

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

HUMEDAL "BOCAS DE TULUA"

Convenio de Asociación CVC No. 043 de 2010



DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA
REPÚBLICA DE COLOMBIA
DICIEMBRE DE 2011



TABLEA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	1
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABLAS	13
0. INTRODUCCIÓN	17
1. PREÁMBULO - POLÍTICA	21
1.1. ANTECEDENTES	21
1.1.1. INCIDENCIA EFECTIVA DE LAS POLITICAS DE CONSERVACIÓN	21
1.1.2. POLÍTICA	48
1.1.2.1. Normatividad sobre Humedales en el Ámbito Internacional	48
1.1.2.2. Normatividad sobre Humedales en el Ámbito Nacional - Leyes, Decretos y Resoluciones	50
1.1.2.3. Puntos Específicos de la Normatividad sobre Humedales en el Ámbito Nacional	54
1.1.2.4. Políticas sobre humedales en el ámbito regional	63
1.1.2.4.1. Decreto 1381 de 1940	64
1.1.2.4.2. Acuerdo C.D No. 038 de 2007	64
1.1.2.5. Políticas sobre humedales en el ámbito local	64
2. DESCRIPCIÓN	66
2.1. METODOLOGÍA	66
2.1.1. SOBRE LO ABIÓTICO: FÍSICO Y QUÍMICO	67
2.1.1.1. FÍSICO - ECOHIDRÁULICO	67
2.1.1.2. QUÍMICO - CALIDAD DE AGUAS	69
2.1.2. SOBRE LO BIÓTICO: BIOLÓGICO	69
2.1.2.1. INTRODUCCIÓN	70
2.1.2.2. METODOLOGÍA	71
2.1.2.2.1. Área de Estudio	71
2.1.2.2.2. Trabajo de Campo	73
2.1.3. SOBRE LO SOCIOAMBIENTAL	78
2.1.4. EVALUACIÓN	79
2.1.5. ZONIFICACIÓN	80
2.1.6. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS	80
2.1.7. PLAN DE ACCIÓN	81
2.2. COMPONENTE BIÓTICO	81
2.2.1. FAUNA	82
2.2.1.1. AVES	83
2.2.1.2. MAMÍFEROS	90
2.2.1.3. ANFIBIOS Y REPITLES	95
2.2.1.4. Peces	98
2.2.2. FLORA	102
2.2.2.1. VEGETACIÓN TERRESTRE Y ACUÁTICA	102
2.2.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
2.3. COMPONENTE ABIÓTICO	107
2.3.1. LOCALIZACIÓN Y FISIOGRAFÍA	107
2.3.1.1. HUMEDAL BOCAS DE TULUÁ	107
2.3.1.2. FISIOGRAFÍA	108
2.3.1.2.1. METODOLOGÍA	108
2.3.2. GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y USO DEL SUELO	112



2.3.2.1. GEOLOGÍA	112
2.3.2.2. UNIDADES GEOLÓGICAS	113
2.3.3. GEOMORFOLOGÍA	113
2.3.3.1. GEOLOGIA ESTRUCTURAL	114
2.3.3.2. DINÁMICA FLUVIAL	115
2.3.3.3. ANÁLISIS MULTITEMPORAL SISTEMA RIO CAUCA – MADREVIEJA	115
2.3.4. TIPOS DE SUELOS	115
2.3.4.1. USO ACTUAL DE SUELOS EN LA CUENCA DE CAPTACIÓN DE LA MADREVIEJA	116
2.3.4.2. EROSIÓN DE SUELOS EN LA CUENCA DE CAPTACIÓN	117
2.3.4.3. USO POTENCIAL	118
2.3.5. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA	119
2.3.5.1. PRESENTACIÓN	119
2.3.5.2. EL CICLO HIDROLÓGICO DEL HUMEDAL	120
2.3.5.3. LA ECO-HIDROLOGÍA DE LOS HUMEDALES	121
2.3.5.4. RÉGIMEN HIDROLÓGICO HUMEDAL BOCAS DE TULUÁ	122
2.3.5.4.1. Ubicación de la estación limnigráfica	122
2.3.5.4.2. Ubicación de la estación pluviométrica e hidroclimatológica	123
2.3.5.4.1. Caracterización climatológica e hidrológica	123
2.3.5.1. CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DEL HUMEDAL BOCAS DE TULUÁ	131
0.1.1.1.1. Estudio de la conexión del Río Cauca con el humedal Bocas de Tuluá	132
0.1.1.1.2. Curvas Nivel-Área-Volumen	133
2.3.5.1.1. Índice Área-Volumén	134
2.3.5.2. BALANCE HÍDRICO PRELIMINAR	134
2.3.5.2.1. Evapotranspiración	135
2.3.5.2.2. Precipitación	137
2.3.5.2.3. Caudal de intercambio Río Cauca - Humedal Bocas de Tuluá	137
2.3.5.2.4. Almacenamiento	137
2.3.5.2.5. Balance	138
2.3.6. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA	139
2.3.6.1. Índices de calidad del agua	140
2.3.6.2. Índices de calidad de agua modificado para el manejo de lagunas tropicales de inundación	143
2.3.6.3. Calidad de agua en el río Cauca	144
2.3.6.4. Tributarios aguas arriba del humedal Bocas de Tuluá	145
2.3.6.4.1. Río Tuluá	145
2.3.6.5. Calidad de agua estudios antecedentes	145
2.3.6.6. Análisis de parámetros físico – químicos	146
2.3.6.6.1. pH	146
2.3.6.6.2. Temperatura	149
2.3.6.6.3. Turbiedad	150
2.3.6.6.4. Color Real	152
2.3.6.6.5. DBO ₅	152
2.3.6.6.6. Conductividad	153
2.3.6.6.7. Sólidos totales	154
2.3.6.6.8. Sólidos suspendidos	154
2.3.6.6.9. DQO	154
2.3.6.6.10. Oxígeno Disuelto	154
2.3.6.6.11. Nutrientes	155
2.3.6.6.12. Nitrógeno	155
2.3.6.6.13. Nitrógeno Total	156
2.3.6.6.14. Nitrógeno Amoniacal	156
2.3.6.6.15. Nitratos	156
2.3.6.6.16. Nitritos	157



2.3.6.6.17.	Fósforo	158
2.3.6.6.18.	Relación Nitrógeno : Fósforo N:P	159
2.3.6.6.19.	Hierro Total	160
2.3.6.6.20.	Clorofila	161
2.3.6.6.21.	Transparencia (Sechi)	161
2.3.6.6.22.	Coliformes Totales y Fecales	162
2.3.6.7.	Cálculo del índice de calidad de agua en el humedal Bocas de Tuluá	164
2.3.6.8.	Conclusiones	164
0.1.1.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	165
2.4.	COMPONENTE SOCIO-AMBIENTAL	167
2.4.1.	INTRODUCCIÓN	167
2.4.2.	MATERIALES Y MÉTODOS	169
2.4.2.1.	RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN	170
2.4.3.	BASE PARA EL MANEJO DE CONFLICTOS AMBIENTALES	171
2.5.	ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS Y SOCIO AMBIENTALES	172
2.5.1.	CARACTERIZACIÓN SOCIO-ECONÓMICA Y SOCIO – AMBIENTAL	172
2.5.1.1.	DIVISIÓN POLÍTICO - ADMINISTRATIVA	172
2.5.2.	HISTORIA DEL MUNICIPIO DE TULUÁ	173
2.5.3.	ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS PREDOMINANTES EN LA CUENCA Y EL COMPLEJO DE HUMEDALES	174
2.5.4.	ASPECTOS DEMOGRÁFICOS	175
2.5.5.	EDUCACIÓN	175
2.5.6.	SALUD	177
2.5.7.	VIVIENDA	178
2.5.8.	SERVICIOS PÚBLICOS	178
2.5.9.	INFRAESTRUCTURA VIAL	179
2.5.10.	RECREACIÓN Y DEPORTE	179
2.5.11.	TURISMO	179
2.5.12.	ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO	180
2.6.	CARACTERIZACIÓN DE ACTORES SEGÚN METODOLOGÍA SIDAP - CVC	181
3.	EVALUACIÓN	185
3.1.	EVALUACIÓN AMBIENTAL	185
3.1.1.	UBICACIÓN EN BIOMA	185
3.1.2.	FRAGMENTACIÓN	188
3.1.3.	EFFECTO DOMINANTE DE LA CUENCA AFERENTE	189
3.1.3.1.	MAYOR TASA DE INGRESOS DE MATERIA ORGÁNICA, NUTRIENTES Y EN GENERAL SEDIMENTOS AL SISTEMA CON RESPECTO A LA TASA DE SALIDA	190
3.1.4.	SI LAS ENTRADAS DE AGUA SON CORTADAS EL HUMEDAL DESAPARECE	191
3.1.5.	ESTRUCTURA DE LOS HUMEDALES	191
3.1.6.	FUNCIONAMIENTO	193
3.1.7.	TENSORES DEL HUMEDAL	196
3.1.8.	DISTURBIOS A LA UNIDAD ECOLÓGICA HUMEDAL	202
3.2.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL: APLICACIÓN AL ESCENARIO PRESENTE DEL MÉTODO MIC-MAC	204
3.2.1.	VARIABLES QUE CONFORMAN LA MATRIZ	206
3.2.2.	RESULTADOS MIC-MAC	207
3.2.3.	VARIABLES DETERMINANTES	211
3.2.4.	VARIABLES CLAVES	212
3.2.5.	VARIABLES OBJETIVOS	214



3.2.6.	VARIABLES RESULTADOS	215	
3.2.7.	VARIABLES REGULADORAS	215	
3.2.7.1.	DE PRIMER ORDEN	215	
3.2.7.2.	DE SEGUNDO ORDEN	216	
3.2.8.	PALANCAS SECUNDARIAS	216	
3.2.9.	VARIABLES AUTÓNOMAS	217	
3.2.10.	VARIABLES DEL ENTORNO	217	
3.2.11.	GRADO DE IMPORTANCIA DE LAS VARIABLES ECOLÓGICAS		217
4.	ZONIFICACIÓN	220	
4.1.	INTRODUCCIÓN	220	
4.2.	HISTORIA NATURAL Y CULTURAL DE USOS	221	
4.3.	ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DEL HUMEDAL BOCAS DE TULUÁ	222	
4.4.	ZONIFICACIÓN RESOLUCIÓN 196 DE 2006 HUMEDAL BOCAS DE TULUÁ	224	
4.5.	ZONIFICACIÓN DE PROYECTOS EN EL HUMEDAL BOCAS DE TULUÁ	229	
5.	OBJETIVOS	233	
5.1.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL: APLICACIÓN AL ESCENARIO PRESENTE DEL MÉTODO MACTOR	233	
5.2.	TALLERES DE EVALUACIÓN	234	
5.3.	RESULTADOS MACTOR	235	
5.3.1.	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	236	
5.3.2.	RELACIONES DE FUERZA DE LOS ACTORES	237	
5.3.3.	CONVERGENCIAS Y DIVERGENCIAS	238	
5.4.	OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN	243	
5.5.	PRIORIZACIÓN DE OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN	248	
5.6.	ESCENARIO FUTURO DESEABLE	250	
6.	PLAN DE ACCIÓN	254	
6.1.	RESTAURACIÓN	254	
6.2.	CONTENIDO PROGRAMÁTICO	257	
6.3.	PLAN DE ACCIÓN 2012 - 2023	261	
6.3.1.	OBJETIVOS	261	
6.3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	261	
6.3.3.	ESTRATEGIAS	262	
6.4.	PROGRAMAS	262	
6.4.1.	PROGRAMA DE RECUPERACIÓN ECOHIDRÁULICO - FÍSICA	264	
6.4.1.1.	PROYECTOS	264	
6.4.2.	PROGRAMA DE RECUPERACIÓN SANITARIA - QUÍMICO	265	
6.4.3.	PROGRAMA RECUPERACIÓN BIÓTICA - BIOLÓGICO	265	
6.4.3.1.	PROYECTO REVEGETALIZACIÓN	266	
6.4.3.2.	PROYECTO CONTROL DE PLANTAS INVASORAS	266	
6.4.4.	PROGRAMA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE	266	
6.4.5.	PROGRAMA SOCIOAMBIENTAL	267	
6.4.5.1.	FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	267	
6.4.6.	PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN	268	
6.4.6.1.	PROYECTO DE RECUPERACIÓN DE ESPACIO Y DOMINIO HIDRAULICO PÚBLICO	268	
6.4.7.	PROGRAMA INVESTIGACIÓN APLICADA	269	
6.4.7.1.	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA ECOLÓGICO	269	
6.4.7.2.	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA ECOHIDRÁULICO	270	
6.4.7.3.	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA SANITARIO	270	



6.4.8.	PROGRAMA DE MANEJO ADAPTABLE	271
6.4.8.1.	PROYECTO SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL – AUTORIDAD AMBIENTAL CVC	271
6.4.8.2.	PROYECTO MONITOREO	272
6.4.8.3.	PROYECTO EVALUACIÓN	273
6.5.	PERFILES DE PROYECTOS	275
6.5.1.	COMPONENTE FÍSICO / PROGRAMA RECUPERACIÓN ECOHIDRÁULICO	275
6.5.1.1.	SUBPROGRAMA REESTABLECIMIENTO	275
6.5.1.1.1.	Adecuación Morfológica del Humedal.	275
6.5.1.2.	SUBPROGRAMA INSTRUMENTACIÓN	278
6.5.1.2.1.	Instalación de limnómetro y registro de lecturas.	¡Error! Marcador no definido.
6.5.1.3.	SUBPROGRAMA CONECTIVIDAD HIDRÁULICA	280
6.5.1.3.1.	Diseño Canal de conexión del humedal con el río.	280
6.5.1.3.2.	Adecuación, descolmatación y limpieza del canal de conexión.	282
6.5.2.	COMPONENTE QUÍMICO	284
6.5.2.1.	PROGRAMA RECUPERACIÓN SANITARIA	284
6.5.2.1.1.	Implementación de sistema de oxigenación.	284
6.5.2.1.2.	Operación del sistema de oxigenación.	288
6.5.3.	COMPONENTE BIOLÓGICO	290
6.5.3.1.	PROGRAMA RECUPERACIÓN BIÓTICA	290
6.5.3.1.1.	Restauración de Bosque seco tropical inundable, con especies como: Chamburos (Erythrina fusca), Mantecos (Laetia americana), Pizamos, Burilícos (Xylopia ligustrifolia), Caracolíes (Anacardium excelsum), Yarumos (Cecropia mutisiana), Ceiba (Ceiba pentrandra), y especies en extinción tradicionales del ecosistema.	290
6.5.3.1.2.	Bosque Productor Protector	¡Error! Marcador no definido.
6.5.3.1.3.	Control de Plantas Invasoras	294
6.5.3.2.	PROGRAMA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE	296
6.5.3.3.	Reconversión tecnológica y producción limpia en cultivos de azúcar	296
6.5.3.4.	Ganadería: Sistema Silvopastoril Intensivo.	301
6.5.3.4.1.	Producción Íctica en jaulas.	305
6.5.3.4.2.	Fortalecimiento de la producción íctica en Jaulas.	309
6.5.3.4.3.	Mantenimiento, protección y conservación a las plantaciones forestales, bosque seco inundable.	¡Error! Marcador no definido.
6.5.4.	PROGRAMA SOCIOAMBIENTAL	310
6.5.4.1.	SUBPROGRAMA EDUCACIÓN AMBIENTAL	310
6.5.4.1.1.	Fortalecimiento de PRAES de las instituciones aledañas al Humedal	311
6.5.4.2.	SUBPROGRAMA FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	312
6.5.4.2.1.	Observatorio socioambiental	312
6.5.4.2.2.	Alimentación y sistematización Observatorio Ambiental	314
6.5.4.2.3.	Creación de comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal.	315
6.5.4.2.4.	Fortalecimiento del comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal.	316
6.5.4.2.5.	Creación, fortalecimiento y asesoría técnico - administrativa a la asociación de pescadores del centro del valle: Censo, constitución legal, inscripción ante instituciones pertinentes, carnetización, asesoría y apoyo técnico, administrativo y financiero.	318
6.5.5.	PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN	319
6.5.5.1.	SUBPROGRAMA RECUPERACIÓN DE ESPACIO y DOMINIO HIDRAULICO PÚBLICO	319
6.5.5.1.1.	Aislamiento zona anfibia +30m (externo e interno)	319
6.5.5.2.	SUBPROGRAMA EXTRACCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE PLANTAS ACUÁTICAS INVASIVAS	321



6.5.5.2.1.	Extracción de Enea para aprovechamiento de comunidad aledaña al humedal	
		321
6.5.5.3.	SUBPROGRAMA PROTECCIÓN A ESPECIES NATIVAS DEL HUMEDAL	322
6.5.5.3.1.	Concepción de Esquemas de Control y Vigilancia para detener cacería de Tortuga Bache (<i>Chelydra Serpentina</i>)	322
7.	BIBLIOGRAFÍA	330



LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. El presidente Franklin D. Roosevelt firma la Ley de IVA el 18 de mayo de 1933.	
	23
Figura 1.2. Adecuación y drenaje de tierras en el sur de Estados Unidos en los años 30	
	24
Figura 1.3. Programa de TVA - Sistema de Control de aguas	24
Figura 1.4. Cuenca del Río Mississippi. Subcuenca del Río Tennessee	25
Figura 1.5. David Lilienthal	25
Figura 1.6. Esquema de drenaje humedales lénticos desarrollado por el TVA	26
Figura 1.7. Inundaciones Históricas del Río Cauca	26
Figura 1.8. Visita a Estados Unidos para conocer algunas de las obras y realizaciones de la TVA. En la foto Diego Garcés Giraldo, Manuel Carvajal Sinisterra, Bernardo Garcés Córdoba, José Otoyá, Luis Ernesto Sanclemente y José Castro Borrero, entre otros	
	27
Figura 1.9. Zona de Influencia de la CVC, Año 1954	27
Figura 1.10. El doctor Diego Garcés Giraldo impone la Cruz de Boyacá al doctor David Lilienthal. Julio 9 de 1955	28
Figura 1.11. Proyectos de unidades de adecuación construidos. Cardenas y Sinisterra	
	29
Figura 1.12. Proyectos de unidades de adecuación construidos. Cardenas y Sinisterra	
	30
Figura 1.13. Ilustración zona de Humedales Drenada. Presentación modelo de control de aguas tradicional CVC	30
Figura 1.14. Obras de control de inundaciones	31
Figura 1.15. Proyecto Agua Blanca. 5000 Ha de humedales drenadas	31
Figura 1.16. Contrarrevolución cultural. Mayo del 68. Hippismo 60-70	32
Figura 1.17. Club de Roma	32
Figura 1.18. Naciones Unidas Estocolmo. 1972	33
Figura 1.19. Evan Schultes. Cuenca del Amazonas Colombiano. 1933	34
Figura 1.20. Profesor Anibal Patiño Rodríguez. 2007	34
Figura 1.21. Gro Harlem Brundtland. 1987	35
Figura 1.22. Pobreza extrema en el mundo	36
Figura 1.23. Inundaciones en Colombia, Años 2010 y 2011	38
Figura 1.24. Inundaciones en New Orleans, ocasionadas por el Huracán Katrina. Año 2005	
	38
Figura 1.25. Rotura del canal del Dique. Año 2010	39
Figura 1.26. Humedal 1. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado	40
Figura 1.27. Humedal 2. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado	40
Figura 1.28. Humedal 3. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado	40
Figura 1.29. Humedal 4. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado	40
Figura 1.30. Humedal 5. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado	41
Figura 1.31. Humedal 6. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado	41
Figura 1.32. Humedal 7. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado	41
Figura 1.33. Catástrofe Ola Invernal Colombia	42
Figura 1.34. Catástrofe Ola Invernal Colombia	42
Figura 1.35. Comisión de Expertos Holandeses y Japoneses	42
Figura 1.36. Analogía Balanza de Lane; 1955	43



- Figura 1.37.** Planta, perfil longitudinal y sección transversal de un río encauzado en vías de sedimentación y formación de un cauce colgado 44
- Figura 1.38.** Taponamiento de las roturas en los diques por las fuerzas armadas de Colombia 44
- Figura 1.39.** Inundaciones en la cuenca del río Mississippi. Antes y después abril de 2010 y mayo de 2011 45
- Figura 1.40.** Inundaciones provocadas por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos para proteger las ciudades 45
- Figura 1.41.** Apertura de vertederos realizada por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos para proteger las ciudades 46
- Figura 1.42.** Obras hidráulicas de canales y camellones Zenúes 200 años antes de cristo 46
- Figura 1.43.** Vestigios arqueológicos de obras hidráulicas de los Zenúes 46
- Figura 2.1.** Mapa Mental metodológico del Proyecto 66
- Figura 2.2.** Esquema que muestra la variable de entrada, precipitación $P(t)$, la caja negra (cuenca) y la salida, $Q(t)$, que es el caudal en el punto de interés 68
- Figura 2.3.** a) y b) Vista del Humedal parcialmente inundado e invadido de vegetación acuática. Fotografías del humedal durante el muestreo, potreros muestran inundación por el río Tuluá que desvía su cauce, al estar muy cargado por las fuertes lluvias, y su imposibilidad de resolverse todo en el río Cauca. 72
- Figura 2.4.** Río Tuluá que bordea uno de los linderos del humedal 73
- Figura 2.5.** Disposición de redes de Niebla en sitios estratégicos en el humedal Bocas de Tuluá 74
- Figura 2.6.** Captura y manipulación de murciélagos en el Humedal 75
- Figura 2.7.** Búsqueda y registro de anfibios y reptiles en el humedal Bocas de Tuluá 76
- Figura 2.8.** Captura con nasa en la zona inundada del humedal 77
- Figura 2.9.** Captura con Trasmayo de las especies de peces presentes en la zona inundada en el humedal Bocas de Tuluá, por personas de la comunidad 77
- Figura 2.10.** Portadas Plegables Foros Abiertos 79
- Figura 2.11.** Fauna del Humedal Bocas de Tuluá por grupo 82
- Figura 2.12.** Riqueza de especies reportadas para las familias de hábitat principalmente acuáticos 83
- Figura 2.13.** Riqueza de especies por familias de hábitat principalmente terrestres 84
- Figura 2.14.** Bandadas de Iguaza común (*Dendrocigna autumnalis*) e Iguaza María (*Dendrocigna bicolor*) en el Humedal Bocas de Tuluá 85
- Figura 2.15.** a) *Milvago chimachima* (Pigua), aprovechando especies de porte alto como Chiminangos (*Pithecellobium*) para descanso y b) *Campephilus melanoleucos* (Carpintero Marcial). 86
- Figura 2.16.** Especies de Aves observadas en el humedal Bocas de Tuluá en Septiembre de 2011. a. Tres especies (*Anas cyanoptera*, *Phimosus infuscatus* e *Himantopus mexicanus*), b. Juvenil de *Milvago chimachima*; c. *Colaptes punctigula*; d. *Phalacrocorax olivaceus*, descansando en una Ceiba b. *Ardea alba*. 87
- Figura 2.17.** Número de familias por Orden de mamíferos reportados para el humedal 90
- Figura 2.18.** Riqueza de las especies de mamíferos por familia, reportados para el humedal Bocas de Tuluá 91
- Figura 2.19.** Especies de mamíferos fotografiadas en el humedal (Septiembre de 2011); a) *Cerdocyon thous* (Zorro cañero), muerto flotando en una de las zonas inundadas; b)



- Dasyopus novemcinctus* (Armadillo); c) *Carollia perspicillata* (Murciélago frutero de cola corta); d) *Desmodus rotundus* (Murciélago vampiro-Hembra grávida-; e) *Didelphis marsupialis* (Chucha comun) y f) *Artibeus lituratus* (Murciélago frutero grande). 93
- Figura 2.20.** Número de familias de anfibios y reptiles por orden para el humedal Bocas de Tuluá. 96
- Figura 2.21.** Riqueza de especies de anfibios y reptiles por familia reportados para el humedal. 96
- Figura 2.22.** Fotografías de las especies de algunos anfibios registrados en el Humedal Bocas de Tuluá; a) *Lithobates catesbeianus* (Rana Toro); b) *Hypsiboas pugnax*. 97
- Figura 2.23.** Riqueza de especies de peces por familia reportadas para el humedal Bocas de Tuluá 99
- Figura 2.24.** Especies de peces capturados, en el humedal Bocas de Tuluá. a) *Hypostomus cf. Plecostomus* (Corroncho) ; b) *Poecilia caucana* (Pipona); c) *Betta splendens* (Beta). 101
- Figura 2.25.** Vegetación de la zona amortiguadora del humedal, especies de arboles sumergidas e intervención antropogénica por el uso de pastizales para ganado y caballos 103
- Figura 2.26.** Presencia de Buchón (*Eichhornia crassipes*) y lechuguilla (*Eichhornia crassipes*) en diferentes punto del humedal Bocas de Tuluá. En el humedal la mayor abundancia es dada por el buchón de agua 104
- Figura 2.27.** Presencia de especies de la familia Libellulidae y Pomaceae en el humedal Bocas de Tuluá 106
- Figura 2.28.** Vuelo FAL F-407 Faja 37 Foto 195 Escala 1:31.300 del 1.998. Localización General del humedal Bocas de Tuluá 110
- Figura 2.29.** Geología de la madre vieja Bocas de Tuluá 113
- Figura 2.30.** Geomorfología humedal Bocas de Tuluá 114
- Figura 2.31.** Distribución de los tipos de suelos en el ecosistema 116
- Figura 2.32.** Distribución de los usos del suelo 117
- Figura 2.33.** Grados de erosión en la cuenca 118
- Figura 2.34.** Uso potencial de los suelos 119
- Figura 2.35.** Principales variables hidrológicas en un humedal ripario 121
- Figura 2.36.** Localización sobre el Río Cauca de la estación limnigráfica Guayabal 123
- Figura 2.37.** Localización de la estación pluviométrica e hidrológica “Río Frío” propiedad de Cenicaña. 124
- Figura 2.38.** Polígono de influencia de la Estación de Bugalagrande. 124
- Figura 2.39.** Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja Bocas de Tuluá periodo 2000-2010 (1) Brillo Solar medio 125
- Figura 2.40.** Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja Bocas de Tuluá periodo 2000-2010 (2) Temperatura media 126
- Figura 2.41.** Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja Bocas de Tuluá periodo 2000-2010 (3) Humedad Relativa media 126
- Figura 2.42.** Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja Bocas de Tuluá periodo 2000-2010 (4) Precipitación media 127
- Figura 2.43.** Zonificación de la cantidad de lluvia en la zona plana del departamento del Valle del Cauca periodo hidrológico 2000-2010 (1) Enero (2) Febrero (3) Marzo (4) Abril 129
- Figura 2.44.** Zonificación de la cantidad de lluvia en la zona plana del departamento del Valle del Cauca periodo hidrológico 2000-2010 (5) Mayo (6) Junio (7) Julio (8) Agosto 130



Figura 2.45. Zonificación de la cantidad de lluvia en la zona plana del departamento del Valle del Cauca periodo hidrológico 2000-2010 (9) Septiembre (10) Octubre (11) Noviembre (12) Diciembre	131
Figura 2.46. Curvas Nivel-Área-Volumen Humedal Bocas de Tuluá	134
Figura 2.47. Resultados del modelo Penman-Monteith para el cálculo de la Et en inmediaciones del Humedal Bocas de Tuluá	137
Figura 2.48. Estimación de parámetros oxígeno disuelto (Sub _i)	141
Figura 2.49. Demanda Biológica de oxígeno DBO ₅	141
Figura 2.50. Potencial de Hidrogeno pH	141
Figura 2.51. Turbiedad	142
Figura 2.52. Fosfatos	142
Figura 2.53. Nitratos	142
Figura 2.54. Sólidos Disueltos	143
Figura 2.55. Temperatura	143
Figura 2.56. Cálculo del índice de Calidad	144
Figura 2.57. Localización del Humedal Bocas de Tuluá respecto al Río Cauca	146
Figura 2.58. Efluentes del Río Cauca	147
Figura 2.59. Humedal Bocas de Tuluá – Medición de pH	148
Figura 2.60. Los cambios en el pH de los suelos orgánicos y diferentes contenidos de Hierro después de las inundaciones	149
Figura 2.61. Humedal Bocas de Tuluá – Medición de Temperatura (°C)	150
Figura 2.62. Complejo de humedales receptores de fuertes pulsos hidrogeológicos	151
Figura 2.63. Humedal Bocas de Tuluá – Medición de Turbiedad (NTU)	152
Figura 2.64. Humedal Bocas de Tuluá – Medición de Conductividad (µs/cm)	153
Figura 2.65. Oxígeno en el Agua	155
Figura 2.66. Ciclo del Nitrógeno	156
Figura 2.67. Humedal Bocas de Tuluá – Medición de Nitratos (mg N-NO ₃ /L)	157
Figura 2.68. Humedal Bocas de Tuluá – Medición de Nitritos (mg N-NO ₂ /L)	158
Figura 2.69. Ciclo del Fosforo	158
Figura 2.70. Humedal Bocas de Tuluá – Medición de Fosfatos (mg PO ₄ /L)	159
Figura 2.71. Humedal Bocas de Tuluá – Medición de Hierro Total (mg Fe/L)	160
Figura 2.72. Humedal Bocas de Tuluá – Medición de Transparencia Secchi (m)	162
Figura 2.73. Humedal Bocas de Tuluá – Medición de Coliformes Totales (NMP/100mL)	163
Figura 2.74. Humedal Bocas de Tuluá – Medición de Coliformes Fecales (NMP/100mL)	164
Figura 2.75. Localización de las secciones en Planta	165
Figura 2.76. Sección 1 Humedal Bocas de Tuluá, año 2003	165
Figura 2.77. Sección 2 Humedal Bocas de Tuluá, año 2003	166
Figura 2.78. Sección 3 Humedal Bocas de Tuluá, año 2003	166
Figura 2.79. Características ecológicas de distintas formas de apropiación de territorio	169
Figura 2.80. Relaciones entre ecosistemas y pobreza	171
Figura 2.81. Población por sexo del municipio de Tuluá – Valle del Cauca	175
Figura 2.82. Nivel educativo en el municipio de Tuluá – Valle del Cauca	177
Figura 2.84. Cobertura de servicios públicos en el municipio de Tuluá - Valle del Cauca	179
Figura 2.85. Índice de Desarrollo Humano en municipios	181
Figura 3.1. Biomas de la Tierra	185



Figura 3.2.	Biomás en Colombia	185
Figura 3.3.	Terreno del Valle del Cauca	186
Figura 3.4.	Terreno del Valle del Cauca	187
Figura 3.5.	Localización del ecosistema BOCSERA	187
Figura 3.6.	Distribución de la cobertura de tierra en el ecosistema BOCSERA	188
Figura 3.7.	Fotografía aérea del humedal Bocas de Tuluá, año 1998	189
Figura 3.8.	Fotografía aérea del humedal Bocas de Tuluá, año 2001	189
Figura 3.9.	Bosque cálido húmedo en planicie aluvial	190
Figura 3.10.	Cobertura del Bioma	191
Figura 3.11.	Dinámicas del humedal	192
Figura 3.12.	Fotografía en periodo de sequía. Humedal con altos niveles de agua, Junio de 2001	192
Figura 3.13.	Periodo de alto régimen pluviométrico. Zona anfibia inundada.	193
Figura 3.14.	Complejo de humedales	193
Figura 3.15.	Buchón de agua del humedal	193
Figura 3.16.	Esquemas de funcionamiento	194
Figura 3.17.	Escorrentía humedal	194
Figura 3.18.	Flujos de crecientes	194
Figura 3.19.	Dinámica hídrica	195
Figura 3.20.	Humedal parte central	195
Figura 3.21.	Fotografía aérea del humedal Bocas de Tuluá	196
Figura 3.22.	Dique fragmentador del humedal	196
Figura 3.23.	Macrófitas acuáticas	197
Figura 3.24.	Aporte de nutrientes por uso del suelo – ganadería	198
Figura 3.25.	Gradiente de Terrificación	198
Figura 3.26.	Casa y establo abandonados por inundación	199
Figura 3.27.	Fotografía aérea – Proceso de desecación con el río Tuluá	201
Figura 3.28.	Interpretación del Plano Motricidad / Dependencia	205
Figura 3.29.	Interpretación del Plano Motricidad / Dependencia	206
Figura 3.30.	Resultados MIC	209
Figura 3.31.	Agrupación de variables potenciales según resultados MIC-MAC	210
Figura 3.32.	Intercambios fisicoquímicos en humedales	211
Figura 3.33.	Relaciones entre tirantes de inundación y espejos de agua en humedales	213
Figura 3.34.	Zonas de un humedal	213
Figura 3.35.	Fotografía aérea humedal Bocas de Tuluá en 1964	214
Figura 3.36.	Esquema de cadena trófica	215
Figura 3.37.	Casos de Dinámica Morfológica	216
Figura 4.1.	Año 1964	221
Figura 4.2.	Año 1969	221
Figura 4.3.	Año 1998	222
Figura 4.4.	Zonificación ecológica del humedal Bocas de Tuluá	223
Figura 4.5.	Zonificación Resolución 196 de 2006 del humedal Bocas de Tuluá	225
Figura 4.6.	Zonificación de acciones	229
Figura 5.1.	Ilustración y debate con los actores: propietarios, ingenios, CVC, Fundaciones. Tuluá. Octubre de 2011	234
Figura 5.2.	Ilustración y debate con las ONG participantes en el estudio	234
Figura 5.3.	Zonificación de Humedales	235
Figura 5.4.	Relaciones de Fuerza de los Actores.	237
Figura 5.5.	Histograma de relaciones de fuerza entre actores	238



Figura 5.6.	Convergencias y divergencias	239
Figura 5.7.	Divergencias entre actores	239
Figura 5.8.	Histograma de la aplicación de los actores sobre los objetivos	240
Figura 5.9.	Distancias netas entre objetivos	241
Figura 5.10.	Distancias netas entre actores	241
Figura 5.11.	Reinaldo Lozano (Q.E.P.D). Funcionario de la CVC. Dedico su vida laboral y profesional a la defensa de los humedales del Valle del Cauca	242
Figura 6.1.	Modelo realista de la restauración ecológica en humedales urbanos	256
Figura 6.2.	Mapa mental de los programas estratégicos	263
Figura 6.3.	El Ciclo del Manejo Adaptable	271
Figura 6.4.	Bocas de Tuluá – Zona de adecuación morfológica	277
Figura 6.5.	Ubicación del limnómetro en el humedal	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6.6.	Cuadro de cálculo software H Canales	281
Figura 6.7.	Localización de canal conector	282
Figura 6.8.	Ubicación del Sistema de Aireación	285
Figura 6.9.	Tanque con bomba dosificadora	285
Figura 6.10.	Paletas aireadoras	286
Figura 6.11.	Paletas aireadoras	286
Figura 6.12.	Cotización a año 2011	287
Figura 6.13.	Cotización a año 2011	287
Figura 6.14.	Operación Sistema de Aireación	289
Figura 6.15.	Zona de Bosque seco tropical inundable	292
Figura 6.17.	Extracción de vegetación acuática	295
Figura 6.18.	Humedal Bocas de Tuluá - Reconversión a producción más limpia	299
Figura 6.19.	Bocas de Tuluá– Implementación sistema silvopastoril intensivo	304
Figura 6.20.	Esquema de Jaulas	306
Figura 6.21.	Infraestructura para ceba de peces. Bodega flotante y jaulas	306
Figura 6.22.	Producción Íctica.	307
Figura 6.23.	Fortalecimiento producción íctica	310
Figura 6.24.	Mantenimiento, protección y conservación a las plantaciones forestales	¡Error! Marcador no definido.



LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1. Áreas de impacto de la CVC	27
Tabla 2.1. Parámetros Fisicoquímicos analizados	69
Tabla 2.2. Especies de Aves del Humedal Bocas de Tuluá con algún grado de Amenaza (Regional, Nacional o Global)	84
Tabla 2.3. Listado de especies de Aves	87
Tabla 2.4. Especies de mamíferos con algún riesgo de amenaza presentes en el humedal	90
Tabla 2.5. Listado de especies de mamíferos	93
Tabla 2.6. Listado de especies de anfibios y reptiles	97
Tabla 2.7. Listado de especies de peces	101
Tabla 2.8. Listado de Especies Vegetales (Acuáticas y Terrestres) del Humedal Bocas de Tuluá	105
Tabla 2.9. Área del humedal Bocas de Tuluá y de la cuenca de captación	112
Tabla 2.10. Descripción de las unidades geológicas	112
Tabla 2.11. Unidades geomorfológicas	114
Tabla 2.11. Tipos de suelos	115
Tabla 2.12. Usos del suelo	116
Tabla 2.13. Zonas de erosión	117
Tabla 2.14. Uso potencial del suelo	118
Tabla 2.15. Estaciones cercanas al humedal Bocas de Tuluá	122
Tabla 2.16. Principales variables hidrológicas y climáticas en el área de influencia del humedal Bocas de Tuluá – periodo 2000-2010	127
Tabla 2.17. Clasificación de la cantidad de lluvia según Cenicaña	131
Tabla 2.18. Valores tabulados de las curvas Nivel-Área-Volumén para el Humedal Bocas de Tuluá	133
Tabla 2.19. Principales variables para el balance en el Humedal Bocas de Tuluá	138
Tabla 2.19b. Variables para el balance hídrico humedal Bocas de Tuluá	138
Tabla 2.20. Registros de Calidad de Agua	139
Tabla 2.21. Variables y pesos del ICA	140
Tabla 2.22. Índice de Calidad de Agua para lagunas tropicales de Inundación	144
Tabla 2.23. Parámetros de calidad del agua del Río Cauca, año 2010. Estación Río Frío	144
Tabla 2.24. Parámetros de calidad del agua del Río Tuluá, año 2010. Antes de la desembocadura en el Río Cauca	145
Tabla 2.25. Valores históricos de pH (unidad)	148
Tabla 2.26. Valores históricos de Temperatura (°C)	149
Tabla 2.27. Valores históricos de Turbiedad (NTU)	151
Tabla 2.28. Conductividad en distintos tipos de aguas	153
Tabla 2.29. Valores históricos de Conductividad (µs/cm)	153
Tabla 2.30. Valores históricos de Nitratos (mg N-NO ₃ /L)	156
Tabla 2.31. Valores históricos de Nitritos (mg N-NO ₂ /L)	157
Tabla 2.32. Valores históricos de Fosfatos (mg PO ₄ /L)	159
Tabla 2.33. Valores históricos de Hierro Total (mg Fe/L)	160
Tabla 2.34. Valores históricos de Transparencia Secchi (m)	161
Tabla 2.35. Valores límites para la clasificación trófica de humedales	161
Tabla 2.36. Clasificación trófica del humedal Bocas de Tuluá Año 2010	162
Tabla 2.37. Valores históricos de Coliformes Totales (NMP/100mL)	163



Tabla 2.38.	Valores históricos de Coliformes Fecales (NMP/100mL)	163
Tabla 2.39.	Guía de color para índice ICA	164
Tabla 2.40.	Proyectos de Drenaje	168
Tabla 2.41.	Reducción de Ecosistemas	169
Tabla 2.42.	Limites del Municipio de Tuluá	173
Tabla 2.43.	Población proyectada para el 2.010 en el municipio de Tuluá	175
Tabla 2.44.	Población por rangos de edad	175
Tabla 2.45.	Cubrimiento de educación en el área urbana	175
Tabla 2.46.	Cubrimiento de educación en el sector rural	176
Tabla 2.47.	Cubrimiento de educación total	176
Tabla 2.48.	Censode viviendas para Tuluá, 2005	178
Tabla 2.49.	Lugares y fechas de socializaciones	181
Tabla 2.50.	Información de actores sociales	181
Tabla 2.51.	Relaciones y conflictos de los actores	183
Tabla 2.52.	Clasificación de actores	184
Tabla 2.53.	Priorización de actores	184
Tabla 3.1.	Funciones de los humedales interiores epicontinentales, sugeridos por la Convención de Ramsar y su importancia en el Humedal Bocas de Tuluá	202
Tabla 3.2.	Funciones ecosistémicas de los humedales asociadas a bienes y servicios económicos	204
Tabla 3.3.	Lista de Variables	208
Tabla 3.4.	Matriz de Variables	208
Tabla 3.5.	Resultados MAC	209
Tabla 3.6.	Lista de Variables determinantes	211
Tabla 3.7.	Lista de Variables claves	212
Tabla 3.8.	Lista de Variables Objetivos	214
Tabla 3.9.	Lista de Variables Resultados	215
Tabla 3.10.	Lista de Variables Reguladoras de primer orden	215
Tabla 3.11.	Lista de Variables Reguladoras de primer orden	216
Tabla 3.12.	Lista de Variables como palancas secundarias	216
Tabla 3.13.	Lista de Variables Autónomas	217
Tabla 3.14.	Lista de Variables Autónomas	217
Tabla 3.15.	Resultados de importancia en el Mic-Mac	217
Tabla 3.16.	Clasificación de las variables	218
Tabla 4.1.	Zonas de importancia ecológica del humedal	224
Tabla 4.2.	Zonificación Resolución 196 de 2006 del humedal	225
Tabla 4.3.	Resumen ordenamiento	230
Tabla 5.1.	Identificación de actores	235
Tabla 5.2.	Influencia de actores	235
Tabla 5.3.	Objetivos Estratégicos	236
Tabla 5.4.	Objetivos de Conservación	243
Tabla 5.5.	Ponderación Objetivos de Conservación	246
Tabla 6.1.	Plan de Acción Propuesto por CVC – Fundación Natura 2003 - 2009	259
Tabla 6.2.	Programa de recuperación ecohidráulico - física	264
Tabla 6.3.	Programa de recuperación sanitaria - químico	265
Tabla 6.4.	Proyecto revegetalización	266
Tabla 6.5.	Proyecto control de plantas invasoras	266
Tabla 6.6.	Programa producción sostenible	266
Tabla 6.7.	Programa Fortalecimiento Institucional	267
Tabla 6.8.	Proyecto de recuperación de espacio y dominio hidraulico público	269



Tabla 6.9. Proyecto de investigación aplicada ecológico	269
Tabla 6.10. Proyecto de investigación aplicada ecohidráulico	270
Tabla 6.11. Proyecto de investigación aplicada sanitario	271
Tabla 6.12. Proyecto seguimiento y control ambiental – autoridad ambiental CVC	271
Tabla 6.13. Proyecto Monitoreo	272
Tabla 6.14. Proyecto Evaluación	273
Tabla 6.15. Costos Adecuación Morfológica del Humedal	277
Tabla 6.16. Costos Instalación de limnómetro y registro de lecturas	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6.17. Costos Instalación de limnómetro y registro de lecturas	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6.18. Parámetros de entrada para el canal	281
Tabla 6.19. Parámetros para la pendiente	281
Tabla 6.20. Dimensionamiento del canal según resultados de la modelación	281
Tabla 6.21. Costos del canal de conexión	282
Tabla 6.22. Costos Adecuación, descolmatación y limpieza del canal de conexión	283
Tabla 6.23. Costos Implementación de sistema de oxigenación	288
Tabla 6.24. Costos Operación del sistema de oxigenación	290
Tabla 6.25. Actividades a ejecutar	291
Tabla 6.26. Costos Restauración de Bosque seco tropical inundable	292
Tabla 6.27. Análisis unitario Restauración de Bosque seco tropical inundable	293
Tabla 6.28. Actividades Restauración de Bosque Productor Protector	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6.29. Costos Restauración de Bosque Productor Protector	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6.30. Análisis unitario Restauración de Bosque Productor Protector	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6.31. Costos Máquina Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en el brazo oriental de la Madre Vieja	295
Tabla 6.32. Costos Manual Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en el brazo oriental de la Madre Vieja	295
Tabla 6.33. Análisis unitarios Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en el brazo oriental de la Madre Vieja	296
Tabla 6.34. Resumen de Costos Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en el brazo oriental de la Madre Vieja	296
Tabla 6.35. Costos Reconversión tecnológica y producción limpia en cultivos de Caña de Azúcar	298
Tabla 6.36. Análisis unitario Reconversión tecnológica y producción limpia en cultivos de Caña de Azúcar	299
Tabla 6.37. Costos Ganadería: Sistema silvopastoril Intensivo	303
Tabla 6.38. Análisis Unitario Ganadería: Sistema silvopastoril Intensivo	304
Tabla 6.39. Análisis unitario Jaulas	307
Tabla 6.40. Detalle Costo Proyecto	308
Tabla 6.41. Cronograma Proyecto	308
Tabla 6.42. Costos Fortalecimiento producción íctica	310
Tabla 6.43. Costos Mantenimiento, protección y conservación	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6.44. Análisis Unitario Mantenimiento, protección y conservación	¡Error! Marcador no definido.



Tabla 6.45.	Análisis Unitario 2 Mantenimiento, protección y conservación	¡Error!
	Marcador no definido.	
Tabla 6.46.	Costos Fortalecimiento de PRAES de las instituciones aledañas al Humedal	
		312
Tabla 6.47.	Costos Observatorio socioambiental	313
Tabla 6.48.	Costos Alimentación y sistematización Observatorio Ambiental	314
Tabla 6.49.	Costos Creación de comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal	316
Tabla 6.50.	Costos Fortalecimiento de comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal	317
Tabla 6.51.	Costos de creación, fortalecimiento y asesoría técnico - administrativa a la asociación de pescadores del centro del valle	318
Tabla 6.52.	Costos Aislamiento zona anfibia +30m	320
Tabla 6.53.	Costos Aislamiento zona anfibia +30m	320
Tabla 6.54.	Proyecto extracción de la enea	322
Tabla 6.54.	Proyecto extracción de la enea	323



0. INTRODUCCIÓN

Richard Becerra Acevedo, Ph.D.

Existe una compleja interacción entre el Kosmos, el Sistema Solar, la Tierra, la Biosfera, los Ecosistemas, las poblaciones y el Hombre. Durante decenas de miles de años de adaptación y lucha darwiniana, se han generado mecanismos de evolución creadora y selectiva de Vida imponiéndose sobre la materia inerte y al final la muerte, que es destino natural de todo lo viviente, bajo todas las condiciones adversas que se presentan en el solitario Planeta Tierra, frágil y vulnerable, que en virtud de la Fuerza Gravitacional atractiva, gira alrededor de una estrella - el Sol - cuya fuente Termonuclear irradia energía dentro de un espacio que en verdad parece infinito, sobre planetas que levitan en el sideral vacío.

Nosotros, Seres Humanos, hemos transformado la Tierra ilimitadamente. Hasta ahora nuestra geovisión no ha considerado la inobjetable relevancia de los intrincados, significativos y complejos procesos bio-ecológicos planetarios. Con especial prevalencia en los últimos 50 años, las comunidades y los asentamientos humanos han intervenido la estructura y organización de gran parte de los Ecosistemas de la Tierra, lo cual ha implicado tanto la extinción acelerada de especies como también la pérdida de las funciones vitales y los atributos reguladores que los ecosistemas poseen. Esta situación indudablemente ha afectado a las comunidades comprometidas e integradas con los biosistemas. Infortunadamente les ha faltado a las Comunidades y a los Estados hasta el momento presente una auténtica Misión coherente con sentido holístico dentro del marco de un Modelo Integral de Desarrollo Sostenible respecto a la preservación, protección y conservación del inestimable y vasto hábitat y Macro-Ecosistema que representa la Tierra.

La Tierra, considerada igualmente como un organismo viviente, posee también diversos mecanismos de auto-regulación, con miras a la conservación de un óptimo estado de equilibrio Termodinámico y Químico, entre los cuales sobresalen la Atmósfera, los Casquetes Polares, los Océanos, la Biosfera subterránea, terrestre y aérea, las Lagunas, las Ciénagas, y de manera singular los invaluables Humedales, tema central de análisis y discusión en este Proyecto. Justamente los Humedales, ecosistemas inherentes a las vertientes fluviales han sido impactados enormemente en las últimas décadas tanto a nivel nacional como específicamente en la Región geográfica del Valle del Río Cauca, principalmente porque desde una tergiversación cultural se han aplicado equivocadamente un conocimiento y una tecnología hidráulica que transformaron e infortunadamente deformaron los circuitos naturales de los sistemas fluviales y por consiguiente también los Humedales, que originalmente juntos conforman una unidad indisoluble, afectada adicionalmente de manera drástica como consecuencia de la política de expansión de cultivos como la caña de azúcar, hoy en día no precisamente con fines alimentarios en beneficio de la población más



desfavorecida y vulnerable, sino primordialmente para la producción de biocombustible, promovida en áreas de vocación humedal por parte de la dirigencia empresarial y política de la región.

Ahora bien, el crecimiento económico y la electrificación del Valle del Cauca han sido logrados en gran parte a expensas de los Ecosistemas pertenecientes a Humedales, de suerte que de 15.286 ha que se registraban para el año 1950, en la actualidad sólo se registran 2.795 ha (CVC 2007), lo cual implica una enorme pérdida de Ecosistemas Naturales.

Los comerciantes agrícolas han implantado un uso del territorio de Humedales que interrumpe ciclos vitales de Biosistemas, muchos de los cuales han sido sometidos a una ingeniería de desecación y drenaje. Sin embargo, hoy algunos se conservan favorablemente, mostrándonos sus atributos pero también indicándonos su deterioro y estrés. Entender sus procedimientos de funcionamiento para recuperarlos y conservarlos es un reto complejo y a la vez fascinante, pues indudablemente depende de diversas variables interactuantes e integrativas, sin duda diametralmente opuesto al equivocado Modelo aplicado en Ecosistemas en las últimas décadas, consistente en un pensamiento reduccionista inconsistente, monodependiente e irreal.

La génesis de los Humedales es producto de una compleja e intrincada interacción de la hidrodinámica de la vertiente principal con sus afluentes-tributarios, el suelo, el clima, el viento, y naturalmente con las múltiples formas de vida terrestre, anfibia y acuática, tanto de naturaleza macroscópica como microscópica. A pesar de todos los avances en el campo científico, poco se conoce de esta clase de Ecosistemas, que representan importantes mecanismos de auto-regulación de la Tierra.

Los Humedales del Valle del Río Cauca en general se originan por el movimiento meándrico natural del cauce a lo largo de su planicie de inundación, de procesos erosivos e hidrodinámicos que cortan curvas modificando su cauce y dando origen a las denominadas madre-viejas. Son los Ecosistemas existentes actualmente más ricos desde el punto de vista biológico; mantienen múltiples formas de vida endémica y migratoria de aves, mamíferos, peces, anfibios, crustáceos a nivel macroscópico, y diversas formas de vida microscópica tanto aeróbica como anaeróbica.

Por lo demás, son vasos o sumideros naturales que regulan picos hidrológicos, y fungen como filtros naturales, no sólo respecto a compuestos pesados neurotóxicos. Además transfieren nutrientes al suelo con minerales provenientes del drenaje de la cuenca, e igualmente equilibran el pH, y con ello la apropiada relación entre acidez y alcalinidad, lo cual es fundamental para la vitalidad de los Bioecosistemas correspondientes, y adicionalmente recargan acuíferos subterráneos y mantienen múltiples formas de vida silvestre.

Toda esta dinámica de las inundaciones, del clima y de la Ecología dio origen a tierras muy ricas y fértiles, que constituyeron el Valle Biogeográfico del Río Cauca, considerada presumiblemente la región agrícola más importante de Colombia, sin



embargo, ocasionalmente degradada y subestimada en el transcurrir histórico en vista de la aplicación del limitante Modelo de Monocultivos, tradicional tendencia que ha marcado gran parte de la geografía nacional.

El aprovechamiento de estas tierras fértiles fue concebido desde un pensamiento técnico-ingenieril que lamentablemente ignora la verdadera dimensión de la Vida y toda su complejidad interdependiente, razón por la cual se ha utilizado habitualmente el conocimiento fragmentariamente para drenar la Tierra, construir diques y represas, frecuentemente con participación inversionista crediticia del Fondo Monetario Internacional (FMI) y del Banco Mundial (BM), e igualmente para controlar eventualmente las inundaciones ocasionadas por el Río. Como consecuencia de esta concepción técnico-ingenieril que no respeta la Complejidad y Diversidad de la Vida, hoy en día solamente podemos contemplar una ínfima parte del esplendor vital y de los multifacéticos, grandiosos Bioecosistemas del Valle.

De ahí que falte hoy por plantear una nueva mirada hacia el Mundo, es decir, una nueva Filosofía, erigida sobre el cimiento de un Humanismo Universal Transcendental, que integre la Vida, la Tecnología y a los Seres Humanos de manera explícita, en alianza implícita con una sacra y magna Cosmovisión, en conexión con lo cual se deben mencionar justamente las propuestas inherentes provenientes de la ONU y la 'Convención Internacional sobre Humedales' llevada a efecto en Ramsar /Irán en 1971.

El Ex-Secretario general de la ONU Koffy Annan inauguró en junio de 2001 el programa internacional 'Ecosistemas del Milenio', diseñado para brindar herramientas científicas y técnicas a planificadores y al público en general sobre las consecuencias de los cambios y las alteraciones en los Ecosistemas. El programa contiene 4 escenarios que lo fundamentan, a saber : /1/ la Globalización, /2/ la Regionalización, /3/ el Mosaico Adaptativo y /4/ el Tecno-Jardín, todo con el objetivo de promover conocimiento y apoyo recíproco a nivel internacional en el campo económico y de garantizar la autonomía de las regiones para el manejo de los recursos, la jerarquización y clasificación de los estudios y un desarrollo tecnológico capaz de involucrar el medio ambiente.

Por otra parte la 'Convención de Ramsar' ha dado un giro importante para la conservación de estos Ecosistemas, ya que actualmente 159 países hacen parte de esta Convención, y Colombia se vinculó finalmente a ella en el año 1998.

Como consecuencia de esto Colombia ha adquirido claros compromisos para la Conservación de los Humedales. Este documento nacional contiene los lineamientos considerados en la 'Convención de Ramsar', reglamentada por Colombia mediante Resolución 157 de 2004 y 196 de 2006.

El complejo de humedales de la zona centro sur del Valle del Cauca, se incluyen en el modelo económico tradicional denominado Hacienda, inscrita en el paisaje que inspiró a Jorge Isaac la estelar obra literaria "María", en la construcción de un lenguaje romántico naciente de hispanoamérica, cuya verdadera musa es el paisaje, de bosques llenos de



árboles monumentales, esplendidas ciénagas y lagunas, y de un río Cauca de limpios raudales.

Hoy Colombia pareciera ver su porvenir cerrado; la catástrofe de la Ola invernal deja en nuestro País más de 3 millones de damnificados, cerca de medio centenar de pérdidas humanas, cuantiosas pérdidas materiales y las regiones andina y caribe se declaran fallidas por su errado manejo de los recursos hídricos, y muy en especial por la desecación y pérdida de los ecosistemas de humedal. Es por eso que hacemos un llamado a las Autoridades e Instituciones, propietarios y comunidad en general para que Salven los humedales Vallecaucanos, y recuperen su productividad y diversidad.

Para lo anterior, se requiere restaurar el bosque seco inundable, la morfología de la fase acuática del ecosistema, realizar reconversión agropecuaria hacia sistemas de cultivos limpios, y construir una alianza con los pescadores mediante proyectos ícticos productivos.



1. PREÁMBULO - POLÍTICA

Jefferson Martínez - Juan Manuel Garcés

1.1. ANTECEDENTES

1.1.1. INCIDENCIA EFECTIVA DE LAS POLÍTICAS DE CONSERVACIÓN

Una política es un conjunto de normas, instrumentos, presupuestos y cronogramas de actividades adecuados a la consecución de un futuro específico deseado. La política ambiental relativa a los Ecosistemas de Humedales, debe garantizar la sucesión inducida para conservación y recuperación de la fase acuática de los mismos enfrentando los procesos de terrificación (conversión en tierra).

Colombia cuenta con una prolífica emisión de leyes por parte del Gobierno Nacional y de las CAR¹, las cuales se extrapolan de los tratados internacionales firmados. No obstante, la cristalización de las mismas no ha sido efectiva, ya que no se han logrado armonizar los objetivos de conservación y recuperación con las metas económicas del sector hegemónico productivo que ocupa el territorio de los Ecosistemas claves de nuestra gran riqueza hidráulica y biológica.

Lo real no es la formalidad de las leyes sino la praxis de las mismas, la interpretación acorde con los resultados ambientales esperados, y la acogida por las Instituciones competentes, el MAVDT² y las CAR, en su gestión y aplicación; y sobretodo su materialización e inclusión en la conducta y el Ethos de las comunidades, así como por parte de los actores decisivos en la consecución de los objetivos de conservación, que sea la expresión de los acuerdos y compromisos de los actores en la resolución de los conflictos que se realizan dentro del territorio ecosistémico.

Por lo general la Legislación no define el protocolo detallado requerido para que se impacte substancialmente la salud de los ecosistemas; se puede asegurar que no posee la suficiente consistencia para garantizar el logro de las metas ambientales; la Legislación vigente subyace a enfoques de caracterización, sectoriales o por componentes, por factores como agua, suelo, vegetación, fauna y clima, y aproximaciones disciplinarias desde el punto de vista de factores de producción aislados, en la perspectiva del mercado, sin una comprensión clara de sus sinergias.

Desde hace unas décadas se encuentran en construcción propuestas alternativas de conocimiento; nuevos paradigmas que articulan e integran una teoría total del

¹ Corporaciones Autónomas Regionales

² Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia



sistema ambiental, los cuales permiten evaluar escenarios para aproximarse al devenir del humedal bajo sus tensores y limitantes. Por lo común, el Plan de Acción de los Planes de Manejo, está constituido por actividades generales cuyo impacto no parece ser muy significativo. Igualmente carecen de detalles a nivel operativo en su ejecución, en la evaluación periódica de los resultados esperados, en la instrumentación y monitoreo como mecanismos de retroalimentación.

Métodos de pensamiento como el ecosistémico, el sistémico y el complejo nos permiten abordar la comprensión y la problemática de degradación y empobrecimiento en el patrimonio ambiental, el cual a su vez compromete la posibilidad de mejoramiento ambiental, cultural y humano.

Habría que empezar por reflexionar sobre la Cultura Occidental misma, la cual se caracteriza frecuentemente por secuenciar y fragmentar la complejidad de las ecologías, la natural, la social en sus artefactos y la mental de los sujetos y de los pueblos. Cada sistema está conformado por otros subsistemas interactuantes, de tal manera que existe siempre un sistema mayor, que le da un carácter polisistémico al Kosmos.

La Cultura Occidental establece la dualidad entre espíritu y materia, entre mente y cuerpo, instala un mundo de las ideas que idealiza y racionaliza la realidad externa e interna del sujeto con el espíritu del Logos, la Lógica y la Razón Aristotélica, que como demuestra Nietzsche en la 'Genealogía de la Moral', constituyen el digno complemento del poder.

La lógica aristotélica, la de la identidad y de la transitividad, la del dominio del mundo y de la Naturaleza por el Hombre acorde con el dictamen del Mito Bíblico del Génesis donde se establece que la misión de la etnia Judeocristiana, y en general de la especie humana, es su multiplicación y dominio de la Tierra.

La Ética, la Política, la Economía, y la Técnica son el punto de contacto de esas mentalidades con la realidad natural y social, desde esta mediación proviene la reducción de ideas y de conceptos y un orden lógico ordenador, que construyó una Oikos o casa de la "objetividad", "estructurada" por objetos aislados, constituídos en su aislamiento, en lo particular de cada Ciencia, la "rex extensa" de Descartes, la de la contrastación con el mundo empírico, en un espacio neutro gobernado por leyes físicas; en contraposición la "rexcogitans" reservada a la filosofía (metafísica) y a las religiones.

El enfoque disciplinario de las ciencias naturales, las constituye en su aislamiento, en tanto que la Ecología como saber es transdisciplinario, conformada por la Biología, la Química y la Geología, en su desarrollo ha debido enfrentar este nuevo y duro espacio epistemológico, multidimensional, complejo y sistémico.

Ese viaje emprendido por Occidente nos ha llevado a un mundo maravilloso de tecnología, que desde el siglo XX y XXI ha pasado a convertirse en una amenaza real para la Civilización Humana, en un ente autónomo, de obsolescencia

planificada, ligado cada vez más al complejo militar-industrial del “Nuevo Estado Industrial”, a la guerra, al sometimiento y dominio de unas culturas y etnias por otras, y en últimas al hegemonismo de Occidente con Los Estados Unidos a la cabeza, y su propuesta de vida “American Way of Life” como modelo, que pone por encima de los demás valores el culto por el consumo y el mercado como únicas vías de plenitud, alejando al Espíritu humano de su relación constructiva y sinérgica con Gea.

Es cierto que hoy día tenemos una virtualidad con posibilidades infinitas de espacio e información, técnicas biotecnológicas e ingeniería genética, confort, Disneylandia, medicina alopática moderna, dominada por los especialismos desintegradores de la unidad humana cuerpo-espíritu y ambiente, la separación entre las ciencias naturales y las socio-humanísticas, crecimiento acelerado, desintegrador en tantos frentes, que han configurado la amenaza de la mayor crisis ambiental, del Cambio Climático y el Calentamiento Global, al punto que podría llegar a comprometer la continuidad de la vida misma en la tierra, el fin de la Historia de la Civilización Humana, y la muerte de Gaia.

La consecución de un poder energético ilimitado ha marcado la búsqueda de Occidente. En 1933 en el Gobierno de Franklin D. Roosevelt, Estados Unidos intentaba superar la crisis económica, llamada la Gran Depresión de 1929. Se propuso el Plan New Deal (El Nuevo Trato), el cual se pone en marcha mediante proyectos centrales como la creación de la agencia TVA - Autoridad del Valle del Tennessee para generar energía eléctrica y controlar las inundaciones del río Tennessee en unaregión que abarca siete estados del sur de Los Estados Unidos.



