ 3.000.000
		Instrumentos de divulgación y comunicación para el reconocimiento y protección de los humedales	instrumentos aplicados	1	\$ 5.000.000		\$ 0		\$ 0	\$ 5.000.000
4. Investigación, seguimiento y monitoreo	4.1. Monitoreo para la conservación de fauna silvestre	Conformación y apoyo a grupos de monitoreo para fortalecer el conocimiento en las dinámicas de las comunidades ecológicas presentes	grupos apoyados	3	\$ 15.000.000	3	\$ 15.000.000	4	\$ 20.000.000	\$ 50.000.000

		en el humedal								
		Monitoreo de especies endémicas, migratorias y amenazadas	Especies monitoreadas		\$ 0	1	\$ 2.000.000		\$ 0	\$ 2.000.000
	4.2. Investigación participativa y aplicada para el conocimiento	Talleres comunitarios participativos para la identificación de necesidades, problemáticas y prioridades de investigación	No. De talleres	3	\$ 900.000	3	\$ 900.000	4	\$ 1.200.000	\$ 3.000.000
		Articulación con instituciones académicas para el fortalecimiento de metodologías y desarrollo de procesos de investigación	Instituciones involucradas		\$ 0		\$ 0	1	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000
TOTAL					\$ 52.300.000		\$ 88.300.000		\$ 86.400.000	\$ 227.000.000

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

De igual forma se establece un consolidado que muestra los costos totales en el corto, mediano y largo plazo para el humedal La Voltezuela.

Tabla 46. Costos totales en el corto, mediano y largo plazo

HUMEDAL	Costos			
	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo	Total
Humedal La Voltezuela	52.300.000	88.300.000	86.400.000	227000000

Fuente: Equipo consultor ONFA Andina S.A.S 2017

6.6. Tiempos de ejecución

La ejecución del presente plan de manejo, se plantea en los tiempos establecidos por la resolución 196 de 2006, en donde se determina un periodo de diez años, los cuales se dividen de la siguiente manera.

Corto plazo: 1 a 3 años.

Mediano plazo: 3 a 6 años.

Largo plazo: 6 a 10 años.

Finalmente se relacionan los programas del Plan de Acción de la Corporación del Alto Magdalena 2016 – 2019 que se relacionan con los objetivos estratégicos junto con los programas y proyectos propuestos en el presente plan de manejo.

Programa 1: Agua para Todos

- Proyecto 1.2: Recuperación de Cuencas Hidrográficas

Programa 2: Biodiversidad: Fuente de Vida

- Proyecto 2.1: Conocimiento y Planificación de Ecosistemas Estratégicos
- Proyecto 2.2: Conservación y Recuperación de Ecosistemas Estratégicos y su Biodiversidad

Programa 3: Adaptación para el Crecimiento Verde

- Proyecto 3.1: Crecimiento Verde de Sectores Productivos

Programa 4: Cuida tu Naturaleza

- Proyecto 4.1: Control y Vigilancia Ambiental

Programa 6: Educación Camino de Paz

- Proyecto 6.2: Educación Ambiental: Opita de Corazón

6.7.Evaluación y seguimiento al Plan de Manejo Ambiental (PMA)

Los resultados obtenidos a través de la ejecución de los programas y proyectos establecidos en el presente plan de manejo, deben ser monitoreados a través de la aplicación de métodos de evaluación que califiquen su efectividad en el corto, mediano y largo plazo. Por ello se propone la creación de un comité en donde hagan parte las instituciones y diferentes actores involucrados en el proceso de gestión y conservación del humedal; por ello se propone que el comité este conformado por:

- Un representante de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena
- Un representante de la administración municipal en donde se encuentre el humedal
- Un representante de las ONG ambientales que tengan jurisdicción sobre el área del humedal
- El presidente de la JAC en donde se encuentra el humedal
- Un representante de los propietarios de los predios que tienen influencia en el ecosistema de humedal.

El comité será coordinado por la Corporación Autónoma regional del Alto Magdalena y tendrá las funciones de realizar el seguimiento a la ejecución de los planes y proyectos planteados en el plan de manejo ambiental del humedal. Adicional a ello se propone una revisión bienal a los avances y efectividad del plan de acción, con el objetivo de corregir, agilizar y mejorar los aspectos en los que sea necesario realizar cambios para el alcance de los objetivos estratégicos.