Figura 1.1. El presidente Franklin D. Roosevelt firma la Ley de IVA el 18 de mayo de 1933.

Fuente. URL-1

Se pensó en generar energía hidroeléctrica a expensas de los sistemas fluviales. El TVA en la consecución del desarrollo agroindustrial para la región, amplió el uso de los terrenos del Valle, que se inundaban periódicamente, lo cual constituía un tema de defensa nacional; emprendió el desarrollo agrícola y la búsqueda de mejores condiciones económicas de la población, acometiendo acciones de reforestación puesto que grandes extensiones de bosque habían sido taladas, desarrolló nuevos fertilizantes, e ilustró a la población campesina sobre técnicas de mejoramiento para el rendimiento de las cosechas.



Figura 1.2. Adecuación y drenaje de tierras en el sur de Estados Unidos en los años 30

Como consecuencia de lo anterior, la región se transformó sustancialmente; se empezaron a dar avances económicos fuertes; aparecieron modernos artefactos eléctricos, que hicieron la vida más confortable y eficiente; las granjas se tornaron más productivas, surgieron nuevas industrias, la comunidad pasó a emplearse después de largo tiempo desempleada.

Luego, en el año de 1941, David Lilienthal, abogado de origen judío, se convierte en el director y el precursor del TVA, que hoy en día es una consolidada empresa pública energética en los Estados Unidos, desarrollando el proyecto ingenieril más grande hasta entonces de la historia norteamericana, construyendo 12 hidroeléctricas en cinco años.

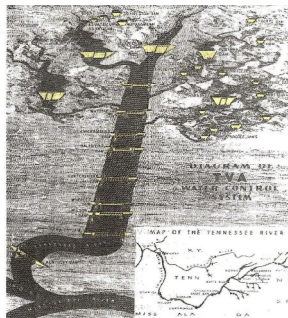


Figura 1.3. Programa de TVA - Sistema de Control de aguas
Fuente. Lillienthal David. TVA Democracy on the March, New York, 1944.

Lo curioso de lo anterior es que de esa forma Lilienthal apoyó la construcción de la bomba atómica, al suministrar energía eléctrica extraída de los ríos, mediante múltiples represas al Proyecto Manhattan que la requería para el aislamiento del uranio. Como es sabido éste proyecto permitió a los aliados derrotar al Eje (Alemania-Italia y Japón) y ganar la Segunda Guerra Mundial.

Sobre los ríos Lilienthal pensaba lo siguiente, lo cual manifestó en sus diarios: "En Missouri y en Arkansas, en Brasil y en Argentina, en China y en India, sólo hay ríos... ríos en que la violencia de las inundaciones amenaza a la tierra y a la

gente; luego tristeza, sequía e improductividad. Hay ríos en todo el mundo esperando ser controlados por los hombres.”



Figura 1.4. Cuenca del Río Mississippi. Subcuenca del Río Tennessee
Fuente. URL-2

De 1947 a 1949, Lilienthal presidió la CEA³ de los Estados Unidos, y fue uno de los pioneros para que la sociedad civil tuviera el control en el programa de energía atómica mundial y que fuera una organización internacional la que tuviera el manejo (IAEA⁴). También pensaba que era posible manejar la Energía Atómica con fines pacíficos, lo cual fue un legado para la TVA, que tiempo después la emplearía como fuente energética.



Figura 1.5. David Lilienthal
Fuente. URL-1

Para la década de 1950 renunció a la CEA, y con su vasta experiencia montó una empresa consultora de ingeniería, mediante la cual replicó el modelo de la TVA en su versión de producción de energía hidroeléctrica en países como Irán, Venezuela, India, el sur de Italia, Ghana, Nigeria, Marruecos, Vietnam del Sur y en la cuenca alta del río Cauca (Cauca, Valle del Cauca, Antiguo Caldas).

³ Comisión de Energía Atómica

⁴ International Atomic Energy Agency

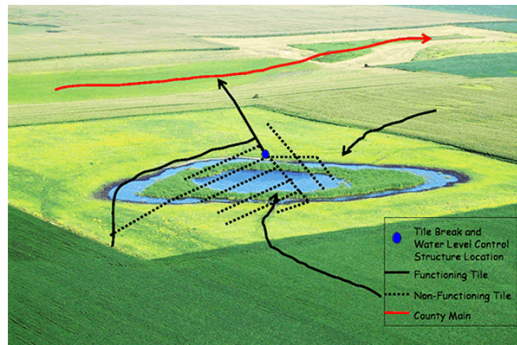


Figura 1.6. Esquema de drenaje humedales lénticos desarrollado por el TVA

Por su parte, en Colombia, Ciro Molina Garcés en los años 20, y la Misión Chardon de Puerto Rico en los 30's, coincidían en el potencial cañicular de la región y las posibilidades de generar energía eléctrica a partir del Río Cauca. Además desde el año de 1937 se empiezan a registrar grandes extensiones de terrenos inundados.



Figura 1.7. Inundaciones Históricas del Río Cauca
Fuente. CVC, 2007

Pero solamente en 1947, la Misión del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, en forma paralela al Plan Marshall en Europa, planteó como una de las directrices claves para el desarrollo económico del país, el modelo del Valle del Río Tennessee, para la creación de las CAR.

Debido al éxito del Proyecto TVA, ilustres familias del poder político y económico tradicional de la sociedad Vallecaucana viajaron a los Estados Unidos con la intención de recibir asesoría para replicar el modelo en el Valle del Río Cauca, cuyas características ambientales se asimilan en gran manera al Río Tennessee.

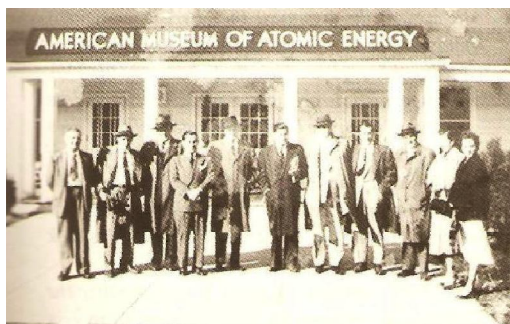


Figura 1.8. Visita a Estados Unidos para conocer algunas de las obras y realizaciones de la TVA. En la foto Diego Garcés Giraldo, Manuel Carvajal Sinisterra, Bernardo Garcés Córdoba, José Otoyá, Luis Ernesto Sanclemente y José Castro Borrero, entre otros

Fuente: ArchivoFamilia Castro Cruz, Tomado de Enrique Sinisterra – 2011

Fue entonces, en 1954, mediante Decreto del Presidente Gustavo Rojas Pinilla, cuando se creó la CVC – Cauca, Valle y Antiguo Caldas, con objetivos precisos de extraer energía del Río mediante una represa hidroeléctrica, y para reducir el riesgo y amenaza por las inundaciones ocasionadas periódicamente por el Río Cauca, induciendo cambios en el régimen hidrológico, y con ello ampliar la frontera agrícola y desarrollar la agroindustria en la región.

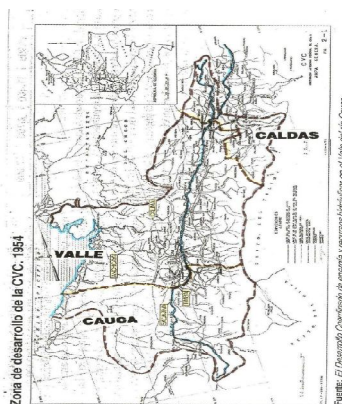


Figura 1.9. Zona de Influencia de la CVC, Año 1954

Fuente. CVC, 2007

Fue muy acertada la concepción del proyecto como bioregión o Cuenca Alta del Río Cauca, trascendiendo las fronteras políticas de las regiones, de manera que el proyecto se integró, tal como se ilustra en la siguiente Tabla:

Tabla 1.1. Áreas de impacto de la CVC

Departamentos	Área Total (km ²)	Zona de Desarrollo (km ²)	%
Cauca	30.200	11.410	38
Valle	20.940	20.940	100
Caldas	13.370	4.670	35

El proyecto CVC fue muy exitoso, eso significó el cambio en el régimen de pulso del Río Cauca, que se vio sustancialmente modificado, con la regulación de sus

crecientes invernales, también mediante diques que aislaron los humedales del Río, incomunicando sus ciclos e intercambio, cerrando la frontera de los subsistemas constitutivos del río Cauca, lo cual también significó la implementación de muchas obras de drenaje y desecación de los ecosistemas de humedal, pasando de 17.500 Ha en los años 50 a menos de 3.000 Ha actuales (CVC, 2007).

De un total de 61 unidades proyectadas para manejo y control de inundaciones de construyeron 6 con una cobertura de 30.000 Ha de las 110.000 ha proyectadas; para un total de construcción del 27% de obras de protección de inundación y drenaje de zonas húmedas, es decir 9,8% de los proyectos propuestos.



Figura 1.10. El doctor Diego Garcés Giraldo impone la Cruz de Boyacá al doctor David Lilienthal. Julio 9 de 1955

Fuente. CVC, 2007

1. Agua Blanca
2. Autopista – Cali Yumbo
3. Río Palmira – Río Fraile
4. Puerto Isaac – La Guajira
5. La Selva – Paso de la torre
6. Roldanillo – Unión – Toro

Como exitosas ampliaciones se tomaron el modelo de desarrollo y manejo de aguas realizado en la Unidad Agua Blanca y la Unidad Rodanillo – La Unión – Toro. Centrados en:

- Las defensas sobre el Río Cauca
- Los canales y diques interceptores al otro extremo
- Los canales de drenaje y estaciones de bombeo en la parte central

En 1958 se inició la construcción del distrito de riego RUT, en los municipios de Roldanillo, la Unión y Toro, se desecaron 11.500 Ha de humedales, de las cuales 1.500 correspondían a cuerpo lagunar, 3.500 a la zona anfibia, 2.500 de la zona amortiguadora terrestre de alto grado de humedad.

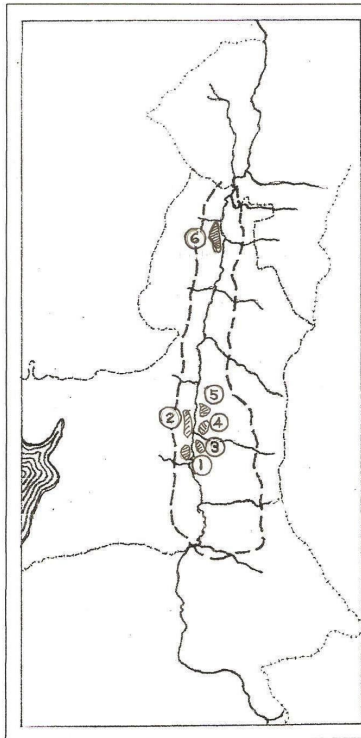


Figura 1.11. **Proyectos de unidades de adecuación construidos. Cardenas y Sinisterra**

Fuente. Presentación Club de Rotario Cali. Diciembre de 2010

Lo anterior condujo a la casi total electrificación del Valle del Cauca, y una época de oro para las empresas agrícolas cañeras que crecieron hasta consolidarse como el poder económico más grande de la región y uno de los más importantes del país. Las obras se financiaron con dineros de la sobretasa del 3 por mil sobre el impuesto predial

Lo anterior condujo a la casi total electrificación del Valle del Cauca, y una época de oro para las empresas agrícolas cañeras que crecieron hasta consolidarse como el poder económico más grande de la región y uno de los más importantes del país. Las obras se financiaron con dineros de la sobretasa del 3 por mil sobre el impuesto predial.

En los años 60's se inicia la consolidación de la caña de azúcar como monocultivo, bajo la influencia de la Revolución Cubana de 1959, tradicional proveedor de azúcar de Estados Unidos, que con el enfoque socialista y anti-imperialista de Fidel Castro produjo un Bloqueo total de Los Estados Unidos, el cual continúa vigente en 2011. El modelo agrícola desconoció la fundamental prevalencia de la Biodiversidad y su relación interactuante y constructiva con las corrientes fluviales.

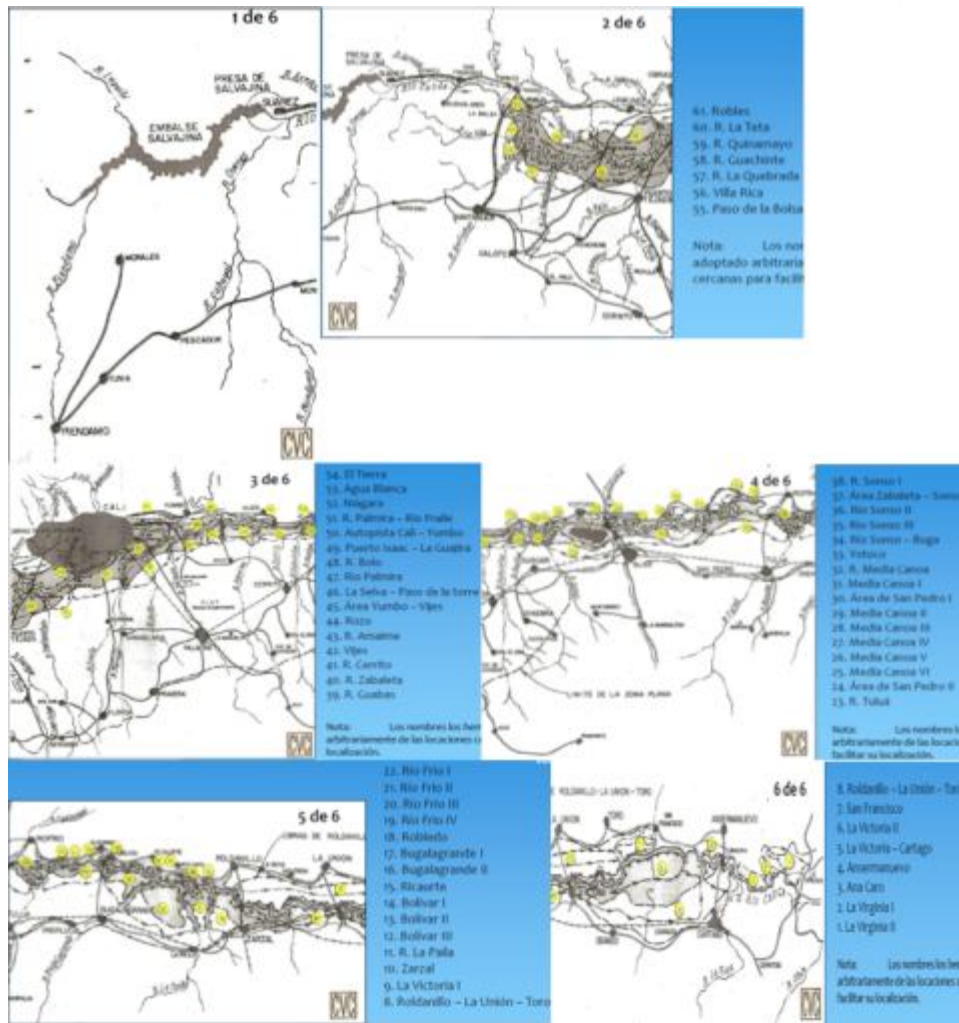


Figura 1.12. **Proyectos de unidades de adecuación construidos. Cardenas y Sinisterra**
 Fuente. Presentación Club de Rotario Cali. Diciembre de 2010



Figura 1.13. **Ilustración zona de Humedales Drenada. Presentación modelo de control de aguas tradicional CVC**
 Fuente. Cardenas y Sinisterra. Diciembre de 2010

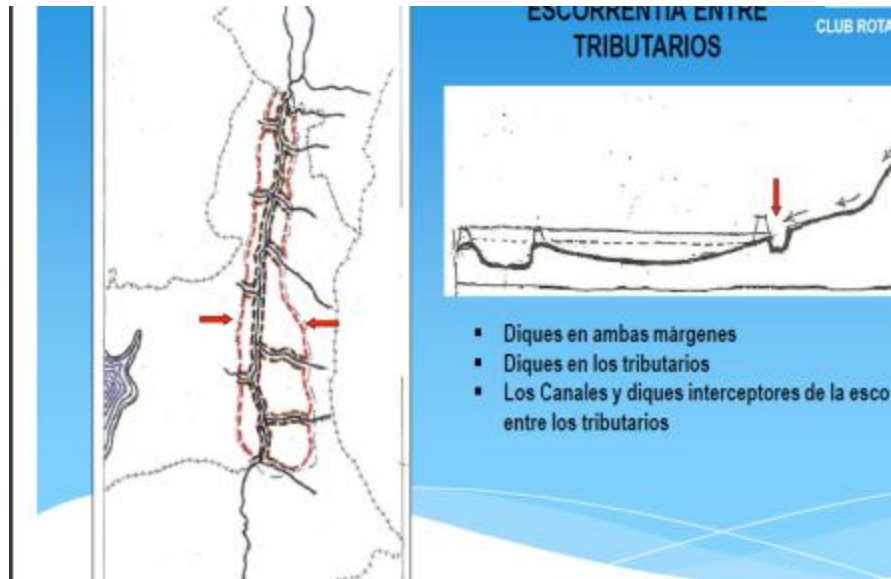


Figura 1.14. Obras de control de inundaciones

Fuente. Presentación El Trágico Invierno Diciembre de 2010. Club Rotario Cali. Cardenas y Sinisterra

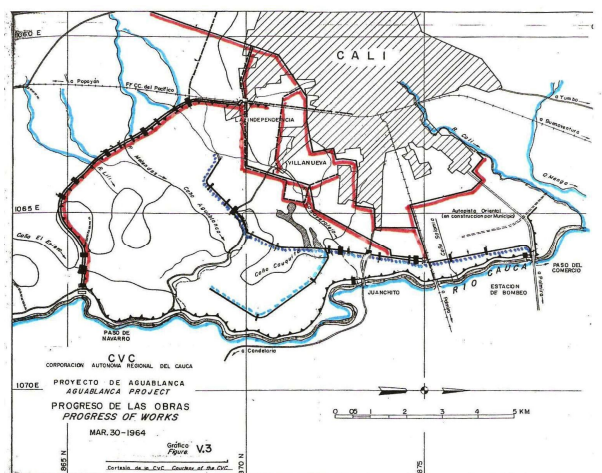


Figura 1.15. Proyecto Agua Blanca. 5000 Ha de humedales drenadas

Fuente. Presentación El Trágico Invierno Diciembre de 2010. Club Rotario Cali. Cardenas y Sinisterra

Es necesario mostrar que paralelamente a todo este desarrollo descrito, entre las décadas de los años 50's y 60's empezaron a surgir grupos que se oponían a ese tipo de desarrollo, inspirados por otros paradigmas científicos y culturales, caracterizado por el auge del hipismo, las experiencias místicas, el redescubrimiento de plantas sagradas americanas realizado por la etnobotánica norteamericana, de los pueblos indígenas, la identidad de la especie humana con la naturaleza, los gurús orientales, la psicodelia, el nacimiento del rock, el pacifismo, el reclamo por el desarme de ojivas nucleares, la opción cero y la "guerra de las galaxias", las experiencias de contemplación con la naturaleza, las manifestaciones contra los dictadores latinoamericanos, los activistas ambientales como Green Peace, el surgimiento de la sociedad civil a través de las ONG como actor de importancia en la correlación de poderes.



Figura 1.16. **Contrarrevolución cultural. Mayo del 68. Hippiismo 60-70**
Fuente. URL-2

En 1968 en un contexto de “guerra fría” entre la URSS y USA, se conformó el Club de Roma; más de 100 científicos importantes a nivel mundial como Jay W. Forrester creador de un nuevo paradigma científico llamado dinámica de los sistemas, y políticos de 30 naciones, entre los cuales se encontraba Mikhail Gorbachev por la Unión Soviética, encomendaron al Instituto Tecnológico de Massachusetts – MIT, un informe que se terminaría en 1972, basado en la concepción de Forrester quien ilustró cómo la Naturaleza y el mundo están llenos de sistemas; la mayoría de los cuales pueden ser simulados utilizando esquemas que expliquen su estructura, organización y funcionamiento, apoyándose en la utilización de ordenadores para la simulación de sistemas reales a través de programas informáticos.



Figura 1.17. **Club de Roma**
Fuente. URL-2

La investigación estuvo a cargo del System Dynamics Group del MIT, bajo la dirección de la doctora en Biofísica Donella Meadows, pionera de la investigación ambiental, colaboradora de Forrester; dicho grupo construyó un modelo de simulación por computador “Global World 3” que permitió determinar los límites del crecimiento, casi en simultaneidad con la gran crisis petrolera de 1973.

En Teherán-Irán, el Gobierno Imperial convocó entre finales de enero y comienzos de febrero de 1971 a una reunión internacional para unirse globalmente entorno a un ecosistema específico: los Humedales, haciendo énfasis en su importancia para la conservación de las aves acuáticas, promovida por cazadores de la realeza y aristocracia europea como el Conde Cornetd'Elzius de Bélgica y el ministro de caza y pesca de Gobierno del Sha de Irán; las Naciones Unidas por su parte se limitaron a enviar observadores de sus dependencias FAO y Unesco.



Es importante resaltar que importantes ONG asistieron como observadoras, entre las más destacadas se encontraron: el Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPA), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN), el Comité Especial para el Programa Biológico Internacional del Consejo Internacional de Uniones Científicas (PBI) y la World Wild lifeFundation (WWF).

Iniciando los años 70's, por encargo del Club de Roma, investigadores de la Universidad del MIT publicaron un célebre texto "Los límites del crecimiento", el cual fue la base para la celebración de la Cumbre de Estocolmo en 1972 "Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano" que creó el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente "PNUMA", en donde se observó la necesidad de avanzar hacia una sociedad mundial sostenible, solidaria, justa y pacífica.



Figura 1.18. Naciones Unidas Estocolmo. 1972
Fuente. URL-2

Para 1968 en Colombia, se creaba el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente – Inderena, dentro del Ministerio de Agricultura, en el cual unos años después, en 1974 siendo su Director el Doctor Julio Carrizosa Umaña, uno de los ambientalistas colombianos más insignes, sobre la base de lo declarado en la Cumbre Internacional de Estocolmo, sentaría las bases para la promulgación del Código de los Recursos Naturales en Colombia, mediante la expedición del Decreto 2811 de 1974, para muchos una pieza maestra en lo literal pero de casi ninguna aplicación práctica por la falta de consistencia de la norma, puesto que la presión de los intereses particulares ha sido mayor a los de bien común colectivo, a lo cual se suma la débil cultura ecológica del sector multifeudal.

El movimiento ambientalista en Colombia surge con una visión ya no de simple uso de recursos económicos, sino sistémico socio ambiental, gracias a los descubrimientos realizados entre los años treinta y sesentas por los científicos Gerardo Reichel-Dolmatoff y Richard Evans Schultes, en el área de la antropología y etnobotánica realizada con los pueblos indígenas tradicionales.



Figura 1.19. Evan Schultes. Cuenca del Amazonas Colombiano.1933
Fuente. URL-2

Si bien es cierto que ya para 1952 se había creado la División de Recursos Naturales, se trataba de una circunscripción del Ministerio de Agricultura, por lo cual tenía un énfasis en administración y extracción de los recursos naturales; aunque en ella se bosqueja la primera política ambiental del País para la conservación de los recursos forestales, y se definen siete grandes bioregiones como ecosistemas de reserva para la protección del suelo, del agua y de la vida silvestre.

En la década de los 70's, en el Valle del Cauca se consolidaba el plan Lilienthal; por lo cual se presentó una controversia entre el presidente del Consejo Directivo de la CVC, Eugenio Castro Borrero en asociación con el Director Oscar Mazuera impulsores del proyecto, contra el profesor del Departamento de Biología de la Universidad del Valle Aníbal Patiño, formado en una naciente disciplina llamada Ecología.



Figura 1.20. Profesor Anibal Patiño Rodríguez. 2007

Patiño en compañía de sus alumnos, realizaron investigaciones ecológicas universitarias en el Humedal Laguna de Sonso, que posteriormente publicó sin tener apoyo por parte de las directivas de la CVC, lo cual lo motivó a realizar manifestaciones cívicas y denuncias en periódicos debido a los graves impactos ambientales en éste ecosistema.

A pesar del conflicto de intereses, Aníbal Patiño y otros activistas vallecaucanos en 1978, lograron alcanzar para la Laguna de Sonso el estatus de Reserva Natural y delimitar un mínimo del ecosistema, amenazado por las prácticas agropecuarias

de la región, delimitando ecosistémicamente el humedal, al definir la cota 937m.s.n.m como frontera mínima de conservación de la Laguna.

A nivel internacional, para 1982 en Nairobi, la capital de Kenyase celebraba la Segunda Cumbre de la Tierra, puesto que desde Estocolmo quedó previsto que se realizaría cada 10 años; la intención era evaluar el estado del capital natural y el desarrollo predominante que siguen las naciones. La reunión fue un fracaso, puesto que el globo se encontraba en guerra fría entre dos polos políticos E.U y URSS, quienes se disputaban el manejo imperial del orbe, y a quienes la salud de la tierra les parecía secundaria.

En 1987 se publicó el “Informe Brundtland”, también llamado “Nuestro futuro Común”, por parte de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, que adelantaba la investigación desde 1983, bajo la dirección de Gro Harlem Brundtland, ilustre exministra sueca de medio ambiente, con científicos de muchos lugares del mundo.



Figura 1.21. **Gro Harlem Brundtland. 1987**
Fuente. URL-2

El informe centra la problemática en reconocer que el camino tomado por la sociedad global deja a las personas cada vez más pobres y destruye el ambiente; por lo cual había que construir un nuevo tipo de desarrollo al que llamó sostenible, entendido como aquel que garantiza las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Por su parte en Colombia para 1991 se redactaba la Constitución Nacional, en la cual se incluyeron alrededor de sesenta artículos sobre el desarrollo sostenible y la protección ambiental. La nueva Constitución consagró normas que desde 1974 se encontraban en el Código de Recursos Naturales, como la referente al derecho a un medio ambiente sano.

Pero no fue sino hasta la Cumbre de Río de Janeiro, Brasil, en 1992, que se definieron las bases para desarrollar una política ambiental global, cuyo desarrollo se centrará desde las entidades locales o regionales.

La Cumbre de Río resultó muy significativa al inaugurar una nueva institucionalidad ambiental en el País, aunque no introdujo aspectos muy diferentes a los ya establecidos en el Código de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente de 1974 y a la Constitución de 1991. En su

primer artículo 1, adopta la Declaración sobre Medio Ambiente, y desarrollo de La Cumbre, y también señala la protección de la biodiversidad como una prioridad nacional.

Con la reforma introducida por la Ley 99 de 1993 se crea el Ministerio de Medio Ambiente; las CAR dejan de ser agencias para el desarrollo regional, y pasan a convertirse en autoridades ambientales, de manera que se definen competencias claras y excluyentes entre los organismos cuya misión es la infraestructura social y los encargados del Patrimonio Ambiental y de la búsqueda del desarrollo sostenible.

Para enero de 1995, se creó un nuevo ente que asumiría las funciones de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica para el Valle del Cauca, mientras que CVC se encargaría exclusivamente de la Dirección y de la Gestión ambiental. Dos años después el Gobierno Nacional vendió en subasta pública el 56.7% de las acciones de EPSA a un consorcio formado por Huston Industries y la Electricidad de Caracas.

En general, entre 1992-2002 Colombia firmó importantes convenios globales e internacionales, adhiriéndose a la Convención Ramsar mediante la Ley 357 del 21 de enero 1997.

En septiembre de 2000 se celebró la Cumbre del Milenio, por parte de las Naciones Unidas, efectuándose la Declaración del Milenio, aprobada por 189 países, incluyendo a Colombia. Mediante esta iniciativa se fijaron Objetivos y metas cuantificables que se supervisan mediante indicadores precisos. El Objetivo 7 trata sobre: Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.

En el año 2002 se celebró la Cumbre de la Tierra en Johannesburgo, se puso énfasis en el desarrollo social, especialmente la erradicación de la pobreza, el acceso al agua y a los servicios de saneamiento, y la salud. Se confirma la meta cuantitativa fijada para el año 2015 de reducir a la mitad el porcentaje de personas que carecen de acceso al agua potable; así como las de mejorar considerablemente la vida de por lo menos cien millones de habitantes de tugurio.



Figura 1.22. Pobreza extrema en el mundo
Fuente. URL-2



También se estableció una meta cualitativa: incorporar los principios de desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales e invertir la pérdida de recursos del medio ambiente. Así también acordó fortalecer la contribución del desarrollo industrial a la erradicación de la pobreza.

A pesar de todo lo anterior es necesario reconocer que en la praxis los avances no son coherentes con lo establecido en la formalidad de los tratados, convenciones y leyes. Estados Unidos bajo el gobierno George Bush tomó una política ambiental en contravía de los tratados y cumbres internacionales.

En ese mismo sentido en el período de 2002 a 2010, bajo la presidencia de Álvaro Uribe Vélez; fusionó el ministerio de medio ambiente (creado por mandato de la ley 99 de 93), con el de desarrollo y vivienda. Priorizó la búsqueda del crecimiento económico con respecto a la conservación ambiental.

Gran controversia generó el enfrentamiento de los ambientalistas, académicos y sectores de la oposición política, a la ley forestal y al proyecto de ley de aguas, a la quema de la caña, promovido por el Gobierno Uribe. Muy cuestionada también, fue la licencia para la construcción del puerto de Palermo, que no tomaba en consideración el concepto y recomendaciones aportadas por la Secretaría de la Convención Ramsar.

Además el Gobierno Colombiano no ratificó la Convención de Estocolmo (sobre contaminantes orgánicos persistentes) y la Convención de Rotterdam (sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional).

Uribe trazo una política a largo plazo llamada Visión Colombia 2019, para la cual definió dos principios orientadores y cuatro grandes objetivos, excluyendo al medio ambiente y el desarrollo sostenible. Para darle garantías a los inversionistas de capital se disminuyeron las categorías sectoriales de proyectos para el otorgamiento de las licencias ambientales, al punto que no negó el otorgamiento de ninguna licencia referente a proyectos de alto impacto.

Colombia continúa en un conflicto armado para el cual no se han aplicado políticas económicas y sociales que las enfrenten. Las consecuencias demográficas de la violencia han sido el despoblamiento de grandes regiones campesinas y la migración acelerada y caótica a las ciudades, con un enorme efecto desestabilizador de las regiones. Nuevamente se pone en evidencia la necesidad de adoptar criterios para ordenar el territorio y la población, en armonía con los ecosistemas naturales de los suelos ocupados, en condiciones de dignidad humana para las personas.

En el Valle del Cauca el cultivo de caña de azúcar ocupa una gran extensión, para algunos investigadores mayor a la debida, siendo más coherente y armónico con la biodiversidad un desarrollo tipo granja frutícola, y cultivos de pan coger, lo cual protege el bosque, el suelos y las fuentes hídricas.

Hacia finales del 2010 y principios del 2011, el País sufrió una gran inundación en las cuencas alta y baja de los ríos Cauca y Magdalena, afectando a los Departamentos del Atlántico, Magdalena, Sucre, Bolívar, Córdoba y Valle del Cauca, que dejan más de 2.000.000 de dignificados.



Figura 1.23. Inundaciones en Colombia, Años 2010 y 2011
Fuente. URL-2

Según la evaluación de los expertos Norteamericanos, la catástrofe guarda similitud con lo ocurrido por el huracán Katrina, el mayor desastre natural de los Estados Unidos, en la cual se afectó también el Valle del Tennessee.

Sobre el Katrina debe informarse que según (Day et al. 2003, 2005, Yáñez-Arancibia y Day 2004), la pérdida de humedales del delta del Mississippi y la construcción de canales que aislaron al Río del delta, en 1965 por el Cuerpo de ejército de Estados Unidos de ingenieros, alteró el régimen hidrológico, configurando las condiciones favorables para el huracán que resultaron mortíferas y catastróficas.



Figura 1.24. Inundaciones en New Orleans, ocasionadas por el Huracán Katrina. Año 2005
Fuente. URL-2

A pesar de la tragedia por las inundaciones en Colombia y en nuestra región, no se han realizado la reflexión sobre el carácter ambiental de la misma. La CVC y la Universidad del Valle han avanzado sustancialmente en la comprensión del río en su cuenca alta a su paso por el Departamento del Valle del Cauca.



Figura 1.25. Rotura del canal del Dique. Año 2010
Fuente. URL-3

Al prologar la importante obra investigativa elaborada por ambas instituciones titulada “El Río Cauca en su valle alto” (2007), el Ingeniero Guillermo Regalado, técnico e impulsor del Plan Lilienthal, dice:

“Con la construcción del embalse regulador de Salvajina se ha logrado armonía con el río Cauca que ya no es el indomeñable señor de la tragedia, pero, es oportuno advertir que faltan muchas obras en la planicie para que complete el objetivo de regulación para lograr el grado de protección que amerita la región.”

Sobre las inundaciones se evidencia una advertencia del Sistema Natural, ó mejor del Sistema Socioambiental, pues buena parte del impacto se debe a la acción antrópica, a sus pobladores y gobernantes; las inundaciones y el desastre reflejan un mal uso cultural del territorio y de nuestra ecología.

En el Valle del Cauca, muchos humedales alcanzaron su cota máxima de llenado (aunque esto se traduzca a veces como inundaciones y pérdidas); otros de los cuales antes se hablaba, han renacido, y se formaron nuevas madre viejas.

Seguidamente se presentan algunos ejemplos de humedales de la zona sur del Valle del Cauca, que no se encuentran registrados en el mapa Corporativo de Humedales, pero sin embargo se puede inferir su existencia de la cartografía sobre la dinámica histórica de la morfología del río Cauca, producida por Freiddy Guzmán; no obstante se realiza el proceso de búsqueda en las imágenes satelitales disponibles en Google, de donde obtuvimos que éstos ecosistemas aún resisten en el territorio, y se observa la enorme presión y acciones de desecación que se realizan.

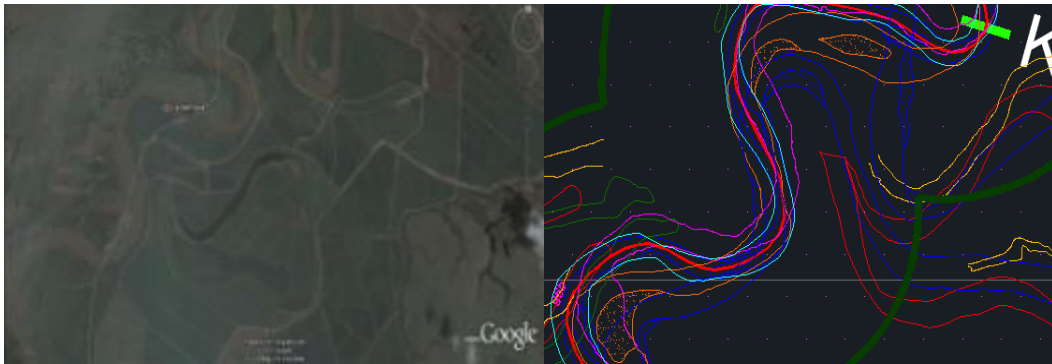


Figura 1.26. Humedal 1. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado
Fuente: URL-1; Guzmán, 2005



Figura 1.27. Humedal 2. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado
Fuente: URL-1; Guzmán, 2005



Figura 1.28. Humedal 3. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado
Fuente: URL-1; Guzmán, 2005



Figura 1.29. Humedal 4. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado
Fuente: URL-1; Guzmán, 2005



Figura 1.30. Humedal 5. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado
Fuente: URL-1; Guzmán, 2005

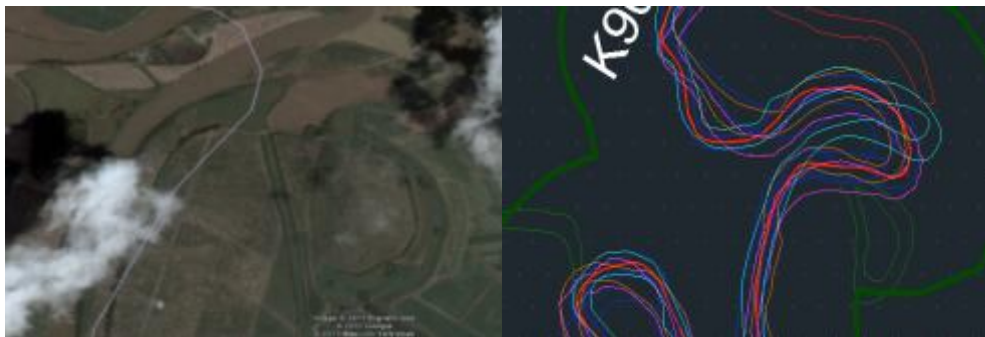


Figura 1.31. Humedal 6. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado
Fuente: URL-1; Guzmán, 2005

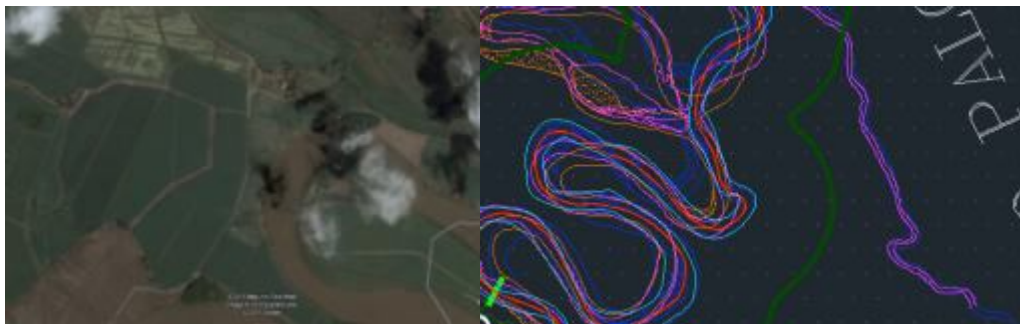


Figura 1.32. Humedal 7. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado
Fuente: URL-1; Guzmán, 2005

Para el primer periodo invernal del año 2011, el País nuevamente volvió a sufrir una Catástrofe invernal, esta vez mucho más acentuada y desastrosa; cerca de 3'318.564 personas afectadas, 448 muertos y 447 mil viviendas averiadas, numerosas pérdidas materiales y el colapso de gran parte de la zona andina y caribe de Colombia donde se ubica el 80% de la población Colombiana.



Figura 1.33. **Catástrofe Ola Invernal Colombia**
Fuente. Hitoshi BABA, Ph.D. 2011



Figura 1.34. **Catástrofe Ola Invernal Colombia**
Fuente. Hitoshi BABA, Ph.D. 2011

Las inundaciones son la respuesta del sistema ecológico en la búsqueda de su equilibrio dinámico. Lo extremo de lo sucedido, es el reflejo de lo acontecido en toda la cuenca, en donde existen altas tasas de deforestación y pérdida y drenaje de ciénagas, lagunas y madrevejas.

Comisiones de expertos de Holanda y Japón visitaron la zona de desastre en La Mojana, El Banco (Magdalena) y el Canal del Dique, quienes recomendaron crear un gran humedal en La Mojana, que funcione como un área protegida y que amortigüe las aguas de los caudales cuando estos sobrepasen sus cotas de inundación. Todo a costa de reubicar a una parte de sus pobladores.



Figura 1.35. **Comisión de Expertos Holandeses y Japoneses**
Fuente. Hitoshi BABA, Ph.D. 2011

"Aquí no saben vivir con el invierno. Y deben aprender a hacerlo más rápido de lo que lo han planeado -si es que lo han planeado-, porque no habrá muchas treguas".

Por su parte el Ingeniero Sanitario Fortunato Carvajal, cabeza de la comisión Holandesa, reconocida autoridad mundial en hidráulica propuso como modelo la cuenca del río Mekong, en Asia, la cual tiene una extensión 4 veces mayor a la del Magdalena y el Cauca juntos, y cuyo curso transcurre a través de 6 países, sobre lo cual dijo:

"Allí hay una civilización muy desarrollada, pero, a la vez, esta le dio toda la importancia a los humedales, que son protegidos y no reciben ninguna intervención. Eso mismo se debe hacer aquí".

Se ha desconocido el carácter funcional de los bosques, ríos y humedales; cada árbol por ejemplo, es en sí mismo una represa y un humedal que almacenan aguas en sus hojas, que tienen a su vez la forma de cuenca; por lo cual en un bosque tenemos una gran infraestructura biológica de almacenamiento, una gran represa natural. De esta forma se comunican y se entrelazan lo orgánico con lo inerte, o lo biótico con lo abiótico, en esas respiraciones o dinámicas de expansión y contracción del sistema que son necesarias y con substanciales a los ecosistemas.

Por lo común se realizan obras de protección de inundación en los ríos desconociendo que éstos transportan no solamente un flujo de aguas sino también un flujo de sedimentos, lo cual en un río busca siempre su equilibrio entre los dos estados. Una herramienta sencilla para entender cualitativamente, aunque con limitaciones, el fenómeno de equilibrio de fondo es la Balanza de Lane (1955), que propone una relación entre cuatro variables: el caudal líquido unitario q , el caudal sólido unitario de fondo q_s , la pendiente i y el tamaño del sedimento D .

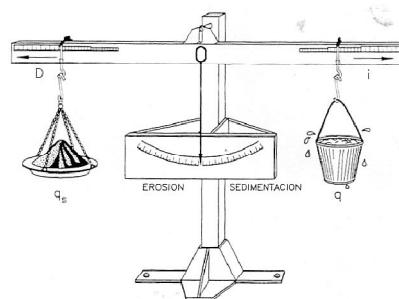


Figura 1.36. **Analogía Balanza de Lane;1955**
Fuente. URL-2

De manera que si aumenta el caudal de agua en el río se producirá erosión, lo cual a su vez conduce al corte de meandros. Si la carga de sedimentos es alta, debido a tasas de deforestación en la cuenca, habrá sedimentación. De allí la importancia de los humedales en la dinámica del río, puesto que estos funcionan como balanza del río.

Cuando se introduce un dique para evitar inundaciones en un área, se piensa solamente en el caudal líquido del río, desconociendo el caudal sólido, por lo que los sedimentos se depositan en el mismo cauce del río, debido a la imposibilidad de depositarse en la llanura de inundación, por lo que se ingresa en una espiral del error, puesto que cada vez habrá que levantar más la altura del dique para que contenga las aguas.

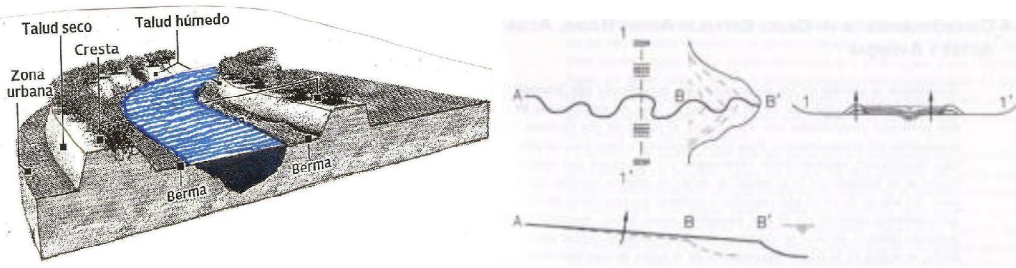


Figura 1.37. **Planta, perfil longitudinal y sección transversal de un río encauzado en vías de sedimentación y formación de un cauce colgado**

Fuente. Vide, M., 1997

No se pueden confundir las causas con los efectos, no es levantando más los jarillones, ni reconstruyendo los que se rompieron, como debemos seguir y atender la crisis. Eso significaría que no sabemos vivir en estas tierras, que no aprendemos de la madre y maestra Natura; y nos condenaría a quedarnos enfrentando eternamente los síntomas del malestar pero no las causas de la enfermedad.



Figura 1.38. **Taponamiento de las roturas en los diques por las fuerzas armadas de Colombia**

Fuente. Periódico El País, Colombia

En mayo del 2011 el río Mississippi el evento extremo histórico mayor de niveles de agua del cual se tenga registro, lo cual provoco devastadoras inundaciones en el oeste medio de los Estados Unidos principalmente en Illinois, Missouri, Kentucky, Tennessee, Arkansas y Mississippi, por lo que las autoridades se vieron obligadas a evacuar más de un millar de viviendas, por lo que el presidente Obama declaró el área como zona de desastre Federal.



Figura 1.39. Inundaciones en la cuenca del río Mississippi. Antes y después abril de 2010 y mayo de 2011

Fuente. URL-4

El reconocido meteorólogo Jeff Masters de la Weather Underground dijo: "la Estructura de Control del Río Viejo... fracasó será un serio golpe a la economía de Estados Unidos, y la Gran Inundación del Río Misisipi de 2011 será su prueba más severa".

Nuestro saber ingenieril, así como la cultura de ocupación y explotación del territorio han sido tomadas del modelo Norteamericano, el cual ha tenido un desarrollo eficiente, pero el evento planetario del cambio climático también los ha afectado, y todo éste despliegue ingenieril han resultado deficientes; al igual que en Colombia, en la cuenca del río Mississippi también desecaron y drenaron grandes extensiones de humedales; por lo que el cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos, se vio obligado para proteger ciudades, a inundar extensas zonas rurales.



Figura 1.40. Inundaciones provocadas por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos para proteger las ciudades

Fuente.US Army Corp of Engineers.2011

Debemos comprender que los ríos y los humedales se comunican, que las fluctuaciones y pulsos son lo natural para los ríos del trópico; otros pueblos entendieron que las inundaciones son riqueza y convenientes para la fertilidad de los suelos, y las supieron manejar y amortiguar.



Figura 1.41. Apertura de vertederos realizada por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos para proteger las ciudades
Fuente.US Army Corp of Engineers.2011

Culturas anfibias como la Zenú, se desarrollaron como vastas civilizaciones gracias a su desarrollo hidráulico. Construyeron obras de ingeniería que estabilizaban la dinámica morfológica del río, disipan la energía, disminuyen los caudales, y fertilizaban la llanura de inundación, produciendo pesca.

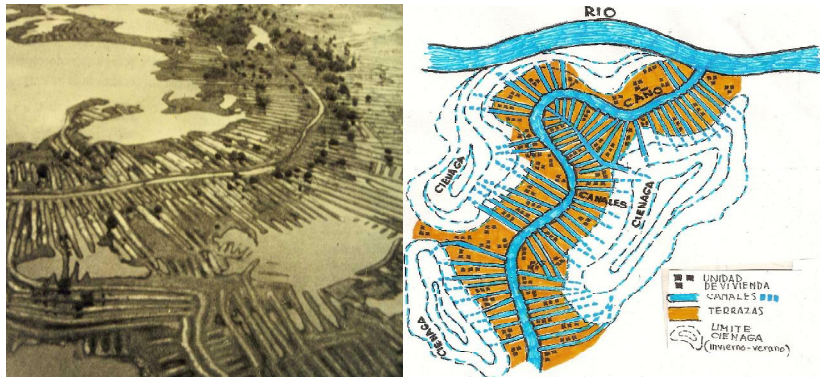


Figura 1.42. Obras hidráulicas de canales y camellones Zenúes 200 años antes de cristo

Fuente. Universidad del Valle, 2011

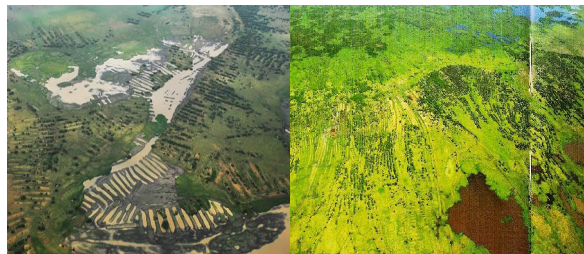


Figura 1.43. Vestigios arqueológicos de obras hidráulicas de los Zenúes

Fuente. Universidad del Valle, 2011

Recientemente ha comenzado a escala global un severo cambio climático de funestas consecuencias para la Vida en general. El mejor aporte que el Valle del Cauca y Colombia pueden hacer para la solución de la creciente crisis Ecológica en conexión con los fabulosos mecanismos de auto-regulación del Planeta Tierra



es salvar, recuperar, preservar y conservar sus humedales. Urge desarrollar el criterio de dominio público hidráulico, realizar el deslinde de los humedales y hacer cumplir lo ordenado en la legislación ambiental sobre la franja forestal protectora, porque al parecer el medio que nos sustenta no resiste un error más. Sin embargo, en este contexto debería aparecer una activa y consciente participación de parte de la Comunidad cuya existencia en una u otra forma está marcada por el devenir equilibrado y consistente de los Humedales, pues toda determinación legislativa ambiental debe poseer igualmente una implicación socio-política nacional.

En la evaluación de los Ecosistemas del Milenio de 2005 se concluyó que “la degradación y desaparición de humedales (tanto continentales como costeros) es más rápida que la experimentada por otros ecosistemas. La crítica situación manifiesta a través del Cambio Climático Global, con el fenómeno determinante del Efecto Invernadero exige ineludiblemente una pronta y urgente revisión del Modelo hegemónico.

Un apropiado soporte a esta nueva cosmovisión de equilibrio y de Sustentabilidad Ecológica aparece desde hace cuatro décadas en el escenario internacional, en los 70's, la novedosa “Hipótesis Gaia”, promovida y defendida especialmente por el Científico Físico-Químico inglés James Lovelock, que considera a la Tierra como un Organismo Viviente, en virtud de lo cual posee y hace uso de diversos Mecanismos de Autorregulación para el mantenimiento de su funcionalidad, similar al Estado de Homeóstasis, presente en los seres vivos.

Además advierte que una drástica alteración podría generar consecuencias deletéreas para la vida misma en general, incluida la probabilidad de efecto Filogenético en la especie humana y muchas otras especies de relevancia evolutiva. Para el 2000, la Hipótesis Gaia se convierte en Teoría sobre GAIA.

Es justamente en este contexto que los Humedales en cuestión poseen vital importancia, como un mecanismo esencial de Autorregulación, concretamente en las regiones bañadas por el río Cauca y el Magdalena, y no únicamente visoregionalmente sino ante todo planetariamente.

Por consiguiente su recuperación y defensa tiene naturaleza preeminente, ya que a estos mecanismos de autorregulación están íntimamente ligados todos los ecosistemas, los hábitats y la vasta y polifacética biota, existente en todo el planeta Tierra.

Considerando el evidente Calentamiento Global actual, con eventos cada vez más extremos de precipitaciones y sequías en inconsistentes e impredecibles períodos, que han llevado a trágicas consecuencias también para la población civil en Colombia, adicionalmente con insostenibles sequías, destrucción de cultivos y presumibles incendios forestales inducidos en relativamente breves pero fulminantes períodos estivales, está absolutamente justificada la presente propuesta



como Proyecto de Dimensión Científica, Ético-Humanística y Socio-Política en aras de la preservación, conservación, protección y recuperación de los humedales en su máximo estado natural posible, pues con su intencional desconocimiento, desprecio o reprobación, correría a torresgona solamente la permanencia de la invaluable biodiversidad, presente en los humedales fluvio-Vallecaucanos, gracias al papel neutralizante y equilibrador de las inundaciones, con el subsecuente carácter regulador de la termodinámica y salinidad de los mismos, y además habituales contribuyentes de riqueza orgánica, minerales y elementos-trazas, sino también pondría en peligro la existencia de uno de los mecanismos de autorregulación más antiguos y relevantes para la geo-génesis, la evolución de la vida y la justa e imperiosa permanencia de la prodigiosa riqueza biótica en el planeta Tierra.

Obviamente, una nueva política ambiental y social en conexión con los humedales, sólo sería funcionalmente exitosa dentro del marco de un modelo Holístico, Sistémico e Integrativo, válido para la conservación de la Tierra como hábitat natural de las diversas formas de vida surgidas y coexistentes desde tiempos inmemoriales en el curso de la evolución creadora, en un macrosistema dinámico y abierto.

1.1.2. POLÍTICA

Carlos González - Fundación FUNECOROBLES

En este capítulo se presenta en una forma concisa la declaración de políticas del marco de referencia general de la Actualización del Plan de Manejo de la Madre Vieja Bocas de Tuluá; describiendo las diferentes políticas internacionales, nacionales, regionales y locales que manifiestan la importancia y muestran las directrices encaminadas a normalizar el uso y aprovechamiento racional de los recursos naturales, enfocado a los ecosistemas de humedales.

1.1.2.1. *Normatividad sobre Humedales en el Ámbito Internacional*

En 1971 en la ciudad de Ramsar, Irán, se desarrolló la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, y se ratificó por 123 países. La adhesión de Colombia a la Convención Ramsar se logró mediante la Ley 357 de 1997 (Enero 21), produciéndose la adhesión protocolaria con el Decreto reglamentario 224 de 1998 (Junio 18).

El término genérico "**Convención**" es sinónimo del término genérico "**Tratado**". Convención se utiliza en general para el caso de tratados multilaterales formales que incluyen a un gran número de partes. Normalmente, las convenciones están abiertas a la participación de la totalidad de la comunidad internacional o de un gran número de Estados; por lo general, los instrumentos negociados bajo los auspicios de una organización internacional se titulan convenciones.



Los humedales interiores del país (Colombia) son de gran importancia no sólo desde el punto de vista ecológico sino también socioeconómico, por sus múltiples funciones, valores y atributos, los cuales son esenciales para la sociedad en su conjunto. Sin embargo, la alteración de su equilibrio natural por actividades antrópicas tiene un costo económico, social y ecológico.

En este sentido, la Convención Ramsar (2000) plantea que la perturbación de los humedales debe cesar, que la diversidad de los que permanecen debe conservarse, y cuando sea posible, se debe procurar rehabilitar o restaurar aquellos que presenten condiciones aptas para este tipo de acciones.

En el párrafo 1 del artículo 3 de la Convención Ramsar se estipula que "Las Partes Contratantes deberán elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional, y en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio".

Con este propósito, en la Séptima Conferencia de las Partes –COP– de la Convención Ramsar, celebrada en Costa Rica en 1999, se aprobaron los lineamientos para elaborar y aplicar políticas nacionales de humedales, en los cuales se mencionan los siguientes elementos para lograr su conservación:

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

Otro elemento de apoyo con el que se cuenta para la formulación de políticas nacionales de humedales son las directrices para su uso racional de la Convención Ramsar, en las cuales se describen como componentes la necesidad de mejorar las disposiciones institucionales y de organización; incrementar la comprensión y la conciencia de los valores de los humedales; levantar inventarios y monitorear su situación; determinar las prioridades de los programas; y elaborar planes de acción para sitios determinados.

Por otra parte, en los Planes Estratégicos de la Convención 1997-2002 se planteó que se procuraría que las Partes Contratantes establecieran políticas nacionales, bien de forma independiente o bien como elementos claramente identificables de otras iniciativas nacionales de planificación de la conservación. Ya para el Plan



Estratégico planteado para el período 2009 – 2015 el objetivo es ofrecer orientación a las Partes Contratantes de manera particular, pero también al Comité Permanente, así como a otros muchos colaboradores de la Convención, sobre la manera en que deben centrar sus esfuerzos para aplicar la Convención sobre los Humedales durante los dos próximos trienios.

En la Agenda 21 –Cumbre de Río (1992), se planteó como prioridad para los recursos de agua dulce, la protección de los ecosistemas y la ordenación integrada de los recursos hídricos; y se hizo un llamado mundial para establecer Planes de Acción para su conservación.

La conservación de estos ecosistemas es prioritaria para cumplir con los objetivos de protección contemplados en otros tratados internacionales de los cuales Colombia es parte, como por ejemplo el Convenio sobre la Diversidad Biológica. La Convención Ramsar ha establecido alianzas estratégicas con otros Tratados y Convenios Internacionales, tales como el Convenio de Diversidad Biológica y el Tratado de Kioto⁵.

1.1.2.2. *Normatividad sobre Humedales en el Ámbito Nacional - Leyes, Decretos y Resoluciones*

Las primeras disposiciones nacionales legales en materia ambiental en Colombia fueron anteriores a la Constitución de 1991 y entre tantas se cita el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente, Decreto Ley 2811 de 1974 que en sus objetivos establecidos en el Artículo 2 tiene por finalidad reglamentar las normas relacionadas con el recurso agua en todos sus estados.

La reglamentación de las aguas, ocupación de los cauces y la declaración de reservas y agotamiento, en orden a asegurar su preservación cuantitativa para garantizar la disponibilidad permanente del recurso; de conformidad con lo establecido por los artículos 80 y 82 del Decreto Ley 2811 de 1974, las aguas se dividen en dos categorías: aguas de dominio público y aguas de dominio privado. Para efectos de interpretación, cuando se hable de aguas, sin otra calificación, se deberá entender las de uso público.

Los ríos y todas las aguas que corran por cauces naturales de modo permanente o no; las aguas que corran por cauces artificiales que hayan sido derivadas de un cauce natural; los lagos, lagunas, ciénagas y pantanos; las aguas que están en la atmósfera; las aguas lluvias; las aguas privadas que no sean usadas por tres (3) años consecutivos, a partir de la vigencia del Decreto - Ley 2811 de 1974, cuando así se declare mediante providencia del INDERENA⁶, hoy MAVDT, previo el trámite previsto en este Decreto, y las demás aguas, en todos sus estados y formas a que se refiere el artículo 77 del Decreto - Ley 2811 de 1974, siempre y cuando no nazcan y mueran dentro del mismo predio son de **uso público**. De

⁵Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. 2008. Protocolo de Recuperación y Rehabilitación Ecológica de humedales en Centros Urbanos

⁶Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente



igual modo y correspondiendo con lo anterior encontramos el Decreto No. 1541 de 1978 para las aguas no marítimas.

La Ley 99 de 1993 establece, como una de las funciones del MMA⁷, ahora Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, formular, concertar y adoptar políticas orientadas a regular las condiciones de conservación y manejo de ciénagas, pantanos, lagos, lagunas y demás ecosistemas hídricos continentales.

A partir de La Ley 99 de 1993 se establece el SINA⁸ para el manejo ambiental del país, cuyos componentes y su interrelación definen los mecanismos de actuación del Estado y la sociedad civil. Por tal razón, la planificación ambiental del territorio se constituye en una de las tareas más importantes del SINA, y en particular de las Corporaciones Autónomas. (Plan de Gestión Ambiental Regional del Valle del Cauca 2002-2012). La Ley además estipula que: *“La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible”*.

Además indica; “Los estudios de impacto ambiental serán el instrumento básico para la toma de decisiones respecto a la construcción de obras y actividades que afecten significativamente el medio ambiente natural o artificial”.

La Ley 70 de 1993 establece la normatividad para los grupos étnicos, para el caso de los humedales refiere específicamente el Artículo 21, el cual estipula que: *“los integrantes de las comunidades negras, titulares del derecho de propiedad colectiva, continuarán conservando, manteniendo o propiciando la regeneración de la vegetación protectora de aguas y garantizando mediante un uso adecuado la persistencia de ecosistemas especialmente frágiles, como los manglares y humedales, y protegiendo y conservando las especies de fauna y flora silvestre amenazadas o en peligro de extinción”*.

Continuando cronológicamente, nace el Decreto 1753 de 1994 por la cual se reglamentan los procedimientos para intervenir en los humedales, política nacional de sostenibilidad ambiental.

En 1997 se aprueba la adhesión de Colombia a la Convención relativa a los humedales de importancia internacional – Convención de Ramsar, por medio de la Ley 357 de 1997.

La Ley 388 de 1997 sobre ordenamiento territorial, junto con la Ley 99 de 1993 y la Constitución de 1991 y sus respectivos decretos reglamentarios, han implicado un profundo cambio en la forma de concebir la gestión ambiental de parte del

⁷Ministerio del Medio Ambiente

⁸Sistema Nacional Ambiental



estado, del sector productivo, de las organizaciones comunitarias y de las instituciones del saber.⁹

En 1998, el Ministerio del Medio Ambiente conjuntamente con el Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander Von Humboldt, elaboraron las bases técnicas para la formulación de una política nacional de los ecosistemas acuáticos. Durante el 2001, se realizaron cinco (5) talleres regionales para la discusión y concertación de esta Política.

Para la formulación de la Política Nacional de Biodiversidad se parte de los siguientes principios generales¹⁰:

1. La biodiversidad es patrimonio de la nación y tiene un valor estratégico para el desarrollo presente y futuro de Colombia.
2. La biodiversidad tiene componentes tangibles a nivel de moléculas, genes y poblaciones, especies y comunidades, ecosistemas y paisajes. Entre los componentes intangibles están los conocimientos, innovaciones y prácticas culturales asociadas.
3. La biodiversidad tiene un carácter dinámico en el tiempo y el espacio, y sus componentes y procesos evolutivos se deben preservar.
4. Los beneficios derivados del uso de los componentes de la biodiversidad deben ser distribuidos de manera justa y equitativa en forma concertada con la comunidad.
5. En el contexto de esta política se reconoce la importancia de la protección a los derechos de propiedad intelectual individual y colectiva.
6. La conservación y el uso sostenible de la biodiversidad debe abordarse desde el punto de vista global, siendo indispensable el compromiso internacional entre las naciones.
7. La conservación y el uso sostenible de la biodiversidad requieren un enfoque intersectorial y deben ser abordados en forma descentralizada, incluyendo la participación del Estado en todos sus niveles y de la sociedad civil.
8. Se adoptará el principio de precaución, principalmente en la adopción de medidas relacionadas con la erosión genética y la bioseguridad.

También en diciembre de 2001, el Ministerio del Medio Ambiente, haciendo uso de la responsabilidad que le fue conferida por la Ley 99 de 1993 (Artículo 5, numeral 24) estableció la Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia.

Para responder al reto de conservar y aprovechar sosteniblemente estos ecosistemas en el país, la cual servirá de base para la gestión nacional, regional, local y para la consecución de cooperación internacional para el logro de sus objetivos. Esta Política de carácter específico reconoce las responsabilidades gubernamentales en torno a estos ecosistemas, los problemas que los afectan y plantea acciones para solucionarlos.

⁹ Plan de Gestión Ambiental Regional del Valle del Cauca 2002-2012

¹⁰ Plan de Desarrollo Departamental "VAMOS JUNTOS POR EL VALLE DEL CAUCA" 2004-2007



Los principios fundamentales de la Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia son los siguientes y están encaminados a la formulación, concertación y adopción de políticas orientadas a la conservación y uso racional de los humedales, siendo de índole inaplazable en su consideración pública y privada:

- **Visión y Manejo Integral:** Los humedales interiores de Colombia son ecosistemas estratégicos y vitales para el desarrollo presente y futuro de la Nación. Por lo tanto su conservación, manejo y uso racional requieren de una visión integral que garantice su sostenibilidad teniendo en cuenta criterios ecológicos, sociales y ambientales.
- **Planificación y Ordenamiento Ambiental Territorial:** La elección de estrategias de planificación y de manejo de los humedales del país deben basarse en perspectivas sistémicas que reconozcan las inter-relaciones entre los diferentes ecosistemas que sustentan. Para tal efecto se requiere una aproximación multisectorial en el diseño e implementación de estrategias de manejo.
- **Articulación y Participación:** Los humedales, por sus características ecológicas y los beneficios que prestan, son ecosistemas integradores de diferentes intereses de la sociedad, por tanto su conservación, recuperación, manejo y uso racional deben ser tarea conjunta y coordinada entre el estado, las comunidades, organizaciones sociales y el sector privado.
- **Conservación y Uso Racional:** Los humedales son ecosistemas que cumplen múltiples funciones, prestan diversos servicios ambientales y tienen un carácter dinámico por lo tanto, sus componentes y procesos se deben mantener.
- **Responsabilidad Global Compartida:** Por ser ecosistemas con características particulares de beneficio ecológico global, su conservación y uso sostenible deben ser fortalecidos mediante la cooperación internacional especialmente con otras Partes Contratantes de la Convención Ramsar.
- **Precaución:** En razón de que cualquier cambio en las características de los componentes de los humedales repercute de manera directa y global sobre el funcionamiento de estos ecosistemas, y otros adyacentes, el desarrollo de cualquier actividad debe analizarse de manera responsable e integral, especialmente en aquellas situaciones donde exista incertidumbre a cerca de las relaciones precisas de causa - efecto. Para este fin, cuando exista incertidumbre sobre tales relaciones se debe aplicar el principio de precaución.
- **Reconocimiento a las Diferentes Formas de Conocimiento:** El desconocimiento de las relaciones ecológicas y potencial estratégico para la nación de los humedales se ve reflejado principalmente en los procesos de deterioro sobre estos ecosistemas, por lo tanto el conocimiento tradicional, la



valoración, y la capacitación deben ser los instrumentos que dinamicen los procesos de cambio.

La Resolución 157 de 2004 (Febrero 24) por la cual se reglamentó el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales, y se desarrollan aspectos referidos a los mismos en aplicación de la Ley 357 de 1997, da un paso más sobre los avances que el país realiza por estos ecosistemas.

El gobierno Departamental en su Plan de Desarrollo¹¹ 2008 – 2011, Valle del Cauca, específicamente en el tema del sector medio ambiente, objetivo específico 4.1 establece aprovechar el potencial de la biodiversidad vallecaucana y sus beneficios ambientales mediante su uso racional, su conservación y conocimiento. Aplicando dos estrategias de gestionar con los municipios, la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca –CVC-, la Nación, el sector privado y las organizaciones de base comunitaria la recuperación y conservación de ecosistemas estratégicos con énfasis en los que se produce el recurso hídrico mediante alianzas estratégicas y convenios.

De igual forma se plantea la estrategia de implementar los planes de manejo y ordenamiento de ecosistemas estratégicos y cuencas hidrográficas en coordinación con los municipios, la CVC, la Nación y actores públicos y privados. Así mismo se busca con la CVC y todos los organismos nacionales, regionales y municipales vinculados con el sector ambiental, garantizar el suministro de agua con criterio de equidad y prioridad social en cuanto a cantidad, calidad, continuidad cobertura y costos del servicio, dentro de un concepto amplio de gestión integral del recurso hídrico¹².

Finalmente la Resolución 196 del 2006 (Febrero 1) “*Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia*”, es el marco de referencia y derrotero a seguir en la actualización del presente plan de manejo.

1.1.2.3. Puntos Específicos de la Normatividad sobre Humedales en el Ámbito Nacional

A continuación se transcriben las normas constitucionales y generales que atañen a humedales y su zona protectora¹³.

A. Constitución Política de Colombia 1991

Los siguientes Artículos de la Constitución Nacional hacen referencia a la protección, manejo y conservación del ambiente.

¹¹ Plan de Desarrollo Departamental “BUEN GOBIERNO, CON SEGURIDAD LO LOGRAREMOS” 2008-2011

¹² Plan de Manejo Integral del río Cauca, Valle del Cauca.

¹³ Memorandos internos 0300-09-1305 de Agosto 27 de 2002 y 0300-09-1387-2002 de Septiembre 9 de 2002 de la Oficina Jurídica de la CVC.



“**Artículo 8.-** Es obligación del Estado y de los particulares proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación”.

“**Artículo 58.-** Se garantiza la propiedad privada y los demás derechos adquiridos con arreglo a las leyes civiles, los cuales no pueden ser desconocidos ni vulnerados por leyes posteriores. Cuando de la aplicación de una ley expedida por motivos de utilidad pública o interés social, resultaren en conflicto los derechos de los particulares con la necesidad por ella reconocida, el interés privado deberá ceder al interés público o social. La propiedad es una función social que implica obligaciones. Como tal le es inherente una función ecológica. El Estado protegerá y promoverá las formas asociativas y solidarias de propiedad. Por motivos de utilidad pública o de interés social definidos por el legislador, podrá haber expropiación mediante sentencia judicial e indemnización previa. Está se fijará consultando los intereses de la comunidad y del afectado. En los casos que determine el legislador, dicha expropiación podrá adelantarse por vía administrativa, sujeta a posterior acción contencioso-administrativa, incluso respecto del precio”

“**Artículo 63.-** Protección de los bienes de uso público, interés cultural, histórico y comunitario. Los bienes de uso público, los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos, las tierras de resguardos, el patrimonio arqueológico de la Nación y los demás bienes que determine la ley, son inalienables, imprescriptibles e inembargables”

“**Artículo 65.-** Fomento agropecuario, forestal y pesquero. La producción de alimentos gozará de especial protección del Estado. Para tal efecto, se otorgará prioridad al desarrollo integral de las actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras, forestales y agroindustriales, así como también a la construcción de obras de infraestructura física y adecuación de tierras”

“**Artículo 79.-** Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlos. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”

“**Artículo 80.-** El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.”

“**Artículo 81.-** Corresponde al estado regular el ingreso y la salida al país de los recursos genéticos y su utilización de acuerdo con el interés nacional. Queda prohibida la fabricación, importación, posesión y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, así como la introducción al territorio nacional de residuos nucleares y desechos tóxicos. El Estado regulará el ingreso al país y la salida de él de los recursos genéticos, y su utilización, de acuerdo con el interés nacional”

“**Artículo 95.-** La calidad de colombiano enaltece a todos los miembros de la comunidad nacional. Todos están en el deber de engrandecerla y dignificarla. El ejercicio de los derechos y libertades reconocidos en esta Constitución implica responsabilidades. Toda persona esta obligada a cumplir la Constitución y las leyes. Son deberes de la persona y el ciudadano: **Numeral 8.-** Los ciudadanos



deben velar por la protección de los recursos naturales del país y por la conservación de un ambiente sano.”

“**Artículo 366**, “el bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable. Para tales efectos, en los planes y presupuestos de la nación y de las entidades territoriales, el gasto público social tendrá prioridad sobre cualquier otra asignación.”

B. Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente (Decreto Ley 2811 de 1974)

“**Artículo 1.-** El ambiente es patrimonio común. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social. La preservación y manejo de los recursos naturales renovables son de utilidad pública e interés social.”

“**Artículo 9.-** El uso de elementos ambientales y de recursos naturales renovables, debe hacerse de acuerdo con los siguientes principios:

Numeral e.- Los recursos naturales renovables no se podrán utilizar por encima de los límites permisibles que, al alterar las calidades físicas, químicas o biológicas naturales, produzcan el agotamiento o el deterioro grave de esos recursos o se perturbe el derecho a ulterior utilización en cuanto esta convenga al interés público.”

“**Artículo 42.-** Pertenecen a la Nación los recursos naturales renovables y demás elementos ambientales regulados por este Código que se encuentren dentro del territorio nacional, sin perjuicio de los derechos legítimamente adquiridos por particulares y de las normas especiales sobre baldíos.”

“**Artículo 51.-** El derecho de usar los recursos naturales renovables puede ser adquirido por ministerio de la ley, permiso, concesión y asociación.”

“**Artículo 80.-** Sin perjuicio de los derechos privados adquiridos con arreglo a la ley, las aguas son de dominio público, inalienables e imprescriptibles. Cuando en este Código se hable de aguas sin otra calificación, se deberán entender las de dominio público”

“**Artículo 83.-** Salvo derechos adquiridos por particulares, son bienes inalienables e imprescriptibles del Estado: a) El álveo o cauce natural de las corrientes; b) El lecho de los depósitos naturales de agua; c) Las playas marítimas, fluviales y lacustres; d) Una faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho; e) Las áreas ocupadas por los nevados y los cauces de los glaciares; f) Los estratos o depósitos de las aguas subterráneas”

Artículo 137º.- Serán objeto de protección y control especial:

a.- Las aguas destinadas al consumo doméstico humano y animal y a la producción de alimentos;

b.- Los criaderos y **habitats** de peces, crustáceos y demás especies que requieran manejo especial;

Las fuentes, cascadas, lagos, y otros depósitos o corrientes de aguas, naturales o artificiales, que se encuentren en áreas declaradas dignas de protección.



En los casos previstos en este artículo se prohibirá o condicionará, según estudios técnicos, la descarga de aguas negras o desechos sólidos, líquidos o gaseosos, provenientes de fuentes industriales o domésticas.

Los artículos 193 a 197 sobre conservación, defensa y toma de medidas para la protección del recurso flora y los Artículos 302 al 304 sobre preservación de los recursos del paisaje, se establece que la comunidad tiene derecho a disfrutar del paisaje urbano que garantiza su bienestar, por ello corresponde a la administración garantizar la preservación.

“Artículo 267.- Son bienes de la Nación los recursos hidrobiológicos existentes en aguas territoriales y jurisdiccionales de la República, marítimas, fluviales o lacustres. La explotación de dichos recursos hidrobiológicos hecha por particulares, estará sujeta a tasas. Las especies existentes en aguas de dominio privado y en criaderos particulares no son bienes nacionales, pero estarán sujetos a este Código y a las demás normas legales en vigencia”

“Artículo 273.- Por su finalidad la pesca se clasifica así: 1. Comercial, o sea la que se realiza para obtener beneficio económico y puede ser: a) Artesanal, o sea la realizada por personas naturales que incorporan a esta actividad su trabajo o por cooperativas u otras asociaciones integradas por pescadores, cuando utilizan sistemas y aparejos propios de una actividad productiva de pequeña escala; b) Industrial, o sea la realizada por personas naturales o jurídicas con medios y sistemas propios de una industria de mediana o grande escala. 2. De subsistencia, o sea la efectuada sin ánimo de lucro, para proporcionar alimento a quien la ejecute y a su familia. 3. Científica, o sea la que se realiza únicamente para investigación y estudio. 4. Deportiva, o sea la que se efectúa como recreación o ejercicio, sin otra finalidad que su realización misma. 5. De control, o sea la que se realiza para regular determinadas especies, cuando lo requieran circunstancias de orden social, económico o ecológico. 6. De fomento, o sea la que se realiza con el exclusivo propósito de adquirir ejemplares para establecer o mantener criaderos particulares de especies hidrobiológicas”.

El artículo 329 precisa que las reservas naturales son aquellas en las cuales existen condiciones de diversidad biológica destinadas a la conservación, investigación y estudio de sus riquezas naturales, por ejemplo los humedales del Valle Geográfico del río Cauca.

C. Franja forestal protectora. Ley 79 de 1986

Por la cual se provee a la conservación del agua y se dictan otras disposiciones.

“Artículo 1.- Declárense áreas de reserva forestal protectora, para la conservación y preservación del agua, las siguientes:

- a) Todos los bosques y la vegetación natural que se encuentren en los nacimientos de agua permanentes o no, en una extensión no inferior a doscientos (200) metros a la redonda, medidos a partir de la periferia.



- b) Todos los bosques y la vegetación natural existentes en una franja no inferior a cien (100) metros de ancho, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no y alrededor de los lagos, lagunas, ciénagas o depósitos de agua que abastezcan represas para servicios hidroeléctricos o de riego, acueductos rurales y urbanos, o estén destinados al consumo humano, agrícola, ganadero, o la acuicultura o para usos de interés social.
- c) Todos los bosques y la vegetación natural, existentes en el territorio nacional, que se encuentren sobre la cota de los tres mil (3.000) metros sobre el nivel del mar.

D. Ley 21 de 1991. Por medio de la cual se aprueba el convenio No. 169 sobre pueblos indígenas y tribales.

“Artículo 7.- Los pueblos interesados deberán tener el derecho de decidir sus propias prioridades en lo que atañe al proceso de desarrollo, en la medida en que éste afecte a sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera, y de controlar, en la medida de lo posible, su propio desarrollo económico, social y cultural”.

E. Ley 70 de 1993. Desarrolla el artículo transitorio 55 de la Constitución Política Colombiana en cuanto a comunidades Negras.

“Artículo 51.- Las entidades del Estado en concertación con las comunidades negras, adelantarán actividades de investigación, capacitación, fomento, extensión y transferencia de tecnologías apropiadas para el aprovechamiento ecológico, cultural, social y económicamente sustentable de los recursos naturales, a fin de fortalecer su patrimonio económico y cultural”

“Artículo 53.- En las áreas de amortiguación del Sistema de Parques Nacionales ubicados en las zonas objeto de esta ley se desarrollarán conjuntamente con las comunidades negras, modelos de producción, estableciendo estímulos económicos y condiciones especiales para acceder al crédito y capacitación. Igualmente, en coordinación con las comunidades locales y sus organizaciones, se desarrollarán mecanismos para desestimular la adopción o la prosecución de prácticas ambientalmente insostenibles”.

F. Ley 160 de 1994

Mediante el Decreto por el cual se reglamenta parcialmente el artículo 69 de la Ley 160 de 1994. EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA, en ejercicio de las tribuciones que le confiere la Constitución Nacional, y en desarrollo de la Ley 99 de 1993, y de la Ley 160 de 1994,

“Artículo 1.- Para que pueda proceder la adjudicación conforme a los reglamentos que expida el Incora, a campesinos o pescadores en los casos a que se refiere el inciso quinto de la Ley 160 de 1994, es preciso que la desecación se haya



producido por retiro de las aguas, ocurrido por causas naturales, que tal retiro haya sido definitivo e irreversible y que se haya delimitado la franja protectora del respectivo cuerpo de agua.

“**Artículo 2.-** El hecho del retiro de las aguas por causas naturales y en forma definitiva e irreversible, deberá comprobarse por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-. De comprobarse tal hecho, la entidad ambiental procederá a delimitar la franja de protección del cuerpo de agua a que se refiere el literal d) del artículo 83 del Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. La franja a que se refiere el inciso anterior pertenece a la Nación y por consiguiente no es adjudicable.”

“**Artículo 3.-** El Ministerio del Medio Ambiente, en ejercicio de la función prevista por el numeral 24o. del artículo 5 de la Ley 99 de 1993 regulará las condiciones de conservación y manejo del respectivo cuerpo de agua. Dicha regulación se remitirá al INCORA para que se tenga en cuenta en la reglamentación de la titulación del área adjudicable.”

G. Ley 165 de 1994. ratifica el convenio sobre la diversidad biológica

“**Artículo 8.-** El gobierno respetará, preservará, y mantendrá los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos de vida pertinentes para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica y promoverá su aplicación más amplia, con la aprobación y la participación de quienes posean estos conocimientos, innovaciones y prácticas, y promoverá que los beneficios derivados de la utilización de esos conocimientos, innovaciones y prácticas se compartan equitativamente”.

H. Ley 300 de 1996, Ley General de Turismo

Esta Ley fortalece y promueve el ecoturismo a nivel nacional e internacional. El ecoturismo es una gran alternativa de educación para la conservación ambiental y de desarrollo socio-económico, ya que Colombia es uno de los países de mayor biodiversidad, diversidad étnica y por consiguiente de mayor oferta ecoturística.

I. Normas Contenidas en el Código Civil

“**Artículo 674.-** Se llaman bienes de la Unión aquellos cuyo dominio pertenecen a la República. Si además su uso pertenece a todos los habitantes de un territorio, como el de las calles, plazas, puentes y caminos, se llaman bienes de la unión de uso público o bienes públicos del territorio”

“**Artículo 677.-** Los ríos y todas las aguas que corren por cauces naturales son bienes de la Unión, de uso público en los respectivos territorios. Exceptuándose las vertientes que nacen y mueren dentro de una misma heredad; su propiedad,



uso y goce pertenecen a los dueños de las riberas, y pasan con estos a los herederos y demás sucesores de los dueños”

“**Artículo 678.-** El uso y goce que para el trascrito, riego, navegación y cualesquiera otros objetos lícitos, corresponden a los particulares en las calles, plazas, puentes y caminos públicos, en ríos y lagos, y generalmente en todos los bienes de la Unión de uso público, estarán sujetos a las disposiciones de éste código y a las demás que sobre la materia contengan las leyes”

“**Artículo 720.-** El suelo que el agua ocupa y desocupa alternativamente en sus creces y bajas periódicas, forma parte de la ribera o del cauce, y que no accede mientras tanto a las heredades contiguas”.

J. Decreto 1541 de 1978 (Aguas No Marítimas)

Norma relacionada con el recurso agua. dominio, ocupación, restricciones, limitaciones, condiciones de obras hidráulicas, conservación y cargas pecuniarias de aguas, cauces y riberas. Tiene por finalidad reglamentar las normas relacionadas con el recurso agua en todos los estados y comprende los siguientes aspectos:

“**Artículo 5.-** Son aguas de uso público: a) Los ríos y todas las aguas que corran por cauces naturales de modo permanente o no; b) Las aguas que corran por cauces artificiales que hayan sido derivadas de un cauce natural; c) Los lagos, lagunas, ciénagas y pantanos; d) Las aguas que están en la atmósfera; e) Las aguas lluvias; f) Las aguas privadas que no sean usadas por tres (3) años consecutivos, a partir de la vigencia del Decreto – Ley 2811 de 1974, cuando así declare mediante providencia del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente – INDERENA-, previo el trámite previsto en este Decreto, y g) Las demás aguas, en todos sus estados y formas a que se refiere el artículo 77 del Decreto – Ley 2811 de 1974, siempre y cuando no nazcan y mueran dentro del mismo predio.”

“**Artículo 8.-** No se puede derivar aguas de fuentes o depósitos de aguas de dominio público, ni usarlas para ningún objeto, sino con arreglo a las disposiciones del Decreto Ley 2811 de 1974 y del presente reglamento”.

“**Artículo 10.-** Hay objeto ilícito en la enajenación de las aguas de uso público. Sobre ellas no puede constituirse derechos independientes del fondo para cuyo beneficio se deriven. Por tanto, es nula toda acción o transacción hecha por propietarios de fundos en los cuales existan o por los cuales corran aguas de dominio público o se beneficien de ellas en cuanto incluyan tales aguas en el acto o negocio de cesión o transferencia de dominio. Igualmente será nula la cesión o transferencia, total o parcial, del solo derecho al uso del agua, sin la autorización a que se refiere el artículo 95 del Decreto – Ley 2811 de 1974”

“**Artículo 11.-** Se entiende por cauce natural la faja de terreno que ocupan las aguas de una corriente al alcanzar sus niveles máximos por efecto de las crecientes ordinarias; y por hecho de los depósitos naturales de aguas, el suelo que ocupan hasta donde llegan los niveles ordinarios por efectos de lluvias o deshielo.”



“**Artículo 12.- Playa fluvial** es la superficie de terreno comprendida entre la línea de las bajas aguas de los ríos y aquella a donde llegan éstas ordinaria y naturalmente en su mayor incremento. **Playa lacustre** es la superficie de terreno comprendida entre los más bajos y los más altos niveles ordinarios y naturales del respectivo lago o laguna”

“**Artículo 13.-** Para los efectos de la aplicación del artículo anterior, se entiende por líneas o niveles ordinarios las cotas promedio naturales de lo últimos quince (15) años, tanto para las más altas como para las más bajas. Para determinar estos promedios se tendrá en cuenta los datos que suministren las entidades que dispongan de ellos y en los casos en que la información sea mínima o inexistente se acudirá a la que puedan dar los particulares”

“**Artículo 14.-** Para efectos de aplicación del artículo 83, letra d, del Decreto – Ley 2811 de 1974, cuando el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria, INCORA, pretenda titular tierras aledañas a ríos o lagos procederá, conjuntamente con el INDERENA a delimitar la franja o zona a que se refiere este artículo, para excluirla de la titulación. Tratándose de terrenos de propiedad privada situados en las riberas de los ríos, arroyos o lagos, en los cuales no se ha delimitado la zona a que se refiere el artículo anterior, cuando por mermas, desviación o desecamiento de las aguas, ocurridos por causas naturales, quedan permanentemente al descubierto todo o parte de sus cauces o lechos, los suelos que los forman no accederán a los predios ribereños sino que se tendrán como parte de la zona o franja a que alude el artículo 83, letra d) del Decreto Ley 2811 de 1974, que podrá tener hasta (30) metros de ancho” .

K. Decreto 1594 de 1984

Usos de aguas y residuos líquidos. Los usos de agua en los humedales, dados sus parámetros físicos-químicos son: Preservación de Flora y Fauna, agrícola, pecuario y recreativo. El recurso de agua comprende las superficies subterráneas, marinas y estuarianas, incluidas las aguas servidas. Se encuentran definidos los usos del agua así:

- a) Consumo humano y doméstico.
- b) Preservación de flora y fauna.
- c) Agrícola.
- d) Pecuario.
- e) Recreativo.
- f) Industrial.
- g) Transporte.

L. Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia 2002 – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Por medio de la cual se generan estrategias para la conservación y uso sostenible de los humedales interiores del país, y se establecen principios rectores para la planificación y manejo de estas áreas desde una perspectiva ecosistémica. La Política define como una de las acciones prioritarias la declaratoria, por parte de las corporaciones regionales, los municipios y otras entidades territoriales, de los



humedales bajo categorías de protección contempladas en los planes de ordenamiento y la definición y puesta en marcha de los respectivos planes de manejo.

Resolución 157 de 2004 – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Por medio de esta Resolución se reglamenta el uso sostenible, la conservación y el manejo de los humedales y se desarrollan aspectos referidas a la Convención de Ramsar.

Resolución 196 de 2006 – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Es la última disposición legal a nivel nacional generada para los ecosistemas de humedal, por la cual se adopta la guía técnica para la formulación complementación o actualización, por parte de las autoridades ambientales competentes en su área de jurisdicción, de los planes de manejo para humedales prioritarios y para la delimitación de los mismos.

M. Decreto 1996 de 1999. Por el cual se reglamentan los artículos 109 y 110 de la ley 99 de 1993 sobre las Reservas Naturales de la Sociedad Civil

“Artículo 1.- Definiciones. Para la correcta interpretación de las normas contenidas en el presente decreto adoptarán las siguientes definiciones: Reserva natural de la sociedad civil. Denomínese reserva natural de la sociedad civil la parte o el todo del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de la sustentabilidad en el uso de los recursos naturales. Se excluyen las áreas en que se exploten industrialmente recursos maderables, admitiéndose solo la explotación maderera de uso doméstico y siempre dentro de parámetros de sustentabilidad. Muestra de Ecosistema Natural. Se entiende por muestra de ecosistema natural, la unidad funcional compuesta de elementos bióticos y abióticos que ha evolucionado naturalmente y mantiene la estructura, composición dinámica y funciones ecológicas características al mismo”.

“Artículo 5.- Del Registro o Matrícula. Toda persona propietaria de un área denominada reserva natural de la sociedad civil deberá obtener registro único a través de la unidad administrativa especial del sistema de parques nacionales naturales del ministerio del Medio Ambiente.”

N. Plan Nacional de Desarrollo 2006 – 2010. Estado Comunitario. Desarrollo de Todos. Ley 1151 de 2007

Cuyo objetivo 5 es lograr una gestión ambiental y del riesgo que promueva el desarrollo sostenible, planteándose como meta del cuatrienio declarar nuevas hectáreas bajo diferentes categorías de manejo para el Sistema Nacional de Áreas Protegidas.



1.1.2.4. Políticas sobre humedales en el ámbito regional

El conocimiento de la situación de los humedales en el Valle del Cauca se ha venido estructurando desde hace 15 años aproximadamente desde la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca –CVC- y desde la academia. Ha sido la laguna de Sonso la que más atención ha tenido, siendo objeto de múltiples acciones que han ido desde lo técnico hasta lo político o la combinación de ambos. La importancia de la laguna desde los puntos de vista hídrico, ecológico y socio económico lo han convertido en el centro de atención de la comunidad vallecaucana.

Otras madre viejas asociadas al sistema del río Cauca han sido objeto de diagnósticos muy generales¹⁴ y de acciones de mantenimiento tímidas por cierto, pero a partir del año 2002 la CVC ha formulado más de veinte (20) Planes de Manejo de Humedales Lénticos en el valle interandino.

La CVC, como autoridad ambiental en el Valle del Cauca, formuló en forma concertada los lineamientos para conocer, conservar y usar sosteniblemente los Humedales. Formulando el Plan de Acción Departamental en Biodiversidad 2005 – 2015.

Además, con el apoyo del Sistema Departamental de Áreas Protegidas –SIDAP-, concebido como el conjunto de principios, normas, estrategias, acciones, procedimientos, recursos, actores sociales y áreas naturales protegidas en el Valle del Cauca, el cual actúa bajo el principio fundamental de la participación cualificada de los actores, y la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca se lograron acuerdos conceptuales y metodológicos para definir prioridades y rutas de trabajo, lo que llevo a la elaboración de una propuesta metodológica para la formulación de planes de manejo de las áreas que conforman el SIDAP que considere la metodología de criterios para la definición de los Objetivos y Criterios de Conservación, con base en los cuales se trabaja la identificación, priorización de áreas, la definición de categorías, declaratoria y formulación de planes de manejo para áreas protegidas.¹⁵

Por último la CVC, desarrolló en el año 2007 el documento denominado: “Elaborar pautas metodológicas para el seguimiento a planes de manejo y la evaluación de la efectividad en la gestión de un área de conservación, a través del análisis del estudio de casos”. Documento que brinda conceptos más trabajados sobre la aplicación de la Resolución 196 del 2006 (Febrero 1) “*Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia*”, y aporta herramientas y lineamientos definidos a nivel regional en el tema de formulación de los planes de manejo para humedales.

¹⁴ Salcedo E., Gómez F., Fernández J. 1991 Plan de Manejo Integral de ecosistemas naturales asociados ubicados en el valle geográfico del río Cauca.

¹⁵ CVC. 2009. Humedales del Valle Geográfico del río Cauca: génesis, biodiversidad y conservación.



1.1.2.4.1. Decreto 1381 de 1940

A través de la Política Nacional de Humedales Interiores de Colombia (promovida por los principios de conservación, uso racional, participación comunitaria y restauración de la mencionada Convención), se establece una estrategia para hacer conservación práctica de humedales en relación al orden de magnitud de la intervención que resenten. Recientemente en el documento: ZONAS ESTRATEGICAS DE RESERVA EN EL VALLE DEL CAUCA, Grupo Vida Silvestre y Áreas Protegidas, CVC, Agosto 1 de 2002, que se publica como documento de trabajo para la creación del Sistema Departamental de Áreas Protegidas (SIDAP), se reconocen 19 “humedales con sustento legal de conservación”. En el caso de la madreveja Bocas de Tuluá, la figura que establece su protección es el Decreto 1381 de 1940. (Contreras Rengifo, 2003).

Otra política de gran importancia a nivel regional es la formulación del CONPES 3624 de noviembre de 2009. Esta herramienta jurídica establece prioritariamente el programa para el saneamiento, manejo y recuperación ambiental de la cuenca alta del río Cauca. El cual tiene como objetivo definir un conjunto de estrategias orientadas a mitigar la contaminación de la cuenca alta del río Cauca y propender por su adecuado manejo ambiental, con el propósito de asegurar el cubrimiento de la demanda de bienes y servicios del río de manera sostenible en los Departamentos de Cauca y Valle del Cauca.

1.1.2.4.2. Acuerdo C.D No. 038 de 2007

Por el cual la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC declara los humedales naturales del valle geográfico del río Cauca como reservas de recursos naturales renovables y se adoptan otras determinaciones.

Esta declaración permite adelantar programas de restauración, conservación o preservación de estos ecosistemas, de conformidad con lo consagrado en el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables.

1.1.2.5. *Políticas sobre humedales en el ámbito local*

El POT de la ciudad de Tuluá detalla las siguientes normas:

“Áreas correspondientes al Sistema Hídrico Protegido por Ley”: Áreas de los humedales, conforme a la Ley 357/97 (RAMSAR), como lo son: Madreveja la “sapera”, Humedal de Jícaramata, Humedal en la Vereda el Vergel, Lago Chilicotte (zona urbana del Municipio) y demás reservorios, lagos, lagunas existentes en el municipio.

Rescatar y convertir en elementos estructurantes del paisaje municipal y urbano al sistema hídrico y zona de humedales,

Destinando como zona de conservación estricta los humedales y madrevejas existentes en el municipio debido a su gran valor ecológico y biológico, como la madreveja “La Sapera” o “Bocas de Tuluá”. Los humedales ubicados en Jícaramata y el Vergel, entre otros, así como el lago Chilicotte ubicado en zona



urbana del municipio y articularlas al sistema de espacio público, mediante el establecimiento de una infraestructura mínima de bajo impacto que permita el estudio y la investigación, y en la franja aledaña el desarrollo de infraestructura también de bajo impacto que permita la recreación pasiva.

Designar zonas de conservación estricta en una franja de 30 mts. aledaña a los humedales o madre viejas, permitiéndose reforestación con especies arbóreas de gran porte que brinden refugio a la avifauna.

Estipular como áreas de conservación estricta, una franja no inferior a 30 Mts de ancho paralela a las orillas a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y en la red hídrica primaria del municipio, siendo de 60 Mts para el río Cauca a partir del borde del barranco.

Diseñando y construyendo un malecón en el río Tuluá en su paso por la zona urbana convirtiéndolo en el eje ambiental estructurante y mecanismo de sensibilización, concientización y educación ambiental.

Preservando e incorporando al espacio público las áreas de protección del río Morales y la quebrada la Rivera mediante la adecuación de un sendero ecológico.”

2. DESCRIPCIÓN

2.1. METODOLOGÍA

Jefferson Martinez

El presente documento sigue el marco metodológico definido por la Convención Ramsar (2002), ratificado para Colombia mediante la Resolución 0196 de 2006¹⁶. La estructura se compone de 6 secciones principales: Preámbulo, Caracterización, Evaluación, Zonificación, Definición de objetivos y Plan de Acción; tal como se presenta en el siguiente mapa mental:

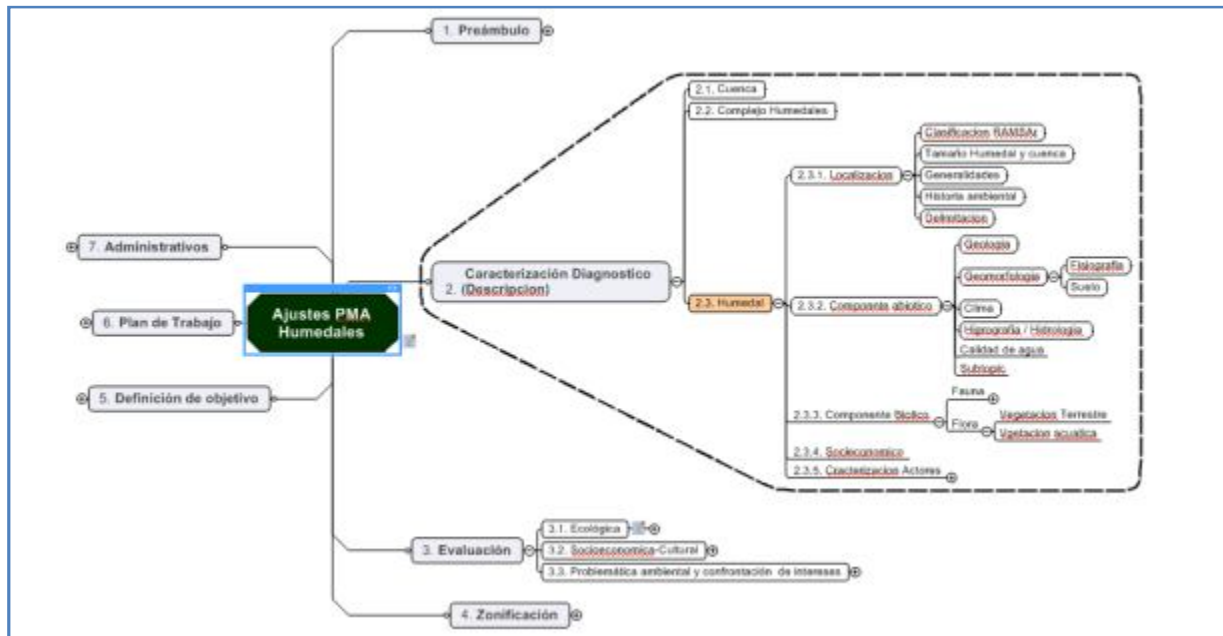


Figura 2.1. Mapa Mental metodológico del Proyecto

En lo referente al Preambulo, se realiza una investigación histórica global, nacional, regional y local, de la dinámica de las políticas de conservación ambiental, mostrando las diferentes correlaciones de poderes entre el conservacionismo a ultranza y el actual modelo neoliberal. Durante el desarrollo del proyecto sucedieron episodios históricos que fueron analizados, tales como la catástrofe de la ola invernal en Colombia, lo cual se relacionó con lo acontecido en norteamérica en la cuenca del río Mississippi, de donde se tomó el modelo hídrico implementado por la CVC para la región Vallecaucana.

De manera que no solo se realiza un análisis del discurso jurídico, del derecho positivo, sino que se intenta realizar una reflexión filosófica sobre el contexto y una lectura

¹⁶ Guía técnica para la formulación de Planes de Manejo de humedales en Colombia



bioética de la situación hasta llegar al momento histórico actual; se considera que éste es un texto pionero y de gran valor por los aspectos allí considerados.

La fase descriptiva correspondiente a la caracterización ecológica, comprende tres componentes: Abiótico, Biótico y Socioambiental. Debemos reconocer que el estado del conocimiento sobre los Humedales se encuentra aún en construcción, se consideran fundamentales las investigaciones de los profesores norteamericanos William Mitsch y James Gosselink en su texto de consulta obligada "Wetlands".

Dada la complejidad del funcionamiento, estructura y organización del ecosistema; lo cual se hace aún mucho más complejo cuando interviene la dimensión social en la esfera ecológica. El equipo técnico se esforzó por considerar paradigmas epistemológicos de vanguardia, como la teoría de los sistemas de Von Bertalanffi, la de complejidad de Edgar Morin, los estudios ecológicos del profesor Odum, la ecología de la mente de Gregory Bateson, y la propuesta integradora de las tres ecologías de Felix Guattari.

2.1.1. SOBRE LO ABIÓTICO: FÍSICO Y QUÍMICO

2.1.1.1. FÍSICO - ECOHIDRÁULICO

Sobre lo abiótico inicialmente se realizó la delimitación ecosistémica del Humedal, trascendiendo el concepto de trazado de parte aguas o análisis por cuenca de drenaje; lo cual es lo común en éste apartado; sino que realizamos la definición espacial buscando las fronteras ecológicas del ecosistema, los elementos naturales mediante los cuales se conecta con otros biosistemas. Los estudios morfodinámicos del río Cauca, elaborados por Freddy Guzman y la determinación de la franja forestal protectora fueron un insumo de gran relevancia en ésta actividad.

Una vez definida la delimitación del ecosistema, sobre la base de los estudios de fundamentación Corporativos de investigaciones descriptivas efectuadas por importantes instituciones como la Universidad del Valle, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, el Ideam y CVC. Seguidamente se procedió a interpolar la información sobre litología, morfología, tipo de suelo, erosión, uso del suelo y uso potencial del suelo, entre otros requerimientos.

Los aspectos hidrodinámicos fueron construidos por el equipo de trabajo, la hidrología, climatología e hidráulica se obtuvieron procesando registros históricos de la instrumentación representativa del ecosistema, con información sobre las estaciones, suministrados por la CVC, el Ideam y Cenicaña para un periodo histórico de 10 años (2000-2010).

La caracterización climática se realizó con los registros de radiación solar, humedad relativa, temperatura y precipitación media de las estaciones hidroclimáticas adscritas a la región hidrológica de cada humedal. Esta región hidrológica se estableció de acuerdo a las series de precipitación de la década 2000-2010 que fueron

clasificadas a través de polígonos de Thiessen y permitieron establecer cuatro regiones de interés según la distribución de la precipitación para esta fase del estudio: Complejo Centro Norte (Humedales Bocas de Tuluá, El Cementerio, Madrigal, Ricaurte o La Herradura, San Antonio), Complejo Centro Sur (Humedales Conchal y La Trozada), Complejo Sur Occidente (Humedales Carambola, Higuierón y Platanares).

La caracterización hidráulica se realizó con los datos niveles de distintas estaciones limnigráficas sobre el Río Cauca. No se estableció en ningún momento un tránsito de caudales hasta la entrada de cada humedal, en su defecto se asumió el nivel registrado en la estación más cercana y la diferencia de cota entre el cero de mira, el fondo del canal de intercambio y la cota del espejo de agua en el canal de intercambio en el momento de la batimetría; permitieron establecer direcciones de flujo y un volumen aproximado de intercambio entre el Río Cauca y cada humedal.

La caracterización batimétrica se realizó con los datos cartográficos entregados en trabajos anteriores y campañas topográficas adelantadas por Agua y Paz para los Humedales Higuierón, La Trozada, Platanares, Conchal, Madrigal, Carambola, amarradas al sistema de elevación altitudinal empleado por la Corporación. Con esta información se procedió a establecer en hojas de cálculo la relación nivel-área-volumen de cada humedal y con las cotas del nivel de agua se estableció la dirección del gradiente hidráulico con respecto a los niveles del Río Cauca.

En ocasiones la base de los registros climatológicos históricos de la red de monitoreo de la Intitución Investigativa Cenicaña, presenta mayor representatividad con respecto a las estaciones de la Autoridad Ambiental. Puesto que se ubican directamente sobre la zona plana en un radio de monitoreo que comprende los ecosistemas de humedal. El record de registros corresponde a una década, lo cual es la mínima amplitud recomendada para efectuar estimativos analíticos hidrológicos. Empleando las modernas técnicas de simulación numérica para modelos predictivos hidrodinámicos desarrollados por el cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos, el Software H.E.C 2.

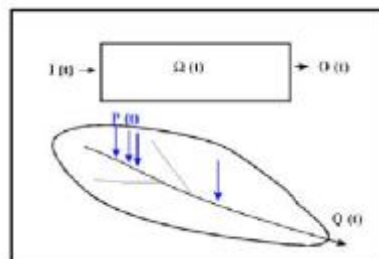


Figura 2.2. **Esquema que muestra la variable de entrada, precipitación $P(t)$, la caja negra (cuenca) y la salida, $Q(t)$, que es el caudal en el punto de interés**

Finalmente y procurando la coincidencia de las fechas de cada batimetría con los periodos hidrológicos analizados, se estableció un balance hídrico preliminar para intentar determinar la posible relación con las aguas subterráneas.

2.1.1.2. QUÍMICO - CALIDAD DE AGUAS

El Componente de Calidad de Agua comprende la recopilación, análisis y procesamiento de los registros históricos de los parámetros fisicoquímicos de calidad de agua suministrados por el Laboratorio Ambiental de la CVC. Se recopilieron registros en algunos humedales desde el año 2001 hasta el año 2010.

Los parámetros fisicoquímicos analizados se ilustran en la siguiente Tabla:

Tabla 2.1. Parámetros Fisicoquímicos analizados

Parámetros de Calidad de Agua	Unidad
pH	Unidad
Temperatura	C°
Color	UPC
Turbiedad	UNT
Solidos Totales	mg ST/L
Solidos Suspendidos	mg SS/L
Solidos Disueltos	mg SD/L
Demanda Biológica de Oxígeno	mg O/L
Demanda Química de Oxígeno	mg O/L
Oxígeno Disuelto	mg O/L
Conductancia Especifica	µS/cm
Fosfatos	mg PO ₄ /L
Fosforo Total	mg P/L
Nitrógeno Total	mg N/L
Hierro Total	mg Fe/L
Transparencia (Sechi)	m
Clorofila	mg clorofila/L
Profundidad	m
Coliformes Totales	NMP/100 mL
Coliformes Totales	NMP/100 mL

En cada uno de los humedales se analizó cada parámetro espacial y temporalmente contextualizándolo con el impacto que tendría en especial sobre el suelo y la vida acuática de acuerdo a autores reconocidos en el tema de los que caben destacar: Eugene P. Odum, Gary W. Warrett, William J. Mitsch, James G. Gosselink, María del Carmen Zúñiga de Cardoso y Jairo Alberto Romero Rojas.

Se calculan índices de calidad de agua en cada uno de los ecosistemas de acuerdo a la adaptación que elaboro Pérez y Rodríguez en el año 2006 para el cálculo de índices de calidad en Lagunas Tropicales, por último se determinó el estado trófico del humedal de acuerdo a la clasificación de Roldan.

2.1.2. SOBRE LO BIÓTICO: BIOLÓGICO

María Juliana Bedoya Durán



2.1.2.1. INTRODUCCIÓN

Los humedales son ecosistemas de gran importancia por los procesos hidrológicos y ecológicos que en ellos ocurre. Algunos de estos procesos son la recarga de acuíferos, la mitigación de inundaciones, la remoción de sedimentos, contaminantes y nutrientes, siendo caracterizados por su alta diversidad biológica (Davis *et al*, 1996). Dada su gran productividad, estos pueden albergar una gran cantidad de individuos de diferentes especies; peces, aves, mamíferos, anfibios y reptiles, plantas entre otros. A pesar de su importancia, en la actualidad, son los ecosistemas más amenazados viéndose perdidos o alterados debido al deterioro de los procesos naturales como consecuencia de actividades como la agricultura intensiva, la urbanización, la contaminación, la construcción de represas, la adecuación de tierra para infraestructura, la desecación y otras formas de intervención en el sistema ecológico e hidrológico, siendo sus principales amenazas el drenaje y desecación, contaminación, disposición inadecuada de residuos sólidos, escombros y colmatación, además de otros impactos negativos ocasionados por la construcción de obras civiles (Flórez y Mondragón, 2002).

Todos los humedales comparten una propiedad primordial: el agua juega un rol fundamental en el ecosistema, en la determinación de su estructura y las funciones ecológicas donde se encuentra. Esta predominancia del agua determina las características que tienen los humedales frente a los ecosistemas terrestres. Una de estas características, es que suelen presentar una gran variabilidad tanto en el tiempo como en el espacio, teniendo efectos muy importantes sobre la diversidad biológica que habita en ellos y que debe desarrollar adaptaciones para sobrevivir a estos cambios que pueden llegar a ser muy extremos (ciclos hidrológicos de gran amplitud con períodos de gran sequía y períodos de gran inundación).

Los humedales proporcionan recursos naturales de gran importancia para la sociedad. Por esto, es necesario su uso sostenible y racional. Su conservación y uso debe desarrollarse a través de un enfoque integral que considere distintos ecosistemas asociados, como las cuencas de quebradas y ríos que alimentan, desembocan o surten el humedal. Cuando las condiciones ecológicas de los ambientes acuáticos no han sufrido alteraciones drásticas e irreversibles, se presenta en ellos una compleja red trófica, producto de su desarrollo a través del tiempo; la base de tal red se apoya en la existencia de una singular composición florística; situación que resulta atractiva para diversos grupos de fauna silvestre que aprovechan la oferta de refugio y concentración constante de alimento en la zona.

Los humedales son ecosistemas dinámicos: están sujetos a una amplia gama de factores naturales que determinan su modificación en el tiempo. La intervención humana actúa sobre la dinámica de estos sistemas y su efecto depende de la magnitud, intensidad y tasa de recurrencia de la perturbación, así como del estado del sistema y de su resiliencia (capacidad de retornar al estado anterior a la intervención). Los conflictos entre las actividades humanas y la conservación de los humedales se presentan en varios órdenes de magnitud.



Sin embargo, y a pesar del creciente entendimiento sobre sus valores, atributos y funciones, los humedales son en la actualidad uno de los ecosistemas más amenazados por diferentes actividades humanas no sostenibles y, en donde estos ecosistemas fueron o son representativos, están siendo destruidos y/o alterados sin tener en cuenta que los impactos ambientales derivados de esta intervención pueden tener efectos a largo plazo que afecten la calidad de vida de la población y del ambiente en general.

Por lo anterior, es indispensable organizar y desarrollar modelos de interacción de los ecosistemas acuáticos, en donde se analicen factores que determinen las características tróficas del ecosistema: composición, distribución y densidad de la biota, los flujos y tasas de reciclaje de nutrientes, la productividad en general del sistema y relacionarlos con los factores ambientales que afectan la capacidad fisiológica en un ecosistema, pues es solo de esta forma como podría entenderse su real estado, y con base en esto analizar la contribución por parte de la autoridad ambiental a las estrategias de manejo adecuadas y de carácter urgente para los humedales en el Valle del Cauca.

2.1.2.2. *METODOLOGÍA*

Los inventarios de humedales son una herramienta absolutamente necesaria para el desarrollo de planes o acciones de conservación de estos ecosistemas. A través de un inventario se da respuesta a una serie de preguntas básicas como el número, la localización y las características descriptivas de los humedales de una región, con lo cual se obtiene la línea base mínima, o los ajustes necesarios a muestreos deficientes para desarrollos posteriores (CRC-WWF, 2006).

Durante los últimos años y a partir de la firma por parte del gobierno de Colombia de la Convención Ramsar, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial solicitó a las Corporaciones Regionales la realización de inventarios de los humedales en sus jurisdicciones y en el año 2004, a través de la Resolución No. 0157, reglamentó la forma de llevar a cabo dichos ejercicios como paso previo a la formulación, concertación y aplicación de planes de manejo de los humedales del país.

Como los humedales trabajados son sitios muy intervenidos y en la mayoría de los casos tienen hábitats de extensión muy reducida, un gran porcentaje de las especies de aves, anfibios, reptiles y mamíferos presentes, representan una comunidad de ambientes altamente intervenidos, y zonas abiertas. Por esta razón, adicional al trabajo de campo, se presenta la información realizada para el humedal en el pasado obtenidas por investigadores y ONGs de los diferentes grupos de fauna y flora.

2.1.2.2.1. Área de Estudio

El Humedal Bocas de Tuluá, se encuentra en el municipio de Tuluá, colinda con el río Tuluá el cual es surtido por el río madrigal para desembocar juntos en el río Cauca. Esta dinámica aldeaña al humedal, es la que ocasiona periodos de inundación constate

en las zonas de amortiguación del humedal pues el cauce del río Cauca cuando incrementa su volumen provoca la devolución de parte del agua que surte el río Tuluá (Ver Figura 2.3).



Figura 2.3. a) y b) Vista del Humedal parcialmente inundado e invadido de vegetación acuática. Fotografías del humedal durante el muestreo, potreros muestran inundación por el río Tuluá que desvía su cauce, al estar muy cargado por las fuertes lluvias, y su imposibilidad de resolverse todo en el río Cauca.

Fuente: María Juliana Bedoya Durán

A pesar de ser un sistema intervenido, las constantes inundaciones, ha evitado la intervención directa actual, pues la hacienda, propietaria de la zona colindante se encuentra abandonada por el nivel del agua que fluctúa y que desde la última inundación en diciembre a quedado totalmente lleno de agua. La mayor parte de su vegetación consta de potreros, los cuales son utilizados en las zonas secas por ganado y caballos, existen además algunos árboles de gran porte y la mayoría de su extensión amortiguadora se compone de arbustos, y vegetación de crecimiento secundario.



Figura 2.4. Río Tuluá que bordea uno de los linderos del humedal

2.1.2.2.2. Trabajo de Campo

Con el fin de Actualizar estudios biológicos pasados en el humedal Bocas de Tuluá, se realizó un inventario rápido de las especies de vertebrados (Aves, mamíferos, anfibios, reptiles y peces).

Inicialmente se realizó una revisión exhaustiva de información secundaria para todos los grupos, siendo esta la fuente para los resultados presentados de flora (vegetación terrestre y acuática), y macroinvertebrados acuáticos. Para todos los grupos de vertebrados se realizaron observaciones (aves-mamíferos) y capturas (mamíferos, anfibios, reptiles y peces) para su identificación. Para esto, únicamente fueron colectadas las especies que en campo fueron difíciles de identificar y se depositaron en las colecciones científicas de la universidad del Valle.

El resto del material capturado se identificó en campo y fue liberado en el sitio de captura. Todas las especies registradas fueron catalogadas de acuerdo con su grado de amenaza: Regional (CVC), Nacional e internacional (IUCN), tipo de registro (visual, auditivo, captura, aportado por la comunidad, información secundaria), abundancia relativa (Raro, común, abundante), para el caso de los peces se adicionó su origen (Nativo, introducido o trasplantado) y Uso (Artesanal, Pesca deportiva, No ornamental y Sin Usos).

Aves

Se realizaron caminatas en la mañana desde las 8:00 hasta las 12:00 horas y en la tarde desde las 14:00 hasta las 18:00 horas. El muestreo consistió en la realización de desplazamientos bordeando el humedal y en zonas aledañas y de especial interés, registrando las especies observadas a ambos lados de la línea de observación. El tiempo promedio de cada recorrido fue de 4 horas. La detección de vocalizaciones, nidos, y rastros se consideró como una forma indirecta de reportar la presencia de las especies cuando fue difícil su avistamiento.

La caracterización de las especies, fue complementada con información proporcionada por la comunidad y los datos reportados por el Plan de manejo del humedal y trabajos previos. Las especies fueron catalogadas según su abundancia relativa dentro de los recorridos (Rara, común y abundante), así mismo se analizaron las comunidades de aves según los criterios de amenaza a nivel internacional (criterios establecidos por IUCN), nacional (Libro rojo de aves de Colombia; Renjifo *et al.* 2002) y regional, según los criterios de la CVC (Castillo y González, 2007).

Mamíferos

Este trabajo trata de compilar la información existente acerca de los mamíferos presentes en el humedal Bocas de Tuluá, y a través del trabajo de campo, recopilar información actual para complementar el plan de manejo existente del humedal. El trabajo de campo consistió en 24 horas de muestreo, en el mes de Octubre, en esta jornada se utilizaron diferentes métodos para la recopilación de información de este grupo.

Para la captura de murciélagos, se emplearon siete redes de niebla (dos redes de 12 metros, y 5 de 6 metros; cada una de 3 metros de altura) que cubrieron en total 54 metros (Figura 2.5). Las redes fueron ubicadas a lo largo de caminos, bordes e interior de vegetación (bosque, rastrojos y potreros) y permanecieron abiertas desde las 17:30 hasta las 23:00 horas, aprovechando el pico de actividad que los murciélagos presentan en las primeras horas de la noche. Las redes fueron revisadas cada hora y los individuos capturados fueron guardados en bolsas de tela y transportados hasta el sitio base para ser identificados (Figura 2.6).



Figura 2.5. Disposición de redes de Niebla en sitios estratégicos en el humedal Bocas de Tuluá

Fuente: Maria Juliana Bedoya Durán, 2011



Figura 2.6. **Captura y manipulación de murciélagos en el Humedal**
Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

Con base en información anterior reportada para el humedal (CVC-Fundación Natura, 2003 y Ramírez *et al*, 2001) y la revisión de especímenes preservados en la colección de mamíferos de la Universidad del Valle procedentes del humedal o áreas cercanas, se estableció la presencia potencial de especies. Este listado de especies corresponde a mamíferos que, a pesar de no haber sido registrados mediante los métodos de campo, por distribución y presencia en zonas con características similares podrían estar presentes en el área. También se tomó en cuenta la información de pobladores mediante entrevistas, en las que se estableció la presencia de mamíferos. Adicionalmente, para complementar y tratar de corroborar la información, se efectuaron recorridos de observación para el registro de especies diurnas y nocturnas, así mismo dentro de los recorridos se buscaron evidencias de presencia de otras especies (huellas, heces, madrigueras, etc.) no detectables por métodos tradicionales de muestreo.

Todos los individuos fueron identificados taxonómicamente hasta la categoría de especie, siguiendo la clasificación propuesta por Wilson y Reeder (2005) y Gardner (2007). Los individuos capturados fueron sexados (macho/hembra), y se tomaron datos como categoría etaria (juvenil/adulto) y el estado reproductivo; para corroborar la identificación de las especies, fueron tomadas algunas medidas morfológicas como antebrazo, pata, longitud del pelaje entre otras, esto por medio de un calibrador digital de 0,01 mm de precisión.

Con base en las especies registradas en campo y con base en las especies potenciales (especies encontradas en zonas cercanas de acuerdo a la Colección de mamíferos de la universidad del Valle), se estimó su vulnerabilidad a nivel Regional según Castillo *et al* 2007, a nivel nacional según Rodríguez-M. 2006, y a nivel global se tomó como referencia las especies reportadas en los listados rojos de especies amenazadas de la IUCN.

Anfibios y Reptiles

Durante los muestreos se utilizó la técnica de encuentro visual al azar (Crump & Scout, 1994) y se realizaron recorridos diurnos y nocturnos a lo largo de senderos, en el borde y cuando fue posible acceder, dentro del humedal intentando abarcar la mayor variedad posible de hábitats y microhábitats. Se buscó sobre vegetación, en la hojarasca y la corteza de árboles, en el suelo se realizó la búsqueda levantando troncos caídos y piedras. Para la detección de anfibios, adicional a las búsquedas manuales, fueron realizados registros a través del canto de los machos.



Figura 2.7. **Búsqueda y registro de anfibios y reptiles en el humedal Bocas de Tuluá**
Fuente: Maria Juliana Bedoya Durán, 2011

Adicionalmente, se entrevistaron pobladores locales con el fin de incorporar un mayor número de especies a través de la asociación de nombres científicos y nombres comunes. Los muestreos nocturnos fueron realizados entre las 18:00 y 23:00 horas y en el día entre las 09:00-12:00 horas y las 14:00-17:00 horas. Los individuos fueron capturados manualmente y en lo posible, fueron registrados fotográficamente e identificados en el campo por conocimiento previo, descripción en literatura y/o su posible presencia en la zona de estudio. Cuando la identificación no fue factible en el campo, se sacrificó de acuerdo a las técnicas estándar y se identificó en laboratorio.

En este estudio se siguió la nueva clasificación de anfibios sugerida por Frost et al. (2006) y para reptiles la información fue corroborada por www.reptile-database.com, adicionalmente con base en guías, listados y publicaciones importantes (Castro-Herrera & Vargas-Salinas 2008; Faivovich et al 2005; Castro H. et al 2007; Castro H. et al 1983) fueron identificados y clasificados los individuos registrados en campo.

Peces

Para la caracterización de la fauna íctica se realizó una jornada de muestreo. Este tuvo una duración de cinco horas. Para las capturas se emplearon nasas de mano en las orillas (Figura 2.8), mientras que en las partes abiertas fueron utilizadas atarrayas de 8 y 9 centímetros para el registro de individuos de tallas comerciales y atarrayas con ojo

de malla de 1 centímetro para la captura de individuos juveniles y registro de especies de tallas pequeñas.

Dado que el humedal como tal no tenía un espejo considerable, los muestreos fueron realizados también en la zona inundada, espacio en el cual también se desarrollan actividades de pesca por parte de la comunidad (Figura 2.9). Las especies colectadas fueron identificadas in situ y fueron categorizadas de acuerdo al estatus de conservación y al origen. El uso de las especies fue determinado de acuerdo a información secundaria, contrastada con las conversaciones informales realizadas con los pescadores que se encontraban en la madre vieja, así como con funcionarios y representantes comunitarios que coincidían en los lugares.



Figura 2.8. **Captura con nasa en la zona inundada del humedal**

Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011



Figura 2.9. **Captura con Trasmayo de las especies de peces presentes en la zona inundada en el humedal Bocas de Tuluá, por personas de la comunidad**

Fuente: Fotografías: a) Manuel A. Sánchez, 2011 y b) María Juliana Bedoya, 2011

El estado de conservación se realizó siguiendo el libro rojo de peces para Colombia (Mojica et al, 2002) y regionalmente, se tuvo en cuenta el Plan de Acción en Biodiversidad del Valle del Cauca (Castillo-Crespo & González-Anaya, 2007). Para el caso del origen de las especies, los criterios tenidos en cuenta, fueron los propuestos



por Gutiérrez (2006), para determinar el estado del conocimiento de las especies invasoras en Colombia.

Macroinvertebrados acuáticos y Flora (Vegetación terrestre y acuática)

Los registros reportados en el estudio para Macroinvertebrados acuáticos y para las especies de Flora (Vegetación terrestre y Vegetación acuática), hacen parte de los estudios realizados en el pasado para el humedal. Principalmente se hace referencia al plan de manejo realizado por CVC-Fundación Natura, 2003.

Resultados

En el Humedal se han realizado dos estudios importantes, uno, fué realizado por Ramírez *et al* en el 2001, el cual es la base con respecto a los diferentes grupos biológicos del humedal y el Plan de Manejo integral del humedal realizado por la fundación Natura en Convenio con la CVC (Contrato de consultoría No 0139 de 2003 CVC-Fundación Natura), estos trabajos, son referenciados dentro de los resultados presentados por grupo.

2.1.3. SOBRE LO SOCIOAMBIENTAL

La Fundación Agua y Paz vinculó al proyecto a ONG de la zona con reconocimiento por su activismo en programas en pro de la defensa del ecosistema. De modo que fueran las organizaciones de base comunitaria quienes adelantaran los trabajos de base, por lo común éstas organizaciones se integran por líderes que habitan éstos territorios, cuya experiencia de vida se asocia al conocimiento de la ecología natural del sistema y de su dinámica histórica.

El componente socio ambiental se centra en la aplicación de la metodología de IAP¹⁷, en la de Resolución de Conflictos Ambientales de CVC 2002-04, y en la Guía de Campo para definir participativamente el Objetivo de Conservación.

Acorde con la Resolución 196 de 2006 primero se identificaron los Actores claves de cada humedal, se definió la naturaleza de los conflictos entre los Actores, y se plantearon los compromisos, la negociación y resolución de los conflictos en el horizonte temporal del Plan de Manejo durante 12 años, equivalente al período de 3 gobiernos de 4 años municipales y de la Corporación Autónoma Regional, así como el período que comprender el PGAR¹⁸.

Se convocaron foros abiertos de participación con los principales actores para la discusión de experiencias en el territorio y construcción de escenarios de restauración de los ecosistemas.

¹⁷ Investigación, Acción, Participación

¹⁸ Plan de Gestión Ambiental Regional



Figura 2.10. Portadas Plegables Foros Abiertos

El Subsistema Socioambiental enriqueció los avances en curso de las investigaciones ecológicas en las áreas Biótico y Abiótico, pues la comunidad, ó mejor los Actores claves expresaron sus posiciones con la información actualizada de estos subsistemas.

Como complemento a esta guía se incluyó la metodología desarrollada por Campo, 2007, mediante contrato 0170 para la CVC, la cual determina los aspectos metodológicos para la formulación de Planes de Manejo Ambiental en sitios del SIDAP¹⁹.

2.1.4. EVALUACIÓN

Las evaluaciones fueron 2: la científica y la comunitaria. Consistió en la identificación y definición de las presiones que se ejercen sobre la ecología del Humedal, en su estructura, organización y funcionamiento. En ese sentido se realizó un análisis de tensores y limitantes del biosistema.

La lista inicial de presiones comunes en ecosistemas de humedal se tomó de lo estipulado por la UICN²⁰ (1992), contextualizando a las condiciones que marcan la identidad de cada Humedal.

Se realizaron esfuerzos por aplicar métodos deductivos que fueron desde los biomas de la tierra hasta estudio de representatividad de ecosistémica para el Valle del Cauca, basado en el mapa de ecosistemas de Colombia IDEAM *et al.* (2.007) "Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia." y lo encontrado en el Convenio CVC de 2.009, el cual construye categorías de ecosistemas del Valle del Cauca, y los específicos de ubicación del Humedal, como Helobioma. Igualmente métodos inductivos sobre todo lo relacionado con la calidad del agua en donde a partir de análisis específicos particulares se concluyen aspectos general del sistema.

¹⁹Sistema Departamental de Áreas Protegidas del Valle del Cauca

²⁰Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza



De especial relevancia fue la aplicación del análisis estructural, mediante la metodología desarrollada por Michael Godel, conocida como MICMAC, el cual mediante multiplicación de matrices matemáticas logra representar la morfogénesis del sistema.

Como se resultado se lograron identificar y clasificar las variables más relevantes para la conservación y/o restauración del ecosistema así como las que no tienen ninguna incidencia en el mejoramiento de este. Esto será un insumo clave para la dirección y priorización de proyectos.

2.1.5. ZONIFICACIÓN

En este apartado se realizaron 3 zonificaciones, la ecológica, la estipulada por la Resolución 196 de 2006 y la relativa al plan propuesto. En la zonificación ecológica se encontraron las 3 regiones constitutivas de la organización y estructura del humedal, según lo investigado para éste tipo de biosistemas en el estado del arte sobre humedales.