7. RECOMENDACIONES DE MANEJO PARA LAS ÁREAS DE RECARGA

El desarrollo de procesos de recuperación y conservación que garanticen la preservación, funcionalidad y sostenimiento del equilibrio ecológico en el humedal, pueden tener un mayor impacto ambiental y social, en el momento en que se piense en su aplicación no solamente sobre las áreas de protección demarcadas por los 30 metros a partir de la delimitación del humedal, sino también sobre la zona definida en este documento como zona de recarga, la cual hace referencia a la cuenca aferente de la cual depende el ecosistema para la regulación de los procesos hídricos frente al aumento y disminución del nivel del mismo, proceso del cual depende la prestación de servicios ecosistémicos ofrecidos por el humedal.

Por ello, este capítulo pretende generar una serie de recomendaciones adicionales a las establecidas dentro del PMA, las cuales están orientadas hacia las zonas incluidas dentro del área de recarga del humedal, las cuales se excluyen en el capítulo de zonificación, siendo espacios prioritarios para la preservación, restauración y el uso sostenible de los recursos allí contenidos.

El área de recarga del humedal La Voltezuela se encuentra ocupada por sistemas productivos y otras coberturas como vegetación secundaria baja, bosque denso bajo y drenajes intermitentes que requieren de la implementación de acciones de manejo constantes que permitan la conservación de las coberturas con alto grado de conservación y a recuperación de aquellas que lo requieran.

1. Fortalecimiento a las iniciativas para el desarrollo de sistemas apícolas que a la fecha se ejecutan en el sector.
2. Renovación de aislamientos que limiten el ingreso de semovientes al humedal sobre sectores que superan la ronda del ecosistema.
3. Aislamiento de coberturas de bosque denso bajo para garantizar su preservación y total recuperación.
4. Reforestación en zonas de ronda de los drenajes intermitentes que abastecen el espejo de agua del humedal.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Angulo, R. A. (2011). *Dispersión de semillas por aves frugívoras: una revisión de estudios de la región neotropical*. Bogotá: Pontifica Universidad Javeriana.
- Barrera-Cataño, J. y.-L. (2007). Herramientas para abordar la restauración ecológica de áreas disturbadas en Colombia. *Revista de la facultad de ciencias*, 11-24.
- Bernal, R. G. (2015). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales.
- Castro F., L. M. (2010). *Leptodactylus colombiensis*. *La Lista Roja de la UICN de Especies Amenazadas 2010*. Recuperado el 30 de septiembre de 2017, de UICN: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-2.RLTS.T57119A11584297>
- Chaparro-Herrera S., E.-G. M.-C.-B. (2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. *Biota Colombiana*, 235-272.
- COL. (2016). *Universidad Nacional de Colombia*. Recuperado el 30 de septiembre de 2017, de [biovirtual.unal.edu.co](http://www.biovirtual.unal.edu.co): <http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/>
- Duellman et al, W. y. (1994). Biology of amphibians. *The Johns Hopkins University Press*.
- Duellman, W. (2005). *Cusco Amazonico. The Lives of Amphibians and Reptiles in a Amazonian Rainforest*. Cusco Amazonico: Comstock Publishing Associates.
- Emgesa. (2008). *Estudio de impacto ambiental, proyecto hidroelectrico el Quimbo*. Bogotá.
- FAO. (1993). *Utilización de la fauna silvestre en América Latina*. Roma.
- Fiel Museum. (1999). *Field museum.org*. Recuperado el 28 de septiembre de 2017, de Neotropical herbarium specimens: <http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/>
- Filgueiras T.S., N. P. (1994). Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. *Cadernos de Geociências*, 39-43.
- Gentry, A. (1993). A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South America. *Conservation International*, 445-452.
- Hiller, H. (2004). *Tamaño poblacional y distribución de la comadreja de cola larga (Mustela frenata) en el humedal La Conejera*. Bogotá.
- Hilty, S. y. (2001). *Guía de las Aves de Colombia*. American Bird Conservancy.
- IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para*. Bogotá.