Se definieron la zona acuática del ecosistema, la anfibia y la terrestre. De acuerdo a esto, este documento es pionero en la construcción de la morfogénesis del Humedal, puesto que integra diversas investigaciones base con el fin de representar con fidelidad la realidad del mismo. Es así como partiendo sobre lo encontrado por Freiddy Guzman en su estudio sobre la franja forestal protectora, y empleando los videos de las inundaciones ocurridas en diciembre de 2010 en el Valle del Cauca, mediante puntos de control se logró determinar la cota de inundación del ecosistema, que define la región anfibia del mismo.

Se construyeron mapas cartográficos que identifican zonas de importancia para la conservación y restauración, áreas de relictos boscosos, superficies de recuperación de suelo y control de erosión.

Con el propósito de que la Corporación CVC disponga de una herramienta que le permita direccionar las acciones y los proyectos futuros se definieron en un Mapa Cartográfico las subzonas de proyectos, estas permiten identificar en el territorio las áreas en donde se ejecutaran estos.

2.1.6. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

Sobre la base de lo definido en el acuerdo 38 de 2007, por el cual se declaran los humedales naturales del valle geográfico del río Cauca como reservas de recursos naturales renovable, se empleó el modelo MACTOR elemento constitutivo del paquete de programas desarrollado por LIPSOR (Laboratorio de Investigación en Prospectiva Estratégica y Organización, París, Francia).

Sobre la base de Mactor se ingresan los actores representativos de la morfogénesis del sistema, y los objetivos, los cuales coinciden con las variables resultado del sistema, es



decir aquellos elementos dinámicos que muestran las señales de salida del ecosistema, y que por lo tanto representan la salud del mismo; de allí se califica la relación real que tienen los actores con los objetivos, captando el conflicto de intereses y la correlación de fuerzas; con lo cual el software mediante métodos de matemáticas matriciales obtiene los resultados que incluyen las influencias directas que son de fácil observación y encuentra las relaciones indirectas que resultan ocultas a los mismos actores.

2.1.7. PLAN DE ACCIÓN

Este apartado contiene lo considerado en el Plan Nacional de Restauración (MAVDT, 2009), y fue construido con un horizonte de 12 años, de manera que coincidiera con 3 periodos municipales, un nuevo PGAR, y 3 Plan de Acción de CVC.

El contenido programático, proyectos y acciones constitutivas, se basa sobre lo arrojado por el modelo MICMAC, el cual define las variables claves del sistema, por lo que las acciones van encaminadas a enfrentar la problemática originada por las tensiones al sistema ecológico en la estructura física, química, biológica y social, del mismo, tal como se presenta a continuación:

1. Restablecimiento ecohidráulico – física.
2. Recuperación sanitaria-química.
3. Restauración biótica – biológico.
 - 3.1 Revegetalización.
 - 3.2 Control de plantas invasoras.
4. Programa producción sostenible.
5. Programa social.
 - 5.1 Proyecto de educación ambiental.
 - 5.2 Proyecto de fortalecimiento institucional.
 - 5.3 proyecto de recuperación de espacio y dominio hidráulico público.
6. Investigación aplicada
 - 6.1 Proyecto de investigación aplicada ecológico.
 - 6.2 Proyecto de investigación aplicada ecohidráulico.
 - 6.3 Proyecto de investigación aplicada Socioambiental.
 - 6.4 Proyecto de investigación aplicada sanitario.
7. Seguimiento, monitoreo y evaluación.
 - 7.1 proyecto seguimiento y control ambiental – autoridad ambiental CVC.
 - 7.2 proyecto monitoreo.
 - 7.3 proyecto evaluación

Finalmente se construye un aplicativo amigable que permite la sistematización del Plan y aplicar la metodología establecida en la Resolución 196, basada en el concepto de manejo adaptable.

2.2. COMPONENTE BIÓTICO

María Juliana Bedoya Durán

2.2.1. FAUNA

De acuerdo a los estudios anteriores, y al estudio actual de la fauna del humedal El humedal Bocas de Tuluá cuenta con una avifauna aproximada de 95 especies de aves, repartidas en 37 familias, de las cuales 11 son de hábitos principalmente acuáticos (típicas de humedales) y 26 son de hábitats variados, 7 especies de Anfibios, 17 de reptiles, 19 especies de mamíferos y 16 especies de peces (Figura 2.11). Algunas de las especies actualmente encontradas no fueron reportadas en el pasado y son reportadas por primera vez, este resultado implica la importancia del monitoreo en el tiempo para cubrir el rango de variación que puede presentarse de acuerdo a la época y al estado sucesional del humedal.

En general, a pesar de no existir un estudio amplio y en el tiempo para las especies de vertebrados presentes en el humedal, es evidente la baja riqueza de especies presente, esto sobre todo a nivel de especies de vertebrados de tamaño mediano y grande (Mamíferos y reptiles) los cuales son reportados basicamente por la comunidad que interactua en el humedal y que en el tiempo, han notado su disminución, y, para la mayoría de los casos, su extinción o desplazamiento local. Aunque el método de muestreo y el tiempo son factores claves que pueden determinar la presencia o detección de una especie, es importante el fuerte efecto del hombre sobre este ecosistema, y la transformación del uso de la tierra, que seguramente a permitido la disminución no solo en riqueza sino tambien de su diversidad.

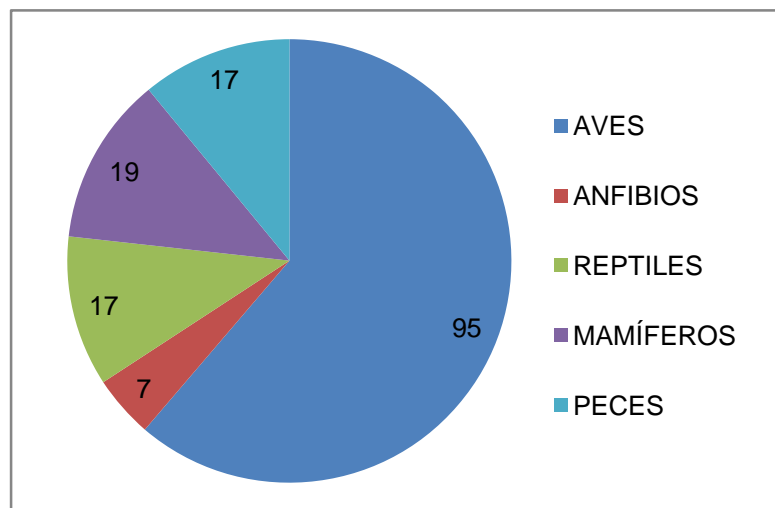


Figura 2.11. Fauna del Humedal Bocas de Tuluá por grupo

Los tensores reportados en estudios anteriores aún persisten, y a pesar de que ha sido una zona típicamente con problemas de inundación por el río Tuluá, el ganado, es un tensor que aún se mantiene en las zonas donde el agua es poca. Por lo anterior, el monitoreo en el tiempo, permitiría hacer estimaciones poblacionales y de abundancia, que reflejen ciertos patrones en las poblaciones que allí persisten.

2.2.1.1. AVES

Durante el trabajo de campo y con base en la información de estudios anteriores se registran para el humedal 95 especies de aves de 37 familias, de las cuales 11 son de hábitos principalmente acuáticos. Durante el trabajo de campo fueron registradas 55 especies, 32 no fueron registradas y de los estudios anteriores se compartieron 46 especies. Con base en el trabajo de campo realizado, se adicionan 17 especies. De acuerdo a la caracterización por tipo de hábitat; de las especies acuáticas, la familia mejor representada fue Ardeidae con ocho especies (Figura 2.12), con respecto a las especies de hábitos principalmente terrestres, ocho familias estuvieron representadas solo por una especie (Figura 2.12) y las familias con mas de un representante fueron 18; siendo la familia Tyrannidae con diez representantes la mas diversa.

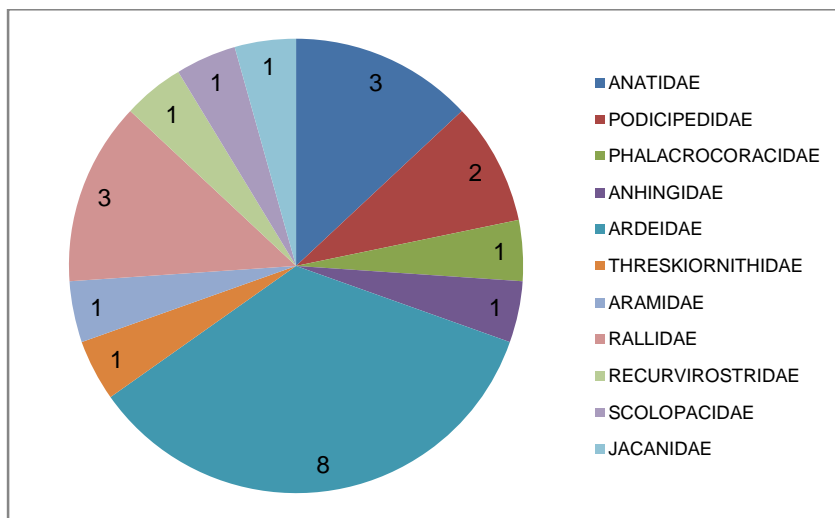


Figura 2.12. Riqueza de especies reportadas para las familias de hábitat principalmente acuáticos

De la especies registradas para el humedal, tanto en el estudio actual como con base en estudios anteriores, 18 son catalogadas como migratorias, 17 borelaes y una austral (Salaman *et al*, 2009). De acuerdo al grado de amenaza que pueden presentar las especies de aves a nivel Regional, Nacional o Global, diez reportan algún grado de amenaza; el pato colorado *Anas cyanoptera*, es las única especie con amenaza tanto regional como Nacional, siendo su estatus vulnerable, lo que significa que esta especie enfrenta un moderado riesgo de extinción o deterioro poblacional en el mediano plazo (Renjifo *et al*, 2002) el resto de las especies; *Dendrocigna autumnalis*, *D. bicolor*, *Podilymbus podiceps*, *Tachybaptus dominicus*, *Anhinga anhinga*, *Ardea cocoi*, *Pandion haliaetus*, *Rostrhamus sociabilis* y *Pionus menstrus* presentan vulnerabilidad en el Valle del Cauca debido principalmente la deterioro y a la reducción de sus territorios (Tabla 2.2).

El Pato Colorado (*Anas cyanoptera*) es una especie acuática, en peligro de extinción tanto para el Valle del Cauca, como a nivel nacional. Su amenaza es dada principalmente por la reducción de los espejos de agua en los humedales, y por los

avanzados procesos tanto de contaminación como de eutrofización que reducen su obtención de alimento.

La escasez de sitios de reproducción y disminución de oferta alimenticia tienen en amenaza esta especie. Actualmente las poblaciones en Valle Geográfico del Río Cauca han sido monitoreadas por entidades como WCS y Calidris, las cuales han realizado trabajos importantes con especies acuáticas y en especial del pato colorado.

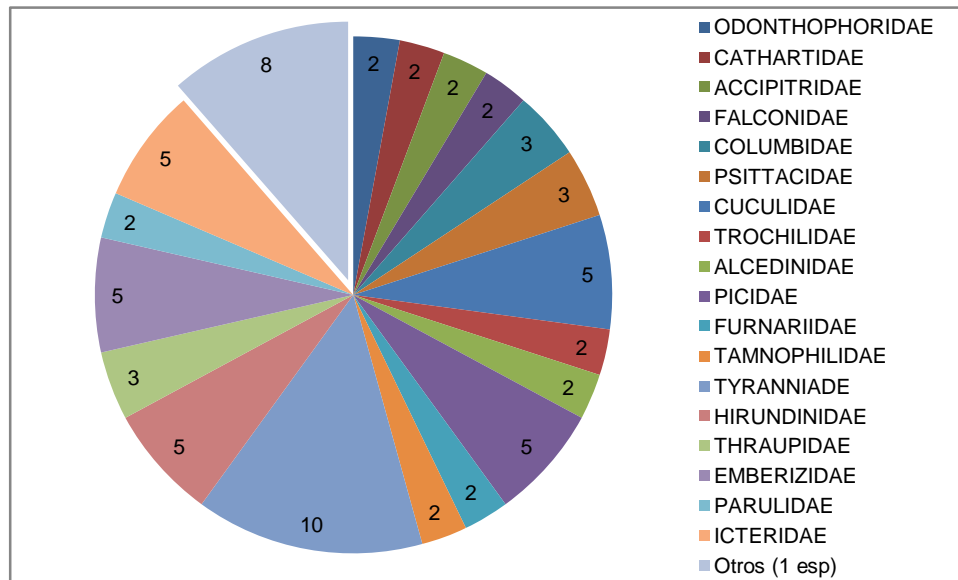


Figura 2.13. Riqueza de especies por familias de hábitat principalmente terrestres

Tabla 2.2. Especies de Aves del Humedal Bocas de Tuluá con algún grado de Amenaza (Regional, Nacional o Global)

Familia	Especie	Nombre común	Amenaza		
			Regional	Nacional	IUCN
ANATIDAE	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pisingo - Iguasa Común	S2 - S2S3		LC
	<i>Dendrocygna bicolor</i>	Iguasa María	S2 - S2S3		LC
	<i>Anas cyanoptera</i> (Mb)	Pato Colorado	S1 - S1S2	EN	LC
PODICIPEDIDAE	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor chico	S1 - S1S2		LC
	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor piquigrueso	S2 - S2S3		LC
ANHINGIDAE	<i>Anhinga anhinga</i>	Pato aguja	S1 - S1S2		LC
ANATIDAE	<i>Ardea cocoi</i>	Garzón azul	S2 - S2S3		LC
PANDIONIDAE	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	S2 - S2S3		LC
ACCIPITRIDAE	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Caracorello común	S2 - S2S3		LC
PSITTACIDAE	<i>Pionus menstruus</i>	Cotorra cabeciazul	S2 - S2S3		LC

Amenaza: Categoría de amenaza de las especies (Regional: CVC; Nacional: Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia; Global: IUCN). Categoría nacional CR = En Peligro Crítico; EN = En Peligro; VU = Vulnerable; NT = Casi Amenazado; DD = Datos Insuficientes (Rodríguez *et al.*, 2006). Categoría regional S1 = En Peligro Crítico; S2 = En Peligro; S3 = Vulnerable; S1S2, S2S3 = Rango Incierto; SX = Presuntamente Extinto; SU = Inclasificable (NatureServe, 2005)

Muchas especies de aves acuáticas han desarrollado diversas adaptaciones morfológicas y fisiológicas para hacer mejor uso de los recursos que brindan los

humedales. Otras, como muchos passeriformes encontrados en el humedal (Figura 2.15), no exhiben adaptaciones particulares al medio acuático y utilizan estos ambientes en forma temporal, por ejemplo durante el período de nidificación y cría, o se han establecido en los árboles y vegetación aledaña al humedal.



Figura 2.14. **Bandadas de Iguaza común (*Dendrocigna autumnalis*) e Iguaza María (*Dendrocigna bicolor*) en el Humedal Bocas de Tuluá**

Fuente: Maria Juliana Bedoya Durán, 2011

Es importante resaltar que la riqueza y abundancia de aves acuáticas que habitan un humedal depende de diversos factores, como el régimen hidrológico, tamaño y heterogeneidad del sitio, y la estructura de la vegetación, por lo que la abundancia y diversidad de estas especies están reflejando en este caso, una buena disponibilidad de hábitat para especies de hábitos terrestres, siendo necesario evaluar el humedal en épocas de inundación para estimar el uso por parte de especies acuáticas que propiamente utilizan el espejo de agua y pueden ser indicadores del estado del humedal.

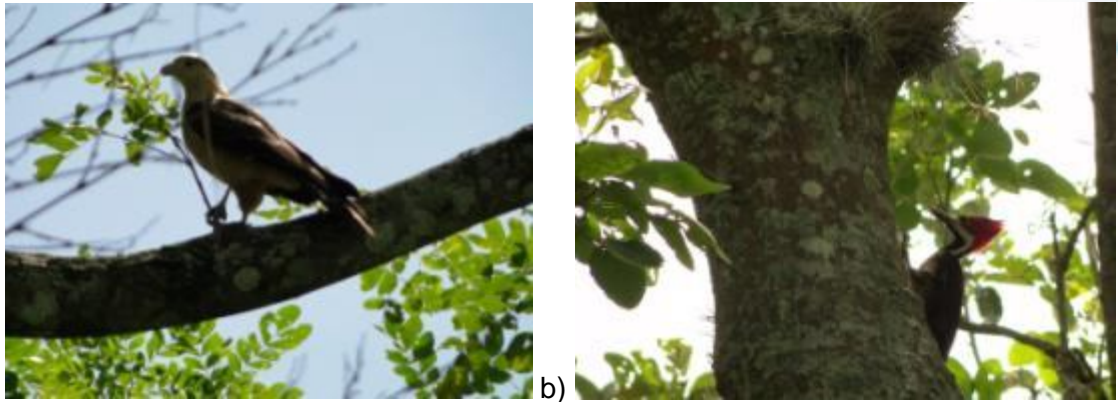


Figura 2.15. a) *Milvago chimachima* (Pigua), aprovechando especies de porte alto como Chiminangos (*Pithecellobium*) para descanso y b) *Campephilus melanoleucos* (Carpintero Marcial).

Fuente: Maria Juliana Bedoya Durán, 2011

Dado que las aves constituyen uno de los componentes mas característicos de la fauna que habita los humedales (Blanco 1999, Weller 1999). Muchas de estas aves pueden hacer uso de dichos humedales durante solo una parte del año para cubrir una determinada etapa de su ciclo anual (e.g., la nidificación y reproducción, muda del plumaje) y estos pueden representar importantes áreas de concentración durante la migración anual de algunas especies.

Siendo este aspecto importante a la hora de hacer monitoreos, pues la época de migración coincide con la época lluviosa, por lo que definir el estado de un humedal debe cubrir el rango de variación que estos presentan en el año.





c)



d)

Figura 2.16. Especies de Aves observadas en el humedal Bocas de Tuluá en Septiembre de 2011. a. Tres especies (*Anas cyanoptera*, *Phimosus infuscatus* e *Himantopus mexicanus*), b. Juvenil de *Milvago chimachima*; c. *Colaptes punctigula*; d: *Phalacrocorax olivaceus*, descansando en una Ceiba b. *Ardea alba*.

Fuente: Maria Juliana Bedoya Durán, 2011

Tabla 2.3. Listado de especies de Aves

Familia	Especie*	Nombre común	Tipo de Registro ¹	Hábitat ²	Abundancia relativa ³	Reportes anteriores ⁴	Amenaza		
							Regional ⁵	Nacional ⁶	IUCN ⁷
ANATIDAE	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pisingo - Iguasa Común	Visual	A	Abundante	2, 3	S2 - S2S3		LC
	<i>Dendrocygna bicolor</i>	Iguasa María	Visual	A	Común	2, 3	S2 - S2S3		LC
	<i>Anas cyanoptera</i> (Mb)	Pato Colorado	Visual	A	Rara		S1 - S1S2	EN	LC
ODONTHOPHORIDAE	<i>Rhynchortyx cinctus</i>	Perdiz selvática	Visual	T	Rara				LC
	<i>Colinus cristatus</i>	Perdiz	Inf. Sec.	T		2, 3			
PODICIPEDIDAE	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor chico	Inf. Sec.	A		2, 3	S1 - S1S2		LC
	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor piquigrueso	Inf. Sec.	A		2, 3	S2 - S2S3		LC
PHALACROCORACIDAE	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	Visual	A	Común	2, 3			LC
ANHINGIDAE	<i>Anhinga anhinga</i>	Pato aguja	Inf. Sec.	A		2, 3	S1 - S1S2		LC
ARDEIDAE	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Guaco común	Visual	A	Escaso	2, 3			LC
	<i>Butorides striata</i>	Garcita rayada	Visual	A	Escaso	2, 3			LC
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garzita bueyera	Visual	T	Común	2, 3			LC
	<i>Ardea cocoi</i>	Garzón azul	Visual	A	Común	2, 3	S2 - S2S3		LC
	<i>Ardea alba</i>	Garza real	Visual	A	Común				LC
	<i>Egretta thula</i>	Garza patiamarilla	Visual	A	Común	2, 3			LC
THRESKIORNITHIDAE	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	Inf. Sec.	A		2, 3			
	<i>Phimosus infuscatus</i>	Coquito	Visual	T	Abundante	2, 3			LC
CATHARTIDAE	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	Visual	T	Común	2, 3			LC
	<i>Cathartes aura</i>	Gual	Inf. Sec.	A		3			
PANDIONIDAE	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	Inf. Sec.	T		2, 3	S2 - S2S3		LC
ACCIPITRIDAE	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Caracorello común	Visual	T	Común	3, 3	S2 - S2S3		LC
	<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán caminero	Inf. Sec.	T		3, 3			
FALCONIDAE	<i>Milvago chimachima</i>	Pigua	Auditivo	T	Común	3, 3			LC

Familia	Especie*	Nombre común	Tipo de Registro ¹	Hábitat ²	Abundancia relativa ³	Reportes anteriores ⁴	Amenaza		
							Regional ⁵	Nacional ⁶	IUCN ⁷
	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara	Inf. Sec.	T		3			
ARAMIDAE	<i>Aramus guarauna</i>	Carrao	Visual	T	Común	3			LC
RALLIDAE	<i>Gallinula chloropus</i>	Polla gris	Visual/Auditivo	A	Común	2, 3			LC
	<i>Pardirallus nigricans</i>	Rascón negrusco	Inf. Sec.	A		3			
	<i>Porphyrio martinica</i>	Polla azul	Inf. Sec.	A		2, 3			
	<i>Fulica americana</i>	Focha americana	Inf. Sec.	A		3			
CHARADRIIDAE	<i>Vanellus chilensis</i>	Pellar	Visual	T	Común	2, 3			LC
RECURVIROSTRIDAE	<i>Himantopus mexicanus</i>	Cigüeñuela americana	Visual	A	Común	2, 3			LC
SCOLOPACIDAE	<i>Actitis macularia</i> (Mb)	Andarríos manchado	Visual	A	Común				LC
JACANIDAE	<i>Jacana jacana</i>	Gallito de ciénaga	Visual	A	Común	2, 3			LC
COLUMBIDAE	<i>Zenaida auriculata</i>	Torcasa naguiblanca	Visual	T	Común	2, 3			LC
	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita rojiza	Visual	T	Común	2, 3			LC
	<i>Columba cayannensis</i>	Tortolita pechiescamada	Inf. Sec.	T		3			
	<i>Leptotila plumbeiceps</i>	Tortolacabecizul	Inf. Sec.	T		3			
PSITTACIDAE	<i>Aratinga wagleri</i>	Perico Frentirojo	Visual	T	Común				LC
	<i>Forpus conspicillatus</i>	Periquito	Visual	T	Común	2, 3			LC
	<i>Pionus menstruus</i>	Cotorra cabeciazul	Visual	T	Común	3	S2 - S2S3		LC
CUCULIDAE	<i>Crotophaga major</i>	Garrapatero grande	Visual/Auditivo	T	Común	2, 3			LC
	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero piquiliso	Visual	T	Común	2			LC
	<i>Tapera naevia</i>	Tres pies	Auditivo	TT	Común	3			LC
	<i>Coccyzus pumila</i>	Cuco enano	Inf. Sec.	T		3			
	<i>Playa cayana</i>	Cuco ardilla	Inf. Sec.	T		3			
NYCTIBIIDAE	<i>Nyctibius griseus</i>	Bien parado	Inf. Sec.	T		3			
STRIGIDAE	<i>Megascops choliba</i>	Currucutú	Visual	T	Común	3			LC
CAPRIMULGIDAE	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Guardacaminos común	Inf. Sec.	T		3			
TROCHILIDAE	<i>Amazilia tzacatl</i>	Amazilia colirrufo	Visual		Común	3			LC
	<i>Amazilia saucerrottei</i>	Amazilia coliazul	Inf. Sec.	T		3			
ALCEDINIDAE	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín pescador grande	Visual/Auditivo	T	Abundante				LC
	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador chico	Visual	T	Común				LC
PICIDAE	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	Carpintero habado	Visual	T	Común				LC
	<i>Veniliornis kirkii</i>	Carpintero culirojo	Visual	T	Común				LC
	<i>Colaptes punctigula</i>	Carpintero pechipunteado	Visual	T	Común	2, 3			LC
	<i>Campephilus melanoleucos</i>	Carpintero Marcial	Visual	T	Común				LC
	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero real	Inf. Sec.	T		2, 3			
FURNARIIDAE	<i>Synallaxis albescens</i>	Chamicero pálido	Visual	T	Abundante	3			LC
	<i>Lepidocolaptes souleyetti</i>	Trepatroncos campestre	Visual	T	Común				LC
TAMNOPHILIDAE	<i>Tamnophilus multistriatus</i>	Batará carajada	Auditivo	T	Común				LC
	<i>Cercomacra nigricans</i>	Hormiguero Yegué	Visual/Auditivo	T	Común				LC
TYRANNIADAE	<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla común	Visual	T	Común	3			LC
	<i>Sayornis nigricans</i>	Guarda puentes	Visual	T	Común				LC

Familia	Especie*	Nombre común	Tipo de Registro ¹	Hábitat ²	Abundancia relativa ³	Reportes anteriores ⁴	Amenaza		
							Regional ⁵	Nacional ⁶	IUCN ⁷
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Pechi rojo	Visual	T	Común	2, 3			LC
	<i>Machetornis rixosa</i>	Sirirí Bueyero	Visual	T	Común	3			LC
	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	Suelda crestinegra	Visual	T	Común	3			LC
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bichofue	Visual	T	Común	2, 3			LC
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sirirí	Visual	T	Común	2, 3			LC
	<i>Tyrannus sabana</i> (Ma)	Sirirí tijeretón	Visual	T	Común	2, 3			LC
	<i>Fluvicola pica</i>	viudita blanquinegra	Visual	T	Común	2, 3			LC
	<i>Elaenia flavogaster</i>	Elenia crestada	Inf. Sec.	T		3			
COTINGIDAE	<i>Pachyramphus rufus</i>	Cabezón cinereo	Inf. Sec.	T		3			
	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina blanquiazul	Visual	T	Abundante	2, 3			LC
	<i>Atticora tibialis</i>	Golondrina selvática	Visual	T	Común				LC
	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina barranquera	Visual	T	Abundante	3			LC
	<i>Hirundo rustica</i> (Mb)	Golondrina tijereta	Visual	T	Común	2, 3			LC
	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo de collar	Inf. Sec.	T		2, 3			
TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero común	Visual	T	Común	3			LC
TURDIDAE	<i>Turdus ignobilis</i>	Mirla overa	Visual	T	Común	2, 3			LC
	<i>Thraupis episcopus</i>	Azulejo	Visual	T	Común				LC
	<i>Thraupis palmarum</i>	Azulejo palmero	Inf. Sec.	T					
	<i>Saltator striatipectus</i>	Saltador Pío-Judío	Inf. Sec.	T		3			
	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero cariamarillo	Inf. Sec.	T		3			
	<i>Sicalis flaveola</i>	Canario coronado	Visual	T	Común	2, 3			LC
	<i>Volatinia jacarina</i>	Espiguero saltarín	Visual/Auditivo	T	Abundante	3			LC
	<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero capuchino	Visual	T	Común	3			LC
	<i>Sporophila intermedia</i>	Espiguero gris	Inf. Sec.	T		3			
	<i>Sporophila minuta</i>	Espiguero ladrillo	Inf. Sec.	T		3			
	<i>Dendroica petechia</i>	Reinita dorada	Visual	T	Escaso	3			LC
	<i>Parula pitayumi</i>	Reinita tropical	Inf. Sec.	T		3			
	<i>Icterus nigrogularis</i>	Turpial amarillo	Visual	T	Común				LC
	<i>Chrysomus icterocephalus</i>	Monjita cabeciamarilla	Visual	T	Común	3			LC
	<i>Molothrus bonariensis</i>	Chamón común	Inf. Sec.	T		2, 3			
	<i>Sturnella militaris</i>	Soldadito	Inf. Sec.	T		3			
	<i>Cacicus cela</i>	Arrendajo culiamarillo	Inf. Sec.	T		3			

¹ Tipo de Registro: Visual, Captura, Comunidad, Información secundaria (Inf. Sec.)

² Hábitat: Principalmente acuático (A), Principalmente Terrestre (T)

³ Abundancia relativa: Abundante, Rara, Común

⁴ Reportes anteriores: 1: CVC-Geicol 2002/3; Castillo 1999

^{5, 6, 7} Amenaza: Categoría de amenaza de las especies (Regional: CVC; Nacional: Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia; Global: IUCN). Categoría nacional CR = En Peligro Crítico; EN = En Peligro; VU = Vulnerable; NT = Casi Amenazado; DD = Datos Insuficientes (Rodríguez *et al.*, 2006). Categoría regional S1 = En Peligro Crítico; S2 = En Peligro; S3 = Vulnerable; S1S2, S2S3 = Rango Incierto; SX = Presuntamente Extinto; SU = Inclasificable (NatureServe, 2005)

Otras categorías: Migratorio Boreal (Mb), Migratoria Austral (Ma), Endémica o casi endémica (En).

2.2.1.2. MAMÍFEROS

Durante el trabajo de campo fueron registradas directamente y con base en registros actuales de pobladores locales y los obtenidos por Ramirez *et al*, 2001 y CVC-Natura 2003, 17 especies pertenecientes a 12 familias (Figuras 2.17 y 2.18). De estas 9 especies se reportan con base en registros incluidos en el Plan de Manejo para el humedal realizado en el año 2003 (CVC-Fundación Natura, 2003) y Ramírez *et al*, 2001.

Adicionalmente se incluyen 26 especies con base en especímenes de la colección de Mastozoología de la Universidad del Valle, reportados para zonas aledañas y con potencial distribución hacia zonas con características similares dentro del Valle (Tabla 2.5). Los resultados del muestreo y los datos históricos establecen la presencia de cerca de 47 especies de mamíferos para el Humedal Bocas de Tuluá y ecosistemas asociados. Lo anterior, expresa el número de especies potenciales, este número debe ser evaluado con monitoreos en el tiempo, para estimar con certeza la mastofauna actual del humedal.

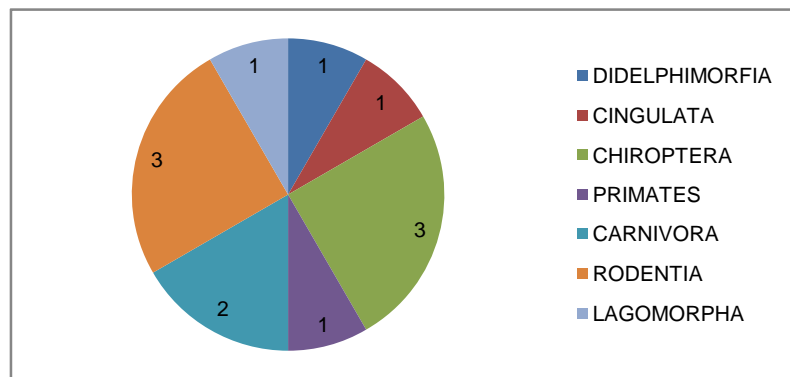


Figura 2.17. Número de familias por Orden de mamíferos reportados para el humedal

Tabla 2.4. Especies de mamíferos con algún riesgo de amenaza presentes en el humedal

Familia	Especie	Nombre común	Amenaza		
			Regional	Nacional	IUCN
Atelidae	<i>Alouatta seniculus</i>	Mono aullador	S2S3	VU	LC
Mustelidae	<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria de Río	S2S3	VU	DD
Hidrochaerydae	<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	Chiguiro	SX		LC

Amenaza: Categoría de amenaza de las especies (Regional: CVC; Nacional: Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia; Global: IUCN). Categoría nacional CR = En Peligro Crítico; EN = En Peligro; VU = Vulnerable; NT = Casi Amenazado; DD = Datos Insuficientes (Rodríguez *et al.*, 2006). Categoría regional S1 = En Peligro Crítico; S2 = En Peligro; S3 = Vulnerable; S1S2, S2S3 = Rango Incierto; SX = Presuntamente Extinto; SU = Inclasificable (NatureServe, 2005)

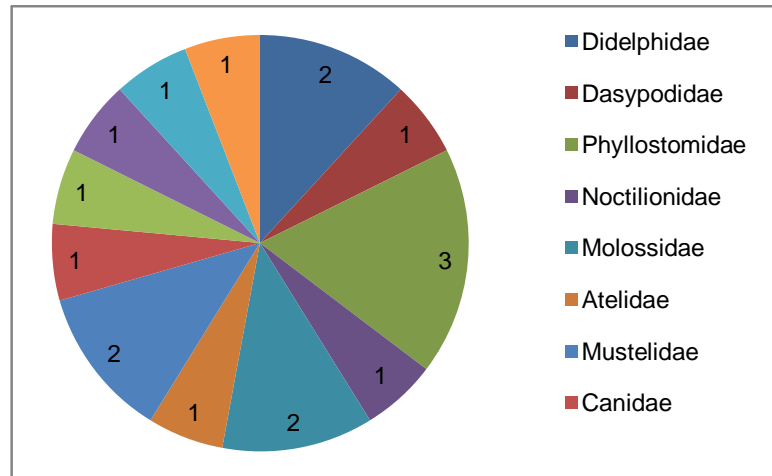


Figura 2.18. Riqueza de las especies de mamíferos por familia, reportados para el humedal Bocas de Tuluá

De acuerdo al grado de amenaza de las especies detectadas o reportadas para el humedal, dos, tienen algún grado de amenaza tanto regional como nacional, y el chigüiro, especie para la cual solo existen registro antiguos, presenta algún riesgo, aunque esta población necesita ser reevaluada para poder establecer su estatus en el Valle del Cauca. Esta especie, fue el único reporte realizado a partir de las personas que frecuentan el humedal. A pesar de ser la subespecie introducida para el valle del Cauca, esta especie ha mantenido sus poblaciones en los diferente humedales del Valle, pero su caza en el pasado y el fuerte impacto que ha generado el cambio en el uso del suelo (cultivos principalmente de caña de azúcar), y potreros para pastoreo, parece haber generado un gran impacto en sus poblaciones.

El Chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) está considerado con alta prioridad para la conservación en Valle del Cauca (CVC-IAvH, 2004) y a pesar de ser una especie introducida, existen poblaciones que se han mantenido por la conexión de las diferentes madres viejas de río cauca y las zonas de inundación, aunque cada vez sea mas escasa la observación de estos animales en los humedales en el valle en general. La composición de la dieta y las preferencias alimenticias de los chigüiros cambian estacionalmente como respuesta a los cambios temporales del clima que influyen en la calidad y abundancia de los forrajes (Barreto y Herrera, 1998, Quintana *et al*, 1994), por lo que su desplazamiento para buscar refugio los ha convertido en especies altamente vulnerables y que para el caso específico de Bocas de Tuluá solo son observados esporádicamente.

Adicionalmente especies como la nutria de río, que en la actualidad enfrenta un estado de vulnerabilidad para Colombia, podría estar presente en el humedal, dado principalmente a su conexiones con el río tuluá y a su vez con el río Cauca, donde se ha reportado con frecuencia. Esta especie, se caracteriza por ser versátil y tolerante a modificaciones ambientales (Lariviere, 1999). A pesar de esto, sus poblaciones se encuentran declinando por factores como desecho industriales, desagües de ingenios azucareros, desechos urbanos, extracción de agua para irrigación entre otros (Gallo,



1997), lo que trae como consecuencia el cambio en la calidad del agua, que a su vez disminuye la fauna de crustáceos y peces, grupos que constituyen su base alimenticia (Aranda, 1999). Con respecto al mono aullador *Alouatta seniculus*, la ausencia de parches de bosque considerables en zonas cercanas al humedal, muy probablemente hayan sido la causa de su desplazamiento, pues el gran impacto que ha generado la telerización en esa zona, ha producido un reemplazo de la vegetación existente en el pasado y una desconexión importante con la zona montañosa.

Según el plan de manejo para la Laguna de Sonso (CVC-Asoyotoco, 2005), es probable que en estos ambientes puedan existir especies de roedores pequeños importantes por su carácter de endemismo (Micuré: *Micoureus demararae*, el Ratón Rastrojero Grande; *Zygodontomys brunneus* y una especie de Ratón campestre: *Akodon sp. nov.* por describir) (CVC-Asoyotoco, 2005), dado que las especies endémicas deben ser especialmente tenidas en cuenta por su especificidad, es preocupante y necesario estudios enfocados en roedores de tamaño pequeño, pues la acelerada degradación del hábitat que se presenta en el humedal y en general en los humedales del Valle del Cauca, principalmente por la influencia de los cultivos de caña de azúcar, son factores que pueden causar procesos de extinción masiva los cuales pueden llevar a la pérdida de estas especies. La detección de estas especies con métodos apropiados, es urgente para estas zonas, pues poblaciones estables se convertirían en objetos de conservación claves. Lo anterior, invita a el monitoreo de poblaciones de mamíferos en los humedales en el valle del Cauca, los cuales pueden ser indicadores importantes de su estado.

La observación de mamíferos medianos y pequeñas en el humedal es cada vez mas escasa, según pobladores locales, por lo que es necesario evaluar el impacto que causa el uso de la tierra en zonas aledañas al humedal, pues no existe una zona amortiguadora ni de transición, espacios que son los refugios de estas especies. Desde los estudios realizados en el 2001 y el 2003 en el humedal, no se reportan estudios posteriores y es claro como el humedal a sufrido grandes procesos de transformación, y hasta ahora, no se tienen estudios de fauna completos, y en mucha menor proporción para las especies de mamíferos, las cuales necesitan de metodos de captura efectivos y variados que debne ser utilizados en el tiempo para poder registrar con mayor certeza las especies que podrían estar presentes en el humedal.

Adicional a la fauna de mamíferos nativos, hay especies domésticas como mascotas: perros y gatos; que al no tener un control o manejo adecuado pueden llegar a afectar notablemente las poblaciones de mamíferos presentes. Esta situación, se ha demostrado en otros casos, causa la extinción de poblaciones y especies de aves, que en ausencia de ellos no presenta apropiadas respuestas antidepredadores (CVC-Asoyotoco, 2007), por lo que su control y vigilancia dentro del humedal debe ser manejada.



Figura 2.19. Especies de mamíferos fotografiadas en el humedal (Septiembre de 2011); a) *Cerdocyon thous* (Zorro cañero), muerto flotando en una de las zonas inundadas; b) *Dasypus novemcinctus* (Armadillo); c) *Carollia perspicillata* (Murciélago frutero de cola corta); d) *Desmodus rotundus* (Murciélago vampiro-Hembra grávida-; e) *Didelphis marsupialis* (Chucha común) y f) *Artibeus lituratus* (Murciélago frutero grande).

Fuente: a) Manuel Sánchez -2011 y b, c, d, e, f: María Juliana Bedoya-D 2011

Tabla 2.5. Listado de especies de mamíferos

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de Registro ¹	Abundancia relativa ²	Reportes anteriores ³	Amenaza		
							Regional ⁴	Nacional ⁵	IUCN ⁶
DIDELPHIMORFIA	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Chuca común o Zariguella	Visual	Común	3, UV			LC
		<i>Chironectes minimus</i>	Chucha de Agua	Inf. Sec.		3, UV			LC
		<i>Philander opossum</i>	Chucha de cuatro ojos	Inf. Sec.		UV			
		<i>Micoureus demerarae</i>	Marmosa grande gris	Inf. Sec.		UV	S1		
		<i>Marmosa sp</i>	Marmosa	Inf. Sec.		UV			
CINGULATA	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	Visual	Común	3			
CHIROPTERA	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero grande	Inf. Sec.		3, UV			LC
		<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero grande	Captura	Abundante	3, UV			LC
		<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago común de cola corta	Inf. Sec.	Común	3, UV			LC
		<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago nectarívoro	Captura	Común	3, UV			
		<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago Vampiro	Inf. Sec.	Común	3, UV			
		<i>Sturnira erythromos</i>	Murciélago peludos de hombros amarillos	Inf. Sec.		UV			
		<i>Sturnira bidens</i>	Murciélago de hombros amarillos de dos dientes	Inf. Sec.		UV			
		<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago peq. de hombros amarillos	Inf. Sec.		UV			
		<i>Anoura geoffroyi</i>	Murciélago longirostro de Geoffroy	Inf. Sec.		UV			
		<i>Mimon crenulatum</i>	Murciélago rayado de nariz peluda	Inf. Sec.		UV			
		<i>Phyllostomus hastatus</i>	Murciélago nariz de Lanza Mayor	Inf. Sec.		UV			
		<i>Platyrrhinus helleri</i>	Murciélago de nariz ancha de heller	Inf. Sec.		UV			
		<i>Artibeus phaeotis</i>	Murciélago frutero chico	Inf. Sec.		UV			
	Noctilionidae	<i>Noctilio leporinus</i>	Murciélago Pescador	Inf. Sec.		3			
	Vespertilionidae	<i>Eptesicus brasiliensis</i>	Murciélago pardo	Inf. Sec.		UV			LC
		<i>Myotis nigricans</i>	Murciélago negro pequeño	Inf. Sec.		UV			
	Emballonuridae	<i>Peropteryx kappleri</i>	Murciélago grande cara de perro	Inf. Sec.		UV			
	Molossidae	<i>Eumops auripendulus</i>	Murciélago negro de bonete	Inf. Sec.		UV			
		<i>Molossus molossus</i>	Murciélago mastín común	Inf. Sec.		3			
		<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago cola de ratón	Inf. Sec.		3			
PRIMATES	Cebidae	<i>Aotus lemurinus</i>	Mono nocturno	Inf. Sec.		UV	S2S3	VU	VU
	Atelidae	<i>Alouatta seniculus</i>	Mono aullador	Inf. Sec.		3	S2S3	VU	LC
CARNIVORA	Canidae	<i>Cercopithecus thous</i>	Zorro cañero	Visual	Escaso	3, UV			LC
	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	Inf. Sec.		3, UV			LC
		<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria de Río	Inf. Sec.		3	S2S3	VU	DD
	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Coatí	Inf. Sec.		UV	S3		
	Felidae	<i>Puma yaguarundi</i>	Yaguarundi	Comunidad	Escaso		S2S3		
ARTIODACTYLA	Cervidae	<i>Pudu mephistophiles</i>	Ciervo enano	Inf. Sec.		UV	S1S2	NT	VU
		<i>Mazama americana</i>	Venado	Inf. Sec.			S2		DD

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de Registro ¹	Abundancia relativa ²	Reportes anteriores ³	Amenaza		
							Regional ⁴	Nacional ⁵	IUCN ⁶
RODENTIA	Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla coli roja	Comunidad	Común	3, UV			LC
	Cricetidae	<i>Oecomys sp</i>	Ratón arrocero arborícola	Inf. Sec.		UV			
		<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	Ratón arrocero amarillento	Inf. Sec.		UV			
		<i>Handleyomys alfaroi</i>	Ratón arrocero grande	Inf. Sec.		UV			
		<i>Oryzomys albigularis</i>	Ratón de bosque nublado	Inf. Sec.		UV			
		<i>Melanomys caliginosus</i>	Ratón arrocero oscuro	Inf. Sec.		UV			
		<i>Akodon sp</i>	Ratón de pastizal	Inf. Sec.		UV			
		<i>Zygodontomys brunneus</i> (En)	Ratón cañero andino	Inf. Sec.		UV			
		<i>Handleyomys alfaroi cf.</i>		Inf. Sec.		3			
		Erethizontidae	<i>Echinoprocta rufescens</i>	Puercoespín	Inf. Sec.		UV		
	Hydrochaeridae	<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	Chiguiro	Comunidad	Rara	3, UV	SX		LC
LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo sabanero	Comunidad	Escaso	3			

¹ Tipo de Registro: **Visual, Captura, Comunidad, Información secundaria (Inf. Sec.)** ² Abundancia relativa: **Abundante, Rara, Común** ³ Reportes anteriores: UV: **Registro potencial de la especie; Tomado de la Colección de Mamíferos de la Universidad del Valle, de zonas en el Valle, cercanas al área de estudio y con características similares (Es necesario tener en cuenta que el deterioro acelerado de estos ecosistemas, muy seguramente desplazó la mayoría de estas especies).**

^{4, 5, 6} Amenaza: **Categoría de amenaza de las especies (Regional: CVC; Nacional: Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia; Global: IUCN).** Categoría nacional CR = En Peligro Crítico; EN = En Peligro; VU = Vulnerable; NT = Casi Amenazado; DD = Datos Insuficientes (Rodríguez *et al.*, 2006). Categoría regional S1 = En Peligro Crítico; S2 = En Peligro; S3 = Vulnerable; S1S2, S2S3 = Rango Incierto; SX = Presuntamente Extinto; SU = Inclasificable (NatureServe, 2005).

2.2.1.3. ANFIBIOS Y REPITILES

Durante el trabajo de campo fueron registradas 24 especies pertenecientes a cuatro órdenes y 13 familias (Figura 2.20), de las cuales, siete especies son anfibios y 17 reptiles. De acuerdo a los estudios anteriores se comparten solo 3 especies y se adicionan 13 (Tabla 2.6). La familia con mayor número de especies fue Colubridae con siete, de las cuales solo dos se reportaron en el muestreo realizado.

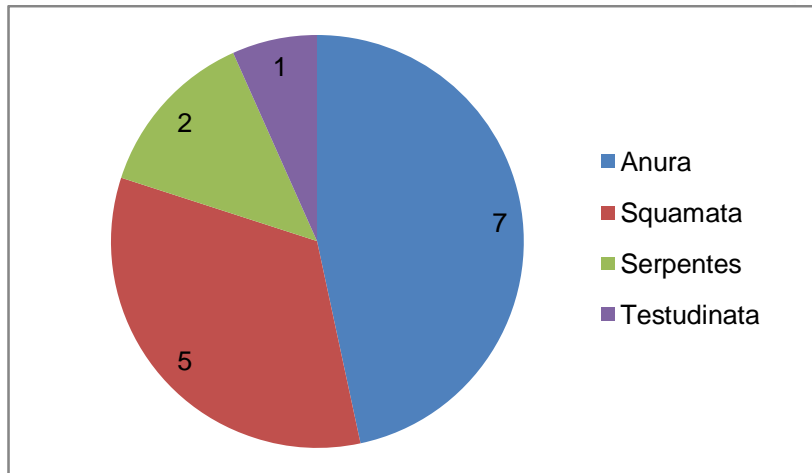


Figura 2.20. Número de familias de anfibios y reptiles por orden para el humedal Bocas de Tuluá.

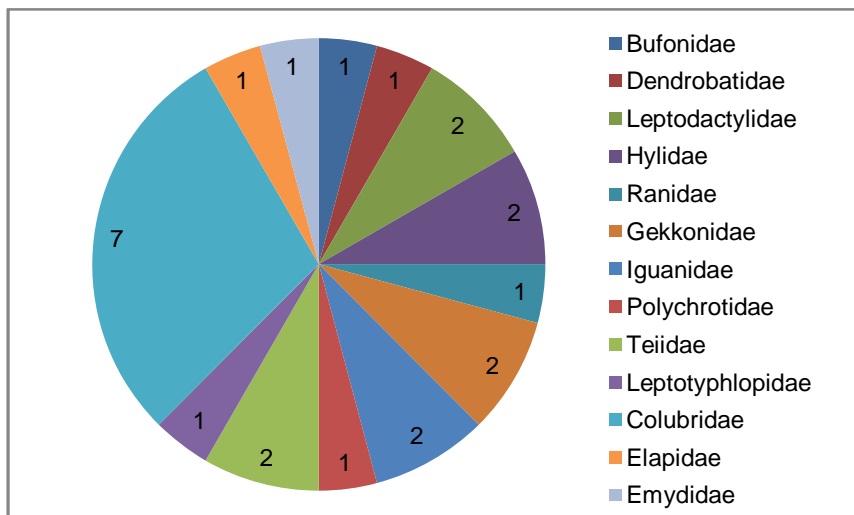


Figura 2.21. Riqueza de especies de anfibios y reptiles por familia reportados para el humedal.

Una de las especies de más abundantes durante el muestreo fue *Colostethus fraterdanieli*, la cual se caracteriza por ser una especie actividad diurna, abundante en este tipo de ambientes, pero altamente susceptible a la contaminación, debido a herbicidas o agroquímicos que pueden almacenarse en charcas cercanas a los humedales. Durante el muestreo, esta especie no fue capturada, pero si fueron escuchados en coro muchos individuos en diferentes puntos en el humedal, tanto en la zona de inundación como en la vegetación flotante dentro del humedal.

Con respecto a la Rana Toro (*Lithobates catesbeianus*), dada su gran capacidad de colonización y dispersión, esta especie se ha convertido en plaga, especialmente para el valle del Cauca. Hasta el momento *L. catesbeianus* ha ocasionado un efecto devastador sobre las especies nativas principalmente de anfibios y peces en aquellas localidades donde ha sido liberada (Daza-Vaca & Castro-Herrera, 2000);

por esta razón, la rana toro constituye una alerta de posible amenaza especialmente para las especies locales de anfibios. En el humedal, esta especie es abundante, por lo que es necesario formular planes de manejo para la especie y su efecto sobre poblaciones nativas del humedal.

En el listado de anfibios colombianos con algún riesgo de extinción (Rueda, 1998), no está reportada ninguna de las especies mencionadas para el Humedal. Con respecto a las especies de Reptiles, es necesario evaluar las posibles especies de tortugas presentes, pues estas se encuentran generalmente con algún estatus de amenaza (Castillo y Gonzáles, 2007). Para el humedal, *Rhynoclemmys sp.* es la especie reportada, por lo que es muy probable, existan poblaciones estables o en deterioro, que necesiten de acciones urgentes para su recuperación, un aspecto que hace necesario un muestreo efectivo enfocado a la captura y monitoreo de estas especies en el humedal Bocas de Tuluá, y en general a los humedales en el Valle del Cauca.

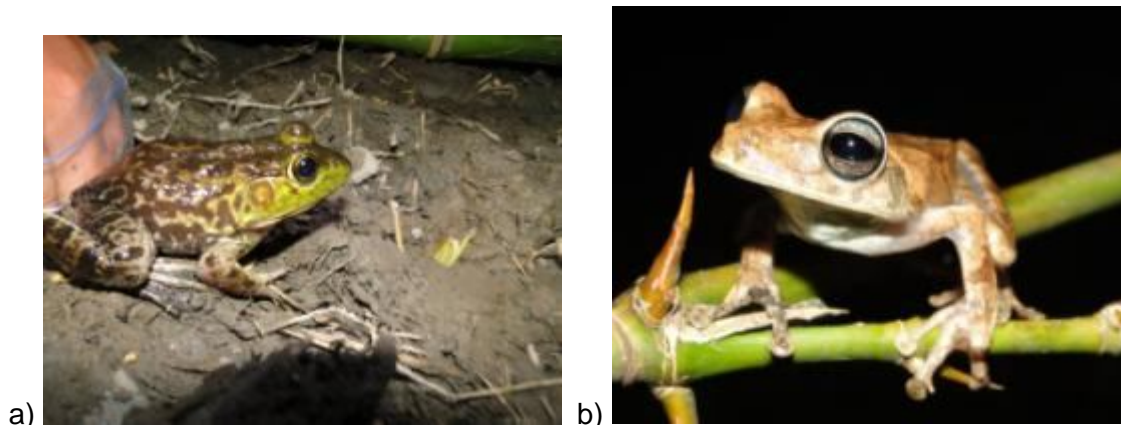


Figura 2.22. Fotografías de las especies de algunos anfibios registrados en el Humedal Bocas de Tuluá; a) *Lithobates catesbeianus* (Rana Toro); b) *Hypsiboas pugnax*.

Tabla 2.6. Listado de especies de anfibios y reptiles

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de Registro ¹	Abundancia relativa ²	Reportes anteriores ³	Amenaza		
							Regional ⁴	Nacional ⁵	IUC N ⁶
Anura	Bufonidae	<i>Rinhela marina</i>	Sapo común	Captura	Común	3			LC
	Dendrobatidae	<i>Colostethus fraterdanieli</i>	Rana silvadora	Captura	Común/Abundante				NT
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>		Captura	Común				NE
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus colombiensis</i>		Captura	Común				LC
	Hylidae	<i>Dendropsophus columbianus</i>	Rana de pozo	Captura	Común				LC
	Hylidae	<i>Hypsiboas pugnax</i>		Captura	Común				LC
	Ranidae	<i>Lithobates catesbeianus</i>	Rana Toro	Captura	Abundante	3			LC
Squamata	Gekkonidae	<i>Lepidodactylus lugubris</i>	Gueco Enlutado	Captura	Común				NE
	Gekkonidae	<i>Gonatodes albogularis</i>	Gueco Cabecirrufo	Captura	Común	3			NE
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	iguana Común	Captura	Común				NE
		<i>Basiliscus basiliscus</i>	Iguana jesucristo	Inf. Sec.	Escaso				
	Polychrotidae	<i>Cercosaura argulus</i>	Lisa de ojarasca	Captura	Escaso				NE



Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de Registro ¹	Abundancia relativa ²	Reportes anteriores ³	Amenaza		
							Regional ⁴	Nacional ⁵	IUCN ⁶
	Teiidae	<i>Ameiva ameiva</i>		Inf. Sec.		3			
		<i>Ameiva festiva</i>		Inf. Sec.		3			
	Leptotyphlopidae	<i>Leptotyphlops sp.</i>	Culebra ciega	Inf. Sec.		3			
Serpentes	Colubridae	<i>Drymarchon melanurus</i>	Petacona	Comunidad	Rara				
		<i>Dendrophidion bivittatus</i>	Guarda camino; Esterilla	Captura	Rara				
		<i>Lampropeltis triangulum</i>	Mata ganado/ Falsa coral	Visual	Rara				NE
		<i>Chironius caricatus</i>		Inf. Sec.		3			
		<i>Clelia clelia</i>		Inf. Sec.		3			
		<i>Drymarchon corais</i>	Falsa coral	Inf. Sec.		3			
	<i>Drymobius sp.</i>		Inf. Sec.		3				
	Elapidae	<i>Micrurus mipartitus</i>	Coral	Visual	Rara				LC
Testudinata	Emydidae	<i>Rhynoclemmys sp.</i>	Jicotea, tortuga de río	Inf. Sec.		3			

¹ Tipo de Registro: **Visual, Captura, Comunidad, Información secundaria (Inf. Sec.)**

² Abundancia relativa: **(Abundante, Rara, Común)**

³ Reportes Previos (Literatura): 1: **Flórez y Mondragón 2002** / 2: **Estudio CVC-Fundación Natura 2003/ 3: Ramírez et al 2001**

^{4, 5, 6} Amenaza: **Categoría de amenaza de las especies (Regional: CVC; Nacional: Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia; Global: IUCN). Categoría nacional CR = En Peligro Crítico; EN = En Peligro; VU = Vulnerable; NT = Casi**

Amenazado; DD = Datos Insuficientes (Rodríguez et al., 2006). Categoría regional S1 = En Peligro Crítico; S2 = En Peligro; S3 = Vulnerable; S1S2, S2S3 = Rango Incierto; SX = Presuntamente Extinto; SU = Inclasificable (NatureServe, 2005).

2.2.1.4. Peces

Durante el trabajo de campo fueron registradas 9 especies con base en capturas e información de pescadores que frecuentan el humedal y 7 especies con base en reportes pasados. En total, el número de especies reportados es de 16 especies, pertenecientes a 10 familias (Figura 2.23; Tabla 2.7).

De acuerdo a los estudios anteriores, 2 de las existentes para el humedal no habían sido capturas o mencionadas (*Pterigoplychthys undecimalis* y *Poecilia caucana*). Las familias más abundantes fueron Cichlidae con 3 especies. Adicionalmente Ramírez et al, 2001 y Flórez & Mondragón, 2002, reporta en su estudio la especie *Prochilodus reticulatus*, la cual es una especie de la región caribe, que no ha sido referenciada para esta región, y que podría ser un reporte equivocado y ser confundido con la especie de la cuenca del Magdalena-Cauca que es *P. magdalena* (Checklist of the freshwater fishes of Colombia. 2008. En Biota Colombiana 9 (2) 143-237) (Sánchez G. Com. Pers. 2011).

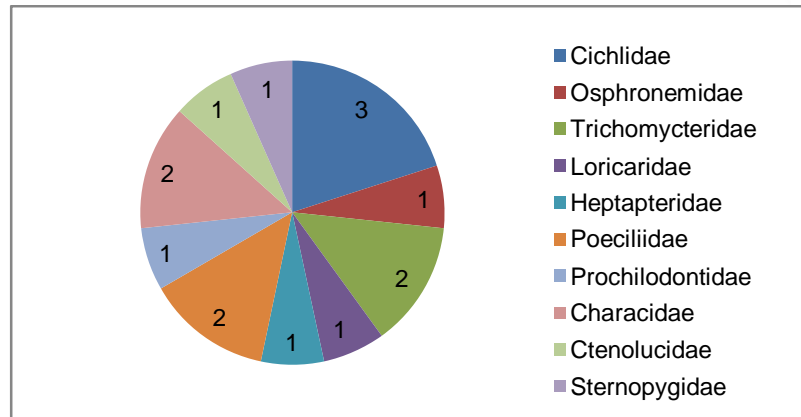


Figura 2.23. Riqueza de especies de peces por familia reportadas para el humedal Bocas de Tuluá

Los ciclos anuales en los ecosistemas tropicales se rigen por períodos lluviosos y secos, que son de tipo alternado y difieren de los cambios estacionales en la temperatura, como es común en otras latitudes (Galvis *et al*, 1989). Estas condiciones se reflejan en las expansiones y contracciones periódicas de los ambientes acuáticos, que son factores que rigen la dinámica de las poblaciones de peces tropicales, como ocurre en los humedales del complejo del alto Cauca, que dentro de sus temporadas lluviosas y secas presenta una serie de eventos, que influyen en la ocupación de las especies de acuerdo a la disponibilidad de espacio.

Especies como el bocachico (*P. magdalenae*), especie endémica, presentan un ciclo de vida estrechamente relacionado con los patrones hidrológicos de inundación y estiaje y factores donde factores como la alimentación, el crecimiento y la reproducción están determinados por el nivel de las aguas y la relación que exista entre los humedales y los ríos como espacio disponible para las migraciones de esta especie (Mojica *et al*, 2002). En el período en el que se realizaron los muestreos, el humedal se encontraba con poco espejo de agua y una evidente disminución de la profundidad por invasión de macrófitas, pero con zonas cercanas inundadas por lluvias que permitieron la entrada del río Tuluá. Adicionalmente se destacan factores como la sedimentación, aumento de la vegetación acuática y potrerización, lo que trae consigo la disminución del oxígeno disuelto y la pérdida de condiciones favorables para albergar la fauna íctica nativa. A pesar de estos factores, al estar cercano a río Tuluá y al río Cauca, lo convierte en un ecosistema estratégico, con una tasa de recambio de especies alto, en época lluviosa.

Los criterios que se tienen en cuenta para determinar si un ecosistema acuático se encuentra afectado en su integridad, se da por la presencia y abundancia de especies tolerantes. Los guppies (*Poecilia spp.*), pertenecen al orden Cyprinodontiforme, el cual se caracteriza por sus adaptaciones a estados de hipoxia, reproducción en ambientes con poco oxígeno y en cortos intervalos de tiempo, aspectos que garantizan la gran densidad que pueden alcanzar en ambientes fuertemente intervenidos (Jaramillo-Villa & Caramashi, 2008), permaneciendo incluso mucho tiempo después en lugares donde las demás especies desaparecen (Araujo, 1998).

Para el humedal se reportan varias especies de tilapias; en especial, tilapia nilótica (*O. niloticus*) es actualmente la especie más abundante en los humedales del Valle del Cauca. Esta especie filtradora ocupa una posición trófica intermedia entre los productores primarios y los piscívoros, es una especie que se encuentra en la base de las cadenas alimentarias y presenta gran plasticidad trófica, es además altamente tolerante a las variaciones del ambiente, y presenta flexibilidad en las tasas de crecimiento y tamaño de maduración. (Starling *et al*, 2002). Su alimentación se basa principalmente en fitoplancton, zooplancton y detritos suspendidos. La tilapia se considera, puede llegar a reducir la biomasa de zooplancton tanto de manera directa al consumirlos, como por el consumo indirecto de los principales recursos de los que dependen el zooplancton. Es muy probable que las tilapias, en su etapa juvenil, la cual se caracteriza por depender del zooplancton, puedan llegar a afectar el reclutamiento de otras especies, por la competencia por el zooplancton con los alevinos de esas otras especies. (Attayde *et al*, 2007). La tilapia nilótica por ser una especie muy prolífica con tendencia a formar grandes poblaciones, no solo compite por alimento, sino también por espacio con otras especies, ya que es territorial y agresiva ocupando los márgenes de los humedales, que son los lugares de preferencia para el desove de la mayoría de las especies nativas. (Lowe-McConnel, 2000).

Además de la competencia por recursos y lugares de desove, la tilapia nilótica puede llegar a la afectación de otras especies a través de la modificación de la calidad del hábitat. Esta especie revuelve y suspende el sedimento para la construcción de nidos, alterando la turbidez del agua y reduciendo la transparencia. Lo anterior coincide con la dinámica que esta especie tiene en los humedales, donde se observó que a pesar de las condiciones anoxicas que se presentan, hay una gran cantidad de individuos juveniles, lo que permite suponer que la reproducción de esta especie en estos ambientes, es exitosa.



a)



b)

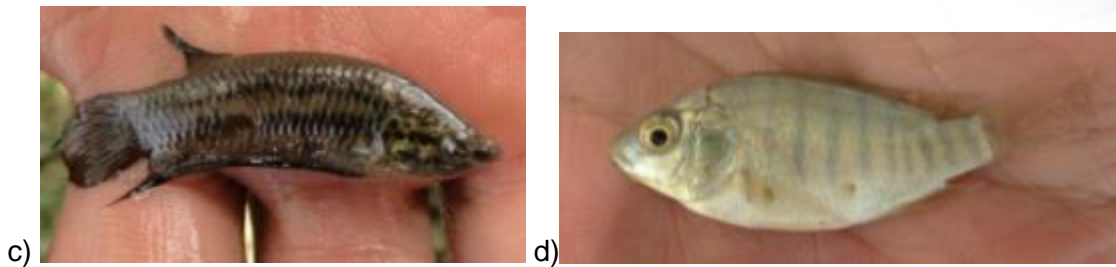


Figura 2.24. Especies de peces capturados, en el humedal Bocas de Tuluá. a) *Hypostomus cf. Plecostomus* (Corroncho); b) *Poecilia caucana* (Pipona); c) *Betta splendens* (Beta).

Tabla 2.7. Listado de especies de peces

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Origen ¹	Tipo de Registro ²	Abundancia relativa ³	Reportes anteriores ³	Amenaza			Usos ⁸
								Regional ⁵	Nacional ⁶	IUCN ⁷	
Perciformes	Cichlidae	<i>Andinoacara pulcher</i>	Mojarra Luminosa	T	Inf. Sec.	Temporal	1, 2, 3				OR
Perciformes	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Mojarra	I	Capturas	Común					PA-PD
Perciformes	Cichlidae	<i>Tilapia rendalli</i>	Mojarra herbívora	I	Comunidad	Raro					PA
Perciformes	Cichlidae	<i>Caquetaia krausii</i>	Mojarra amarilla	T	Inf. Sec.	Temporal	2, 3				PA
Perciformes	Osphronemidae	<i>Betta splendens</i>	Beta	I	Capturas	Común					OR
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus sp.</i>	Langara, jabón	N?	Inf. Sec.	Temporal	3				SU
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus caliense</i>	Pez jabón	N	Inf. Sec.		3				SU
Siluriformes	Loricariidae	<i>Hypostomus cf. Plecostomus</i>	Corroncho	I	Inf. Sec.	Ocasional	2, 3				PA-OR
Siluriformes	Heptapteridae	<i>Rhamdia quelen</i>	Guabina/bagre	N	Inf. Sec.		1, 2				PA
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia sphenops</i>	Pipona	I	Capturas	Común	3				OR
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia caucana</i>	Guppi	N	Capturas	Común	2, 3				OR
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax fasciatus</i>	Sardina rabicolorada	N	Inf. Sec.	Ocasional	1, 2, 3				SU
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax microlepis</i>	Sardina	N	Capturas	Común					SU
Characiformes	Ctenopomidae	<i>Ctenopoma hujeta</i>	Agujeto	N	Comunidad		2				OR
Characiformes	Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	N	Comunidad		1, 2, 3	S2	CR		PA
Gymnotiformes	Sternopygidae	<i>Sternopygus macrurus</i>	Veringo	N	Comunidad	Raro					PA

¹ Origen: **Transplantada (T), Introducida (I), Nativa (N), Especie endémica (end.)**.

² Tipo de Registro: **Visual, Captura, Comunidad, Información secundaria (Inf. Sec.)**

³ Abundancia relativa: **(Abundante, Rara, Común)**

⁴ Reportes Previos: 1: Flórez y Mondragón 2002 / 2: Estudio CVC-Fundación Natura 2003/ 3: Ramírez et al 2001

^{4, 5, 6} Amenaza: **Categoría de amenaza de las especies (Regional): CVC; Nacional: Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia; Global: IUCN).** Categoría nacional CR = En Peligro Crítico; EN = En Peligro; VU = Vulnerable; NT = Casi

Amenazado; DD = Datos Insuficientes (Rodríguez et al., 2006). Categoría regional S1 = En Peligro Crítico; S2 = En Peligro; S3 = Vulnerable; S1S2, S2S3 = Rango Incierto; SX = Presuntamente Extinto; SU = Inclasificable (NatureServe, 2005).

⁸ Usos: **Sin Usos (SU), Pesca Artesanal (PA), Pesca deportiva (PD), Especie de valor como ornamental (OR)**



2.2.2. FLORA

La ampliación de la frontera agrícola y la subsiguiente fragmentación del Bosque Seco Tropical Inundable, ha impactado no sólo la diversidad florística sino también la fauna, que de una u otra manera depende de ella para su alimentación, refugio, sitio para anidar, etc. La desaparición de las especies arbóreas con frutas que servían de alimento a las especies frugívoras (aves, roedores, primates y murciélagos) posiblemente ha contribuido a la extinción local de fauna en el complejo de humedales del centro geográfico del Valle de Cauca, del alto Río Cauca (CVC-Asoyotoco, 2007).

Las especies arbóreas con producción masiva de frutas tales como el Manteco (*Laetia americana*), el Burrilico (*Xylopia ligustrifolia*), el Espino de Mono (*Pithecellobium lanceolatum*) y el Higuerón (*Ficus glabrata*) entre otras son especies Piedra angulares. Muchas plantas, dependen de los frugívoros (aves, murciélagos y entre otros) para la dispersión de sus semillas y la germinación efectiva en otras zonas. (De Leo & Levi 1997; Khanina 1998), por lo que la ausencia de estas especies, causa una disminución en las especies animales por ausencia de recurso y esto a su vez impide la efectiva dispersión de las semillas de especies importantes.

2.2.2.1. VEGETACIÓN TERRESTRE Y ACUÁTICA

En el Valle del Cauca, los ecosistemas se encuentran ampliamente transformados en ambientes cultivados, principalmente por caña de azúcar, por lo cual, las características bióticas de estos corresponden a ambientes con un alto grado de intervención. Así por ejemplo, la vegetación dominante se compone principalmente de pastos propios de zonas transformadas, lo cual indica que se encuentra en un proceso avanzado de sucesión y/o de transformación por intervención antropogénica. La zona amortiguadora en el humedal es en su mayoría cubierta por poteros para pastoreo, aunque la influencia del desbordamiento del río Tuluá, es constante, el ganado utiliza esta zona de amortiguación, así mismo, algunas especies de árboles, permanecen sumergidas las raíces por un tiempo, de acuerdo al nivel del agua (Figura 2.25).

De acuerdo a lo reportado en el plan de manejo y a la corroboración en campo es posible identificar microhabitats dentro de los cuales se pueden distinguir comunidades vegetales predominantes. Un espejo de agua en su mayoría cubierto con macrófitas acuáticas; en especial lechugilla y buchón, matorral de borde, pastos altos y arbustos y algunos árboles nativos, así mismo existe un relicto pequeño de guadua.

Macrófitas

La vegetación macrófita de los humedales, pueden reflejar diferentes etapas de sucesión, indicando diferentes grados de intervenciones antropogénicas. El estado trófico hipereutrófico y la poca circulación del agua favorece el crecimiento de plantas macrófitas, dominado por buchón de agua que en parte, contribuye con los procesos de asimilación de nutrientes ocasionado su excesiva proliferación (CRC-WWF 2006). Estos, de forma regulada asimilan metales pesados, y regulan la temperatura,

ofreciendo hábitat y refugio para la ictiofauna. Al tiempo, desplaza la vegetación nativa, incrementado la evaporación del agua por evapotranspiración, impidiendo el transporte acuático y, por ende, restringe la pesca artesanal, aumenta la carga orgánica por sedimentación, reduce la penetración de luz para poblaciones fitoplanctónicas y el intercambio de oxígeno entre la atmósfera y el agua (Figura 2.26).



Figura 2.25. Vegetación de la zona amortiguadora del humedal, especies de arboles sumergidas e intervención antropogénica por el uso de pastizales para ganado y caballos





Figura 2.26. Presencia de Buchón (*Eichhornia crassipes*) y lechuguilla (*Eichhornia crassipes*) en diferentes punto del humedal Bocas de Tuluá. En el humedal la mayor abundancia es dada por el buchón de agua

Las macrófitas (el buchón de agua, el junco y la zarza) son cruciales para dos especies amenazadas: el chigüiro y la tortuga bache. Para la última, estas plantas hacen parte de su hábitat y de su área de actividad. Por lo que su control debe ser efectivo, guardando las proporciones necesarias para ofrecer las condiciones para el conjunto de especies que requieren de estas especies.

Las plantas acuáticas condicionan las propiedades físico-químicas del agua y la estructura de otras comunidades bióticas (por ej. zooplancton y peces) (Jeppesen *et al.*, 1998), mediante la regulación de los intercambios entre los ecosistemas terrestres y acuáticos (Wetzel, 1990; Mitsch y Gosselink, 1993). Estas plantas, en especial *Psittia stratiotes* y *Eichhornia crassipes*, son consideradas las principales malezas acuáticas en sistemas tropicales y subtropicales.

Además de impactar negativamente múltiples usos de los sistemas (navegación, pesquerías, irrigación, recreación, producción de energía hidroeléctrica y agua potable), esta vegetación podría promover el desarrollo de mosquitos (e.g. Savage *et al.*, 1990) y de otros hospedadores intermediarios de enfermedades. Así mismo la presencia de estas plantas flotantes puede afectar fuertemente la trama trófica a través de efectos directos e indirectos sobre distintas comunidades (invertebrados, plancton, peces), tanto litorales como pelágicas.

Es importante destacar que estas especies de macrófitas, típicas de estos ambientes, de forma regulada, asimilan metales pesados, y regulan la temperatura del agua, ofreciendo hábitat y refugio para la ictiofauna. Así mismo estas especies al tiempo, desplazan la vegetación nativa, incrementado la evaporación del agua por evapotranspiración, impidiendo el transporte acuático y, por ende, restringe la pesca artesanal, aumentando la carga orgánica por sedimentación, reduciendo la penetración de luz para poblaciones fitoplanctónicas y el intercambio de oxígeno entre la atmósfera y el agua. Adicionalmente, los ácidos húmicos liberados por su hojas en descomposición, colorean el agua de un tono pardo oscuro que absorbe la luz en la

superficie, limitando la fotosíntesis y causa un ambiente acuático de condiciones anóxicas (Patiño, 1991).

Tabla 2.8. Listado de Especies Vegetales (Acuáticas y Terrestres) del Humedal Bocas de Tuluá

Familia	Especie	Nombre común	Origen ¹	H. Crec. ²	Ambiente ³	Amenaza ⁴	Fuente ⁵
Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>	Nacedero/ Quiebrabarrigo	Na	A	Tr		1, 2
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	In	A	Tr		1
Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	Guanábana	Na	A	Tr		1
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	Lechuga	Na	Hr	Ac		1
Arecaceae	<i>Attalea butyracea</i>	Palma de cueso	Na	A	Tr	LC ²	1
Arecaceae	<i>Bactris gasipaes</i>	Chontaduro	Na	A	Tr		1
Azollaceae	<i>Azolla filiculoides</i>	Azola					1
Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i>	Tulipan	In	A	Tr		1
Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Na	A	Tr	LC ²	1
Cyperaceae	<i>Eleocharis sp.</i>	Junco					1, 2
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	In		Tr		1
Fabaceae	<i>Cassia sp.</i>	Casia Amarilla		A	Tr		1
Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	Chachafruto	Na	A	Tr		1
Fabaceae	<i>Erythrina glauca</i>	Cachimbo	Na	A	Tr		1, 2
Fabaceae	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Cámbulo	Na	A	Tr		1, 2
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Mataraton	Na	A	Tr		1
Fabaceae	<i>Inga sp.</i>	Guamoi	Na	A	Tr		1, 2
Fabaceae	<i>Mimosa pigra</i>	Zarza	Na	Ar	Tr		1, 2
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Chiminango	Na	A	Tr		1, 2
Fabaceae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Espino e mono	Na	A	Tr		1
Fabaceae	<i>Samanea saman</i>	Samán	Na	A	Tr		1, 2
Fabaceae	<i>Senna sp.</i>	Casia amarilla		A	Tr		1
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Mataratón					1
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate	In	A	Tr		1
Moraceae	<i>Artocarpus sp.</i>	pepaepan	In	A	Tr		1
Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	Higuerón		A	Tr		1, 2
Myrtaceae	<i>Eucaliptus sp</i>	Eucalipto		A	Tr		1
Myrtaceae	<i>Eugenia sp</i>	Pomaroso		A	Tr		1
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba					1
Piperaceae	<i>Piper sp.</i>	Cordoncillo	Na	Hr	Tr		1, 2
Poaceae	<i>Brachiaria sp.</i>	Pasto braquiaria	In	Hr	Tr		1, 2
Poaceae	<i>Brachiaria sp.</i>	Pasto	In	Hr	Tr		1
Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i>	Guadua	Na	Hr	Tr		1, 2
Poaceae	<i>Gynerium sagittatum</i>	Cañabrava	Na	Hr	Tr		1
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Pasto para	In	Hr	Tr		1
Poaceae	<i>Saccharum officinarum</i>	Caña de azúcar	In	Hr	Tr		1, 2
Poaceae	<i>Zea mays</i>	Maíz	In	Hr	Tr		1
Poaceae	<i>Cynodon plectostachyus</i>	Pasto estrella	In	Hr	Tr		1
Poaceae		Pasto argentina					1
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de agua	In	Hr	Ac		1, 2
Rutaceae	<i>Citrus sp.</i>	Naranja	In	A	Tr		1
Salicaceae	<i>Laetia corymbulosa</i>	Manteco	Na	A	Tr		1
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	Na	A	Tr		1, 2
Salviniaceae	<i>Azolla filiculoides</i>	Azola	In	Hr	Ac		1
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	Chambimbe	Na	A	Tr		1
Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>	Jaboncillo			Tr		1, 2
Sterculiaceae	<i>Theobroma cacao</i>	Cacao	Na	A	Tr		1
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	Na	A	Tr		1, 2
Typhaceae	<i>Typha latifolia</i>	Junco o enea	In	Hr	T		1, 2
Verbenaceae	<i>Tectona grandis</i>	Teca	In	A	Tr		1

¹ Origen: Nativa (Na), Introducidas (In), Endémica (Ed)

² Hábito de Crecimiento: Arbustivo (Ar), Árbol (A), Herbáceo (Hr), Liana (L), Enredadera (Er)

³Ambiente: Acuático (Ac), Terrestre (Tr), Transición (t)

^{4, 5, 6} Amenaza: Categoría de amenaza de las especies (Regional: CVC; Nacional: Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia; Global: IUCN). Categoría nacional CR = En Peligro Crítico; EN = En Peligro; VU = Vulnerable; NT = Casi Amenazado; DD = Datos Insuficientes (Rodríguez *et al.*, 2006). Categoría regional S1 = En Peligro Crítico; S2 = En Peligro; S3 = Vulnerable; S1S2, S2S3 = Rango Incierto; SX = Presuntamente Extinto; SU = Inclasificable (NatureServe, 2005).

⁵Fuente: 1) Estudio CVC-FIPAL 2005

Macroinvertebrados acuáticos

Para el humedal solo se encuentran reportados tres géneros *Baetis* sp. (Ephemeroptera: Baetidae), *Cryphocricos* sp (Naucoridae: heteroptera), y *Alluadomya* sp (Diptera, Ceratopogonidae), aunque en el estudio realizado por Ramírez *et al.*, 2001, se mencionan índices de riqueza, no se da la claridad de que especies se encontraron pues no se reporta una tabla específica para este grupo, así mismo esto es reportado en el plan de manejo. Con base en este estudio se adicionan dos especies, que fueron registros ocasionales durante el trabajo de campo para vertebrados; las fotos pertenecen a un individuo de la familia Libellulidae y otro de la familia Pomaceae.



Figura 2.27. Presencia de especies de la familia Libellulidae y Pomaceae en el humedal Bocas de Tuluá

Las adaptaciones evolutivas a diferentes condiciones ambientales y límites de tolerancia a una determinada alteración dan las características a ciertos grupos que podrán ser considerados como organismos sensibles (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) por no soportar variaciones en la calidad del agua, mientras que organismos tolerantes (Chironómidae, Oligoquetos), son característicos de agua contaminada por materia orgánica (Roldán, 1999).

Los macroinvertebrados juegan un papel muy importante en el consumo y descomposición de la vegetación acuática, y constituyen una fuente fundamental de alimento para otras comunidades, particularmente aves y peces. Por lo que su estudio es urgente y necesario en el humedal dado que por medio de este grupo se pueden estudiar las relaciones tróficas, que pueden presentarse en el humedal y que actualmente, mantienen poblaciones importantes de vertebrados.



2.2.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es necesario y urgente, estrategias de monitoreo en el tiempo de grupos indicadores e importantes en las cadenas tróficas, para así determinar con certeza, el estado del humedal y las posibles amenazas que pesan sobre ellos, como base para sacar evaluar y concluir acerca de los procesos que ahora ocurren.

Esencialmente, el inventario (de referencia) de humedales se utiliza para reunir información que describa las características ecológicas de los humedales; la evaluación considera las presiones y los riesgos conexos de los cambios negativos en las características ecológicas; y el monitoreo, que puede incluir tanto estudios como reconocimiento, brinda información sobre la cuantía de los cambios. Las tres, son actividades de reunión de datos importantes e interactivas, para identificar los rasgos fundamentales de los humedales. Tomadas en conjunto, proporcionan los datos necesarios para formular estrategias e intervenciones normativas y de manejo para mantener el carácter definido del ecosistema de humedales y, por tanto, los beneficios/servicios de los ecosistemas.

De acuerdo al Marco integrado para el inventario, la evaluación y el monitoreo de humedales (Convención RAMSAR), se hace necesario poner en funcionamiento planes de manejo, con inclusión de programas de monitoreo. Existe, por lo tanto, una necesidad de garantizar que la recopilación y comunicación de la información sea más exhaustiva, ya que es fundamental para determinar las futuras políticas y prioridades para la conservación y el uso racional de los humedales, y se base en una clara comprensión de los propósitos y objetivos del inventario, la evaluación y el monitoreo.

2.3. COMPONENTE ABIÓTICO

2.3.1. LOCALIZACIÓN Y FISIOGRAFÍA

Leandro Díaz Q.

2.3.1.1. HUMEDAL BOCAS DE TULUÁ

El humedal Bocas de Tuluá se ubica en el departamento del Valle del Cauca, municipio de Tuluá, Corregimiento de Bocas de Tuluá, Haciendas Bilbao y Normandía. El centro poblado más cercano es el municipio de Tuluá y el corregimiento de Bocas de Tuluá, Tuluá que se encuentra localizado a nueve kilómetros del humedal Bocas de Tuluá; y la ciudad con mayor influencia es el municipio de Tuluá.

El humedal Bocas de Tuluá limita al norte con el municipio de Bugalagrande, al sur con el parque central y único del municipio de Riofrío, al oriente con el casco urbano del municipio de Tuluá y al oeste con el Rio Cauca.



El humedal Bocas de Tuluá se localiza en la margen derecha del río Cauca frente a la abscisa K295+4057.45 (K0+000 Represa de Salvajina). El humedal Bocas de Tuluá se encuentra en el marco de coordenadas 1139114.05E, 934397.77N y 1139600.19E, 934048.16N del IGAC, con una altitud promedio de 926 msnm.

Al humedal Bocas de Tuluá se accede por múltiples callejones que se desprenden de la vía que comunica el corregimiento El Salto con el casco urbano de Tuluá. Uno de ellos, denominado el Callejón del Nilo se toma frente a la estación de la Policía del corregimiento Bocas de Tuluá y llega hasta la zona sur del humedal.

El dique marginal en la parte sur del humedal Bocas de Tuluá que se desprende de este callejón es parcialmente carreteable y de difícil acceso en invierno, el cual impide el desbordamiento de los predios aledaños y corto la comunicación con el río Cauca y el río Tuluá. Este último antiguamente descargaba directamente en el humedal, en la parte norte del humedal se encuentra una barra de arena, la cual se formó cuando Bocas de Tuluá aún era un meandro del río Cauca.

En este sector el río Cauca se caracteriza por los diferentes rasgos geomorfológicos, como lo son pendientes ondulares que no sobrepasan el 10% y suelos compuestos por materiales granulares transportados por las vertientes de los ríos Cauca y Tuluá.

El río Cauca en este sector presenta una alta sinuosidad con meandros de gran longitud, baja amplitud y distancias entre sus crestas aproximadamente de 1 km. Se observa en el archivo histórico de aerofotografías suministradas por la CVC, que el río Tuluá en el año 1964 desembocaba en dirección norte en el meandro del río Cauca que posteriormente dio lugar al humedal Bocas de Tuluá.

2.3.1.2. FISIOGRAFÍA

2.3.1.2.1. METODOLOGÍA

Componente Abiótico

CARTOGRAFÍA PARA EL HUMEDAL Y SU CUENCA DE CAPTACIÓN

Para determinar la cuenca de captación del humedal, geología, geomorfología, el tipo, uso-actual, grado de erosión y uso-potencial de los suelos, se recopiló la siguiente información cartográfica:

Plano del humedal El Higuérón, escala 1:25.000 IGAC (261-II-A).

Coberturas del SIG de CVC de la cuenca del río Tuluá.

Coberturas del SIG de CVC de las inundaciones 2010-2011.

Aerofotografía Vuelo FAL F-407 Faja 37 Foto 195 Escala 1:31.300 del 1.998

Para el análisis de la dinámica fluvial y análisis multitemporal del humedal se contó con el informe de Caracterización Geológica, Biológica y Ordenamiento de los Humedales



del valle alto del río Cauca y Diagnóstico del estado de la franja forestal protectora elaborada por CVC-Universidad del Valle en 2009.

CARACTERIZACIÓN DE GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La caracterización geológica y geomorfológica, el análisis de la dinámica fluvial y análisis multitemporal de la madreveja y su cuenca de captación se basó en los siguientes estudios:

CVC-Universidad del Valle. Caracterización Geológica y Biológica y Ordenamiento de los Humedales del valle alto del río Cauca y Diagnóstico del estado de la franja forestal protectora, 2009.

CVC- Informe del Sistema de Información Geográfica de la Unidad de Manejo de Cuenca Tulúa - Morales, UMC 13, 2003

INGEOMINAS – Mapa Geológico Departamento del Valle del Cauca, 2001

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

La caracterización del suelo se realizó a partir de los estudios de suelos semi-detallados de IGAC- CVC del año 1982, tomado de los estudios del UMC 13 para unidad Tulúa - Morales. Para evaluar la cuenca de captación de la madreveja y el grado de erosión de la cuenca.

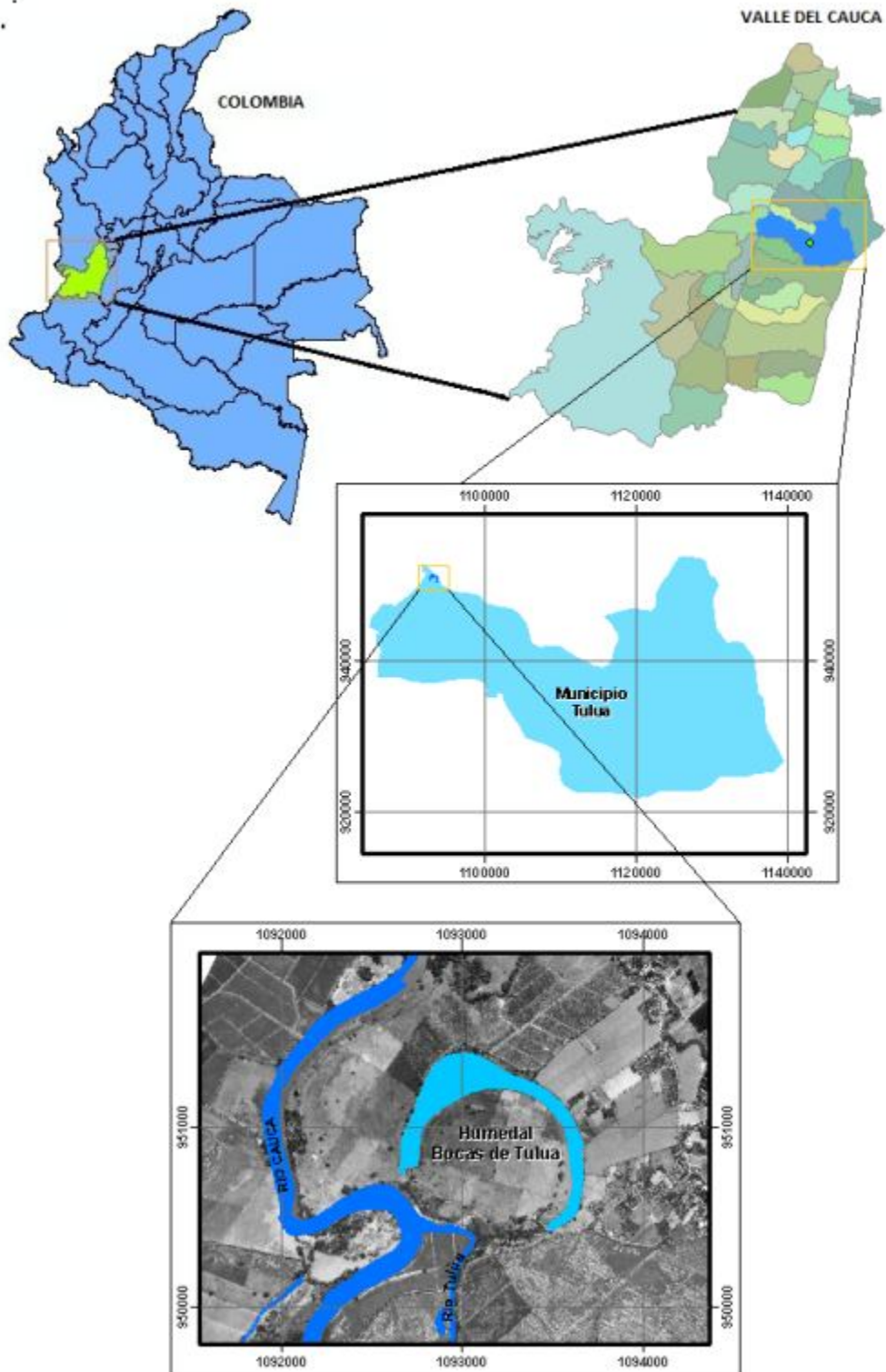


Figura 2.28.Vuelo FAL F-407 Faja 37 Foto 195 Escala 1:31.300 del 1.998. Localización General del humedal Bocas de Tuluá



DELIMITACIÓN DEL HUMEDAL BOCAS DE TULUA Y SU FRANJA PROTECTORA

Para la delimitación del humedal Bocas de Tuluá se trabajó con información espacial de coberturas que obedecen a las inundaciones que dejó la ola invernal periodo 2010-2011, de igual manera se contó con Información espacial de la cuenca del río Tuluá, esta información espacial fue facilitada por la CVC para realizar el análisis de los datos en el marco de los sistemas de información geográficos SIG que tiene por finalidad estructurar datos espaciales, asociaciones topológicas y relaciones entre los datos. En el dominio de los datos espaciales fue posible diseñar y modelar una superficie TIN (Triangulated Irregular Network), con la finalidad de realizar la representación del terreno de manera eficiente y precisa, como resultado se refleja la naturaleza y calidad de los datos así como la pertinencia de los métodos y funciones aplicadas. Se realizó validación de los resultados con la Aerofotografía Vuelo FAL F-407 Faja 37 Foto 195 Escala 1:31.300 del 1.998 y el video CVC- Video inundaciones 2010.

Los SIG como apoyo en la toma de decisiones para el desarrollo sustentable ambiental, se define en diversos criterios para el análisis espacial de los datos (los cinco tipos de funciones de análisis espacial están tomados de Longley, P. A.; Goodchild M. F.; Maguire, D.J. y Rhind, D.W. (2001): Geographic Information... p.282). Los criterios analizados son Interrogaciones, medidas de objetos y elementos, transformaciones, sumarios y optimización. Como producto final analizado se determinó el área máxima de expansión y el área mínima de contracción del humedal Bocas de Tuluá, de igual modo se delimitó su cuenca de drenaje superficial en miras de la planificación del ecosistema del humedal Bocas de Tuluá.

CARACTERIZACIÓN GENERAL

La cuenca de captación del humedal tiene una gran relevancia sobre el funcionamiento de estos ecosistemas, siendo por ello actualmente consideradas como los instrumentos más adecuados en la gestión de los humedales y en la conservación de su integridad ecológica original. Una buena gestión de la cuenca de drenaje es, por tanto, fundamental para mantener la calidad ecológica de estos ecosistemas, ya que los humedales dependen directamente de los procesos hidrogeomorfológicos, biológicos y humanos que se producen en los ecosistemas más terrestres que drenan hacia sus cubetas.

Por lo anterior, resulta imposible comprender completamente el estado actual de un humedal sin tener presentes los usos de suelo y los cambios producidos en su cuenca de drenaje. El área aferente de la cuenca de captación se determinó con base en los planos cartográficos del humedal Bocas de Tuluá, escala 1:25.000 IGAC (261-II-A), coberturas del SIG de CVC de la cuenca del río Tuluá, coberturas del SIG de CVC de las inundaciones 2010-2011 junto con el montaje de la aerofotografía Vuelo FAL F-407 Faja 37 Foto 195 Escala 1:31.300 del 1.998.

La principal fuente de abastecimiento hídrico para el humedal Bocas de Tuluá es el río Cauca y el río Tuluá, sobre todo en época de invierno en donde a partir de la captura



del humedal se mantienen niveles altos de agua, otras fuentes de menor importancia los proveen los flujos superficiales del escurrimiento natural de la cuenca y el flujo subsuperficial. Durante el verano los niveles del río Cauca descienden y el agua empieza a retornar del humedal hacia el río. (CVC-UNIVALLE, 2009)²¹.

La cuenca hidrográfica del humedal Bocas de Tuluá se caracteriza principalmente por poseer un área de captación dominada por tierras aluviales con alto grado de intervención antrópica. La Tabla 2.9 se presenta el área de captación delimitada para el humedal Bocas de Tuluá.

Tabla 2.9. Área del humedal Bocas de Tuluá y de la cuenca de captación

	Área (Ha)
Espejo de Agua	19,6
Área de drenaje	421,5
Área Total de la cuenca de captación	441,1

2.3.2. GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y USO DEL SUELO

Claudia Marcela Peña Martínez

2.3.2.1. GEOLOGÍA

Para el humedal Bocas de Tuluá, la geología solo la componen dos formaciones, depósitos aluviales comprendiendo un área de 282.93HA equivalente al 67.12% y conos aluviales ubicados en el extremo oriente que abarcan un área de 138.61HA. En la Figura 2.29 y en la Tabla 2.10 se muestra la distribución e información sobre cada una de las unidades mencionadas.

Tabla 2.10. Descripción de las unidades geológicas

IDENTIFICADOR	FORMACIÓN	LITOLOGIA	AREA (Ha)	%
Qal(ab)	Depósitos aluviales de la llanura aluvial de piedemonte	Depósitos aluviales de la llanura aluvial de piedemonte	138.61	32.88
Qal	Depósitos aluviales	Depósitos aluviales (Albardon natural)	282.93	67.12
		TOTAL	421.54	100

²¹CVC-Universidad del Valle (2009). Vol II Fichas de Caracterización de Humedales Del Valle Alto Del Río Cauca. P 33, 34.

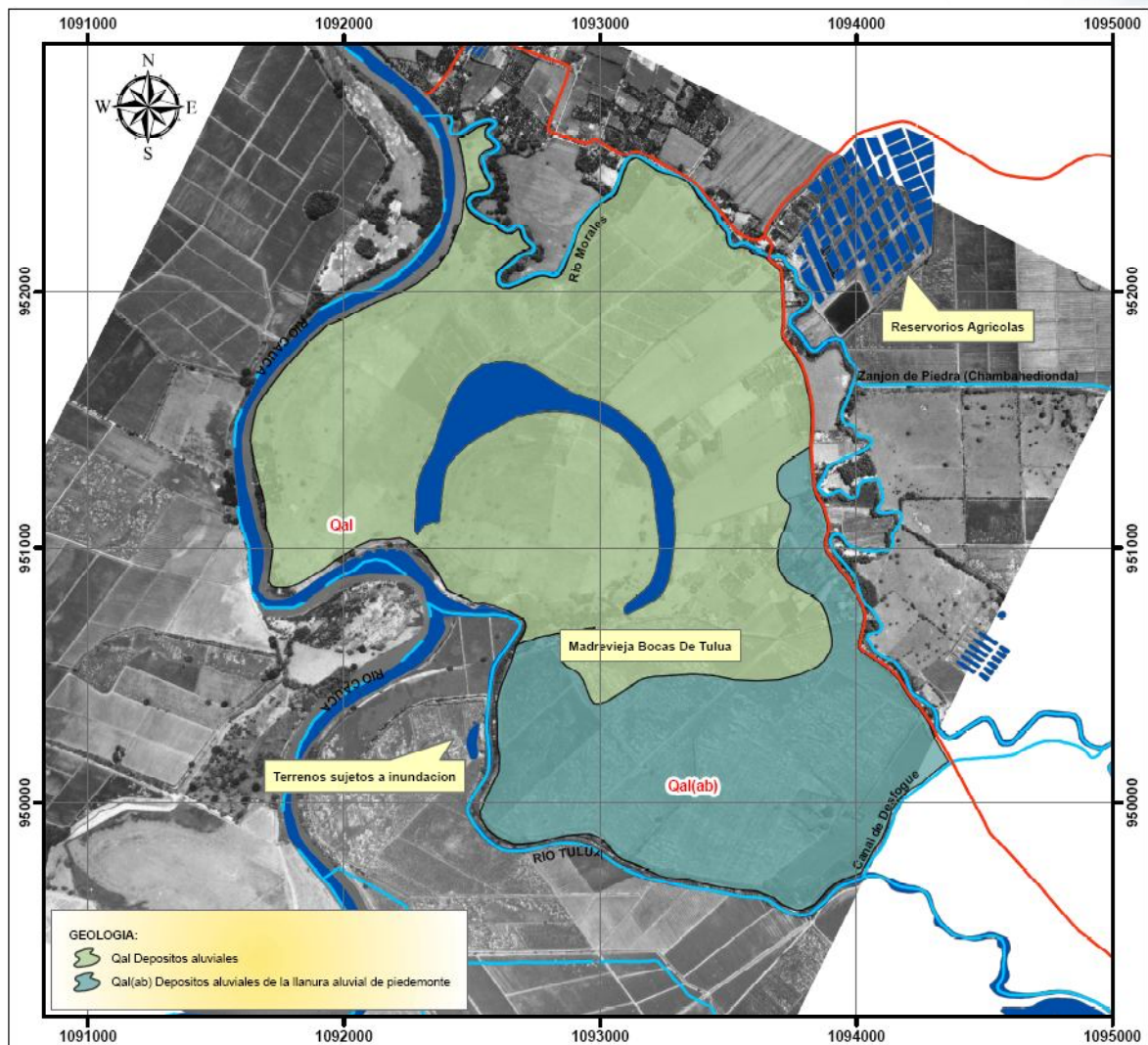


Figura 2.29. Geología de la madreveja Bocas de Tuluá

2.3.2.2. UNIDADES GEOLÓGICAS

Cuaternario aluvial del Río Cauca (Qal): Los materiales aluviales son comunes a lo largo de los cursos de los ríos principales y consistentes en depósitos clásticos gruesos a muy gruesos, de gravas estratificadas y relativamente bien seleccionadas, gravas arenosas y arenas con unidades locales de limos (Ingeominas, 2001).

Depósitos aluviales de la llanura aluvial de piedemonte Qal (ab): Son formas de origen fluvial generados a partir de la descarga de sedimentos transportados por las corrientes desde los flancos de la cordillera hasta las partes bajas de piedemonte y en donde se presenta cambio de pendiente abrupta a moderada, posteriormente su relieve es moldeado por los procesos erosivos activos.

2.3.3. GEOMORFOLOGÍA

Las geformas presentes en el área correspondiente a la madreveja Bocas de Tuluá, son bastantes sencillas debido a su ubicación en el valle del río Cauca, constan de pendientes onduladas que no sobrepasan el 10% y por suelos compuestos por materiales granulares transportados por las vertientes de los ríos. Éstos paisajes ocupan las mismas áreas que la unidades geológicas tal como se observa en la Tabla 2.11 y en la Figura 2.30.

Tabla 2.11. Unidades geomorfológicas

CODIGO	FORMACION	LITOLOGIA	AREA (Ha)	%
PX	Piedemonte coluvio-aluvial	Abanicos de piedemonte en depósitos superficiales clásticos hidrogravigenicos e hidrogénicos	138.61	32.88
RA	Planicie aluvial	Plano de desborde en la planicie aluvial	282.93	67.12
TOTAL			421.54	100

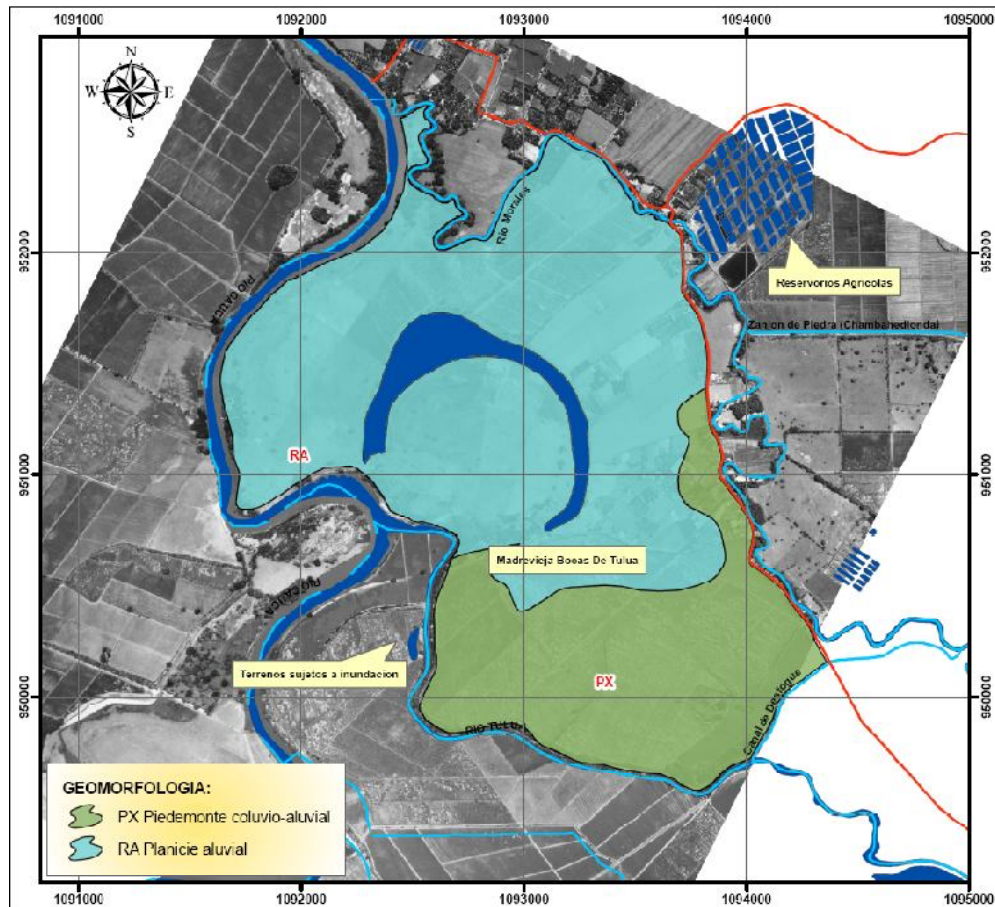


Figura 2.30. Geomorfología humedal Bocas de Tuluá

2.3.3.1. GEOLOGIA ESTRUCTURAL



Debido al marco tectónico regional se encuentran dos sistemas de fallamiento principales: El sistema Cauca-Almaguer y el sistema Guabas-Pradera, ambas de movimiento inverso y son catalogadas como activas.

2.3.3.2. *DINÁMICA FLUVIAL*

En el sector del humedal Bocas de Tuluá el río Cauca presenta una sinuosidad alta con meandros de gran longitud y baja amplitud. En los últimos años presenta una mayor sinuosidad en los meandros, pero una menor longitud de las crestas. El patrón de sedimentación se da hacia la margen derecha y el de erosión hacia la margen izquierda.

2.3.3.3. *ANÁLISIS MULTITEMPORAL SISTEMA RIO CAUCA – MADREVIEJA*

De acuerdo con el registro fotográfico realizado durante varios años sobre la zona, en el año de 1964 aún no se había conformado la madre vieja, en este sector existía un meandro donde el río Tuluá tenía su desembocadura, posteriormente éste se separó del cauce y es por esto que el humedal recibe el nombre de Bocas de Tuluá.

Para el año de 1998, la madre vieja estaba completamente conformada, sin embargo en las fotos no se ve su espejo de agua sino una superficie vadosa. Se identificaron los niveles de terraza 1 a 5 en la zona interna del humedal y una llanura de inundación asociada a la margen actual del río Cauca, las cuales fueron modificadas para la adaptación de cultivos de caña de azúcar. El río Tuluá desvió su descarga hacia el occidente para volver a encontrar al río Cauca.

2.3.4. *TIPOS DE SUELOS*

En el ecosistema de Bocas de Tuluá, los suelos se caracterizan por estar conformados por sedimentos aluviales moderadamente gruesos, en relieve plano cóncavo, con pendientes no mayores de 10%, pobremente drenados. Estos suelos son propicios para los cultivos. Las fases que más área abarcan son la consociación Cauquita y Genova con 165.77Ha y 138.61Ha respectivamente, y se ubican hacia el costado norte y oriente de la región. Las otras unidades son la consociación Madre vieja, el complejo La Balsa y la consociación Sauce.

Tabla 2.11. Tipos de suelos

UNIDAD	FASES	AREA (Ha)	%
MVaz	Consociacion Madre vieja	16.33	3.87
BSa	Complejo La Balsa	45.12	10.70
SCa	Consociacion Sauce	55.71	13.22
GNa	Consociacion Genova	138.61	32.88
CQa	Consociacion Cauquita	165.77	39.32
	TOTAL	421.54	100

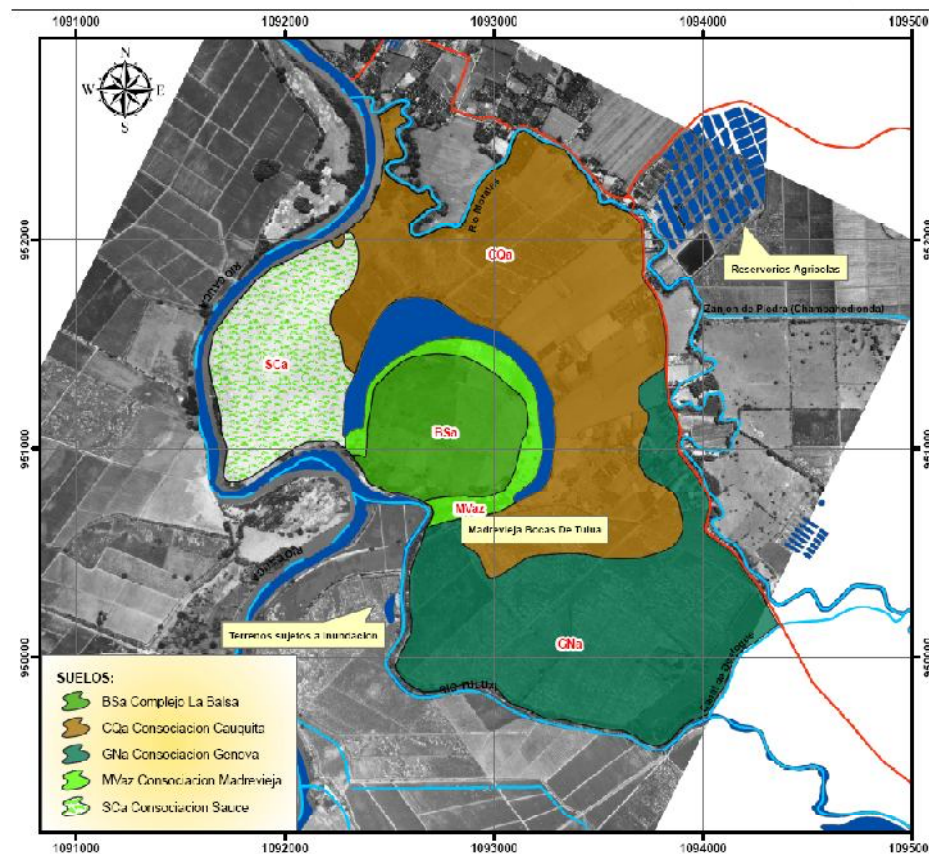


Figura 2.31. Distribución de los tipos de suelos en el ecosistema

2.3.4.1. USO ACTUAL DE SUELOS EN LA CUENCA DE CAPTACIÓN DE LA MADREVEJA

Para este ecosistema los usos del suelo se dividen en dos actividades principales que abarcan casi toda la región, los cultivos de pastos ubicados en la margen del río y zona cóncava del humedal abarcando un área de 164.71Ha, y los cultivos de maíz localizados hacia el costado oriente cubriendo 199.21Ha. Se encuentran algunos sectores que ocupan cultivos asociados, arbustos y bosques naturales. En la Tabla 2.12 y Figura 2.32 se muestra su distribución.

Tabla 2.12. Usos del suelo

CÓDIGO	NOMBRE	AREA (Ha)	%
BNF	Bosque natural de galería	0.0391	0.0093
ABD	Arbustal y matorral denso de tierra firme	4.26	1.012
ACON	Ríos	13.25	3.14
CARA	Otros Árboles frutales	16.71	3.96
CMS	Cultivos asociados	23.34	5.54
CHBD	Pasto cultivado	164.71	39.07
CABD	Maíz	199.21	47.26
	TOTAL	421.54	100

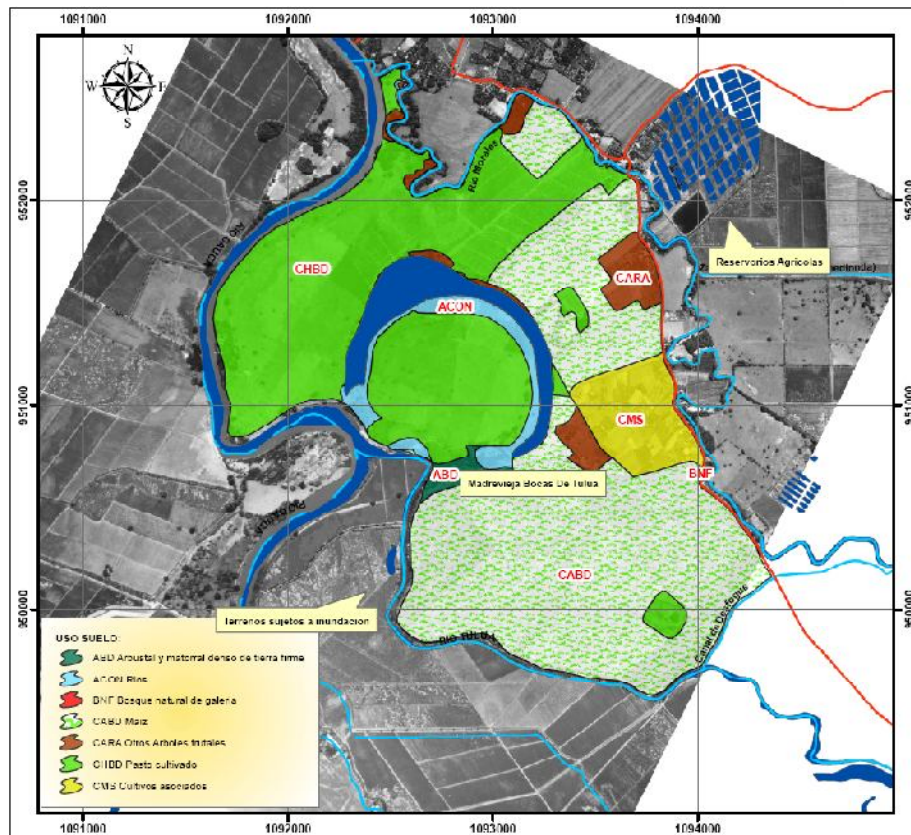


Figura 2.32. Distribución de los usos del suelo

2.3.4.2. EROSIÓN DE SUELOS EN LA CUENCA DE CAPTACIÓN

La erosión no ha sido evaluada en la cuenca. En la Tabla 2.13. y en la Figura 2.33. se muestra la región que falta por la evaluación del potencial de erosión

Tabla 2.13. Zonas de erosión

CÓDIGO	GRADO EROSIÓN	AREA (Ha)	%
IN	INFRAESTRUCTURA	0.1118	0.0265
SE	SIN EVALUAR	421.43	99.97
	TOTAL	421.54	100

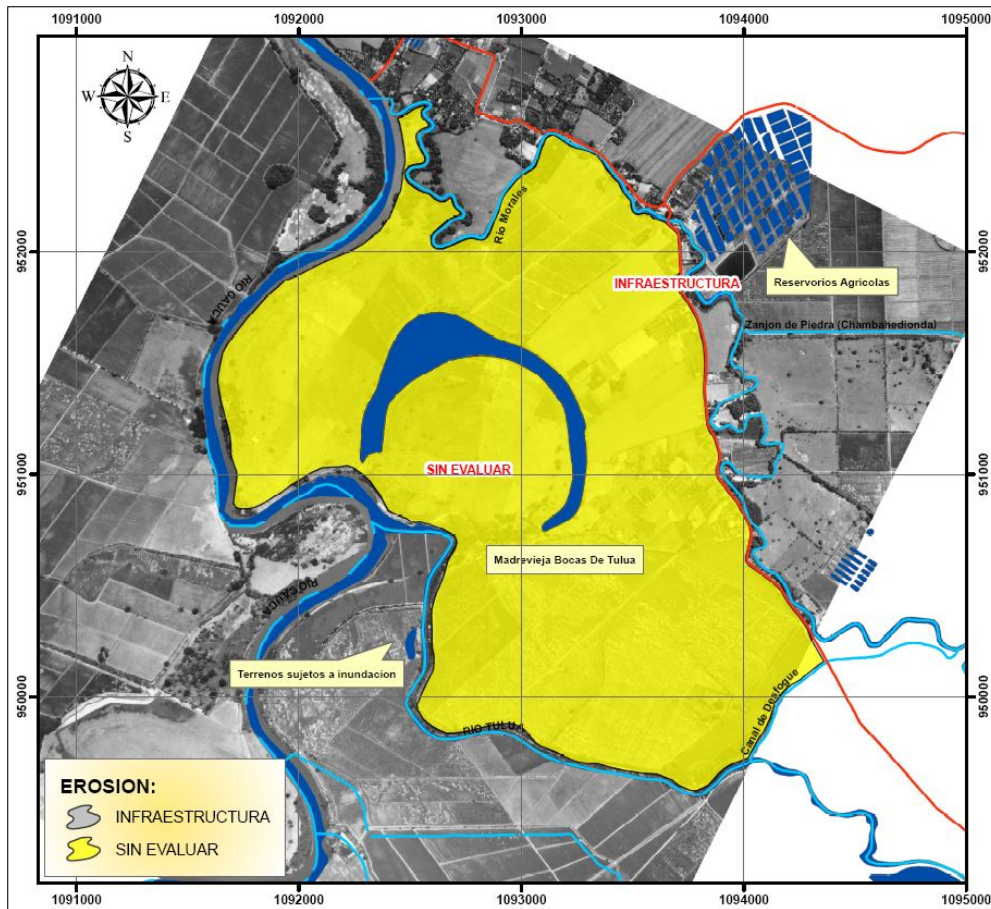


Figura 2.33. Grados de erosión en la cuenca

2.3.4.3. USO POTENCIAL

Como los suelos que constituyen la cuenca de la madre vieja tienen buenas propiedades no presentan limitaciones para su uso, tal es el caso de la clase I y II que abarcan el mayor porcentaje del área con 38.02% y 59.16% respectivamente. La región que bordea la zona cóncava del humedal que corresponde a tipo V, necesita de grandes inversiones para corregir sus limitantes y pueda ser utilizada para zona de cultivos. La Figura 2.34. y la Tabla 2.14. muestran la distribución de los anteriormente mencionadas.

Tabla 2.14. Uso potencial del suelo

CODIGO	AREA (Ha)	%
INF	0.11	0.03
III	0.85	0.20
V	10.94	2.60
I	160.26	38.02
II	249.38	59.16
TOTAL	421.54	100

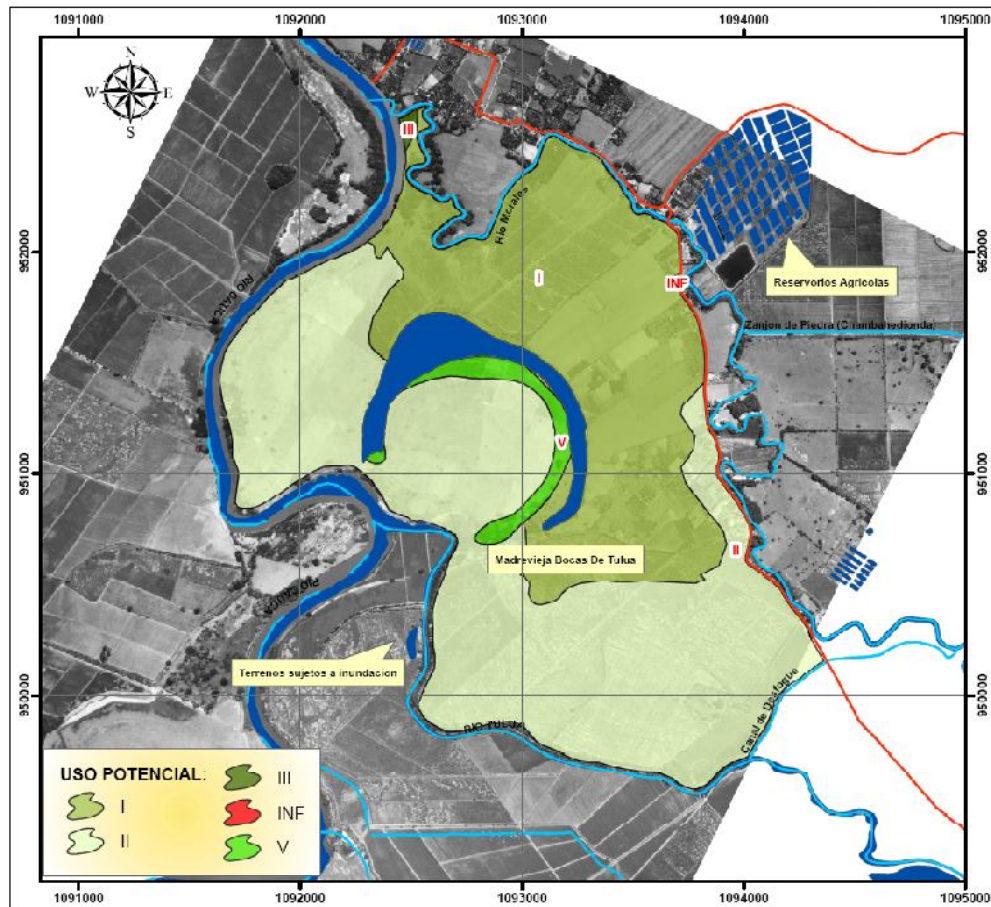


Figura 2.34. Uso potencial de los suelos

2.3.5. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

Edwar Andrés Forero Ortiz

2.3.5.1. PRESENTACIÓN

La importancia del ciclo hidrológico en un ecosistema humedal no solo determina los procesos de ciclaje de nutrientes, productividad y mantenimiento de la flora y fauna del mismo, su funcionalidad va más allá de ser solo un sistema local. Al igual que una esponja, los humedales están particularmente adaptados para absorber agua. Este rol de los humedales es más obvio en aquellos que viven en zonas contiguas a ríos y costas y que en general están expuestos a desbordamientos y tormentas (Lewis, 2008).

Tras los eventos acaecidos en las costas de Nueva Orleans en Estados Unidos en el año 2005, numerosos investigadores se han pronunciado frente a la urgente necesidad de restaurar los ecosistemas de humedales en la costa para prepararse para un próximo Katrina (Times, Agosto de 2010). Los humedales a lo largo de la línea de costa de Louisiana han servido por mucho tiempo como primera línea de defensa contra las mareas altas y las tormentas violentas (Badgett, 2006). Ciudades como Nueva Orleans



estarán 1.5 pies por debajo del nivel del mar en el año 2050, esto debido al fenómeno de subsidencia²² que se presenta por el peso de las construcciones en suelos con características hídricas aptas para la presencia de humedales (Badget, 2006).

En ese orden de ideas se hace urgente reflexionar seriamente acerca de las posibilidades que pueden ofrecer los humedales en Colombia como medida de control para las cada vez más frecuentes inundaciones que afectan a un gran número de compatriotas en todo el territorio nacional y cómo a través de ese servicio se puede lograr la sostenibilidad de estos ecosistemas altamente amenazados.

2.3.5.2. EL CICLO HIDROLÓGICO DEL HUMEDAL

Las condiciones hidrológicas son extremadamente importantes para el mantenimiento de la estructura y función de un humedal. La alteración de estas condiciones pueden causar fuertes impactos que son muy difíciles de restablecer (Mitsh & Gosselink, 1993). El hidropériodo o ciclo hidrológico de cada humedal es el resultado del balance entre entradas y salidas de agua, el tipo de suelo y las condiciones subsuperficiales. Este hidropériodo puede tener variaciones dramáticas en su estacionalidad año a año (Fenómeno Enzo) y aun así es el mayor determinante en las funciones del humedal.

Las principales variables hidrológicas incluyen la precipitación (**P**), intercambio con ríos adyacentes (**Q**), escorrentía desde zonas más altas (**Esc.**), intercambio con aguas subterráneas (**A.S.**) y evapotranspiración de la vegetación flotante en el humedal (**Evt**)(Ver Figura 2.35). El conocimiento del hidropériodo de cada humedal permite determinar de manera metódica cual es la principal fuente hídrica que provee este ecosistema en diferentes estaciones climáticas para establecer lineamientos de manejo apropiadas (Bernal, 2010).

Un caso especial ocurre en aquellos humedales que están en áreas de influencia de planos de inundación adyacentes a ríos o canales y que se desbordan constantemente. Estos ecosistemas se denominan humedales *riparios*. La inundación en esos humedales varía en intensidad, duración y número de desbordes por año, aun sí la probabilidad de inundación es predecible (Mitsh & Gosselink, 1993). Algunos investigadores indican que la duración de la inundación y/o la saturación del suelo en períodos húmedos son más influyentes en las comunidades de plantas que la frecuencia de la inundación (US Engineers Corps, 1997).

²²Compactación de suelo.

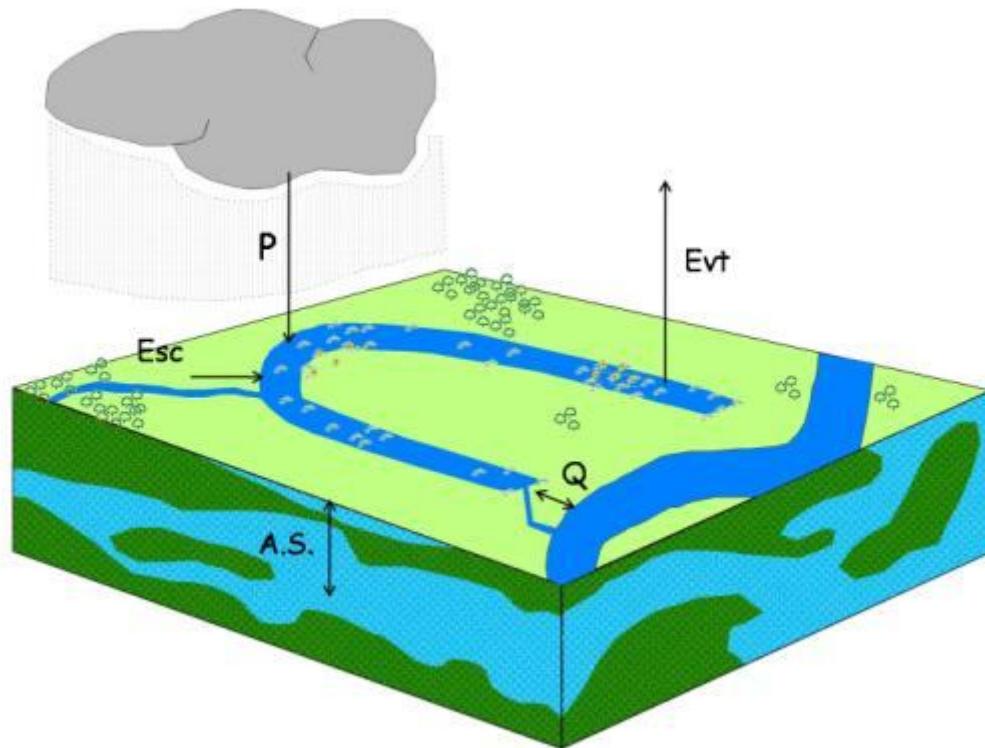


Figura 2.35. Principales variables hidrológicas en un humedal ripario

Los flujos que crean la morfología y los hábitats del plano de inundación son diferentes a los que determinan el régimen de humedad (frecuencia y duración de la inundación) de los terrenos riparios. Se requiere acreción²³ vertical y horizontal de sedimentos para construir el plano de inundación de manera que para que éste crezca, se necesitan caudales con profundidades suficientes para inundar y con sedimentos suficientes para permitir la depositación en la parte de menor energía del plano. Estos caudales de acreción pueden darse cada año, cada dos años o cada cuatro años, dependiendo de las características particulares del sistema (Whiting citado por Pinilla, 2007).