- JSTOR. (2000). *ITHAKA*. Recuperado el 28 de Septiembre de 2017, de JSTOR Global Plants Home: <https://plants.jstor.org/>
- La Marca, E. A.-R. (2010). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Recuperado el 12 de septiembre de 2017, de Hypsiboas crepitans. T: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20102.RLTS.T55457A11314699.en>
- Liesner, R. (1990). *Field techniques used by Missouri Botanical Garden*. Saint Louis, Missouri: Missouri Botanical Garden.
- Maffei L. y Taber, A. (2003). Área de acción, actividad y uso de hábitat del zorro patas negras, *Cercopithecus thous*, en un bosque seco. *Mastozoología Neotropical*, 154-160.
- McMullan M., Q. A. (2011). *Guía de campo de las aves de Colombia*. Bogotá.: Fundación Proaves.
- Murillo-Pulido M.T., M.-A. J.-P. (2008). *Los Pteridófitos de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Naranjo L.G, A. J.-G.-S. (2012). *Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible/WWF Colombia.
- ONF Andina. (2012). *Marengo, Centro (temático) demostrativo ambiental y agrícola del Macizo Colombiano*. Bogotá.
- Otero-Duran, I. (2002). *Habitat funcional de la Focha Americana (Fulica americana columbiana) en un humedal de la sabana de Bogotá*. Bogotá.
- Peña-Núñez, J. (2017). *Proyecto Jardín Botánico del Macizo Colombiano*. Pitalito, Huila: Corporacion Autonoma Regional del Alto Magdalena.
- Ralph C., G. G. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. *Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-*, 11-46.
- Remsen J., A. J.-E. (7 de junio de 2002). *American Ornithologists' Union*. Recuperado el 12 de octubre de 2017, de A classification of the bird species of South America: <http://www.museum.lsu.edu>
- Restall R., R. C. (2007). *Birds of Northern South America: An Identification Guide*. New Heaven y London: Yale University Press.
- Rocha V.J., R. N. (2004). Diet and seed dispersal by *Cercopithecus thous* (Linnaeus) in a forest fragment in Paraná (Carnivora, Canidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 871-876.

- Rocha, V. A.-P.-R. (2008). Feeding habits of the crab-eating fox, *Cerdocyon thous* (Carnivora: Canidae), in a mosaic area with native and exotic vegetation in Southern Brazil. *Revista Brasileira de zoología*, 594-600.
- Rueda, M. R. (2013). Aproximación a la biología de la zarigüeya común (*Didelphis marsupialis*). *Boletín Científico. Centro de Museos*, 141-153.
- Sánchez, J. y. (2015). *Pitalito Atlas Ambiental de la Biodiversidad*. Pitalito, Huila: Alcaldía Municipal de Pitalito.
- SIB. (2015). *Catalogo de la biodiversidad de Colombia*. Recuperado el 14 de septiembre de 2017, de SIB: <http://catalogo.biodiversidad.co/>
- Trefaut, R. M. (2010). *La Lista Roja de la UICN de Especies Amenazadas*. Recuperado el 15 de septiembre de 2017, de Scinax x-signatus.: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20102.-RLTS.T56005A11404900.en>.
- Vargas, W. (2002). *Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales*. Manizales: Universidad de Caldas.
- Villarreal H., Á. M. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Wikipedia. (2017). es.wikipedia.org/wiki/Chlorostilbon_gibsoni. Recuperado el 26 de octubre de 2017, de es.wikipedia.org/wiki/Chlorostilbon_gibsoni: https://es.wikipedia.org/wiki/Chlorostilbon_gibsoni
- Yepes-Quintero A.P., J.-R. S.-A.-S. (2007). Diversidad y composición florística en bosques sucesionales andinos de la región del Río Porce. *Actual Biol*, 07-117.
- PBOT Garzón (2005) Plan Básico de ordenamiento Territorial del municipio de Garzón, departamento del Huila.
- POT Pitalito (2005) Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Pitalito, departamento del Huila.
- Castañeda, 2014. Zonificación climatológica según el modelo de Cadas-Lang en la cuenca del río Negro mediante el uso de sistemas de información geográfica SIG.
- Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Guarapas. CAM. 2009

ETTER, A. La ecología del Paisaje: un marco integrador para los levantamientos rurales.
Subdirección de Docencia e Investigación, IGAC. 1990.