2.3.5.3. LA ECO-HIDROLOGÍA DE LOS HUMEDALES

La interacción de la hidrología, vegetación y suelos es fundamental en el desarrollo de las características únicas de cada humedal. La vegetación hidrofítica²⁴ se define aquí como la suma de plantas macrófitas que permanecen en áreas con inundaciones frecuentes y de duración considerable o en suelos con una saturación periódica. Un suelo hídrico es un suelo que es saturado, inundado o encharcado y que favorece el crecimiento de vegetación hidrofítica; por lo general estos suelos permanecen a determinados niveles de saturación en cercanías del humedal y son responsables de almacenar la humedad que el humedal demanda en periodos secos (Ramsar, 2007).

²³ Depositación

²⁴ Crece en presencia de agua.



El proceso metodológico debe conducir al establecimiento de un balance hídrico en el cuerpo de agua en cuestión que en otras palabras corresponde al nivel 2 de las directrices Ramsar adoptado por la República de Colombia a través de la resolución número 196 del primero de Febrero de 2006 (Minambiente, 2006).

En ese orden de ideas, el análisis de la información hidrológica y climática de una zona de humedal no debe ser elaborada como parte de un protocolo técnico, sino que debe dar bases para la correcta delimitación de un humedal, que como ya se ha mencionado, puede cubrir amplias franjas que van más allá de los límites superficiales del espejo de agua.

2.3.5.4. RÉGIMEN HIDROLÓGICO HUMEDAL BOCAS DE TULUÁ

Para la realización de este análisis se usó la información suministrada por el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña, 2011) para la zona del estudio y la CVC (2011) para el Río Cauca, descrita en la Tabla 2.15:

Tabla 2.15. Estaciones cercanas al humedal Bocas de Tuluá

Estación	Tipo	Periodo
Río Frío – CENICAÑA	Pluviométrica – Hidroclimatología	2000-2010
Guayabal – CVC	Limnigráfica	2000-2010

2.3.5.4.1. Ubicación de la estación limnigráfica²⁵

Para identificar la influencia del Río Cauca en el humedal ripario Bocas de Tuluá, se procedió a escoger la estación de registro de niveles más cercana. En un proceso posterior y si es posible se debe procurar el uso de modelos de simulación hidráulica para realizar un tránsito de niveles al punto de conexión del humedal con el Río Cauca. Por lo pronto y para efectos del establecimiento de un modelo hidrológico conceptual la metodología aquí presentada es preliminar.

Se seleccionó la estación limnigráfica Guayabal ubicada en las coordenadas 1108217,808 E, 979011,279 N. La estación tiene un cero de mira o fondo de regla igual a 905,906 msnm amarrada al sistema de coordenadas IGAC. En la Figura 2.36 se observa la ubicación de la estación en relación con el Humedal Bocas de Tuluá.

²⁵ De lectura de niveles en un Río.

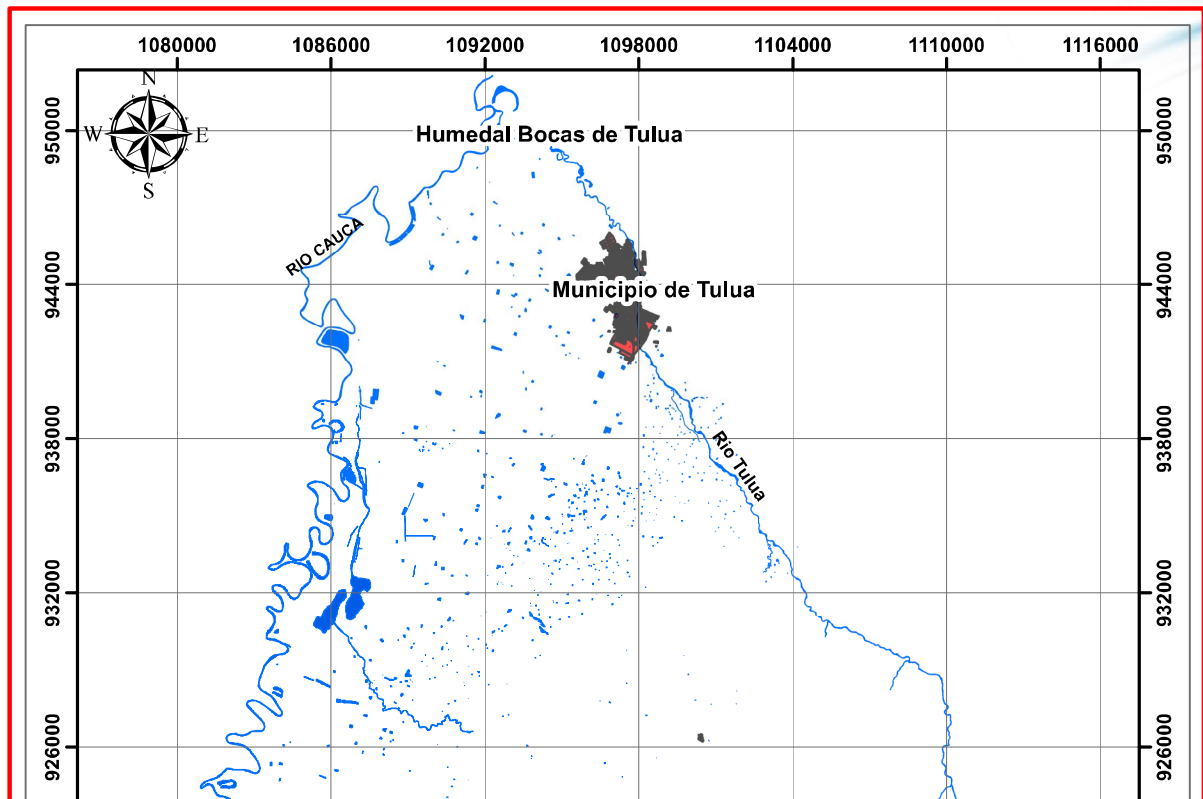


Figura 2.36. Localización sobre el Río Cauca de la estación limnigráfica Guayabal

2.3.5.4.2. Ubicación de la estación pluviométrica e hidroclimatológica

Para identificar la influencia de las condiciones ambientales en el humedal Bocas de Tuluá, se procedió a escoger la estación de registros pluviométricos e hidroclimatológicos más cercana. Gracias a Cenicaña (2011) se cuenta con los registros de la Estación “Río Frío”, con la localización presentada en las siguientes figuras.

A continuación se presenta las principales características climáticas e hidrológicas en inmediaciones del humedal Bocas de Tuluá.

2.3.5.4.1. Caracterización climatólogica e hidrológica

Radiación Solar

La energía recibida del sol, al atravesar la atmósfera de la Tierra calienta el vapor de agua en unas zonas de la atmósfera más que otras, provocando alteraciones en la densidad de los gases y, por consiguiente desequilibrios que causan la circulación atmosférica. Esta energía produce la temperatura en la superficie terrestre y el efecto de la atmósfera es aumentarla por efecto invernadero y mitigar la diferencia de temperaturas entre el día y la noche y entre el polo y el ecuador. La región de mayor radiación solar en el país es la península de La Guajira y sus valores máximos se presentan en el mes de julio. Con el mismo comportamiento durante el año, le sigue la

parte media del valle geográfico del río Cauca, el valle del río Magdalena hasta la costa Atlántica y la zona de Cúcuta (García, 2006).



Figura 2.37. Localización de la estación pluviométrica e hidrológica “Río Frio” propiedad de Cenicaña.



Figura 2.38. Polígono de influencia de la Estación de Bugalagrande. El Humedal Bocas de Tuluá ubicado en la zona plana al centro norte del departamento registra para el periodo 2000-2010 una distribución media mensual multianual como se

muestra en la Tabla 2.16., siendo el valor medio más bajo en el mes de Junio con 381 Cal/cm²/d y un pico en el mes Marzo de 435 Cal/cm²/d, el valor medio corresponde a 410 Cal/cm²/d (ver Figura 2.39).

Temperatura

Las variaciones de frío y calor que se presentan en una zona específica del territorio se pueden monitorear a través de los registros de temperatura del aire. La zona plana al centro norte del departamento, registra oscilaciones de temperatura que van de 22,8 °C a 23,6 °C en el periodo 2000-2010 (ver Tabla 2.16) y una temperatura media de 23,2 °C. (ver Figura 2.40).

Humedad Relativa

El contenido de vapor de agua en la atmósfera es de gran importancia en la ocurrencia de un gran número de procesos biológicos, químicos y físicos, entre los que se pueden mencionar el desarrollo de la vegetación y la formación de lluvia (Jiménez, 1992). La humedad relativa es la proporción de la presión de vapor existente con respecto a la presión de saturación del aire correspondiente a la temperatura ambiente. El humedal Bocas de Tuluá se localiza en una zona que describe los mayores picos de humedad relativa en los meses Abril-mayo y Noviembre-Diciembre (>81%) y los registros más bajos en Febrero con un 76%, el valor medio corresponde a 79%. Los valores registrados para el periodo hidrológico 2000-2010 se encuentran tabulados en la Tabla 2.16 (Columna 2) y en la Figura 2.41. se aprecia gráficamente el comportamiento de la variable.

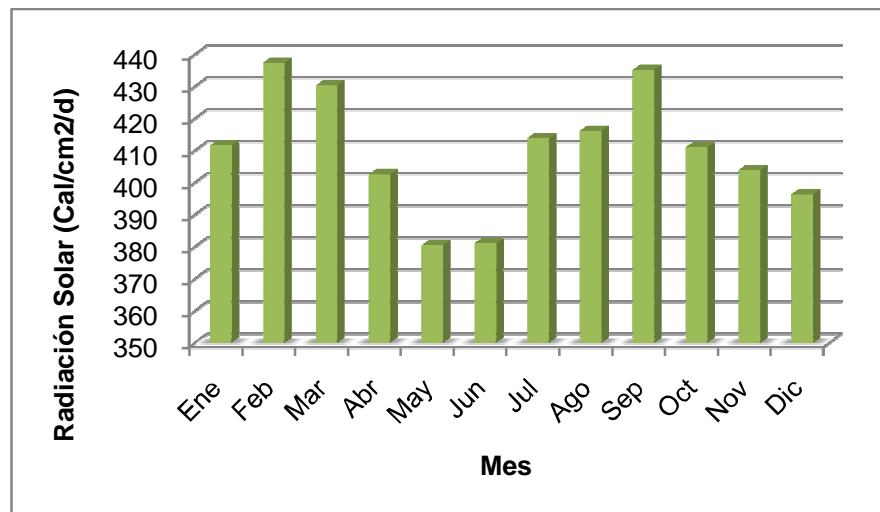


Figura 2.39. Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja Bocas de Tuluá periodo 2000-2010 (1) Brillo Solar medio

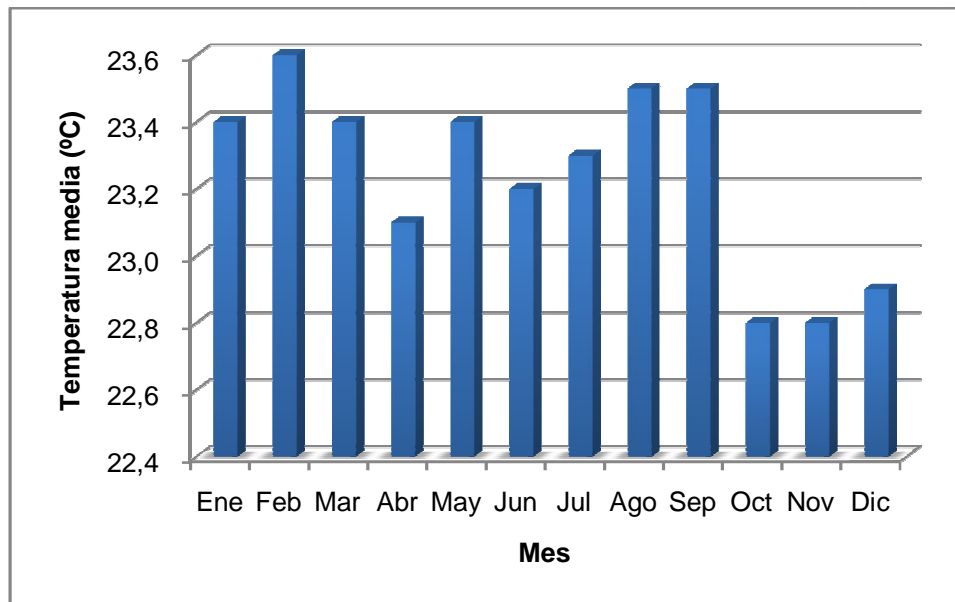


Figura 2.40. Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja Bocas de Tuluá periodo 2000-2010 (2) Temperatura media

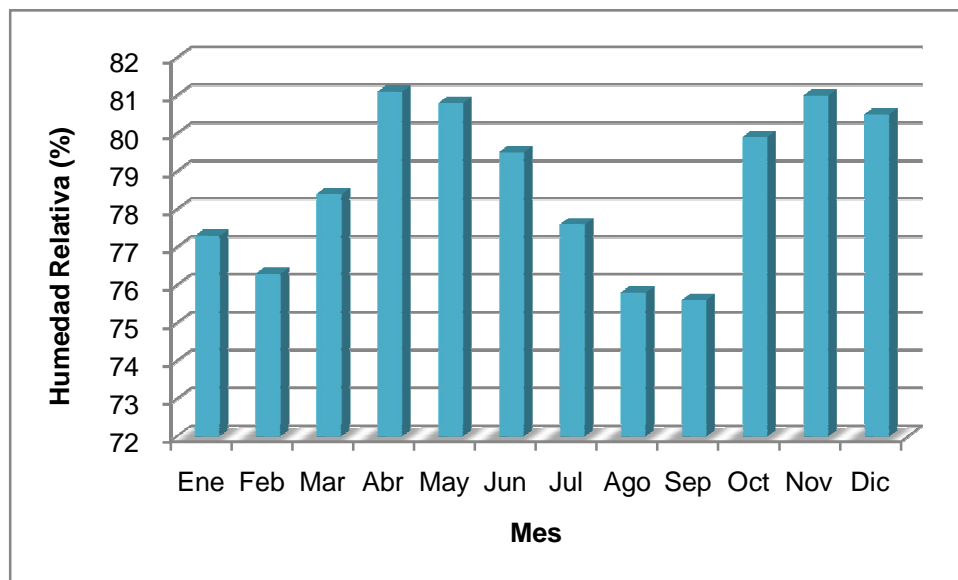


Figura 2.41. Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja Bocas de Tuluá periodo 2000-2010 (3) Humedad Relativa media

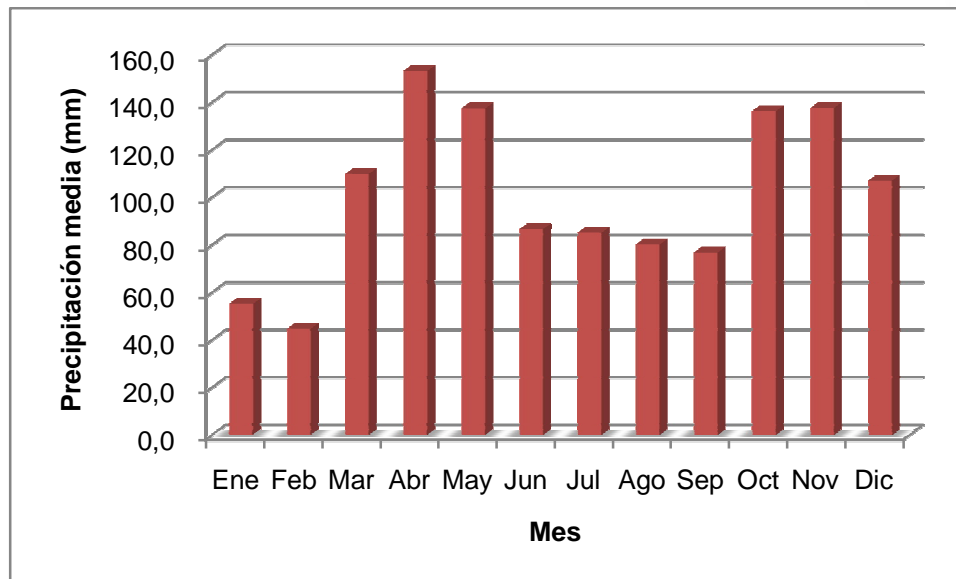


Figura 2.42. Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja Bocas de Tuluá periodo 2000-2010 (4) Precipitación media

Tabla 2.16. Principales variables hidrológicas y climáticas en el área de influencia del humedal Bocas de Tuluá – periodo 2000-2010

Mes	Radiación Solar (Cal/cm ² /d)	Temperatura media (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación Media (mm)
Ene	412	23,4	77	55,3
Feb	437	23,6	76	44,8
Mar	430	23,4	78	109,9
Abr	403	23,1	81	153,2
May	381	23,4	81	137,5
Jun	381	23,2	80	86,7
Jul	414	23,3	78	85,2
Ago	416	23,5	76	80,2
Sep	435	23,5	76	76,8
Oct	411	22,8	80	136,3
Nov	404	22,8	81	137,6
Dic	396	22,9	81	107,0

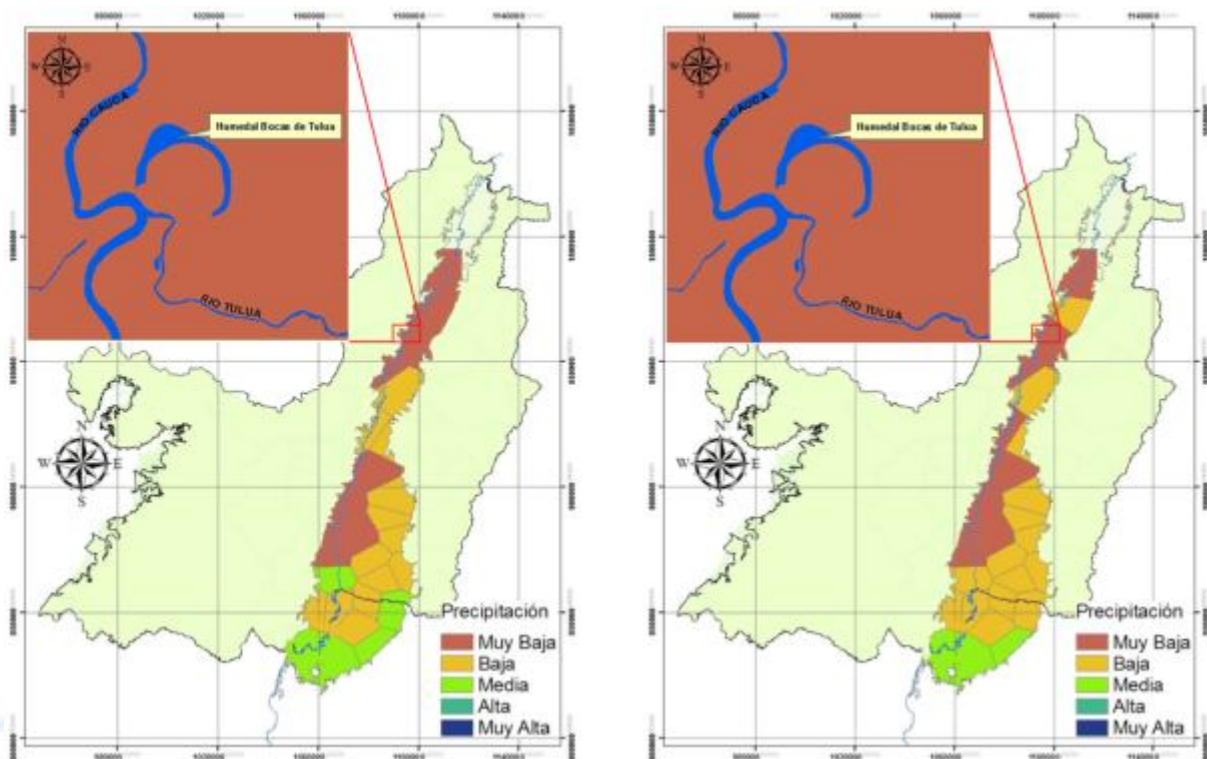
Precipitación

Cuando por condensación las partículas de agua que forman las nubes alcanzan un tamaño superior a 0,1 mm comienza a formarse gotas que caen por gravedad dando lugar a las precipitaciones (en forma de lluvia o de granizo). El calentamiento desigual de la superficie terrestre produce la aparición de capas de aire de diferentes densidades, este equilibrio al ser alterado por el ascenso de aire caliente o por la proveniencia de vientos fríos produce una condensación de esa masa de aire hasta el punto que las gotas de agua en las nubes no pueden ser soportadas por las corrientes de aire y se precipitan (Jiménez, 1992).

La zona plana al centro norte del departamento durante el periodo hidrológico 2000-2010 muestra ser una zona con mayores precipitaciones al resto de la zona del valle geográfico. Esto se puede atribuir a la confluencia de los frentes de humedad provenientes desde la cordillera Occidental y desde la meseta Caucana. El comportamiento de las lluvias describe un régimen bimodal caracterizado por dos periodos húmedos en Marzo-Mayo y Octubre-Diciembre; y dos periodos secos en Enero-Febrero y Agosto-Septiembre. Los mayores picos de precipitación alcanzan los 153,2 mm medios mensuales y un poco más de 44 mm medios mensuales en los periodos más bajos en la última década.

La Tabla 2.16 contiene en la columna 4 los valores medios de precipitación por mes registrados en las estaciones de influencia del humedal Bocas de Tuluá. En la Figura 2.42. se observa el comportamiento de la precipitación en esa zona del departamento del Valle del Cauca. Nótese la coincidencia de los menores valores de precipitación y humedad relativa en contraste a los valores de temperatura y radiación solar para el mismo periodo.

La zonificación de las lluvias medias mensuales para la última década en el valle geográfico del río Cauca se presenta en las Figuras 2.43.a 2.45. En estas figuras se puede observar la localización del humedal Bocas de Tuluá y se puede comparar la influencia hidrológica sobre el mismo mes a mes en comparación con otras zonas del departamento. Esta zonificación se realizó por medio del método de los polígonos de Thyssen.



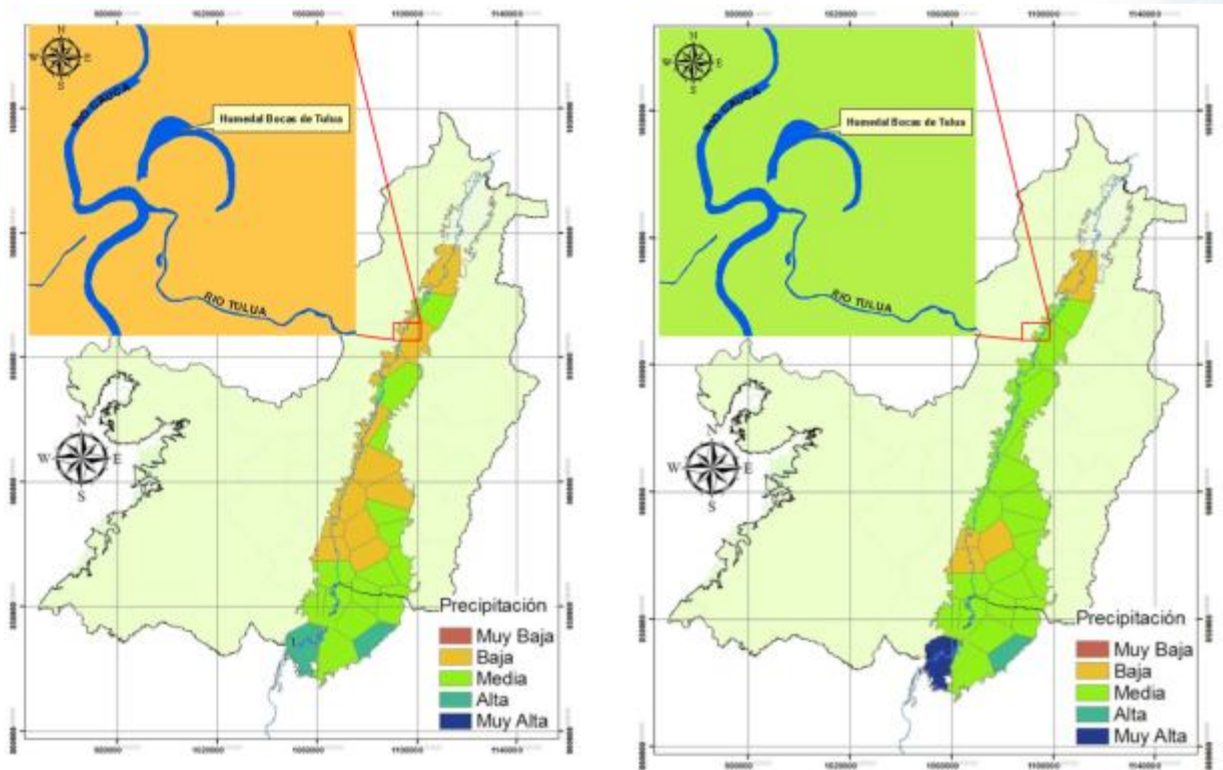
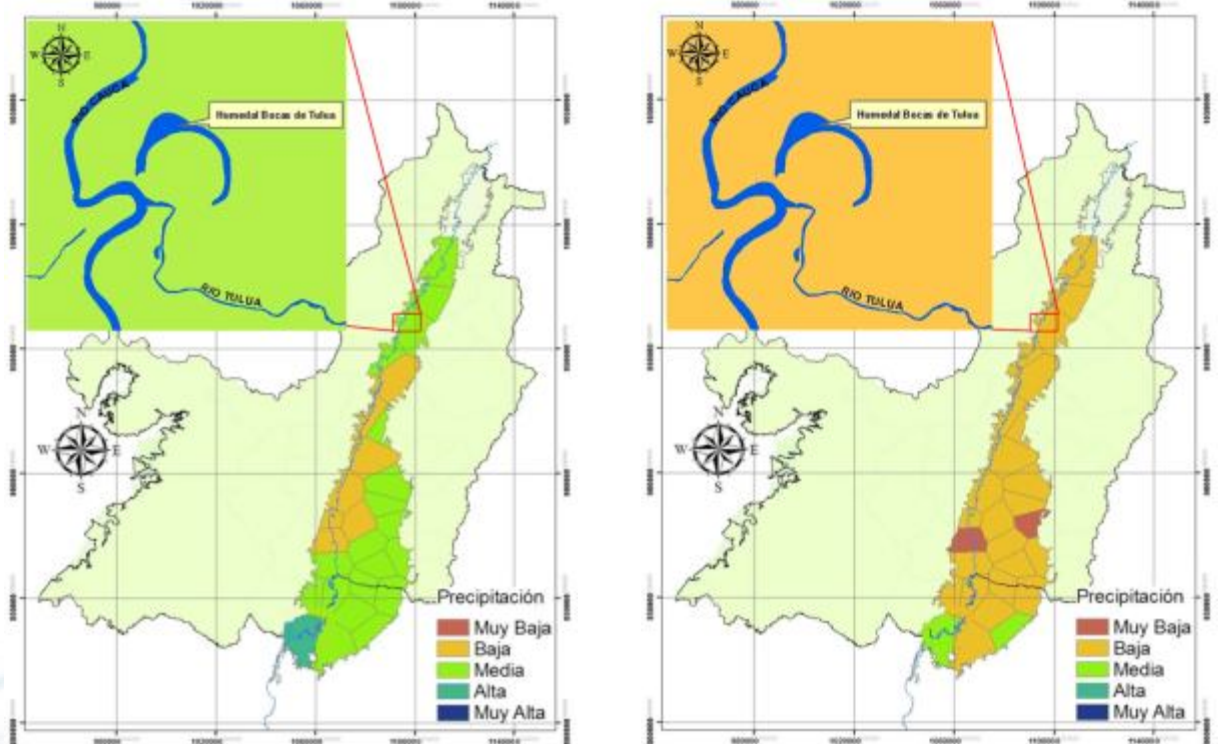


Figura 2.43. Zonificación de la cantidad de lluvia en la zona plana del departamento del Valle del Cauca periodo hidrológico 2000-2010 (1) Enero (2) Febrero (3) Marzo (4) Abril



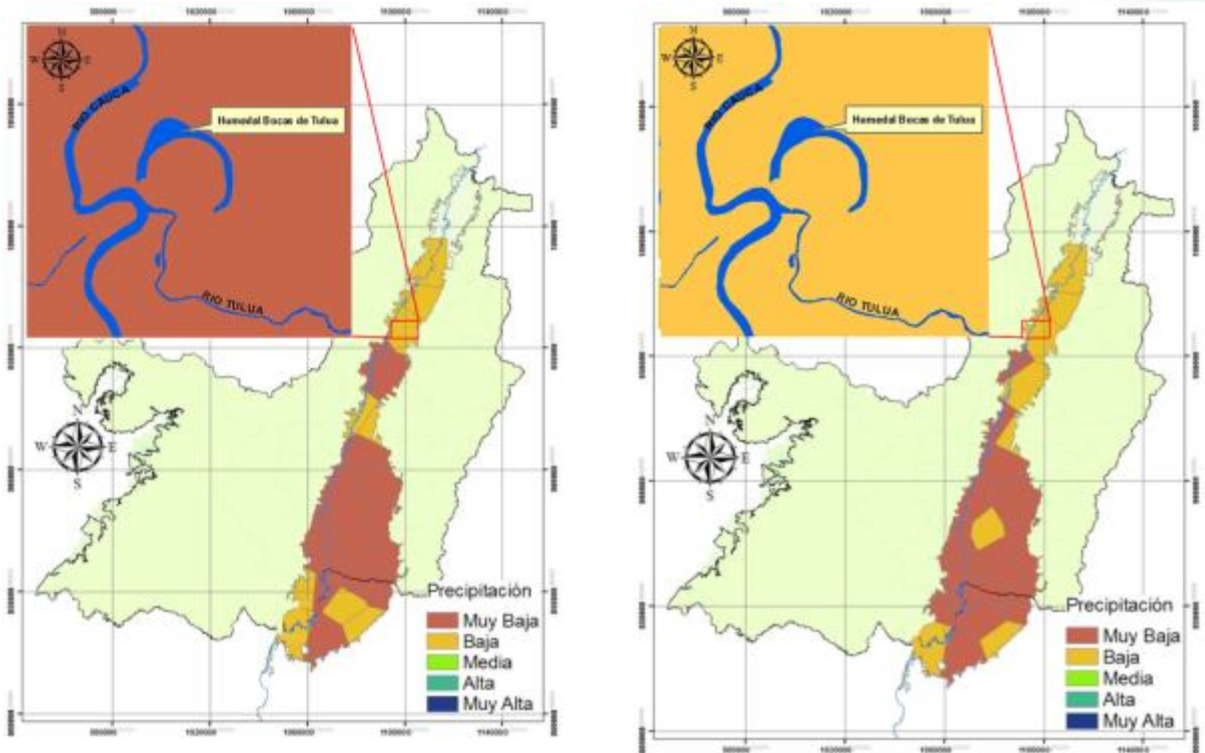
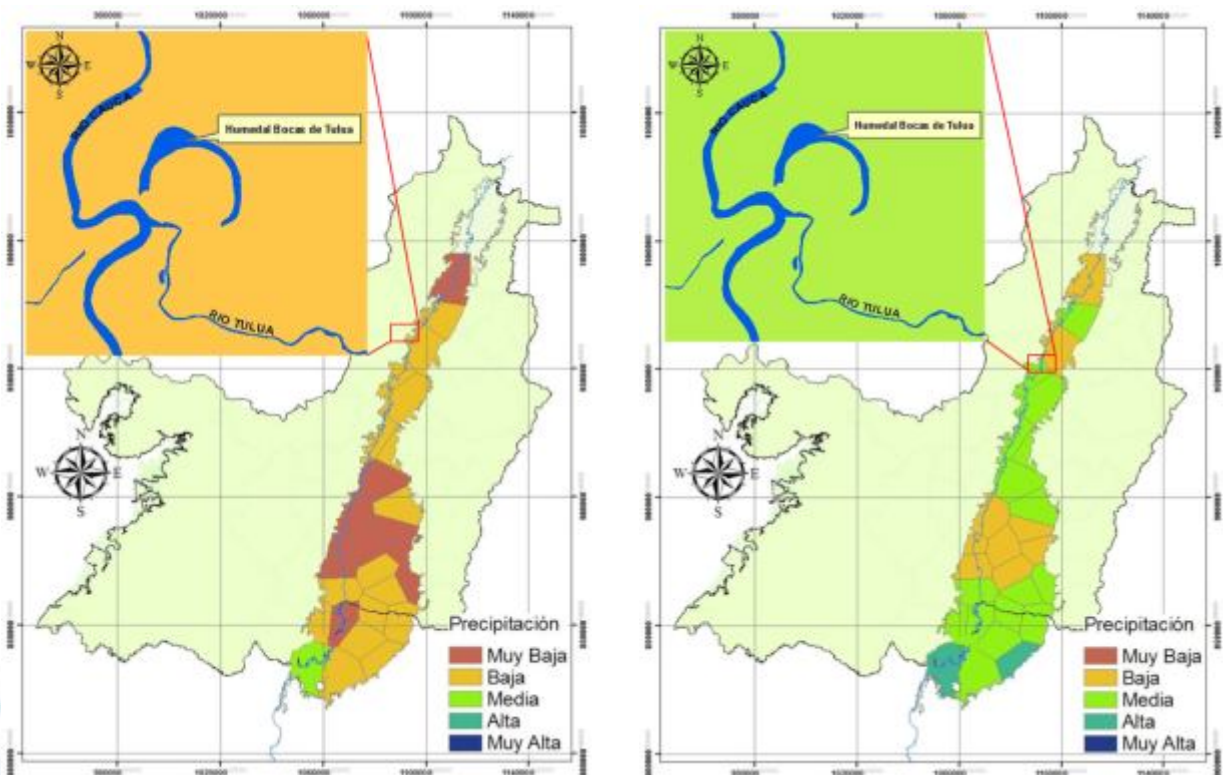


Figura 2.44. Zonificación de la cantidad de lluvia en la zona plana del departamento del Valle del Cauca periodo hidrológico 2000-2010 (5) Mayo (6) Junio (7) Julio (8) Agosto



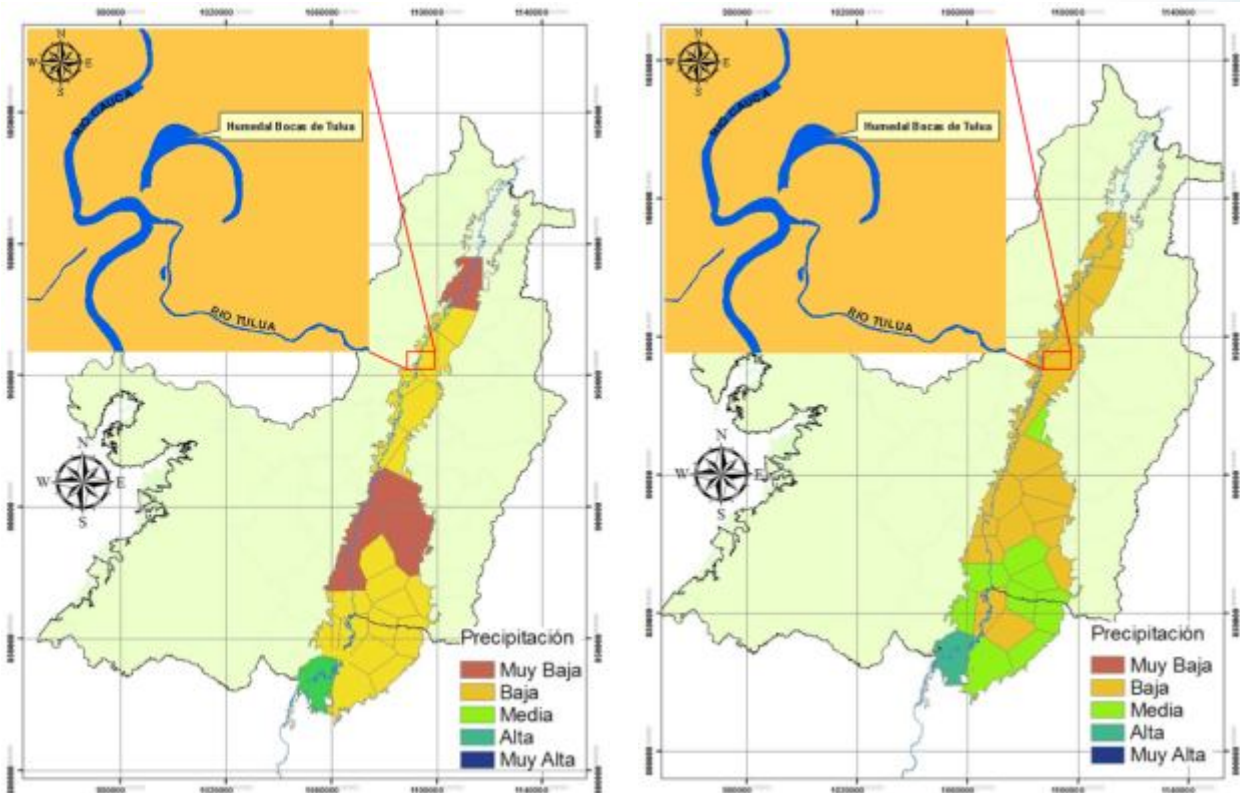


Figura 2.45. Zonificación de la cantidad de lluvia en la zona plana del departamento del Valle del Cauca periodo hidrológico 2000-2010 (9) Septiembre (10) Octubre (11) Noviembre (12) Diciembre

La cantidad de precipitación media ocurrida en la zona plana del Valle se clasificó de acuerdo al rango de valores propuesto por Cenicaña como se describe en la Tabla 2.17.

Tabla 2.17. Clasificación de la cantidad de lluvia según Cenicaña

Rango (mm/mes)	Clasificación
0 - 50	Muy Baja
50 - 100	Baja
100 - 200	Media o Normal
200 - 300	Alta
300 - 400	Muy Alta

2.3.5.1. CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DEL HUMEDAL BOCAS DE TULUÁ

La fluctuación estacional que más afecta el aumento en los niveles de agua en el humedal (en el caso de los humedales riparios) es debida a las inundaciones y/o aumentos de nivel del río adyacente (Mitsch & Gosselink, 1993). Estos aportes no son iguales año tras año y aún en el mismo año puede presentarse oscilaciones dramáticas; tal como aconteció con el año 2009, año bastante atípico pues registró la última etapa del fenómeno Enzo en su oscilación Lluviosa (año 2008) y estuvo marcado el resto del



año con un fuerte verano que hizo descender los niveles de los ríos de la región (Bernal, 2010).

Durante la época de inundación se produce la fertilización de las aguas en el humedal por el aporte de una gran cantidad de nutrientes y de sedimento por parte del río asociado y por la expansión del espejo de agua que causa la anexión de gran parte de la biota del ecosistema terrestre circundante que se desarrolló durante la época seca anterior. Esto permite que se den los procesos de reciclaje de los nutrientes atrapados en los humedales. Al llegar la época seca el ecosistema terrestre experimenta una expansión y aprovecha los nutrientes atrapados por la vegetación acuática, la fauna asociada, el bentos²⁶ y los sedimentos durante las lluvias inmediatamente anteriores disminuyendo las concentraciones de los nutrientes en el agua. Se trata de un mecanismo que impide la pérdida de nutrientes del sistema, ya que si bien escapan del ambiente acuático durante verano, parte de ellos retornan al agua en la siguiente inundación (Welcomme citado por Pinilla, 2007).

En consecuencia, la comprensión del régimen de caudales y niveles de agua en un río es de vital importancia tanto para el diseño de proyectos de manejo, aprovechamiento y control del recurso hídrico, como para conocer la dinámica del sistema de humedales y definir acciones que se orienten a su sostenibilidad (Sandoval, 2009). A continuación se presenta una caracterización hidráulica preliminar para el Humedal Bocas de Tuluá.

0.1.1.1.1 Estudio de la conexión del Río Cauca con el humedal Bocas de Tuluá

Para poder establecer el caudal de intercambio superficial entre el río y el humedal, es necesario conocer las características batimétricas y de sección del canal o canales que conecten al humedal con el Río Cauca.

Es necesario analizar los registros de niveles en un mínimo de 10 años y establecer la probabilidad de ocurrencia de los niveles registrados en las estaciones limnigráficas para identificar el porcentaje de tiempo en que teóricamente el Río no alcanza el nivel para ingresar por el canal de conexión al Humedal. La estimación de la curva de duración de niveles para las estaciones limnigráficas se realiza año por año para observar los años atípicos o influenciados por fenómenos externos, tales como efecto de crecientes en periodos de año niña y efectos de sequía extrema en periodos de año niño (Vogel, 1993).

Los estudios de inundabilidad y desbordamiento deben ser abordados de manera rigurosa y las conclusiones que de ahí se deriven deben considerar los aportes o niveles mínimos necesarios para mantener las condiciones ecohidrológicas del Humedal.

²⁶ Comunidad que habita el fondo de los ecosistemas.



En el caso específico del humedal Bocas de Tuluá, las inspecciones visuales y topográficas permiten definir la no existencia de conexiones hídricas superficiales entre el humedal y el Río Cauca o el Río Tuluá.

0.1.1.1.2 Curvas Nivel-Área-Volumen

El volumen es una medida que se determina a partir de distancias o tensores métricos, en los dominios de tres dimensiones (X, Y, Z). Siendo esta la medida que se le asocia al espacio que ocupa un cuerpo, dicho cuerpo el agua que está en el dominio del humedal Bocas de Tuluá.

Esta fue calculada a partir de Topo-Batimetría realizada la metodología empleada es a partir de perfiles longitudinales del humedal, siendo cada perfil equidistante entre ellos. Se procede a relacionar las cotas de niveles contenidas en cada perfil para cada volumen almacenado presente en el cuerpo de agua. Es razonable aclarar que estas variables de estado corresponden a la formación del almacenamiento permanente y no a las áreas de inundación y que pese a ser una buena aproximación no dejan de ser valores efectivos.

De acuerdo a los registros Topo-Batimétricos, la capacidad de almacenamiento máxima es igual a 591.443,24 m³, y se alcanza a los 920,48 msnm (en coordenadas IGAC). A continuación se presenta en la Tabla 2.18 los valores tabulados para la elaboración de este modelo y en la Figura 2.46 las curvas de nivel-área-volumen para el Humedal Bocas de Tuluá.

Tabla 2.18. Valores tabulados de las curvas Nivel-Área-Volumén para el Humedal Bocas de Tuluá

Cota	Volumen Almacenado (m ³)	Área (m ²)
916,00	6.353,90	41.651,44
916,50	29.415,43	50.594,78
917,00	59.980,50	71.427,64
917,50	101.102,85	92.102,69
918,00	162.158,85	116.785,17
918,50	224.175,33	129.583,73
919,00	293.182,86	147.781,85
919,50	372.112,56	167.886,31
920,00	468.567,49	218.494,22
920,48	591.443,24	240.112,61

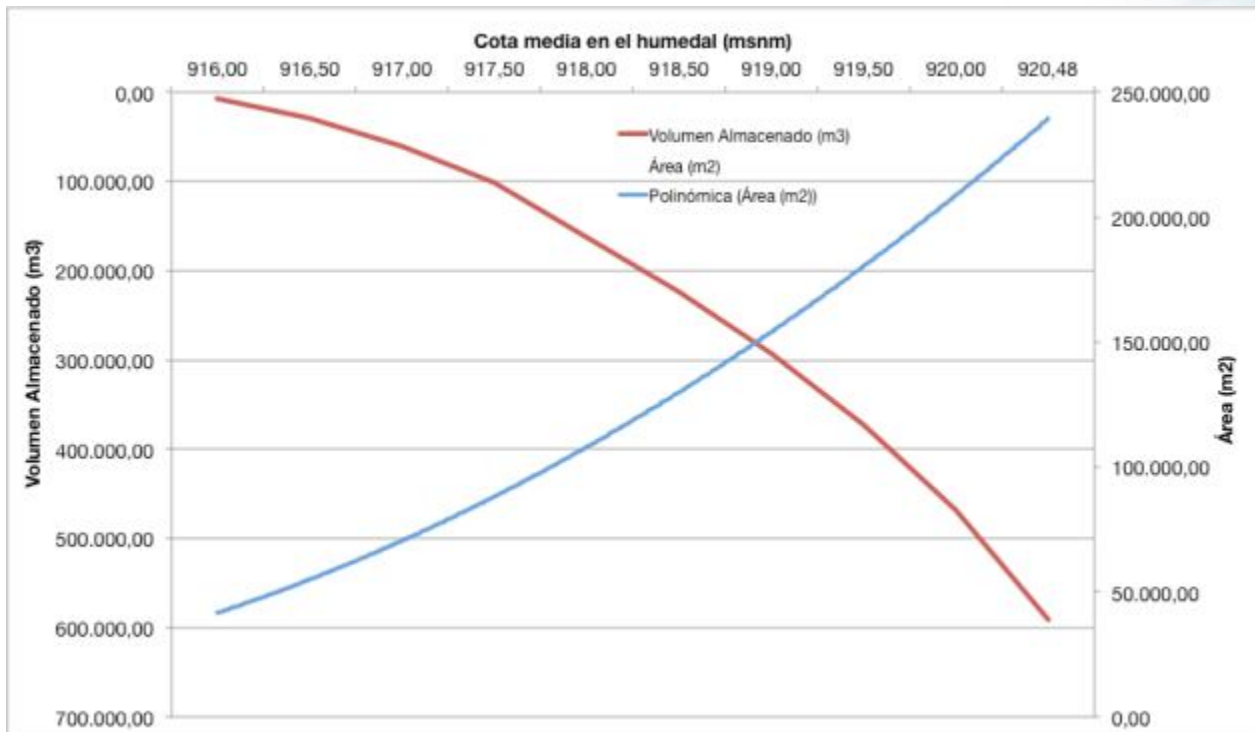


Figura 2.46. Curvas Nivel-Área-Volumen Humedal Bocas de Tuluá

2.3.5.1.1. Índice Área-Volumén

Este índice relaciona el cociente entre el área y el volumen y permite evaluar la salud del ecosistema, los datos usados corresponden al nivel promedio encontrado al momento de la batimetría; 918,25 msnm (En coordenadas IGAC):

$$I_{A/V} = \frac{A}{V} = \frac{129583.73 \text{ m}^2}{224175.3 \text{ m}^3} = 0.578$$

El indicador que analiza la relación área-volumen señala que no se registró un cociente superior a uno; esto descarta la posibilidad que en el humedal el área sea potencialmente mayor al volumen, lo que evidenciaría una desecación y disminución del cuerpo de agua (colmatación) por una elevada sedimentación o somerización excesiva. Los valores inferiores a uno evidencian que el volumen de agua es considerablemente mayor al área y esto demuestra que el humedal posee caudales ecológicos que aún pueden mantener los equilibrios hidrológicos. (Pinilla, 2007).

2.3.5.2. BALANCE HÍDRICO PRELIMINAR

El hidropериодо o estado hidrológico de un humedal, puede ser resumido como el resultado de los siguientes factores:

1. El balance hídrico entre entradas y salidas de agua
2. La delimitación o superficie de contorno del humedal



3. El tipo de suelo, la geología y las aguas subterráneas.

La primera condición define el modelo hidrodinámico del humedal; el segundo y el tercero definen la capacidad de almacenamiento de agua (Mitsch, 1993). El balance general entre almacenamiento de agua y entradas y salidas esta dado por la ecuación de continuidad (Giles, 1995):

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = P + Esc + AS_R + Q_{in} - Ev_t - AS_D \quad (2.1)$$

Donde:

$\Delta V/\Delta t$: Almacenamiento
P	: Precipitación neta
Esc	: Entrada por escorrentía
AS_R	: Recarga de Agua Subterránea
Q_{in}	: Caudal de intercambio
Ev_t	: Evapotranspiración
AS_D	: Descarga de Agua Subterránea

El balance hídrico se planteará para los 10 últimos años; pues de ahí se obtienen dos insumos importantes para la ecuación de continuidad, estas son; el almacenamiento y el caudal de salida.

De tal forma se estimará la precipitación y la evapotranspiración media del periodo multianual en el periodo 2000-2010 gracias a datos obtenidos a través de Cenicaña.

2.3.5.2.1. Evapotranspiración

Existen diversos métodos para el cálculo de la evapotranspiración; Penman, García López, Thornthwaite, Turc entre muchos otros. No obstante según Mitsch y Gosselink (1993) ninguno de todos estos métodos empíricos es enteramente satisfactorio.

En la literatura existente aun no hay una respuesta uniforme acerca del efecto que tiene la presencia de vegetación en el humedal respecto a la extracción de volumen de agua desde la superficie. Muchos autores afirman que la influencia de la vegetación es insignificante; otros indican que la extracción se incrementa; algunos más dicen que se reduce y que varía con el estado de desarrollo de la vegetación y la estacionalidad climática (Samarena, 2010).

Velez (2006) quien ha realizado estudios sobre el Jacinto de agua en el Valle del Cauca estimó que el Buchón de Agua incrementa la extracción por un factor de 3.2. Eggelsman (citado por Mitch, 1993) encontró que la evaporación de un lago cubierto por vegetación acuática es generalmente menor que desde una superficie libre excepto durante los meses de verano. Estudios en lagos de Minnessota, Bay (citado por Mitch, 1993) encontraron que la extracción se incrementa entre un 88% a un 121 %. Eisenlohr (citado por Mitch, 1993) reporto un 10% de evaporación más baja. Hall (citado por



Mitch, 1993) estimo que la permanencia de vegetación en un humedal en New Hampshire perdió un 80% más de agua durante la estación seca. Brown (citado por Mitch, 1993) encontró que las pérdidas por evaporación fueron más bajas que desde una superficie de agua libre.

Las diferencias en los resultados de los experimentos y la dificultad de medir evaporación y evapotranspiración conducen a plantear una aproximación para las condiciones climatológicas del área de localización del Humedal Bocas de Tuluá.

Un buen indicador de la magnitud de esta variable lo constituye el procedimiento aplicado por Cenicafé en Colombia. El centro de investigaciones del Café - Cenicafé elaboró una expresión ajustada a los registros hidroclimatológicos de un amplio espectro de estaciones en Colombia, esta expresión está dada por:

$$EVP_r = 4.658 \exp(0.0002h) \quad (2.5)$$

Donde:

EVP_r : Evapotranspiración real en mm/día

h : Cota sobre el nivel del mar, en m

Para el caso del humedal Bocas de Tuluá, la evapotranspiración real estaría determinada por la altitud de la estación pluviométrica más cercana (Río Frío) que es igual a 929 msnm. Por tanto la evaporación real en la zona sería del orden:

$$EVP_r = 5.609 \text{ mm/día o } 168,27 \text{ mm/mes.}$$

No obstante para efectos de un análisis mes a mes del fenómeno de evapotranspiración está se determinara a partir de los valores de evaporación calculados por el método de Penman-Monteith usando el software CropWat (circulación libre FAO), para ello se requirieron datos de temperatura mínima, temperatura máxima, humedad relativa, velocidad del viento y localización geográfica del sitio de estudio (Ver Figura 2.42).

ETo Penman-Monteith Mensual - untitled

País: Colombia Estación: Rio Frio

Altitud: 929 m. Latitud: 4.13 °N Longitud: 76.27 °W

Month	Temp Min °C	Temp Max °C	Humidity %	Wind km/día	Sun horas	Rad MJ/m ² /día	ETo mm/día
January	16,4	33,1	77	426	10,0	23,3	5,78
February	16,6	33,4	76	456	10,0	24,4	6,16
March	16,8	33,5	78	438	10,0	25,1	6,13
April	17,0	33,4	81	449	10,0	24,8	5,87
May	17,3	32,8	81	447	10,0	23,8	5,59
June	16,8	32,5	80	390	10,0	23,1	5,39
July	16,7	33,2	78	434	10,0	23,3	5,77
August	16,7	33,4	76	428	10,0	24,2	6,09
September	16,3	33,6	76	446	10,0	24,8	6,28
October	16,6	32,7	80	447	10,0	24,4	5,75
November	16,6	32,3	81	382	10,0	23,4	5,32
December	16,9	32,2	81	384	10,0	22,9	5,19
Average	16,7	33,0	79	427	10,0	23,9	5,78

Figura 2.47. Resultados del modelo Penman-Monteith para el cálculo de la Et en inmediaciones del Humedal Bocas de Tuluá

El resultado para los promedios hallados de evapotranspiración en los últimos 10 años se afectara por un coeficiente de 140% (1.4), el cual fue reportado por Mitsch & Gosselink (1993) quienes estiman que las tasas de extracción debidas a la vegetación acuatica son mayores a las tasas de extracción calculadas por el metodo de Penman para condiciones no acuaticas, ver Tabla 2.19.

2.3.5.2.2. Precipitación

Al igual que la evapotranspiración, los registros de precipitación para la zona de estudio corresponden a los valores multianuales de los últimos 10 años, aprovechando los datos obtenidos a través de Cenicaña. La precipitación media mensual para esa fecha sobre el Humedal Bocas de Tuluá se registra en la Tabla 2.16.

2.3.5.2.3. Caudal de intercambio Río Cauca-Humedal Bocas de Tuluá

Debido a que no existe canal de conexión entre el Río Cauca y el humedal, no es posible determinar un caudal de intercambio superficial entre los dos cuerpos de agua.

2.3.5.2.4. Almacenamiento

A partir del levantamiento topográfico y batimétrico en el Humedal Bocas de Tuluá, se estimaron los valores aproximados de almacenamiento de acuerdo al nivel medio registrado en esa misma fecha. El Volumen almacenado en el año 2003 corresponde a

2308492.99 m³ el cual se presenta para un nivel medio de 918.25 (sistema IGAC). El nivel medio alcanzado en 2003 por el Río Cauca es de 919,54 es decir que en esa fecha se produjo un ingreso de agua hacia el Humedal Bocas de Tuluá.

2.3.5.2.5. Balance

Finalmente, con los insumos estimados se procede a realizar un balance hídrico para el mes de Diciembre Multianual con datos de una década. Con miras a establecer la magnitud del intercambio con las aguas subterráneas se asumirá que los aportes por acequias y zanjones son mínimos. Un valor negativo en el balance final indicara una posible infiltración desde el Humedal hacía el Acuífero, mientras que un valor positivo significara que el acuífero aporta agua al Humedal.

Tabla 2.19. Principales variables para el balance en el Humedal Bocas de Tuluá

Volumen (m ³)	Área (m ²)	Prec. (mm/mes)	Evt (mm/mes)	Qin (m ³ /seg)
2308492,99	1276420,44	107,00	217,8	0,1

Unificando la variable salida/entrada de aguas subterráneas (AS) y considerando que el aporte de zanjones y acequias es mínimo (dado que no se tienen datos) la ecuación de continuidad simplificada queda de la siguiente manera:

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = P - Ev_t + Q_{in} \pm AS \quad (2.6)$$

Luego de realizar conversión de unidades y de involucrar el área del humedal en las variables Evapotranspiración y Precipitación se tiene:

Tabla 2.19b. Variables para el balance hídrico humedal Bocas de Tuluá

Bocas de Tuluá				
Área (m ²)	1276420,44			
Variables	Volumen (m ³)	Prec. (mm/mes)	Evt (mm/dia)	Qin (m ³ /seg)
Datos entrada	2308492,99	107	7,26	0,1
en día	76949,77	3,57	7,26	0,10
en segundos	0,890622296	4,12809E-05	8,40278E-05	
en metros		4,12809E-08	8,40278E-08	
por area	0,890622296	0,052691739	0,107254773	0,1

$$0,10 \frac{m^3}{s} = 0,89 \frac{m^3}{s} - 0,052 \frac{m^3}{s} + 0,10 \frac{m^3}{s} \pm AS$$

$$0,845 = \pm AS$$

Este resultado indica que existe la posibilidad que el Humedal este descargando al Acuífero adyacente, es decir sufre pérdidas por infiltración (Bernal, 2010). Dado que no existe un compendio amplio de información no se puede asegurar que efectivamente esa agua esté recargando el acuífero. Existe la posibilidad que el Humedal Bocas de Tuluá tenga un comportamiento típico de humedal ribereño, es decir; recibe el exceso



de agua del río asociado y la conduce al acuífero adyacente. Es necesario poner en contexto la ubicación y la hidrología del humedal, fuertemente asociada al río Tuluá el cual tiene un contacto directo con el espejo de agua, y debido a las dinámicas de crecidas en la riera del río Cauca en conjunto con el Río Tuluá generan que el humedal presente unas áreas y volúmenes elevados para su comportamiento normal esperado.

No obstante, la incertidumbre asociada a la estimación de la evapotranspiración es un elemento a tener en cuenta en próximas investigaciones, dado que si ese valor llega a ser más alto que el propuesto en este estudio, el cierre de la ecuación de continuidad puede indicar que el Humedal está recibiendo agua extra por parte de alguna variable. De igual forma, se debe establecer una comisión para verificar los posibles canales y/o zanjones de que estén aportando agua al Humedal y de encontrarlos, de debe programar una serie de campañas de aforo.

Estos análisis pretenden brindar un avance hacia las directrices planteadas por la convención Ramsar y acogidas por Minambiente 2006; según lo cual se debe intentar establecer en la mejor medida de las posibilidades el balance hídrico de cada humedal.

Es cierto que aún no se dispone de un adecuado monitoreo ni de la instrumentación requerida para tal fin, pero este tipo de informes pueden direccionar en buena forma los insumos que se deben conseguir para dar continuidad a este proceso.

2.3.6. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA

Edwar Andrés Forero Ortiz

Un análisis a los resultados de los monitoreos de las variables de calidad de las aguas, permiten inferir la salud del ecosistema en sus fases acuática, anfibia y terrestre. Igualmente posibilita identificar las causas que degradan o atentan contra la estructura del sistema, así como el uso del territorio en la cuenca de captación.

No obstante la Corporación CVC no cuenta con un registro amplio de datos de monitoreo para éste factor en todos los humedales objeto de estudio, lo cual resulta precario para efectuar análisis e inferir aspectos y definir acciones a implementar en el manejo.

Para el humedal Bocas de Tuluá se cuenta con los registros detallados en la siguiente Tabla, los cuales se tomaron para tres secciones longitudinales del cuenco lagunar (Sur, Centro y Norte) para el año 2010, y los datos registrados en el Plan de Manejo formulado en el año 2003 por CVC – Fundación Natura de los años 2001 y 2003 sin localización espacial en particular.

Tabla 2.20. Registros de Calidad de Agua

Años	Periodo
2001	Húmedo



2003	Seco
2010	Húmedo

El presente análisis parte de estos registros y aspira a identificar para cada parámetro los valores reportados, sus causas en lo cuantitativo y cualitativo, su relación con los umbrales definidos en la Resolución 1594 de 1984 en lo relacionado con la vida acuática; los orígenes entrópicos y/o naturales de concentración de las sustancias, su variación temporal y espacial; así como la relación integral entre variables de calidad de agua.

2.3.6.1. Índices de calidad del agua

Los índices de calidad de agua son funciones matemáticas que permiten determinar cuantitativa y cualitativamente el estado de un cuerpo de agua, en este caso se quiere indicar el estado del ecosistema y su capacidad para mantener la vida.

Uno de los indicadores más conocido es el ICA, desarrollado en el año de 1970 por la Fundación de Sanidad Nacional de los Estados Unidos (NSF), creado para medir los cambios en la calidad de agua en tramos de los ríos especialy temporalmente. El índice ICA es una función matemática que se obtiene del producto de nueve parámetros el cual tiene un peso ponderado (entre 0 – 100) según el valor del parámetro.

Expresión numérica:

$$ICA = \prod_{i=1}^n (sub_i)^{w_i} \quad (2.X)$$

Tabla 2.21. Variables y pesos del ICA

Parámetro	wi
% de Saturación de O ₂	0.17
DBO ₅	0.10
pH	0.12
Turbiedad	0.08
Fosfatos	0.10
Nitratos	0.10
Sólidos Totales	0.08
Temperatura	0.10
Sólidos disueltos	0.15

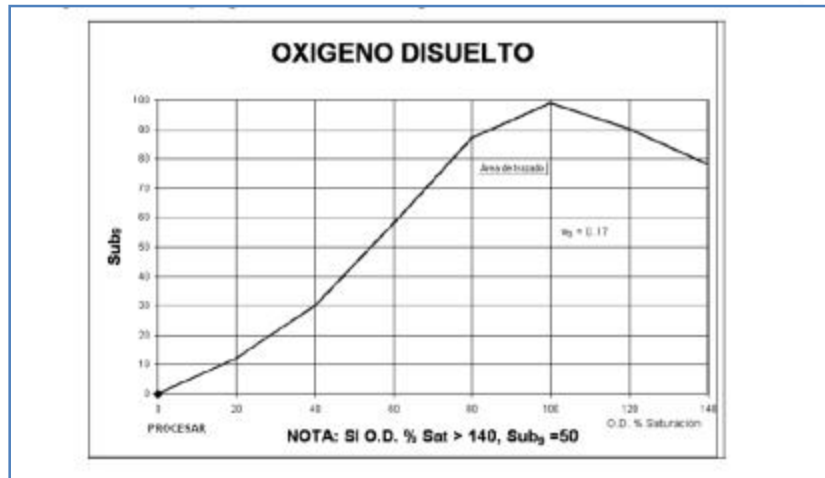


Figura 2.48. Estimación de parámetros oxígeno disuelto (Sub_i)

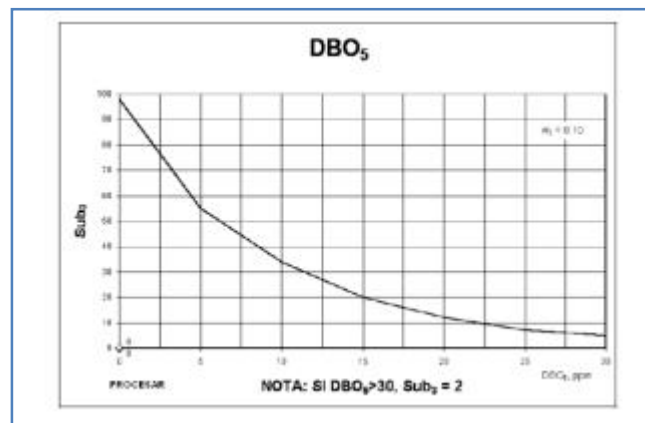


Figura 2.49. Demanda Biológica de oxígeno DBO_5

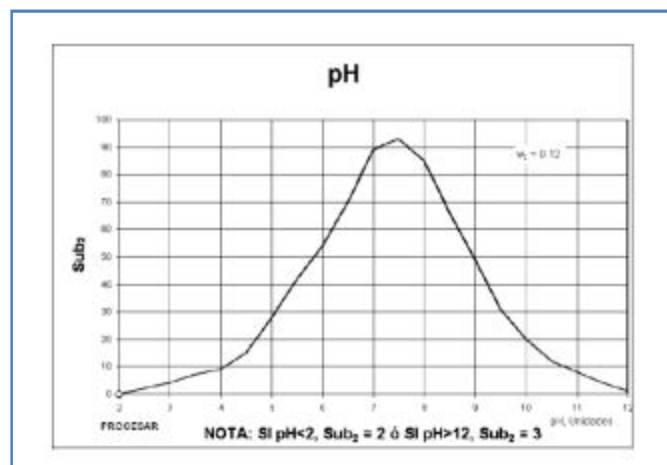


Figura 2.50. Potencial de Hidrogeno pH

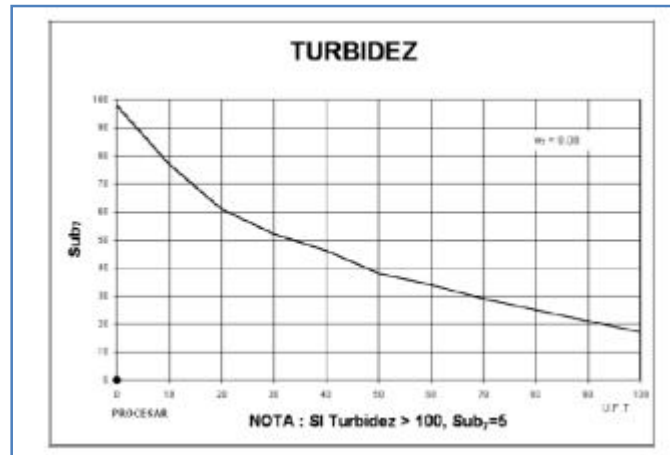


Figura 2.51. Turbiedad

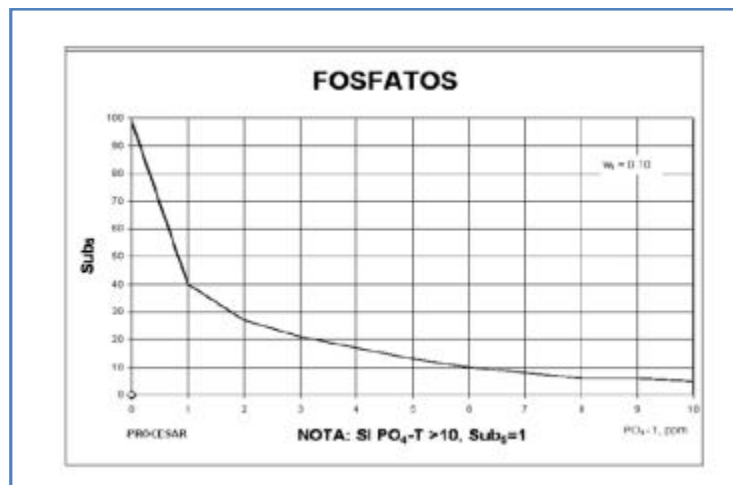


Figura 2.52. Fosfatos

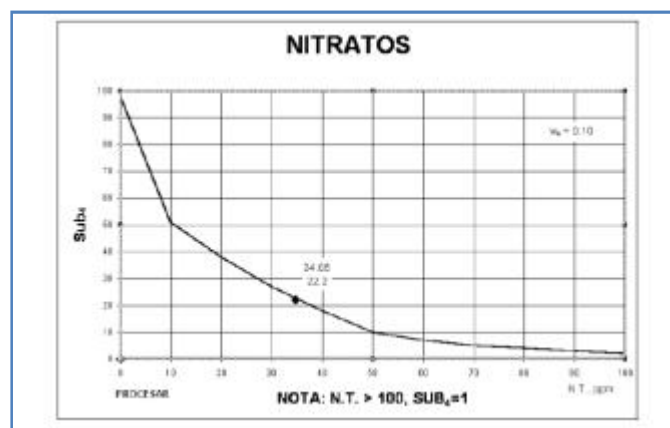


Figura 2.53. Nitratos

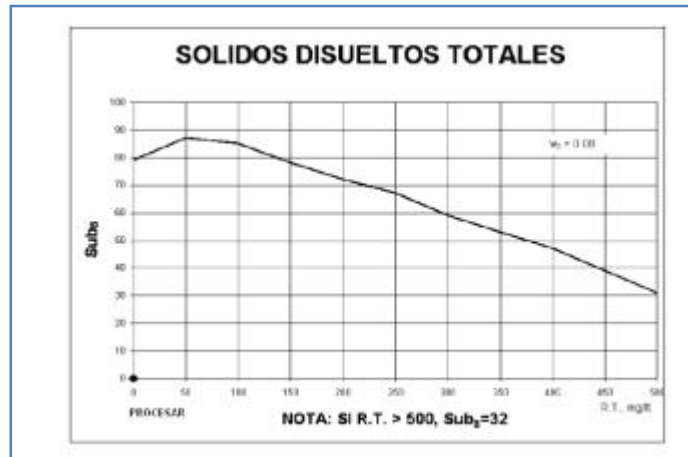


Figura 2.54. Sólidos Disueltos

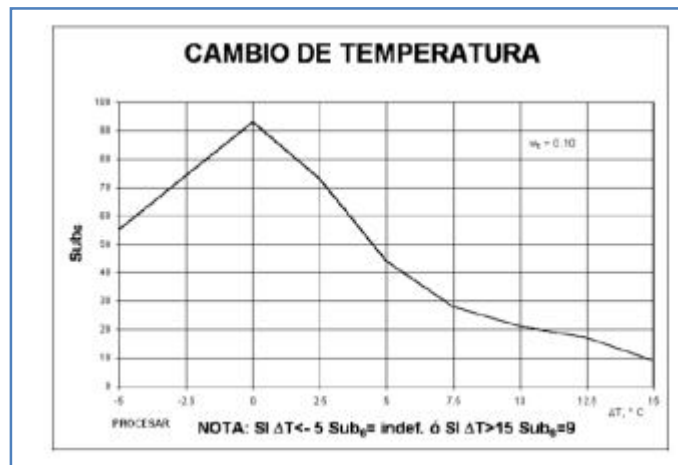


Figura 2.55. Temperatura

2.3.6.2. Índices de calidad de agua modificado para el manejo de lagunas tropicales de inundación

El modelo de ICA – NSF se adaptó para aplicarlo a lagunas tropicales de inundación, esta adaptación modifica algunos exponentes dando más peso a los parámetros de Saturación de Oxígeno Disuelto y Sólidos Suspendidos. A continuación se indica la ecuación de índices de calidad modificado (Pérez – Rodríguez 2006).

$$ICA - L = (Q_{stO_2})^{0.18} * (Q_{SS})^{0.16} * (Q_{pH})^{0.12} * (Q_{DQO})^{0.12} * (Q_{NO_3})^{0.11} * (Q_{Ptotal})^{0.11} * (QT)^{0.11} * (Q_{ct})^{0.09}$$

Se proponen nuevos parámetros fisicoquímicos y nuevas curvas para calcular los ponderados. Las siguientes curvas ilustran la metodología para el cálculo del índice de Calidad.

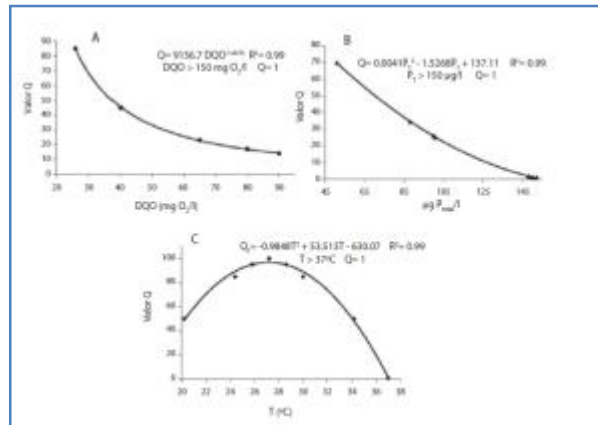


Figura 2.56. Cálculo del índice de Calidad

Tabla 2.22. Índice de Calidad de Agua para lagunas tropicales de Inundación

CALIDAD DE AGUA	VALOR	Descripción de la Calidad de Agua
Excelente	86 – 100	No presenta peligros para el ecosistema. Es adecuada para el desarrollo de todas las especies.
Buena	71 - 85	Sostiene una alta biodiversidad de vida acuática. Se presentan períodos donde algún indicador muestra peligros para el ecosistema. En este caso, si la situación no mejora en un período breve, se empezarán a ver cambios en la composición del ecosistema.
Regular	51 - 70	Existen signos de contaminación, como aumento en la concentración de nutrientes. Se observa una reducción de la diversidad en los organismos acuáticos y un desequilibrio en el crecimiento de algas y vegetación acuática.
Mala	26 - 50	Sostiene una baja biodiversidad de vida acuática, principalmente de especies tolerantes. Manifiesta problemas con fuentes de contaminación puntual y no puntual.
Pesima	0 - 25	Posibilita el crecimiento de poblaciones elevadas de un limitado número de organismos resistentes, aguas muy contaminadas.

2.3.6.3. Calidad de agua en el río Cauca

De acuerdo a los datos suministrados por la CVC en sus estaciones de monitoreo (CVC, 2011), los análisis de calidad de agua en el sector de Río Frío se caracterizan por presentar una calidad de agua regular. La Tabla 2.23 reporta las concentraciones de los parámetros de importancia para el análisis de calidad de agua del Río Cauca en la estación más cercana al humedal.

En el contexto específico del humedal Bocas de Tuluá, el río Cauca presenta condiciones regulares de calidad de sus aguas para el desarrollo de la vida acuática, y son suficientes para deteriorar de manera mediana la viabilidad ecológica del Río en ese tramo.

Tabla 2.23. Parámetros de calidad del agua del Río Cauca, año 2010. Estación Río Frío



Parámetro	Unidad	Promedio
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	1,71
pH	Und.	7,37
DBO ₅	mg O ₂ /L	2,98
DQO	mg O ₂ /L	14,65
Turbiedad	UNT	54,25
Fósforo Total	mg P/L	0,27
Nitrógeno Total	mg N/L	2,75
Sólidos Totales	mg ST/L	205,00
Temperatura	°C	25,18

2.3.6.4. Tributarios aguas arriba del humedal Bocas de Tuluá

Se presenta la desembocadura del Río Tuluá en el Río Cauca justamente aguas arriba del humedal Bocas de Tuluá, hecho que permite aseverar que las condiciones fisicoquímicas del Río Tuluá afectarán la calidad del agua del humedal Bocas de Tuluá; por lo cual es necesario analizar la calidad del agua del Río Tuluá.

2.3.6.4.1. Río Tuluá

La Tabla 2.24 detalla los resultados de los muestreos a los parámetros fisicoquímicos de importancia para el análisis del impacto de la calidad del agua del río en el humedal.

Tabla 2.24. Parámetros de calidad del agua del Río Tuluá, año 2010. Antes de la desembocadura en el Río Cauca

Parámetro	Unidad	Valor
Oxígeno Disuelto	mg O/L	6,76
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O/L	4,38
Temperatura	°C	22,00
pH	unidad	7,53
Turbiedad	UNT	92,00
Fosfatos	mg PO ₄ /L	0,18
Nitritos	mg N-NO ₂ /L	0,27
Sólidos Totales	mg ST/L	116,00
Sólidos Disueltos	mg SD/L	69,50

Al realizar un análisis detallado de la calidad del agua del Río Tuluá, es posible detallar que los diferentes parámetros, como el oxígeno disuelto (6,76 mg O/L) y la turbiedad (92 UNT), se encuentran en unos rangos adecuados para la vida acuática.

La Figura 2.58 muestra de manera esquemática los efluentes del río Cauca.

2.3.6.5. Calidad de agua estudios antecedentes

Plan de Manejo Ambiental CVC – Fundación Natura, 2003

Con el plan de manejo desarrollado por la CVC y la Fundación Natura se iniciaron los primeros estudios y análisis de calidad del agua. El presente informe incorpora los

anteriores análisis y los actualiza con nueva información recopilada de la CVC en el año 2010.



Figura 2.57. Localización del Humedal Bocas de Tuluá respecto al Río Cauca
Fuente: Modificado de Google Earth, 2011

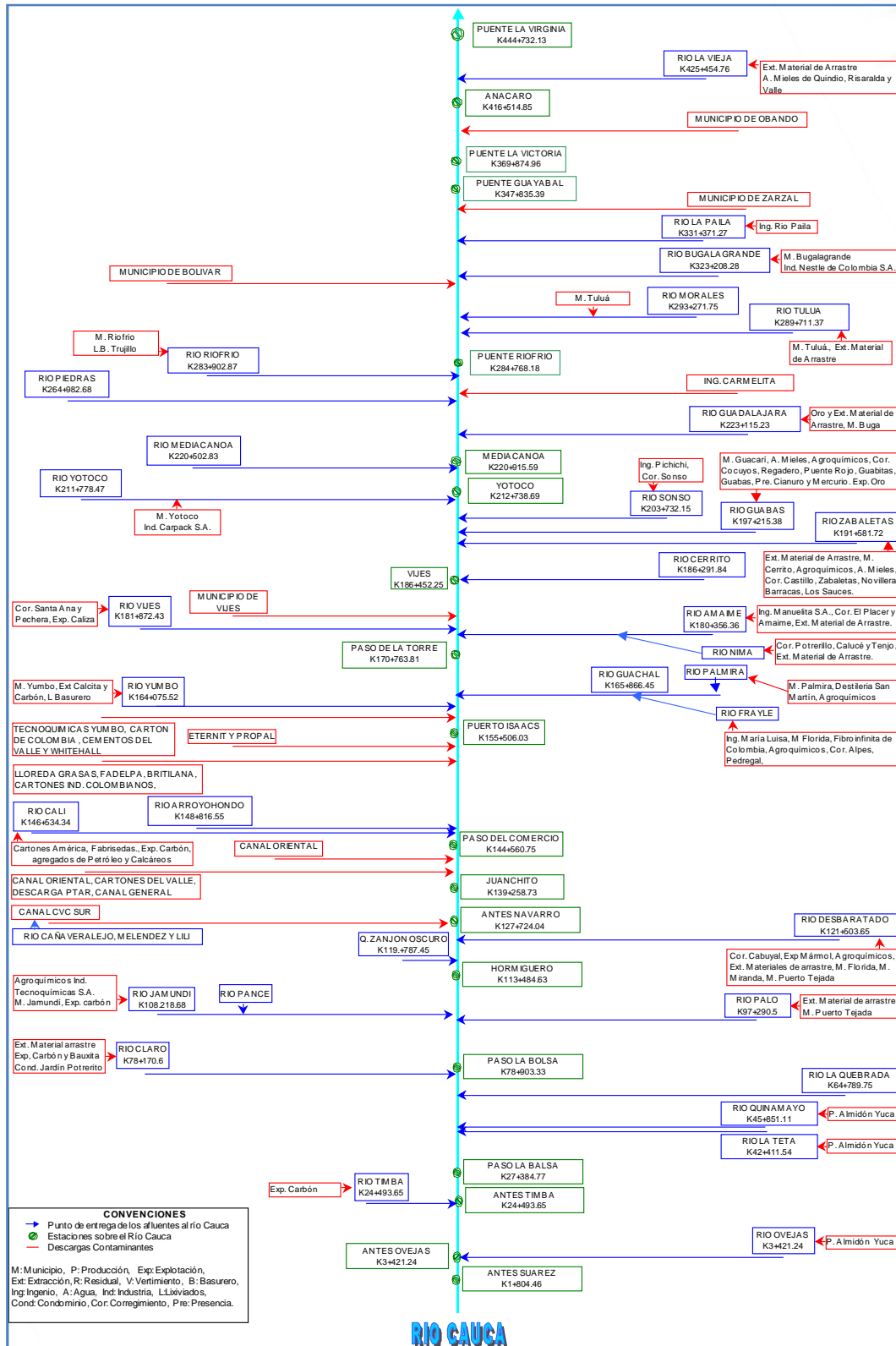
2.3.6.6. *Análisis de parámetros físico – químicos*

A continuación, se ejecuta un análisis por variable de calidad para posteriormente efectuar la integración y unificar los términos de calidad de agua para el sistema.

2.3.6.6.1. pH

En lo que respecta a éste parámetro en los ecosistemas de humedal, Mitsch y Gosselink (2003) aseguran que: la mayoría de los humedales de ríos aluviales contienen aguas muy mineralizadas, y sus concentraciones de iones oscilan entre 6 y 7 unidades; puesto que contienen altas concentraciones de iones disueltos.

DESCRIPCIÓN



Por su parte para el trópico Colombiano Roldan (1992) asegura que: los lagos y las ciénagas de las partes bajas tropicales presentan rangos amplios de pH entre 5.0 y 9.0 dependiendo de su estado de eutrofización y alcalinidad, los cuales presentan uniformidad o pocas variaciones con la profundidad. Lo anterior se encuentra en coherencia con el pH encontrado en el humedal Bocas de Tuluá que a lo largo del tiempo se ha mantenido en estos rangos.

Referente a lo biológico, los peces de agua dulce en general tienen un mejor desarrollo en aguas con pH entre 6.5 y 7.0 unidades; Zuñiga, (2006) argumenta que los peces pueden aclimatarse fácilmente a ambientes alcalinos, mientras que en aguas acidas no tienen ninguna adaptabilidad. El Plancton es más productivo en rangos de pH entre 7.5 y 8.5 unidades.

A través del estudio ejecutado por CVC – Fundación Natura (2003), datos de estudios antecedentes (Ramírez, 2001) y los datos recopilados por la CVC (2010), el análisis del presente estudio se permite aseverar que las condiciones de pH en el humedal presentan una tendencia neutra, representada en el valor promedio de 7,032 unidades.

Tabla 2.25. Valores históricos de pH (unidad)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años			Promedio
	2001	2003	2010	
General	6,500	7,510	--	7,005
Centro	--	--	7,080	7,080
Norte	--	--	7,050	7,050
Sur	--	--	7,130	7,130
Promedio	<i>6,500</i>	<i>7,510</i>	<i>7,087</i>	7,032

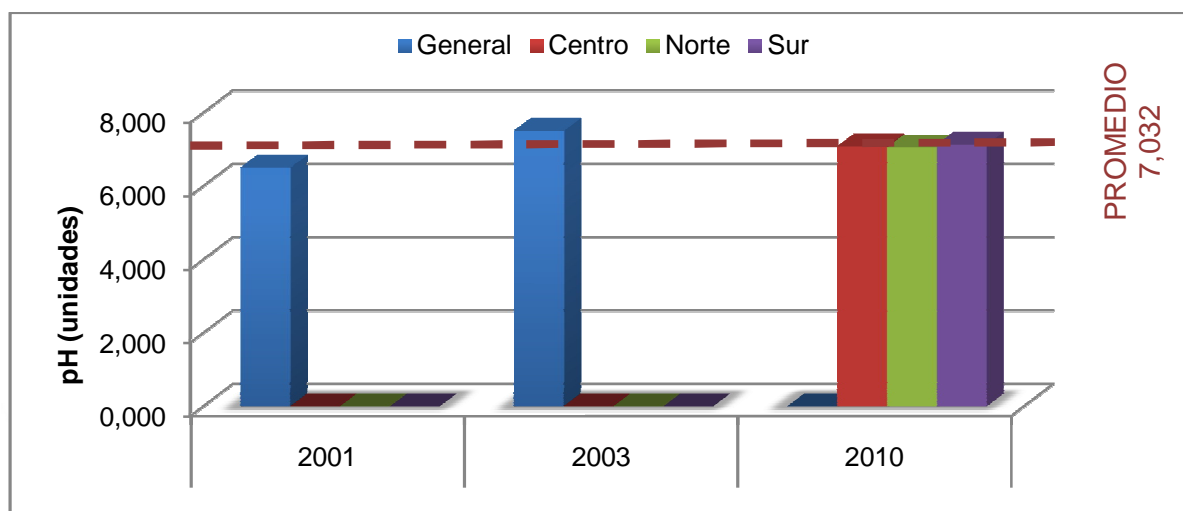


Figura 2.59. Humedal Bocas de Tuluá – Medición de pH

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Las inundaciones de los ríos aluviales, como es el caso del río Cauca, realizan un proceso de equilibrio natural en el suelo, actúan como un efecto buffer en los mismos,

puesto que si estos son alcalinos los acidifican hasta neutralizarlos, y si son ácidos los basifica hasta su neutralización; transcurridas 8 semanas después de ésta. Esto significa que las inundaciones son importantes para mantener equilibrado el pH del suelo. (Ver Figura 2.60)

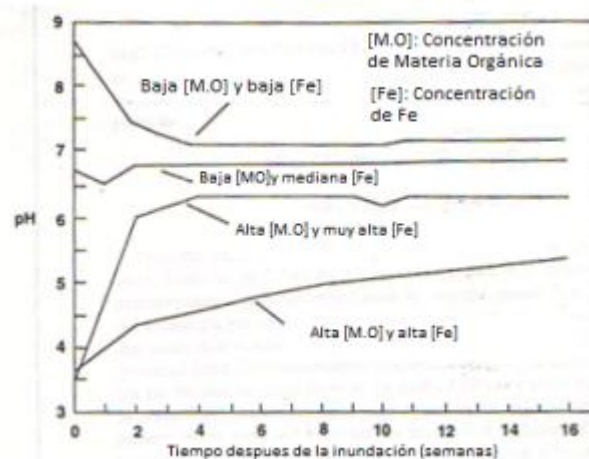


Figura 2.60. Los cambios en el pH de los suelos orgánicos y diferentes contenidos de Hierro después de las inundaciones

Fuente: Ponnampurama, 1972, as modified by Faulkner and Richardson, 1989; copyright 1989, Lewis Publishers, Chelsea, MI, used with permission)

Sari y Zahína,(2001) citado por Zuñiga encontraron que el valor de pH tiene una influencia directa en la calidad del agua, en condiciones acidas muchos contaminantes son más solubles, mientras que en condiciones básicas fácilmente se forman precipitados insolubles.

2.3.6.6.2. Temperatura

La temperatura es un factor condicionante, según Odum y Warret (2006), la gran mayoría de las especies se encuentran restringidas a un intervalo de temperatura. La temperatura promedio de la región a lo largo del año se mantiene entre los rangos (23°C – 27°C) siendo favorable para la mayoría de las formas de vida.

De la revisión del estado del arte para este factor se tiene que se relaciona con la actividad biológica, con el grado de saturación del oxígeno disuelto y del carbonato de calcio. También se asegura que no es conveniente fluctuaciones muy amplias, puesto que las especies acuáticas solo pueden vivir en un estrecho rango y un aumento de solo unos grados en la temperatura puede alterar el grado de supervivencia de las especies.

Tabla 2.26. Valores históricos de Temperatura (°C)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años			Promedio
	2001	2003	2010	
General	30,000	28,000	--	29,000

Centro	--	--	24,200	24,200
Norte	--	--	23,400	23,400
Sur	--	--	25,800	25,800
Promedio	30,000	28,000	24,467	27,489

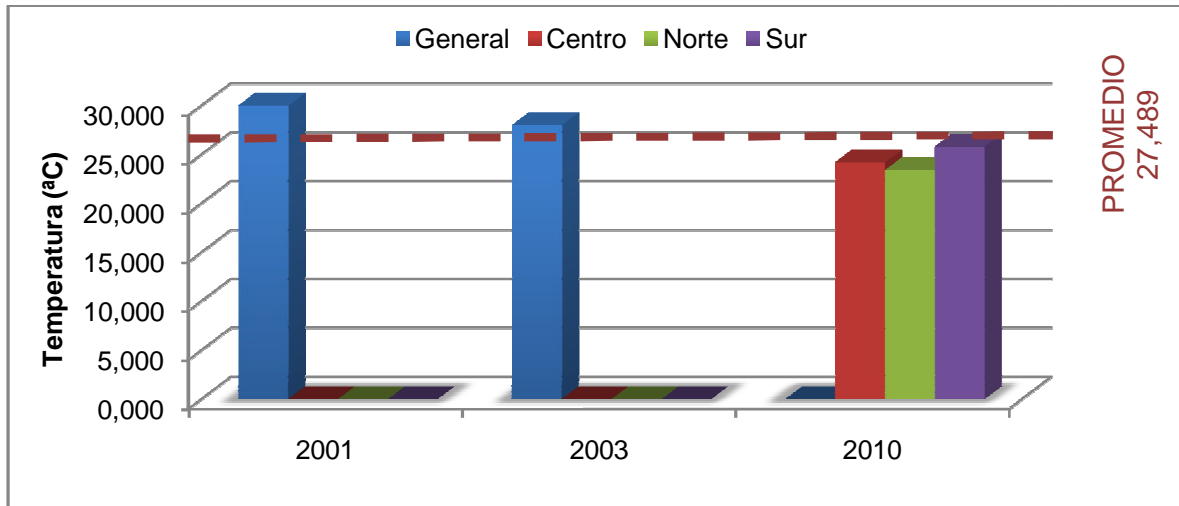


Figura 2.61. Humedal Bocas de Tuluá – Medición de Temperatura (°C)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Las anteriores mediciones permiten inferir que la temperatura en el humedal Bocas de Tuluá se han mantenido dentro de un margen adecuado para la vida, presentando oscilaciones temporalmente y espacialmente entre periodos secos, (23,4 – 30 °C), por lo cual se esperan cambios que comprometen la concentración de oxígeno disuelto y la biota acuática.

El promedio de la temperatura en el Humedal Bocas de Tuluá es de 27,48°C, que de acuerdo con la clasificación realizada por Roldán (1992), es un lago *Oligomíctico*, los cuales están localizados en bajas alturas, con aguas cálidas y sujetos a pocas variaciones de temperatura a lo largo del año, con débiles y escasos periodos de circulación térmica.

2.3.6.6.3. Turbiedad

La turbiedad en el agua es originada por la presencia de partículas disueltas y en suspensión, como arcillas, material orgánico e inorgánico, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton y otros microorganismos.

Los humedales rivereños son sedimentadores o sumideros naturales, receptores de fuertes pulsos hidrológicos y demateriales de sistemas aguas arriba. Las zonas ribereñas cubren una amplia variedad de entornos y procesos, el hilo común es la vinculación entre la zona ribereña, el río y las tierras altas adyacentes.



Figura 2.62. **Complejo de humedales receptores de fuertes pulsos hidrogeológicos**

Estos sistemas aguas arriba y las zonas inundables han sido transformados como resultado de prácticas de gestión de agua, distritos de riego, drenaje de suelos, regulación de caudal, construcción de diques, y actividades agrícolas y ganaderas. La cuenca del río Cauca no ha sido ajena a esta condición.

Tabla 2.27. Valores históricos de Turbiedad (NTU)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años			Promedio
	2001	2003	2010	
General	680,000	20,000	--	350,000
Centro	--	--	14,000	14,000
Norte	--	--	8,000	8,000
Sur	--	--	14,000	14,000
Promedio	<i>680,000</i>	<i>20,000</i>	<i>12,000</i>	237,333

Los rangos de turbiedad encontrados en los periodos de verano e invierno oscilan entre 8 y 680 UNT, estos últimos datos influenciados por las épocas de intensas lluvias presentadas en el año 2001. La excesiva turbiedad afecta la cantidad de luz que penetra al agua, esto interfiere en el proceso fotosintético reduciendo la actividad biológica del ecosistema, además inhiben el desarrollo microorganismos del fitoplancton. La sedimentación de grandes volúmenes de material suspendido precipita hacia el fondo los organismos planctónicos y además la presencia de materia orgánica perjudica las comunidades de macro invertebrados bentónicos (Zúñiga, 1996).

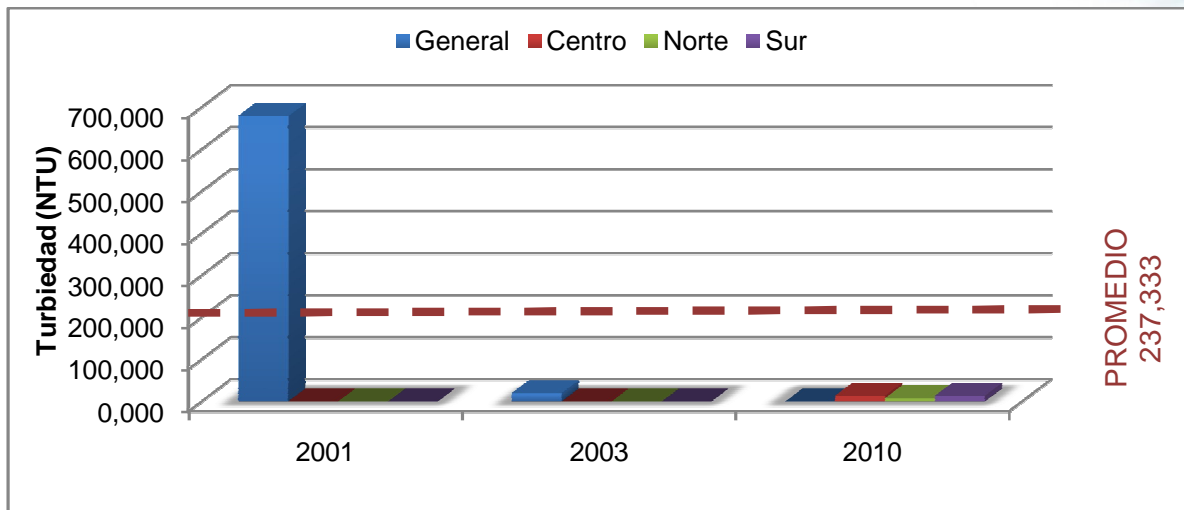


Figura 2.63. Humedal Bocas de Tuluá – Medición de Turbiedad (NTU)
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Los valores de turbiedad presentados en los últimos años dan cuenta de la importancia de la conexión hidráulica para su capacidad de reducir la concentración de la misma.

2.3.6.6.4. Color Real

El color en el agua está asociado a sustancias en solución, en cuerpos de aguas naturales, es generado por la descomposición de material vegetal, ligninas, taninos, ácidos húmicos y fulbitos, algas y algunos minerales. Además de esto las causas más comunes del color del agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en solución.

El color en la fase acuática del humedal, se asocia al contacto con almacenamientos orgánicos, producto de la descomposición exponencial de las plantas acuáticas del cuerpo lagunar, caracterizados portaninos, ácidos húmicos, humus y toma un tinte amarillo-café.

Para el caso del Humedal Bocas de Tuluá se cuenta con registros históricos del parámetro Color Real.

2.3.6.6.5. DBO₅

El contenido de materia orgánica de los suelos de tierras inundables suele encontrarse en un rango del 2 al 5 %. La descomposición de la materia orgánica se da en vía aeróbica y anaeróbica. El contenido de materia orgánica de los suelos inundables dependen de una serie de procesos, la producción primaria, los insumos alócatenos, las tasas de descomposición y erosión.

Uno de los ensayos más importantes para determinar la concentración de la materia orgánica de aguas es el ensayo de DBO₅. Esencialmente, la DBO₅ es una medida de la

cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, bajo condiciones aeróbicas, en un periodo de 5 días y a 20 °C. El ensayo supone la medida de la cantidad de oxígeno consumido por organismos vivos en la utilización de la materia orgánica presente en un residuo.

Para el caso del Humedal Bocas de Tuluá no se cuenta con registros históricos del parámetro DBO₅.

2.3.6.6.6. Conductividad

El Agua pura es un buen conductor de la electricidad. El agua destilada ordinaria en equilibrio con dióxido de carbono en el aire tiene una conductividad aproximadamente de $10 \times 10^{-6} \text{ W}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ (20 dS/m). Debido a que la corriente eléctrica se transporta por medio de iones en solución, la conductividad aumenta cuando aumenta la concentración de iones. De tal manera, que la conductividad aumenta cuando el agua disuelve compuestos iónicos.

Tabla 2.28. Conductividad en distintos tipos de aguas
Fuente: Romero, 1996

Descripción	Conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$)
Agua Ultrapura	$5.5 \cdot 10^2$
Agua	50 - 500
Agua del mar	500

Según Romero la conductividad del agua depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación.

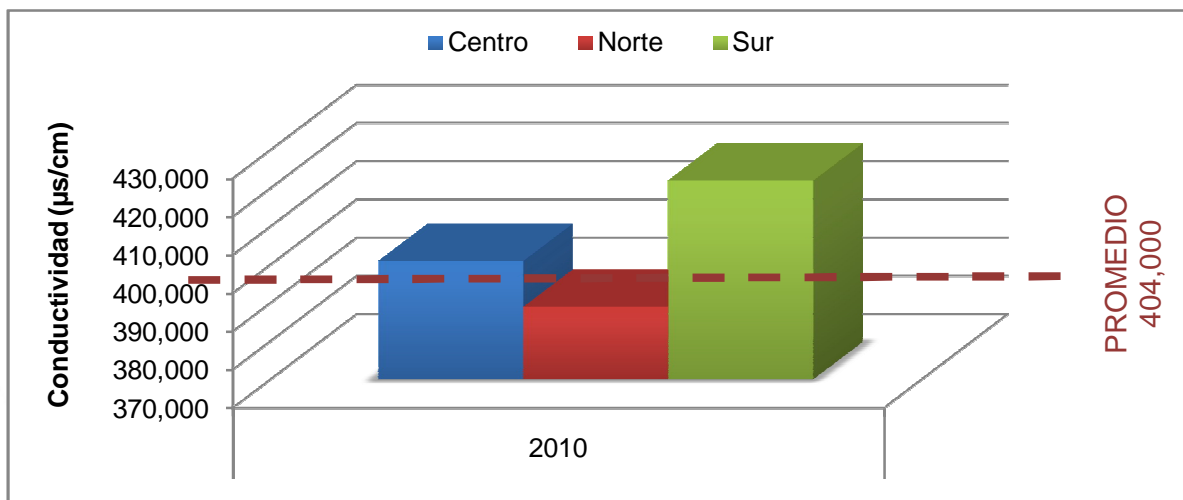


Figura 2.64. Humedal Bocas de Tuluá – Medición de Conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$)
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Tabla 2.29. Valores históricos de Conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$)
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
-----------	------



	2010	Promedio
Centro	401,000	401,000
Norte	389,000	389,000
Sur	422,000	422,000
Promedio	<i>404,000</i>	<i>404,000</i>

En el humedal Bocas de Tuluá las concentraciones de sustancias disueltas se han mantenido constantes a nivel espacial y temporalmente en periodos húmedos y secos, el parámetro está dentro de lo esperado en aguas naturales (50 – 500 µs/cm).

2.3.6.6.7. Sólidos totales

No se reportan datos del parámetro para el humedal Bocas de Tuluá.

2.3.6.6.8. Sólidos suspendidos

No se reportan datos del parámetro para el humedal Bocas de Tuluá.

2.3.6.6.9. DQO

No se reportan datos del parámetro para el humedal Bocas de Tuluá.

2.3.6.6.10. Oxígeno Disuelto

El suministro de oxígeno en el agua procede principalmente de dos fuentes, la fotosíntesis de las plantas acuáticas y la difusión en la atmosfera. Adum y Warren, (2009) sostienen que el oxígeno es uno de los elementos limitantes en particular en lagos y en aguas con fuerte carga orgánica.

Cuando ingresa materia orgánica a un humedal, el oxígeno disponible en el suelo y en el agua se agota por la actividad metabólica de los organismos aerobios que lo usan como mecanismo de oxidación de las moléculas inorgánicas.

La mayoría de los microorganismos han desarrollado novedosas formas de adaptación, cuando se reduce la disponibilidad de oxígeno los microorganismos o las bacterias conocidas como facultativas usan otros compuestos inorgánicos para la oxidación. Otros organismos especialmente la fauna superior (peces no soportan la reducción del oxígeno disuelto. Las repercusiones más significativas a nivel de todo el balance ecológico de un cuerpo de agua lo constituye la reducción del oxígeno disuelto, para toda la vida presente y en especial para la población de peces ellos desaparecen cuando la concentración de oxígeno disuelto es menor de 2 mg O₂/L (Zuñiga, 1996).

La reducción de oxígeno disuelto además de afectar la respiración de los organismos acuáticos, puede incrementar la toxicidad de agentes venenosos como sales de cobre, zinc, plomo y compuestos famélicos, muy frecuentemente en aguas residuales industriales. (Zuñiga, 1996).

Los estudios de Molano Campusano en el año de 1954 encontraron en la Laguna de Sonso, niveles de saturación de oxígeno disuelto de 6.7 PPM o mg/L, estos valores encontrados muestran un ecosistema que puede sostener organismos superiores de fauna y flora. La siguiente figura muestra la circulación del oxígeno disuelto en un ecosistema.

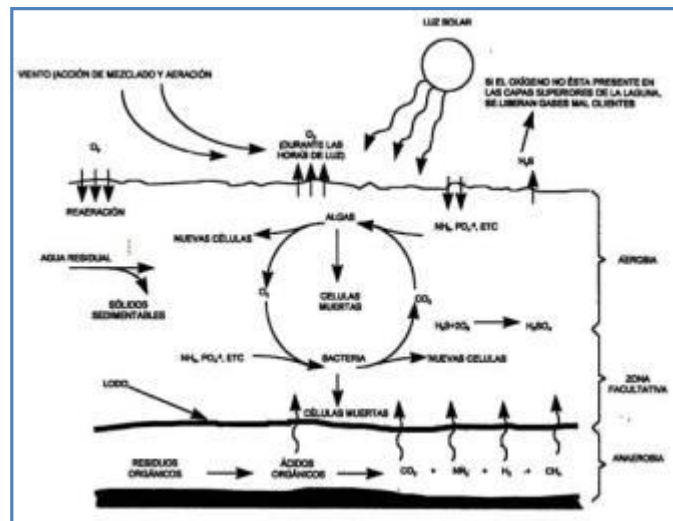


Figura 2.65. Oxígeno en el Agua

No existen reportes de las concentraciones de oxígeno disuelto en el humedal Bocas de Tuluá. Se realiza un llamado de atención por la falta de datos acerca de este parámetro, debido a su importancia en la determinación de la posibilidad de vida acuática de orden superior en el humedal.

2.3.6.6.11. Nutrientes

Las inundaciones y los pulsos hidrológicos transportan sedimentos que contienen muchas sustancias dentro de las que caben destacar: materia orgánica, partículas, sólidos, nutrientes, tóxicos y contaminantes. La absorción de nutrientes y de contaminantes hasta la misma descomposición de plaguicidas en el suelo estará en función del tiempo de permanencia de la inundación.

2.3.6.6.12. Nitrógeno

Para Mitch y Gosselink (2003) El nitrógeno es a menudo uno de los nutrientes más limitantes en el suelo.

El nitrógeno y sus diferentes formas están definidos en un ciclo complejo de flujo de materia y energía. Odón y Warrant (2006) describen que el nitrógeno del protoplasma

se descompone partiendo de formas inorgánicas a inorgánicas, por una serie de bacterias, cada una especializada en una parte específica del ciclo., una de las formas más oxidadas del nitrógeno son el amonio y el nitrato, sustancias que las plantas asimilan más fácilmente. En otra vía del ciclo, el nitrógeno retorna a la atmosfera por acción de las bacterias desnitrificadoras. La siguiente figura muestra el ciclo de nitrógeno.

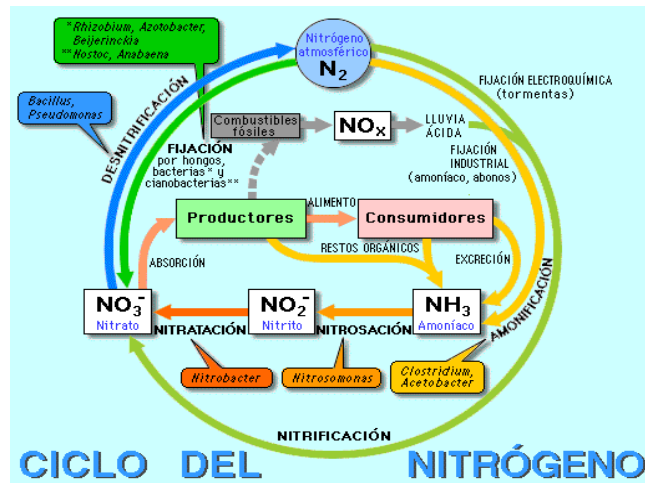


Figura 2.66. Ciclo del Nitrógeno

En los humedales el nitrógeno ingresa al ecosistema a través de la descomposición microbiana, del metabolismo de los animales en forma de Urea y artificialmente por efluentes que contienen fertilizantes en los cultivos.

Para Romero (1993), en programas de control de polución de ríos, es necesario conocer los valores de las formas de nitrógeno. El nitrógeno, por una parte, es uno de los elementos esenciales para el crecimiento de algas y, por otra parte, causa una demanda de oxígeno al ser oxidado por las bacterias nitrificantes, reduciendo los niveles de oxígeno disuelto. En general, en aguas residuales, el contenido de nitrógeno total es de 20 – 70 mg/L mientras que en ríos y aguas sin polución fuerte de 0.1 – 3mg/L.

2.3.6.6.13. Nitrógeno Total

No se reportan datos del parámetro para el humedal Bocas de Tuluá.

2.3.6.6.14. Nitrógeno Amoniacal

No se reportan datos del parámetro para el humedal Bocas de Tuluá.

2.3.6.6.15. Nitratos

Tabla 2.30. Valores históricos de Nitratos (mg N-NO₃/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
-----------	------

	2001	2003	Promedio
General	194,000	1,430	97,715
Centro	--	--	--
Norte	--	--	--
Sur	--	--	--
Promedio	194,000	1,430	97,715

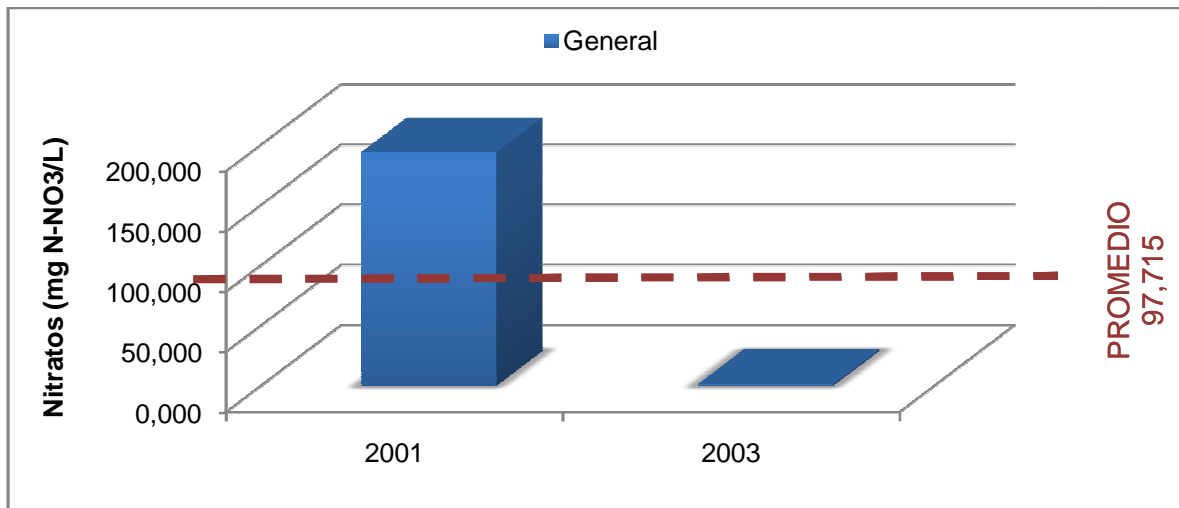


Figura 2.67. Humedal Bocas de Tuluá – Medición de Nitratos (mg N-NO₃/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Se presenta una diferencia acentuada entre los dos valores reportados, por lo que se estima que el valor para el año 2001 es atípico.

2.3.6.6.16. Nitritos

Tabla 2.31. Valores históricos de Nitritos (mg N-NO₂/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años		
	2001	2003	Promedio
General	2,170	0,260	1,215
Centro	--	--	--
Norte	--	--	--
Sur	--	--	--
Promedio	2,170	0,260	1,215

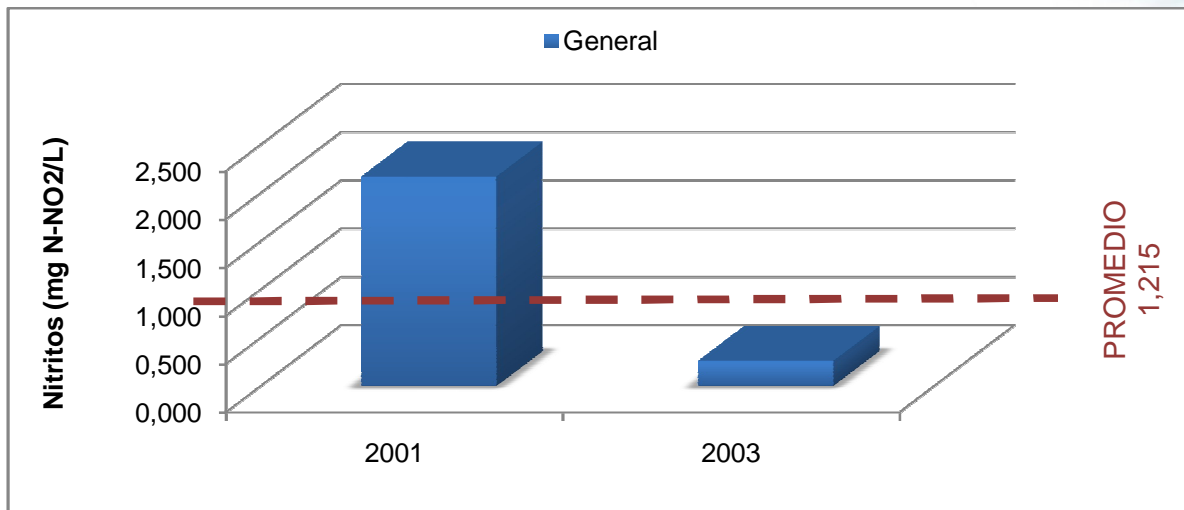


Figura 2.68. Humedal Bocas de Tuluá – Medición de Nitritos (mg N-NO₂/L)
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Los nitritos resultan ser tóxicos para los peces. Una concentración de 0,2 - 0,4 mg/L mata al 70% de una población de truchas. Se nota una mortandad elevada de peces a partir de 0,15 mg/L. (Ricklefs, 2001). Según esto, pocas especies ícticas pueden estar adaptadas para un promedio de 1,215 mg N-NO₂/L de nitritos encontrado en el humedal Bocas de Tuluá.

2.3.6.6.17. Fósforo

En el ciclo bioquímico del fósforo la fuente primaria son las rocas fosfatadas, el fósforo llega a las plantas a través del suelo por mecanismos de lixiviación y luego continúa la cadena trófica a organismos superiores.

Los excrementos de la avifauna regresan el fósforo al medio natural en forma de orto fosfatos, estos son arrastrados por el agua a ciénagas y corrientes de agua para ser de nuevo consumido por plantas, algas y microorganismos. La siguiente figura ilustra lo anterior.

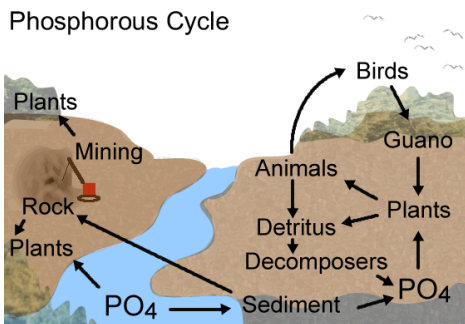


Figura 2.69. Ciclo del Fósforo
Fuente: URL-2

El fósforo es un elemento esencial en el crecimiento de plantas y animales; actualmente es considerado como uno de los nutrientes que controla el crecimiento de algas. Las algas requieren para su crecimiento fósforo y consecuentemente, un exceso de fósforo produce un desarrollo exorbitado de algas. (Romero, 1993).

Tabla 2.32. Valores históricos de Fosfatos (mg PO₄/L)
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años		
	2001	2003	Promedio
General	9,440	0,183	4,812
Centro	--	--	--
Norte	--	--	--
Sur	--	--	--
Promedio	<i>9,440</i>	<i>0,183</i>	<i>4,812</i>

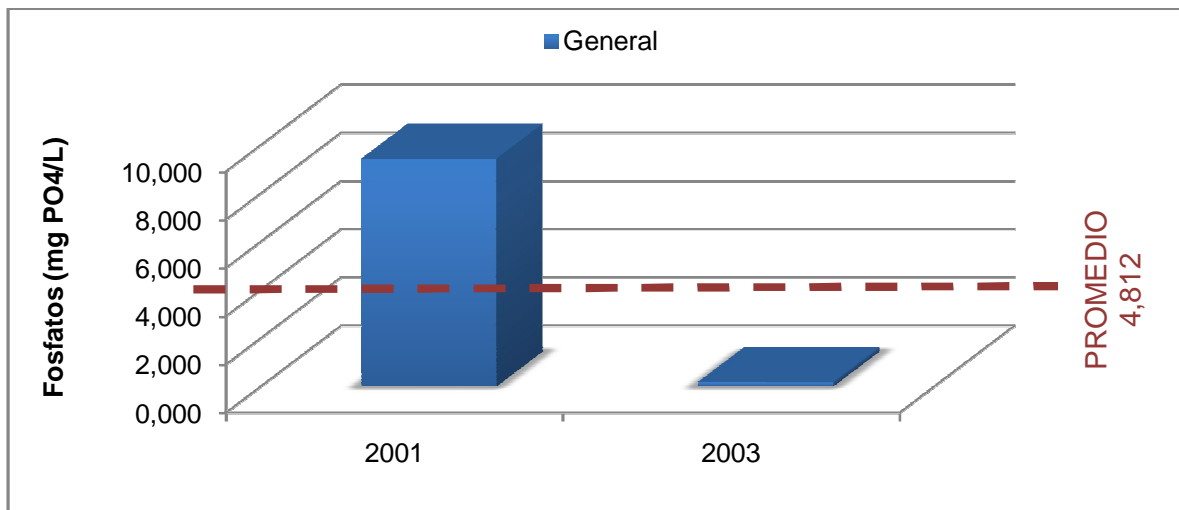


Figura 2.70. Humedal Bocas de Tuluá – Medición de Fosfatos (mg PO₄/L)
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Para Romero 1993, en general, en aguas naturales la concentración de fósforo (Fosfato) es baja, de 0.01 a 1mg/L, en agua residuales domésticas varía normalmente entre 1 – 15mg/L; en aguas de drenaje agrícola entre 0.05 – 1mg/L y en aguas superficiales de lagos entre 0.01 – 0.04 mg/L.

Los resultados preliminares de los años 2001 y 2003 no permiten concluir definitivamente algún análisis, debido a que existe una diferencia significativa entre los dos valores.

2.3.6.6.18. Relación Nitrógeno:Fósforo N:P

No es posible determinar limitaciones por nitrógeno o fósforo a través de las relaciones debido a la carencia de datos de los parámetros del humedal.

2.3.6.6.19. Hierro Total

Tabla 2.33.Valores históricos de Hierro Total (mg Fe/L)
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años		
	2001	2003	Promedio
General	3,580	1,600	2,590
Centro	--	--	--
Norte	--	--	--
Sur	--	--	--
Promedio	3,580	1,600	2,590

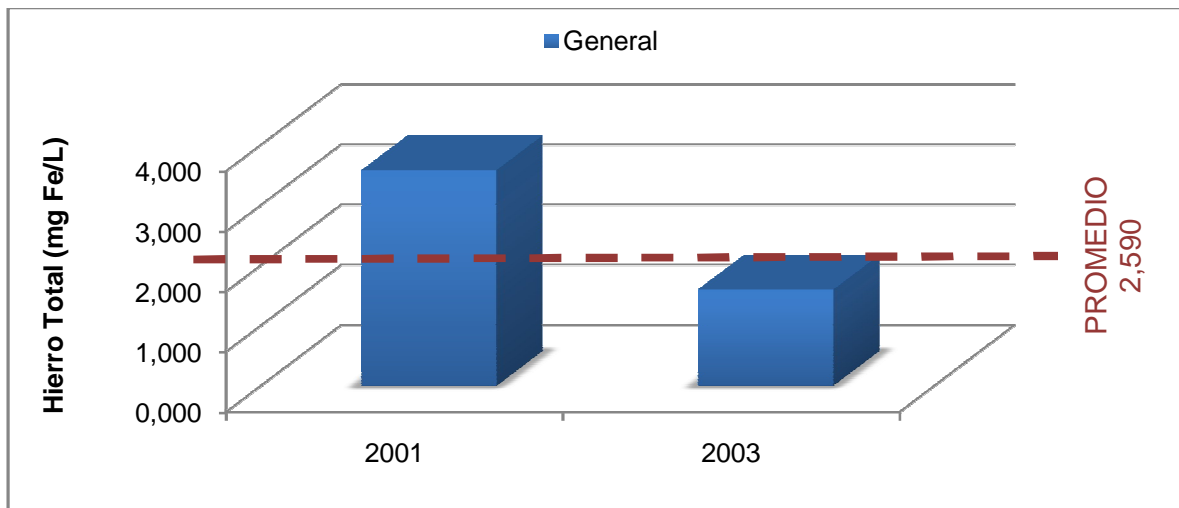


Figura 2.71.Humedal Bocas de Tuluá – Medición de Hierro Total (mg Fe/L)
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

El hierro es un parámetro que puede indicar la presencia de efluentes ácidos de minas. Según Romero, (1996) las aguas con hierro y manganeso al ser expuestas al aire, por acción del oxígeno, se hacen turbias e inaceptables estéticamente debido a la oxidación del hierro y el manganeso los cuales forman precipitados coloidales, afectando la fotosíntesis del fitoplancton, además de arrastrándolo y precipitarlo hacia el fondo. La turbiedad generada por los óxidos de hierro afecta a los peces irritando sus branquias haciéndolos más vulnerables a infecciones.

La presencia de hierro en el agua puede ser por efluentes ácidos de minas de carbón, específicamente la pirita y las aguas subterráneas que contienen hierro ferroso en solución. Zuñiga, (1991), reportó concentraciones de hierro de orden de 532 mg/L en la Quebrada la Soledad, afluente del Río Pance.

Las concentraciones de hierro encontradas en el humedal Bocas de Tulutica del mismo. mportancia para la vida acutpunto de no poder establecer y analizar las concentraciones de Fe no tienen un efecto significativo sobre la vida acuática.



2.3.6.6.20. Clorofila

La clorofila es el pigmento foto receptor responsable de la primera etapa en la transformación de la energía de la luz solar en energía química, y consecuentemente la molécula responsable de la existencia de vida superior en la Tierra. Se encuentra en orgánulos específicos, los cloroplastos, asociada a lípidos y lipoproteínas.

La clorofila es el elemento básico para la transformación de la energía del sol en el proceso de fotosíntesis, puede detectarse fácilmente gracias a su comportamiento frente a la luz. Medir ópticamente la concentración de clorofila en una muestra de agua es sencillo y permite una estimación suficiente de la concentración de fitoplancton (algas microscópicas) e, indirectamente, de la actividad biológica; de esta manera la medición de clorofila es un instrumento importante de vigilancia de los procesos de eutrofización.

La presencia de Clorofila es un indicador que define la categoría trófica del humedal, es decir define su clasificación trófica, ultraoligotrófico, oligotrófico, mesotrófico, entrófico e hipereutrófico.

No se reportan datos del parámetro para el humedal Bocas de Tuluá.

2.3.6.6.21. Transparencia (Secchi)

Tabla 2.34. Valores históricos de Transparencia Secchi (m)
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años	
	2010	Promedio
General	--	--
Centro	0,600	0,600
Norte	0,850	0,850
Sur	0,600	0,600
Promedio	<i>0,683</i>	<i>0,683</i>

Este parámetro es una medida de la transparencia del agua, indica la distancia en que la turbiedad y las sustancias disueltas en el agua impiden la visibilidad. A continuación se evaluará el estado trófico del humedal de acuerdo a la siguiente Tabla.

Tabla 2.35. Valores límites para la clasificación trófica de humedales

Categoría Trófica	TP (ug/L)	Ch/ Media (ug/L)	Ch/ Máxima(ug/L)	Medida de Secchi (m)	Mínimo de Secchi (m)
Ultraoligotrófico	<4.0	<1.0	<2.5	>12.0	>6.0
Oligotrófico	<10.0	<2.5	<8.0	>6.0	>3.0
Meso trófico	10-35	2.8 - 8	8 - 25	6 - 3	3 - 1.5
Eutrófico	35 - 100	8 - 25	25 -75	3 - 1.5	1.5 - 0.7
Hipereutrófico	> 100	> 25	> 75	< 1.5	< 0.7

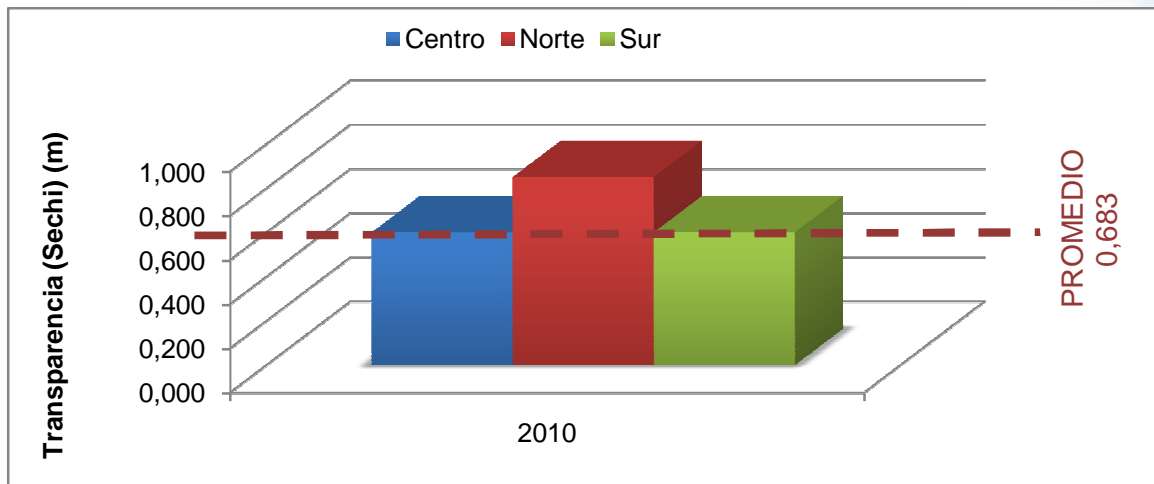


Figura 2.72. Humedal Bocas de Tuluá – Medición de Transparencia Secchi (m)
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Explicación de términos:

TP= media anual de la concentración de fósforo total en el lago (ug-Bocas de Tuluá)

Ch/media = media anual de la concentración de clorofila a en las aguas superficiales (ug/L)

Ch/máxima = pico anual de la concentración de clorofila a, en las aguas superficiales (ug/L)

Media de Secchi= media anual de transparencia de la profundidad de Secchi (m)

Mínimo de Secchi = mínimo anual de transparencia de la profundidad de Secchi (m)

Tabla 2.36. Clasificación trófica del humedal Bocas de Tuluá Año 2010

Categoría Trófica	TP (ug/L)	Chl Media (ug/L)	Chl Máxima(ug/L)	Medida de Secchi (m)	Mínimo de Secchi (m)
	Sin datos	Sin datos	Sin datos	0,683	0,600
Hipereutrófico	--	--	--	Hipereutrófico	Hipereutrófico

A pesar de no contar con datos de los parámetros Clorofila y Fósforo para el humedal Bocas de Tuluá, asociando la transparencia el humedal Bocas de Tuluá se caracteriza como un ecosistema Hipereutrófico.

2.3.6.6.22. Coliformes Totales y Fecales

Romero, (1993) sostiene que el agua contiene sustancias nutritivas para permitir el desarrollo de diferentes microorganismos. Muchas de las bacterias del agua provienen del contacto con el aire, el suelo, animales o plantas vivas o en descomposición, fuentes minerales y materia fecal.

El grupo coliforme es un indicador de excrementos humanos y animales de sangre caliente y sangre fría, por lo que encontrarlas es un indicador de presencia de vida (fauna) en el humedal o en su cuenca de drenaje.

Tabla 2.37. Valores históricos de Coliformes Totales (NMP/100mL)
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años	
	2003	Promedio
General	24000,000	24000,000
Centro	--	--
Norte	--	--
Sur	--	--
Promedio	24000,000	24000,000

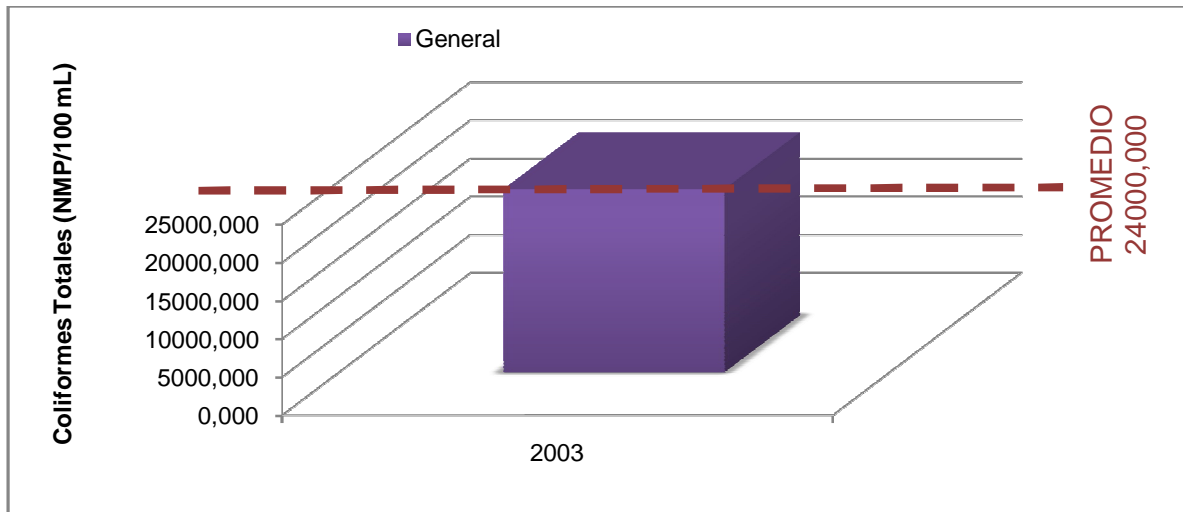


Figura 2.73. Humedal Bocas de Tuluá – Medición de Coliformes Totales (NMP/100mL)
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Sin embargo en las heces fecales pueden encontrarse organismos patógenos de origen bacterias, protozoos patógenos y virus que afectan a la salud humana en caso de que el agua sea para consumo humano.

Tabla 2.38. Valores históricos de Coliformes Fecales (NMP/100mL)
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años	
	2003	Promedio
General	23000,000	23000,000
Centro	--	--
Norte	--	--
Sur	--	--
Promedio	23000,000	23000,000

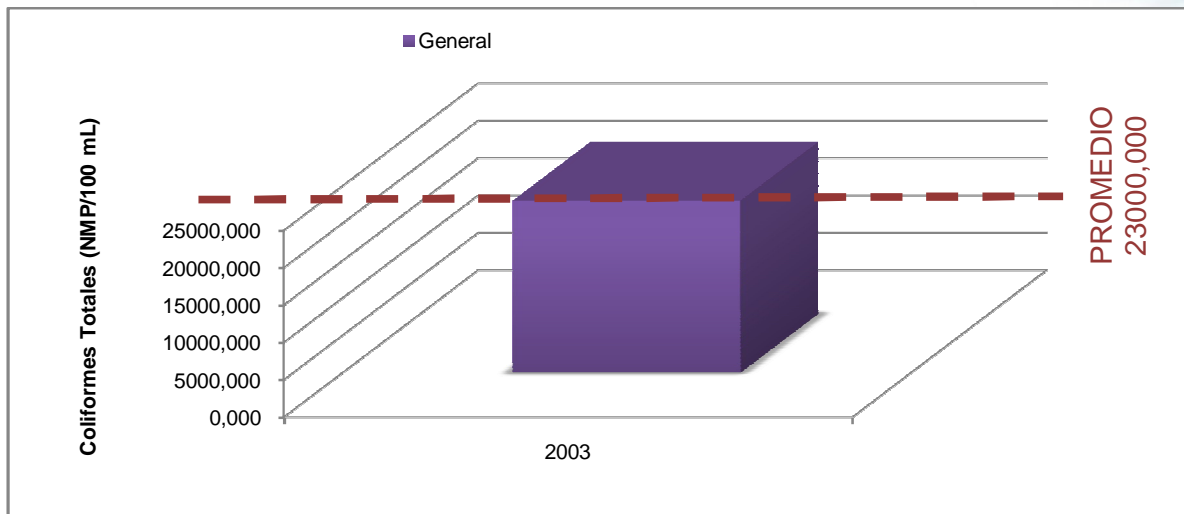


Figura 2.74. Humedal Bocas de Tuluá – Medición de Coliformes Fecales (NMP/100mL)
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

La presencia de Coliformes Fecales indica contaminación por materia fecal, de los valores obtenidos se descarta que la fuente sea totalmente animal gracias a las altas concentraciones de coliformes por lo que se advierte de descargas antropogénicas de aguas residuales en el humedal.

Lo anterior significa que el agua del humedal Bocas de Tuluá genera un riesgo biológico alto, de acuerdo al decreto 1594 de 1984, el cual establece como máximo concentraciones de coliformes totales de $5.0E+05$ y Fecales de $1.0E+03$.

2.3.6.7. Cálculo del índice de calidad de agua en el humedal Bocas de Tuluá

La estimación de la calidad del agua a través del índice ICA permite identificar por colores el estado del parámetro en estudio, tal como se detalla en la siguiente Tabla.

Tabla 2.39. Guía de color para índice ICA

Calidad de Agua	Valor	Color
Excelente	91 a 100	Azul
Buena	71 a 90	Verde
Regular	51 a 70	Amarillo
Mala	26 a 50	Rojo
Pésima	0 a 25	Gris

Al no existir registros de algunos parámetros base de la estimación del índice ICA, como son el Oxígeno Disuelto, la DBO_5 , los Sólidos Totales; es inaplicable la estimación del índice en cuestión.

2.3.6.8. Conclusiones

De los resultados del análisis de calidad del agua se estima que el Río Cauca tiene influencia directa en la calidad del agua del humedal, debido a conexiones superficiales existentes entre los dos cuerpos de agua y a la similitud presentada en los parámetros evaluados.

La calidad aceptable de las aguas del Río Tuluá impactan positivamente en la calidad del agua del humedal Bocas de Tuluá, debido a la transferencia hídrica existente entre los dos cuerpos de agua.

Es notoria la carencia de estudios fisicoquímicos y microbiológicos que permitan establecer con mayor claridad y profundidad la calidad de las aguas del humedal, a tal punto de no poder establecer y analizar las concentraciones de Oxígeno Disuelto en el mismo; parámetro de suma importancia para la vida acuática del mismo.

0.1.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El plan de manejo del humedal Bocas de Tuluá formulado por la Fundación Natura en el año 2003 presenta un levantamiento topográfico, cuya información se extrae y se presenta en el plan actual a continuación. No existe una metodología a referenciar en el texto consultado.



Figura 2.75. Localización de las secciones en Planta

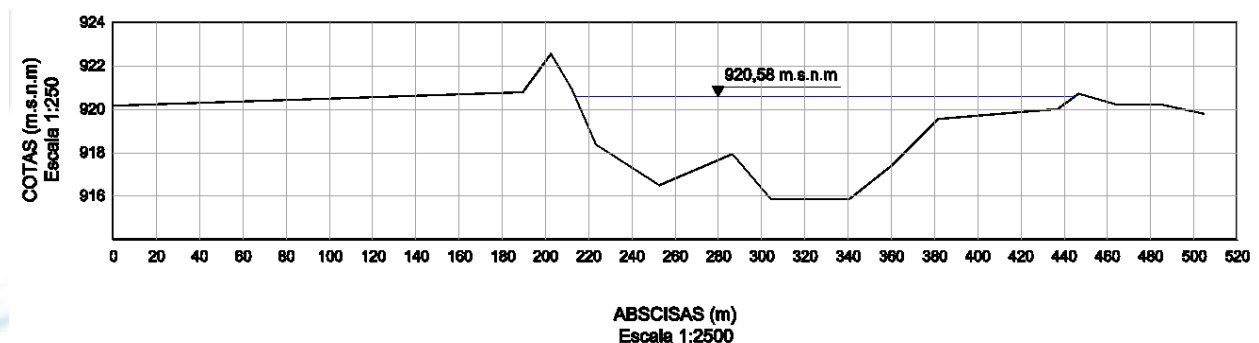


Figura 2.76. Sección 1 Humedal Bocas de Tuluá, año 2003

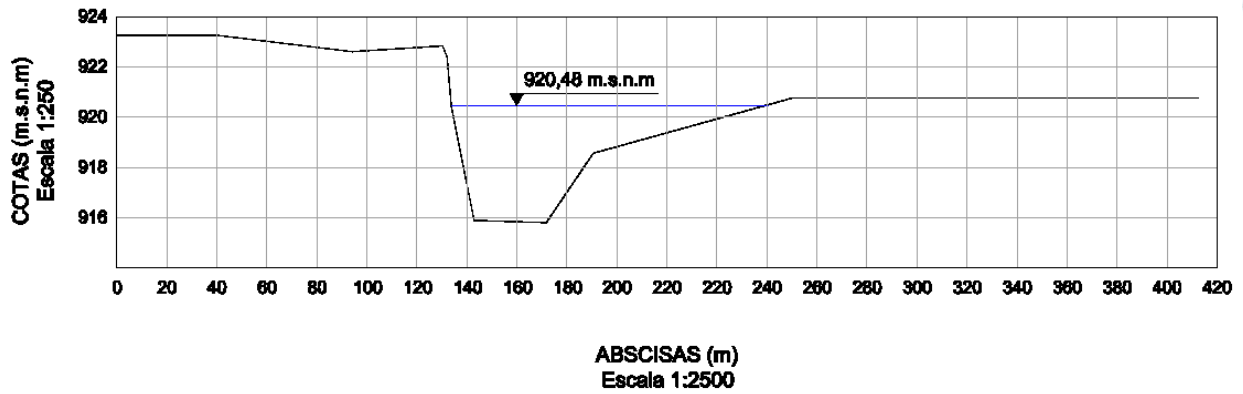


Figura 2.77. Sección 2 Humedal Bocas de Tuluá, año 2003

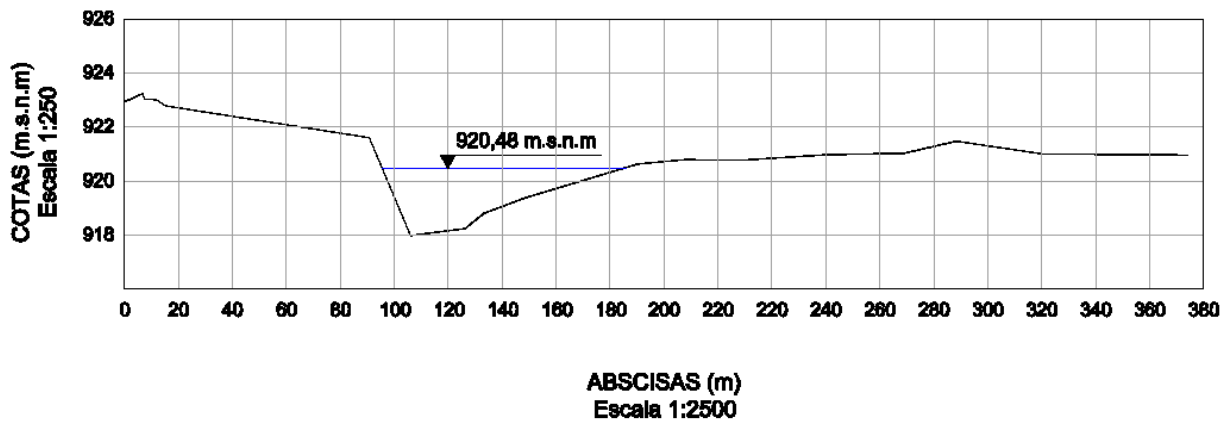


Figura 2.78. Sección 3 Humedal Bocas de Tuluá, año 2003



2.4. COMPONENTE SOCIO-AMBIENTAL

Jefferson Martínez - Fundación AGUA Y PAZ

2.4.1. INTRODUCCIÓN

El Valle del Cauca presenta una extensión superficial de 22.140 km², conformado por 4 regiones fisiográficas, el Pacífico, las cordilleras Occidental y Central, y la zona plana del Valle Geográfico del río Cauca con un área cercana a 3.370 km², característica de las culturas beneficiarias de los excedentes de los río aluviales, sobre la cual se realiza principalmente explotación de la Caña de Azúcar.

Dice K, Marx, citado por Dussel, que: “La historia humana se distingue de la historia natural en que la una está hecha por el hombre y la otra no. La tecnología nos descubre la actitud del hombre ante la naturaleza, el proceso directo de producción de su vida y, por tanto, de las condiciones de su vida social y de las ideas y representaciones espirituales que de ellas se derivan”.

Como puede observarse el énfasis es la vida, natural, real y material. La Ecología natural, es decir la formación de biomas, de comunidades de paisaje y especies, el río como vínculo y medio, son instrumentos de producción para la vida. Así mismo, la tecnología, lo hecho por el hombre, es para la producción de su propia vida. De donde se sigue que sin territorio ecológico, no hay ni vida, ni producción, ni trabajo.

La historia mundial según Dussel, se ha construido sobre las 6 primeras altas civilizaciones de la historia, la Mesopotámica, Egipcia, la del Valle del Indo, del río Amarillo, y de la América nuclear. Estos sistemas culturales fueron imperios teocráticos de regadío, ubicados mayoritariamente en la zona tropical del planeta.

Resulta interesante saber que estas culturas se desarrollaron sobre la tecnología hidráulica. Dussel, enseña como desde los grandes canales y diques del Egipto, los métodos de utilizar el limo en Mesopotamia o el Río Amarillo, las Chinampas de los Aztecas en el lago de Texcoco, las terrazas de los collas en las laderas del Lago Titicaca. Es alrededor de la tecnología hidráulica como se desarrollan obras viales y construcciones, que posteriormente hizo surgir los sistema de medidas (de peso, monedas); con los excedentes de la agricultura y el trabajo de los vasallos, surgen las clases sociales.

Los pueblos semitas (árabes, judíos y después los cristianos), se expandieron por la Mesopotamia. Se trataba de un pueblo de pastores de camellos y cabras, produjeron una revolución pastoril, que según Dussel, les permite una avanzada tecnología militar, a través de la cual dominaría las zonas agrícolas de alta concentración demográfica, con lo cual se extendió al trabajo de la tierra, que permitió la implantación del modelo de producción feudal, basado en la dominación de unos señores sobre el campesino esclavo.



Después los pueblos semitas toman a la naturaleza como un acto creado por un único dios, desmitifica la divinidad de la naturaleza, se torna en comerciante de los excedentes de las culturas de los ríos, se transforman en sedentarios europeos, y se incluye en un modelo de producción tributario, dominado por los judíos.

Posteriormente se constituiría la sociedad capitalista industrial, que toma a la naturaleza como medio para lograr la riqueza, algo explotable, de manera que el hombre se convierte en un lobo, no solamente para el hombre mismo, sino también para la natura.

Desprovista de toda sacralidad, la naturaleza es tomada simplemente como un banco de recursos, conformada por elementos que requieren ser transformados, para obtener y acumular riqueza. El Hombre es esclavizado como instrumento de trabajo y tomado como objeto instrumental, como máquina sometida a ejercitación de protocolos rutinarios que debilitan su espíritu, conformando lo que a bien Dussel ha llamado el Oscurecimiento Mundial.

Para diversos autores nuestro País y el Valle del Cauca, se encuentra inmerso en esa tendencia. Entre los siglos XVI y XIX, ocurrieron transformaciones sociales, económicas, políticas y religiosas diametralmente opuestas a las establecidas por las comunidades tradicionales indígenas que habitaron el territorio. Se conforman unidades productivas feudales denominada Hacienda. En las primeras décadas del siglo pasado, vendrían las vías, la construcción del Ferrocarril del Pacífico entre Cali y el Puerto de Buenaventura, con miras a lograr exportar la producción agrícola, dándole a los Hacendados las condiciones favorables para la construcción de la que sería una industria muy rentable.

Éste capital requería para su crecimiento, mayor cantidad de tierra, por lo cual el territorio configurado también por grandes extensiones de ciénagas, lagunas y madres viejas, fueron vistos como espacios improductivos, por lo cual se implementaron proyectos de drenaje y desecación, a través de obras como represas, embalses, diques, compuertas y desviaciones de cauce, con el saber técnico ingenieril basado en la ciencia del siglo XVII, del mundo mecánico lineal Newtoniano, institucionalizado en las escuelas de ingeniería Occidentales Europeas y Norteamericanas, al cual se adscribió la Naciente Institución Universitaria de la región.

Tabla 2.40. Proyectos de Drenaje

Fuente: CAMACHO PEREA, Miguel: *"El Valle del Cauca, constante socioeconómica del Colombia"*. Imprenta Departamental. Santiago de Cali, 1962. Pág. 14

PROYECTO DE DRENAJE	HECTÁREAS DESECADAS
Aguablanca	5.000
La Unión-Roldanillo	11.200
Juanchito	9.060
Buga	12.930
Cartago	17.820
Timba	5.480
Salvajina	3.960

Lo cual coincide con la sistemática reducción del espacio de los ecosistemas de humedal y bosque:

Tabla 2.41. Reducción de Ecosistemas

Ecosistema	Extensión -año 1957	Extensión - año 1986	Extensión – año 2009
Humedales	10.049	2795	2590
Bosques	25.320	8668	

Se crearon muchas empresas industriales en las ciudades lo cual representó un atractivo para personas de otras zonas del país, que llevo a una explosión demográfica de la ciudad capital y de los municipios intermedios.

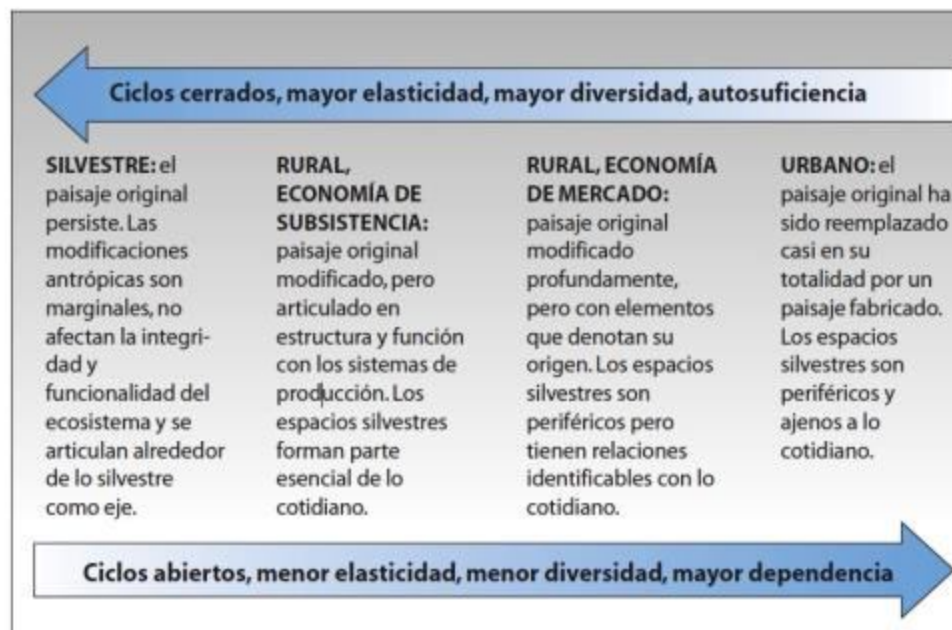


Figura 2.79. **Características ecológicas de distintas formas de apropiación de territorio**
 Fuente: Tomado de Imaginarios de naturaleza en la transformación del paisaje vallecaucano entre 1950 y 1970; Rivera C, Naranjo L, Duque A, Revista Habladurías • Año 2 • Número 2 • Julio - Diciembre 2005

2.4.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Carolina Victoria Bonilla - Fundación AGUA Y PAZ

El Plan de Manejo Ambiental del humedal Bocas de Tuluá, es un instrumento de planificación que orientará la gestión para lograr los objetivos planteados en el proyecto realizado por la CVC como contratante y la Fundación Agua y Paz como entidad contratista. Este documento es el resultado de un proceso de construcción colectiva en el que participaron los actores sociales e institucionales involucrados.

La planificación del manejo es una forma de pensar que incluye registrar, evaluar y planificar. Es un proceso que está sujeto a la revisión constante. Un plan de manejo



debe ser considerado un documento flexible y dinámico, siendo estos documentos técnicos y no jurídicos. Es importante designar una autoridad responsable para la dirección del plan de manejo.

Su estructura consiste en: (a) preámbulo, el cual hace referencia a las políticas ambientales de orden nacional y local; adicionalmente se realiza la caracterización de los componentes ecológicos, sociales y económicos; (b) evaluación, donde se desarrollan los procesos de la problemática ambiental, ecológica y socioeconómica, se definen los objetivos a largo plazo, determinando los factores que influyen en el cumplimiento de los objetivos, se termina con la planificación de objetivos realizables en el corto y largo plazo y (c) plan de acción, establecimiento de un plan de trabajo constituido por estrategias, líneas programáticas y proyectos.

Se conformó un equipo interdisciplinario con especialidad en ciencias sociales y ciencias naturales, inicialmente se hace la revisión bibliográfica disponible y recopilación documental, se parte de los planes de manejos existentes.

Posteriormente, se convoca a la comunidad y los actores involucrados para la socialización del proyecto y para invitarlos en la elaboración conjunta del plan de manejo, sobre todo en el plan de acción. La modalidad será de talleres en los que se busque participación, discusión y consenso, el papel del equipo será el de coordinar las acciones en ningún momento de imponerlas.

Se realizarán entrevistas a los visitantes del humedal y a los actores y autoridades involucradas, se les aplica la ficha sugerida en la guía de la resolución 196/2006. Se identificarán los conflictos ambientales y se propondrá un esquema para su transformación.

2.4.2.1. *RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN*

El componente socioambiental del plan de manejo se construyó siguiendo el principio de participación amplia de los actores pertinentes. Tal como se encuentra definido en los documentos rectores, es necesario realizar una evaluación técnica – científica y una comunitaria.

El siguiente aparte del documento contiene lo relativo a la evaluación comunitaria en la búsqueda de información secundario tales como los planes de manejo de la laguna realizados con anterioridad y el PBOT del municipio de Buga.

Es necesario resaltar que este humedal recibe los afluentes de los ríos Tuluá y Morales y en época de lluvias se conecta con el río Cauca. Se encuentra rodeado por cultivos y diques y vías que generan confinamientos y limitaciones en cuanto a conectividad con el río Cauca. No existe propiedades de tipo minifundio, no hay una comunidad relacionada al humedal ni tampoco se practica ecoturismo.

Con esto, se procedió a realizar nuevas investigaciones, a partir de la recopilación de datos mediante encuestas directas a la comunidad; sobre todo a los pescadores, tanto los actuales como los que fueron. La idea central de esa variante metodológica, se construye sobre una directriz, que parte del reconocimiento de los pescadores como especie constitutiva de la cadena trófica, en su condición de heterótrofos terminales.

Para lo cual, una especie de interés en su conservación son los pescadores. La especie íctica insigne en el Valle del Cauca fué el Bocachico, lo que incluye en el desarrollo de su ciclo de vida a las madrevejas y el río en conjunto, como sistema integral. De allí que el deterioro de éstos ecosistemas significó también la reducción en su población.

Igualmente, en la recolección de información primaria, se citó a la comunidad a una reunión en de socialización en conjunto con la autoridad ambiental donde se contó con la presencia de la CVC, la Secretaria de Asistencia Agropecuaria y Medio Ambiente – SEDAMA, la Fundación Ecológica Guabineros, la JAC de Bocas de Tuluá, ASOENEA, la Junta Administradora del Acueducto y miembros de la comunidad.

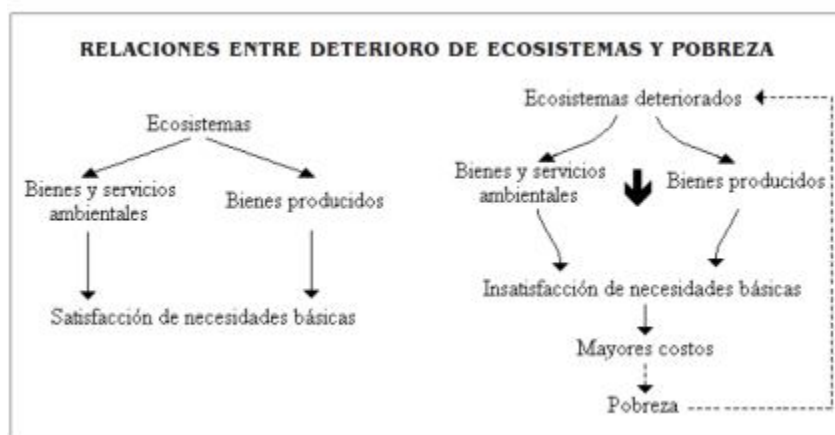


Figura 2.80. Relaciones entre ecosistemas y pobreza

Fuente: IDEA. Tomado de Ecosistemas Estratégicos de Colombia (Márquez, 2003)

Durante el levantamiento de la información biótica, se logró hacer contacto con antiguos pescadores quienes realizan aprovechamiento de forma de discontinua y con los encargados de la casa en la isla.

2.4.3. BASE PARA EL MANEJO DE CONFLICTOS AMBIENTALES

Otra metodología utilizada para el desarrollo del componente socio-ambiental es la Guía para el Trámite y Manejo de Conflictos Ambientales elaborada por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC, de igual manera se utilizó como soporte los lineamientos establecidos en el documento elaborado por esta institución denominado: *“Elaborar pautas metodológicas para el seguimiento a planes de manejo y la evaluación de la efectividad en la gestión de un área de conservación, a través del análisis del estudio de casos”*.



Los conflictos ambientales hay que entenderlos como situaciones consustanciales a la interacción entre grupos humanos y de éstos con la naturaleza, que tienen aspectos negativos pero también positivos, por cuanto se erigen en oportunidades para la creatividad y para el cambio. Por eso, sin negar sus aspectos negativos, los conflictos ambientales deben asumirse y transformarse a través de la participación y la creatividad.

En las palabras de Bloomfield y Reilly (1998, p.18):“El manejo del conflicto es el trato positivo y constructivo de la diferencia y la divergencia. Más que defender métodos para resolver el conflicto, la pregunta más real que se hace uno en manejo de conflictos es: como tratar con él de una forma constructiva, como juntar lados opuestos en un proceso cooperativo, como diseñar un sistema que sea practico, alcanzable y cooperativo para el manejo constructivo de la diferencia”²⁷.

Cabe destacar el potencial de la cartografía social (mapeo participativo) como una herramienta para la transformación de conflictos ambientales y sociales al nivel familiar, nacional e internacional. Las ventajas de la cartografía social como una herramienta para valorar, planear y como una herramienta analítica para la transformación del conflicto.²⁸

La CVC promueve e impulsa la transformación de los conflictos ambientales, hacia situaciones más benéficas desde el punto de vista socio-ambiental. El manual para el manejo de los conflictos ambientales privilegia enfoques para la resolución o transformación de los conflictos ambientales con base en la construcción de acuerdos entre las partes enfrentadas, que contribuyan a disminuir las tensiones sociales implícitas en ellos y a revertir el deterioro ambiental²⁹.

2.5. ACTIVIDADES SOCIOECONOMICAS Y SOCIO AMBIENTALES

2.5.1. CARACTERIZACIÓN SOCIO-ECONÓMICA Y SOCIO - AMBIENTAL

2.5.1.1. DIVISIÓN POLÍTICO - ADMINISTRATIVA

El departamento del Valle del Cauca se encuentra ubicado al sur occidente de Colombia entre los 3°03' y 5°01' de latitud norte y los 72°42' y 77°33' de longitud al oeste de Greenwich y representa el 1.9% del total de la superficie de Colombia. Este departamento está constituido por dos grandes vertientes hidrográficas muy

²⁷Bloomfield y Reilly (1998, p.18)

²⁸ELENA P. BASTIDAS AND CARLOS A. GONZALES, Social Cartography as a Tool for Conflict Analysis and Resolution: The Experience of the Afro-Colombian Communities of Robles

⁵Oficina de Integración con la sociedad Civil y Entes Territoriales. Trámite y manejo de conflictos ambientales. CVC. 2002.

²⁹Oficina de Integración con la sociedad Civil y Entes Territoriales. Trámite y manejo de conflictos ambientales. CVC. 2002.



diferenciadas entre sí: la del océano Pacífico y la del Atlántico. En la parte alta de esta última se encuentra el valle geográfico del río Cauca con altitud promedio de 1.000 m y extensión de 3.200 Km² y donde la dinámica del río ha desarrollado gran cantidad de humedales entre ciénagas, lagunas y Madre Vieja.³⁰

El departamento del Valle del Cauca limita por el norte con los departamentos de Chocó y Risaralda, por el oriente con los departamentos del Quindío y Tolima, por el sur con el departamento del Cauca y por el occidente con el departamento del Chocó y el océano Pacífico.

En referencia al área de estudio, el humedal Bocas de Tuluá corresponde a la jurisdicción del municipio de Tuluá. Esta municipalidad ha sido desde siempre un lugar estratégico en el centro del Valle del Cauca, departamento ubicado al occidente de Colombia; en la actualidad, Tuluá constituye la ciudad intermedia más importante de Colombia, ubicándose a pesar de no ser capital, entre sus primeras veinte ciudades

Con una población aproximada de 200.000 habitantes, Tuluá es el corazón palpitante de un área que abarca quince municipios, que suman no menos de 600 mil moradores los cuales le dan el carácter de ciudad región, convirtiéndose en punto de encuentro comercial y de servicios, obligado para esta zona del país.

Desde el punto de vista de las coordenadas geográficas, Tuluá se encuentra a 4° 05' de latitud norte y 76° 12' de longitud occidental que es el municipio al cual corresponde el humedal Bocas de Tuluá. Por su ubicación geográfica juega un papel de centro equidistante entre Cartago, Armenia y Pereira por una parte y Cali como capital del departamento, por la otra. Tuluá es así, un epicentro regional, comercial, industrial, agrícola, turístico y prestador de servicios de excelente calidad.

Tabla 2.42. Límites del Municipio de Tuluá

NORTE	Municipios Andalucía y Bugalagrande
SUR	Municipios de Buga y San Pedro
ORIENTE	Municipio de Sevilla y Departamento del Tolima
OCCIDENTE	Río Cauca y Municipio de Riofrío
EXTENSION TOTAL	910,55 Km ²
EXTENSION ÁREA URBANA	11.11 Km ²
ALTITUD DE LA CABECERA MUNICIPAL	960 m.s.n.m
TEMPERATURA MEDIA	24° a 27°C
DISTANCIA DE REFERENCIA	102 Km de Cali y a 24 Km de Buga

Fuente: Página web Alcaldía de Tuluá, 2011

2.5.2. HISTORIA DEL MUNICIPIO DE TULUÁ

³⁰ CVC. 2009. Humedales del Valle Geográfico del río Cauca: génesis, biodiversidad y conservación.



La Alcaldía de Tuluá comunica por medio de su portal web actualizado al 2010, que esta ciudad no tuvo acta de fundación. Se ha adoptado históricamente el año de 1.639 como el año de inicio del fundo de Tuluá porque en los archivos históricos de Buga reposa una carta enviada por don Juan de Lemus y Aguirre, propietario de las tierras entre los ríos Tuluá y Morales, y en aquel entonces alcalde de Buga, solicitando permiso para abrir el camino a Barragán, hoy en día corregimiento de Tuluá y adquiere la calidad de Municipio el 30 de Mayo de 1825.

2.5.3. ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS PREDOMINANTES EN LA CUENCA Y EL COMPLEJO DE HUMEDALES

Las actividades predominantes en el departamento del Valle del Cauca están sustentadas en la prestación de servicios, le siguen la industria y las actividades agropecuarias. Entre los servicios, los más importantes son los comerciales, el transporte, la banca y las comunicaciones. La agricultura está bastante tecnificada, el producto más relevante para la economía departamental es la caña de azúcar, donde se encuentran las plantaciones más grandes e importantes del país; le siguen la caña panelera, el sorgo, yuca, algodón, soya, maíz, café palma africana y cacao. En la industria se destacan los alimentos, particularmente el procesamiento de azúcar, la producción de químicos, fármacos, plásticos y la industria editorial. La ganadería es mayoritariamente vacuna³¹.

En cuanto a las actividades socio-económicas predominantes en el municipio de Tuluá, están representadas principalmente por la agricultura, la ganadería y el comercio, sin que pueda descartarse la industria mediana, de la que hay un buen volumen de factorías que proporcionan ocupación permanente y bien remunerada a un sinnúmero de trabajadores.

Como centro agrícola del Valle del Cauca, el municipio está favorecido por la variedad de sus climas, desde los 10 grados de la zona cordillerana hasta los 2 de la zona plana. Por la abundancia de sus aguas, su eficiente red de vías de penetración, y la fertilidad del suelo, equitativamente parcelado, pues no existe el latifundio, Tuluá ocupa lugar prominente entre los 42 municipios del departamento. En la parte montañosa o cordillerana, a alturas de 4.000 metros sobre el nivel del mar (Barragán y Santa Lucía), se produce trigo de la más alta calidad, cebada y papa. En el clima medio, café, maíz, frijol, hortalizas y toda clase de frutas y en la parte plana, cálida, caña de azúcar, maíz, cacao, plátano, arroz, tabaco, algodón, soya, millo, ajonjolí y pastos.

De igual modo, la industria ocupa lugar destacado dentro de la economía municipal, considerándose como el abanderado en la industria mediana; en cuanto a la ganadería el municipio cuenta con importantes haciendas en las que sus propietarios han demostrado verdadera preocupación por la selección de las razas, de las cuales las más notables son: La Holstein, La Normando y La Cebú, éstas localizadas en la zona montañosa, pues en la parte alta predomina el ganado criollo, con algunos cruces.

³¹ Página Web: www.todacolombia.com

Un intenso comercio es la característica principal de la ciudad. La zona de influencia de sus mercados comprende 10 municipios con sus corregimientos y veredas, verdaderos emporios de riqueza agropecuaria: Andalucía, Bugalagrande, Riofrío, Trujillo, Zarzal, La Victoria, La Unión, Toro, Roldanillo, Bolívar. Las actividades comerciales están coordinadas por la Cámara de Comercio, cuya jurisdicción comprende los municipios de Tuluá, Andalucía, Riofrío, Trujillo, Bugalagrande, Bolívar y Zarzal³².

2.5.4. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

La población que incide en el humedal corresponde al municipio de Tuluá con un total de 199.244 de los cuales 171.690 pertenecen al área urbana y 27.554 a la rural de acuerdo a la proyección del DANE para el 2010 y con base en el censo de 2005. Del total de la población de Tuluá el 47,7% son hombres y el 52,3% mujeres.

Tabla 2.43. Población proyectada para el 2010 en el municipio de Tuluá

MUNICIPIO	TOTAL	URBANA	RURAL
Tuluá	199.244	171.690	27.554

Fuente: DANE, 2005

Tabla 2.44. Población por rangos de edad

RANGOS DE EDAD EN AÑOS	0-1	1-4	5-14	15-44	45-59	>60
TOTAL POR EDAD	0	16.159	35.346	94.561	31.919	21.359
PORCENTAJE	0,0	8,1	17,7	47,45	16	10,7

Fuente: Pagina web Alcaldía de Tuluá, 2011



Figura 2.81. Población por sexo del municipio de Tuluá – Valle del Cauca

Fuente: DANE, 2005

2.5.5. EDUCACIÓN

A continuación se presenta el reporte presentado por la Alcaldía de Tuluá en cuanto a la cobertura educacional para el área urbana, rural y la totalidad del municipio:

AREA URBANA

Tabla 2.45. Cubrimiento de educación en el área urbana

AREA URBANA	PREESCOLAR	BÁSICA PRIMARIA	BÁSICA SECUNDARIA	MEDIA	TOTAL
No. Habitantes en edad	2232	11254	9777	5228	28.491,00

³² Página Web: www.tulua.gov.co/nuestromunicipio.shtml

escolar					
%	7,83	39,5	34,32	18,35	
Cupos disponibles por nivel	0	478	989	587	2.054,00
%	0	23,27	48,15	28,58	
No. de alumnos matriculados en edad escolar	2832	12843	9915	3639	29.229,00
%	9,69	43,94	33,92	12,45	
Alumnos Matriculados / Habitantes en Edad Escolar	126,88	114,12	101,41	69,61	

Fuente: Página web Alcaldía de Tuluá, 2011

SECTOR RURAL

Tabla 2.46. Cubrimiento de educación en el sector rural

SECTOR RURAL	PREESCOLAR	BÁSICA PRIMARIA	BÁSICA SECUNDARIA	MEDIA	TOTAL
No. Habitantes en edad escolar	957	4823	4192	2241	12.213,00
%	7,84	39,49	34,32	18,35	
Cupos disponibles por nivel	177	1172	523	263	2.135,00
%	8,29	54,89	24,5	12,32	
No. de alumnos matriculados en edad escolar	1214	5504	4249	1559	12.526,00
%	9,69	43,94	33,92	12,45	
Alumnos Matriculados / Habitantes en Edad Escolar	126,85	114,12	101,36	69,57	

Fuente: Página web Alcaldía de Tuluá, 2011

COBERTURA TOTAL

Tabla 2.47. Cubrimiento de educación total

TOTAL MUNICIPIO	PREESCOLAR	BÁSICA PRIMARIA	BÁSICA SECUNDARIA	MEDIA	TOTAL
No. Habitantes en edad escolar	3.189,00	16.077,00	13.969,00	7.469,00	40.704,00
%	7,83	39,5	34,32	18,35	
Cupos disponibles por nivel	177	1.650,00	1.512,00	850	4.189,00
%	4,23	39,39	36,09	20,29	
No. de alumnos matriculados en edad escolar	4.046,00	18.347,00	14.164,00	5.198,00	41.755,00
%	9,69	43,94	33,92	12,45	
Alumnos Matriculados / Habitantes en Edad Escolar	126,88	114,12	101,41	69,61	
Tasa de analfabetismo: 5%					

Entre tanto, el DANE con base en el censo de 2005, reporta que en el municipio de Tuluá el 37,1% de la población residente ha alcanzado el nivel básica primaria; el 37,8% ha alcanzado secundaria y el 9,1% el nivel superior y postgrado. La población residente sin ningún nivel educativo es el 7,8%.

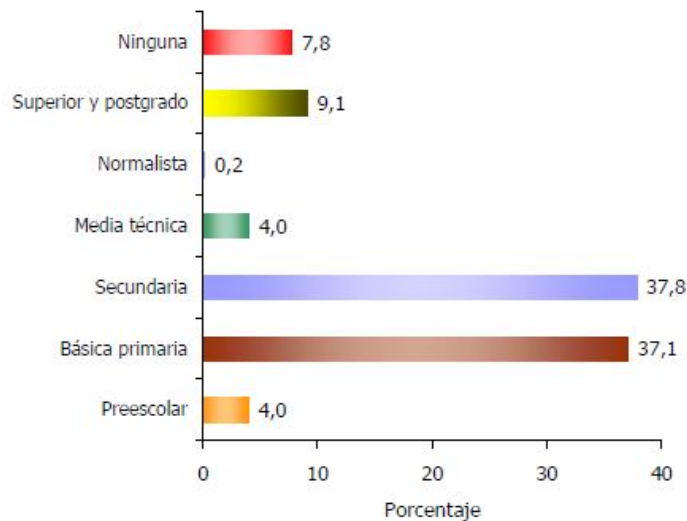


Figura 2.82. Nivel educativo en el municipio de Tuluá – Valle del Cauca
Fuente: DANE, 2005

2.5.6. SALUD

Dentro del Plan de Ordenamiento Territorial se contempla para Tuluá, la consolidación de un área comprendida entre las calles 25 y 29 y las carreras 32 a 40, con el fin de especializar y mejorar la prestación de servicios de salud y afines llamada “Operación Urbanística Ciudad Salud” con los siguientes objetivos:

Consolidar la zona como área especializada enfocada a los servicios a la región y el Departamento.

Adecuar la infraestructura de la zona para la prestación de servicios regionales.

Priorizar el sector para el peatón y promover un uso racional del espacio vial.

Plantear soluciones a la accesibilidad regional por la 40.

Como acciones estratégicas se deberán realizar las siguientes:

Generación de fachada de Acceso sobre la 40, con facilidades para el desplazamiento de la población otras regiones.

Complementariedad de usos a los de salud.

Priorización al espacio público peatonal.

Generación de facilidades para discapacitados.

Generación de parques dentro del espacio público.

Ampliación y especialización de la oferta en salud.

Para su implementación deberán usarse los siguientes instrumentos entre otros:

Desarrollo de un Plan Parcial para la consolidación de la zona, promovido por el sector público y que sea la base para ofrecer la zona a inversionistas en salud.

Convocatoria pública-privada buscando la participación de actores locales, regionales, nacionales e internacionales, para la gestión de la zona.

Creación de Corporación Cívica para la promoción, mejoramiento y administración de la zona.

Esquema de incentivos como soporte a la inversión privada en Tuluá en salud y usos complementarios localizarse dentro de esta zona.

Promoción de usos complementarios, culturales y recreativos que den sostenibilidad a la zona y enriquezcan la estadía a nivel de la población habitante del centro y de la región.

Uso de la valorización o esquemas de gestión compartida, para adelantar las obras de espacio público.

Promoción e incentivos al englobe de predios

Si bien en el corregimiento de Bocas de Tuluá no existe un centro de salud y se debe recurrir al corregimiento de Tres Esquinas en el caso de requerir servicios de salud o en su defecto, hasta Tuluá para cubrir esta necesidad, lo contemplado en el PBOT contribuiría con la mejora en la gestión de los servicios de salud.

2.5.7. VIVIENDA

Basados en las estadísticas del censo de 2005, Tuluá cuenta con un total de 48.918 de las cuales 42.543 corresponden al área urbana y 6.375 al área rural. El 70,6% de las viviendas de Tuluá son casas.

Tabla 2.48. Censode viviendas para Tuluá, 2005

MUNICIPIO	TOTAL	URBANA	RURAL
Tuluá	48.918	42.543	6.375

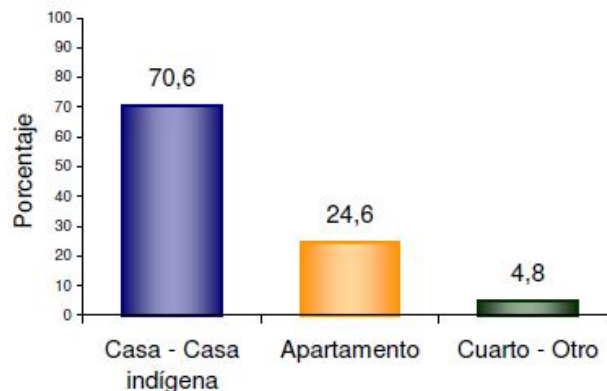


Figura 2.83. Tipo de vivienda en el municipio de Tuluá - Valle del Cauca
Fuente: DANE, 2005

2.5.8. SERVICIOS PÚBLICOS

En el municipio, el 98,1% de las viviendas tiene conexión a energía eléctrica y el 57,6% tiene conexión a Gas Natural.

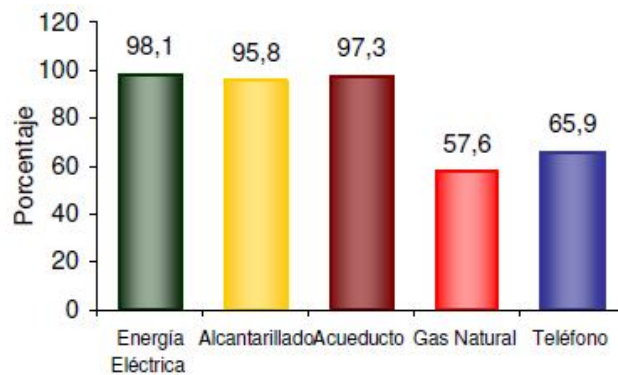


Figura 2.84. Cobertura de servicios públicos en el municipio de Tuluá - Valle del Cauca
Fuente: DANE, 2005

2.5.9. INFRAESTRUCTURA VIAL

Como vía principal para llegar a Tuluá se tiene la vía panamericana y la forma más frecuente de llegar a la madre vieja es por la carretera despavimentada que llega desde el perímetro urbano del municipio de Tuluá hasta el corregimiento Bocas de Tuluá. Las vías que llevan desde esta carretera hasta la madre vieja son dos callejones muy antiguos: el de la Victoria y el de los Martínez, que antes conducían al río Cauca, son públicos y actualmente no llegan hasta la madre vieja, unos metros antes se transforman en caminos de trocha que atraviesan los predios privados; callejón del Nilo, que llega hasta la hacienda Bilbao y de aquí se puede acceder a la madre vieja por los predios de esta hacienda (PMA Bocas de Tuluá, 2003).

2.5.10. RECREACIÓN Y DEPORTE

Tuluá cuenta con polideportivos, escuela de entrenamiento en diversas prácticas deportivas, diamante de baseball, pista de hockey, piscina olímpica, pista de patinaje, coliseo de pesas y artes marciales, y un Estadio. Principales eventos deportivos de Tuluá (Alcaldía de Tuluá, 2009).

2.5.11. TURISMO

Los principales sitios de esparcimiento del municipio de Tuluá conforme a la información suministrada en el portal de la Alcaldía de Tuluá (2009), son:

RUTA DEL MAIZ CAMPOALEGRE

Se inicia en el Parque de la Guadua, tiene piscina natural de aguas tibias, senderos que invitan a la relajación para tomar luego la vía al corregimiento de Nariño. Es una ruta de alto valor paisajístico, donde se puede deleitar la variedad de cultivos de cítricos, cultivos de maíz, cultivos de flores exóticas.

PARQUE LORA SARMIENTO



Ubicado en la variante entrada sur a Tuluá, ofrece una gran piscina para niños (con toboganes de agua) y un área de piscina semiolímpica para adultos, restaurante, refugios, zona de juegos.

Además el Parque cuenta con una corriente de agua limpia a todo lo largo del parque con lagos y charcos naturales, kioscos para todo tipo de actividades, juegos Infantiles, restaurantes y puestos de comidas rápidas, programas recreativos para las diferentes temporadas del año, jardines exóticos y una gran variedad de árboles regionales e introducidos.

PARQUE DE LA GUADUA "GUILLERMO PONCE DE LEON PARÍS"

Ubicado en el área urbana por la entrada sur a la ciudad, cuenta con abundantes cultivos de guadua y flores exóticas (heliconias), senderos ecológicos, cascada y piscina natural de agua tibia, tomada de una acequia del mismo Río Tuluá, canchas, juegos infantiles, cafetería, teatrino, salón para conferencias, kioscos para reuniones, espacios para la meditación y espacios para la preparación de alimentos por parte de las familias que aún gustan de los tradicionales "paseos de olla". El nombre del Parque de la Guadua, llamado GUILLERMO PONCE DE LEON PARIS, obedece a la memoria del ilustre fundador de LEVAPAN (q.e.p.d.).

2.5.12. ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO

En el informe regional de desarrollo humano, del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD; 2008, muestra los valores calculados del índice de desarrollo humano (IDH) para las municipalidades que conforman la Región.

Estima los niveles de progreso medio conseguido por una comunidad a partir de tres dimensiones, integradas en un solo indicador, el cual se compone de 3 estimativos:

- Disfrutar de una vida larga y saludable, medida a partir de la esperanza de vida al nacer.
- Disponer de educación, que representa el conocimiento, medido a partir de la tasa de alfabetización en adultos y la tasa bruta combinada de matriculación.
- Disfrutar de un nivel de vida digno, medido a partir del PIB, per cápita en términos de la paridad del poder adquisitivo (PPA) en dólares estadounidenses.

Según el PNUD, se conforman tres (3) categorías de acuerdo con los umbrales en los que oscile la extensión del índice calculado, los cuales son:

- Desarrollo humano Elevado (IDH ≥ 0.8 ; o con base 100: ≥ 80.0)
- Desarrollo humano medio (IDH entre 0.5 y ≤ 0.8 ; o con base 100: entre 50.0 y ≤ 80.0)
- Desarrollo humano bajo (IDH < 0.5 ; o con base 100: ≤ 50.0)



Nombre	Ubicación	Ocupación	Respecto al humedal	
	Tuluá			artesanías / Controlar las inundaciones
Damaris Ramirez Durán	Vereda Bocas de Tuluá	Artesana Asoenea	Pasivo	Extracción de la enea para la producción de artesanías / Controlar las inundaciones
Juan Carlos Fernandez Pérez		Ing. Ambiental CVC	Autoridad Ambiental	Conservación de los recursos naturales / humedal
Carlos Alberto Ramirez		Técnico Operativo CVC	Autoridad Ambiental	Conservación de los recursos naturales / humedal
Jaime Espinoza	Vereda Bocas de Tuluá	Agricultor	Activo	Control de las inundaciones de sus cultivos
Cristobal Martínez / Edgar Martínez	Finca La Floresta	Agricultor	Activo	Control de las inundaciones de sus cultivos
José Jesús Arce A	Vereda Bocas de Tuluá	Agricultor Asocompla	Activo	Control de las inundaciones de sus cultivos
David Albán Mercado	Finca Bélgica	Agricultor	Activo	Control de las inundaciones de sus cultivos
Gabriel Prado		Técnico Operativo CVC	Autoridad Ambiental	Conservación de los recursos naturales / humedal
Alban Cardos	Vereda Bocas de Tuluá	Agricultor	Activo	Control de las inundaciones de sus cultivos
Oscar Isaza Botero	Villavanesa		Pasivo	Desección del humedal para aprovechamiento
María del C. Espinosa P.	La González		Pasivo	Desección del humedal para aprovechamiento
Walford Duque	Finca Familia Barona	Abogado	Acompañante a procesos	Protección a bienes y servicios de la Familia Barona, colindante al humedal
Pedro Nel Barona	Finca La Juliana	Agricultor	Activo	Control de las inundaciones de sus cultivos / Desección del humedal para aprovechamiento
Escuela Camilo Torres	Vereda Bocas de Tuluá	Actor institucional	Pasivo	Casi nulo, sirve de lugar de reuniones para las dinámicas del humedal
Alcaldía del municipio de Tuluá	Casco Urbano de Tuluá	Actor institucional	Pasivo	Define políticas dentro del POT y otros lineamientos que permiten asegurar la subsistencia del humedal, más no se percibe un interés marcado en el actor
Grupo de Pescadores	Humedal Bocas de Tuluá	Pescadores	Activo	Es poco el interés más que recolectar los peces que se puedan capturar, no existe una organización como tal de los pescadores

Tabla 2.51. Relaciones y conflictos de los actores

Actor	Posición de soluciones a conflictos	Posición sobre soluciones respecto a otros actores	Amenazas	Oportunidades
Asoenea	Están prestos a solucionar los conflictos con otros actores, buscan la concertación	Su interés focalizado es obtener recursos para la expansión de sus actividades, más posiciones de latifundistas están en contra	Sin un apoyo razonable técnico y económico, la asociación desaparecerá	Sus artesanías han sido reconocidas y bien valoradas, es la falta de implementación de un adecuado plan de negocios y de una inversión significativa que no permite que esa actividad económica sea preponderante
CVC	Se presenta como el actor principal para dirimir los conflictos, más esta posición no es definitiva	Respeta las soluciones presentadas por todos los actores, más da una preponderancia a los intereses ambientales	Su credibilidad ha sido sumamente afectada por desidia de funcionarios en tiempos pasados	Como autoridad ambiental, tiene la posibilidad de efectuar cambios trascendentales en la percepción y manejo de un recurso natural tan importante como es el humedal
Agricultores de minifundios	Les interesa la conservación del humedal, pero por el uso del agua posible que tiene	Soluciones que comprometan sus posibilidades económicas no son viables para ellos, más están de acuerdo con la conservación del humedal	Las inundaciones han afectado sus únicos medios de subsistencia como lo son los cultivos	Debido a lo estipulado en la Resolución 196, la oportunidad radica en dos puntos, o ejecutar una reconversión exitosa a otros medios de subsistencia económica ambientalmente adaptados a las dinámicas del humedal o disponer esas tierras para su compra por el gobierno nacional
Agricultores de latifundios	No están muy abiertos a soluciones de conflictos, debido a que tienen propiedad de la tierra, pero como se han inundado recientemente están dispuestos a concertar	Las soluciones propuestas por grupos minoritarios respecto a darle prioridad a otras actividades relacionadas con el humedal que no sean la agricultura y ganadería extensivas son contrarias a sus soluciones	Las inundaciones han afectado sus terrenos, y se sienten presionados por la legislación presentada y su ejecución	Tienen la posibilidad de expandir los usos de sus tierras para poder tener un aprovechamiento sostenible conforme a la Resolución 196 de 2006, además de poder contar con un espacio coadministrado con el gobierno nacional
Escuela cercana	Solamente son un sitio de reunión	Debido a que no existe como tal un organo colegiado que permita expresar una opinión, no es un actor de consulta	Los profesores no están comprometidos en ninguna acción ni a favor ni en contra del humedal	Dentro de la escuela se pueden gestar actividades enfocadas a la conservación ambiental desde el punto de vista de aprovechamiento recreacional y de conservación del mismo
Alcaldía	Desean las soluciones a los conflictos con los propietarios y la autoridad	Aunque se respetan las posiciones de los demás actores, no está en la capacidad de formular	No existe una completa articulación entre las leyes emanadas por el gobierno	El gobierno municipal puede apersonarse y crear un sinnúmero de oportunidades relacionadas con una



Actor	Posición de soluciones a conflictos ambiental	Posición sobre soluciones respecto a otros actores	Amenazas	Oportunidades
		soluciones específicas a las problemáticas de todos	municipal en cuanto a los usos y destinación del territorio del humedal	adecuada gestión y coordinación de proyectos con el humedal

Tabla 2.52. Clasificación de actores

Escala / Categoría	Públicos	Locales	Beneficiarios	Interesados
Local	Alcaldía municipal de Tuluá	Agricultores de latifundios, Agricultores de minifundios, Escuela cercana	Asoenea	
Regional	CVC			
Nacional	Gobierno Nacional			
Internacional				

Tabla 2.53. Priorización de actores

Priorización	Señalética	Actores
Prioritarios	☐	Asoenea
Aliados	☺	CVC
Importantes	●	Agricultores de minifundios
Influyentes	☐	Alcaldía
Débiles	☐	Asoenea
Indiferentes	☐	Escuela
Hostiles	☹	Agricultores de latifundios

3. EVALUACIÓN

Jefferson Martínez - John Alexander Posso

3.1. EVALUACIÓN AMBIENTAL

3.1.1. UBICACIÓN EN BIOMA

Según el informe de Evaluación de Ecosistemas del Milenio más del 50% de humedales que existían en partes de Norte América, Europa, Australia y Nueva Zelandia fueron destruidas durante el Siglo XX y muchos otros en diversas partes del mundo fueron degradados. Algo mucho más alarmante del Informe es la afirmación: “la degradación y desaparición de humedales es más rápida que la experimentada por otros ecosistemas”.

Las figuras siguientes ilustran las principales formaciones ecológicas o biomas del sistema tierra. En ellas se puede apreciar el ecosistema al cual se circunscriben los humedal del Valle del río Cauca, los cuales hacen parte de un único bioma que comprende todo Suramérica, paralelo al océano pacifico y que busca conexión con el océano atlántico, conocido como el sistema montañoso de los Andes.

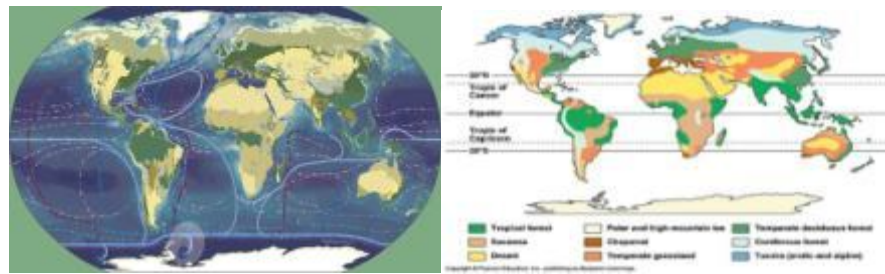


Figura 3.1. Biomas de la Tierra
Fuente: URL-2

Al extremo norte del Bioma corresponde el Valle del río Cauca, subcuena del río Magdalena perteneciente a la Vertiente Caribe.



Figura 3.2. Biomas en Colombia
Fuente: URL-2

La cuenca del Valle del río Cauca se encuentra configurada entre la vertiente oriental de la Cordillera Occidental y la vertiente occidental de la Cordillera Central. Los volúmenes de agua evaporados desde el océano Pacífico se precipitan en la cara occidental de la misma, formando el bosque húmedo de selva tropical, mientras que del otro lado de la cordillera, las precipitaciones son escasas debido los volúmenes de agua en forma de vapor no son interceptados, y continúan fluyendo hasta chocar contra la cara occidental de la Cordillera Central, la cual es más alta; caracterizada por grandes paramos, génesis de caudalosos ríos, cuya energía y sedimentos, corren lateralmente el río Cauca hacia las estribaciones de la Cordillera Occidental.

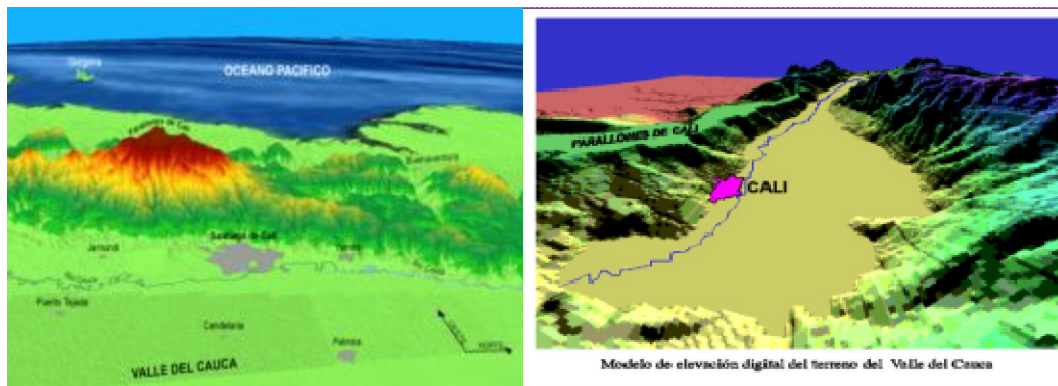


Figura 3.3. Terreno del Valle del Cauca

Fuente: URL-2

Como se observa en la anterior figura los vientos cargados de humedad que soplan desde el océano Pacífico, precipitan mayoritariamente sobre la vertiente Occidental. Mientras que del otro lado, del sotavento, se presenta un fenómeno llamado sombra de lluvia que induce a la formación de ecosistemas desérticos, como el bosque subxerofítico.

Basado en el mapa de ecosistemas de Colombia IDEAM *et al.* (2.007) "Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia"; se elaboró el estudio de representatividad ecosistémica para el Valle del Cauca, el cual determinó cincuenta y cuatro (54) categóricos ecosistémicos en la región del Valle del Cauca.

Agregando a lo anterior, según el Convenio No. 256 de 2009 entre CVC y Funagua, los humedales de la planicie aluvial del río fueron clasificados como Helobiomas, denotados por sus condiciones edáficas e hidrológicas, de mal drenaje, encharcamiento y periodos prolongados de inundación.

A su vez este ecosistema lo conforman 3 subecosistemas, entre ellos el Bosque Cálido Seco en Planicie Aluvial (BOCSERA), en un rango altitudinal entre 900 y 950 msnm, con temperatura promedio mayor a 24°C y precipitación entre 900 y 1.500 mm/año, con régimen pluviométrico bimodal.

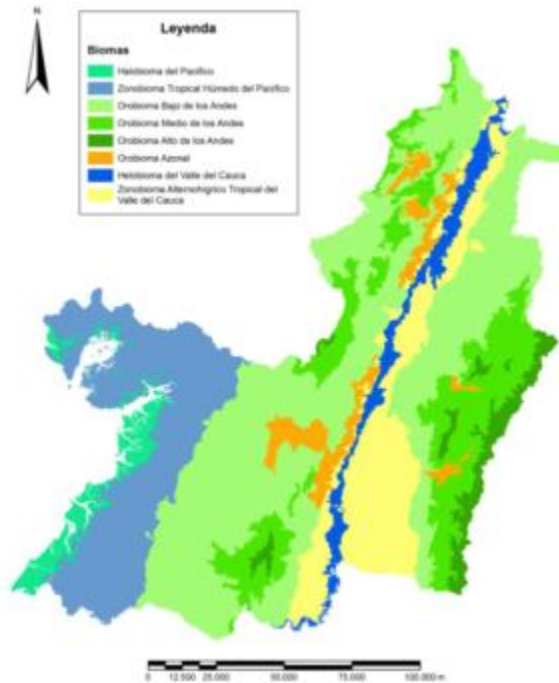


Figura 3.4. Terreno del Valle del Cauca
Fuente: CVC – FUNAGUA, 2010

Se ubica en la planicie aluvial del río Cauca como paisaje principal del ecosistema exhibe como relieve el plano de desborde del río Cauca concernientes a cubetas de desborde, cubetas de decantación, albardones, orillares, meandros abandonados, planos de terraza y vegas altas, estas geofomas modelan un relieve plano. La composición de los sedimentos aluviales son arenas, limos y arcillas principalmente. Constituido por: las cuencas de los ríos Tuluá y Morales en el municipio de Tuluá.

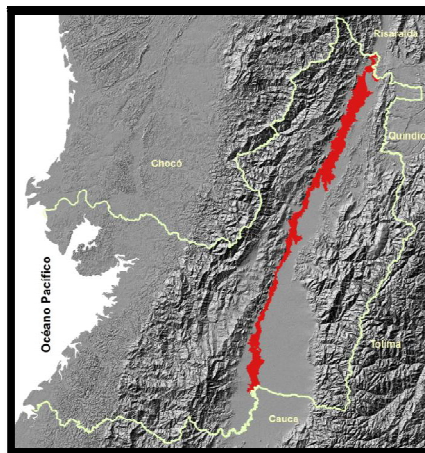


Figura 3.5. Localización del ecosistema BOCSERA
Fuente: CVC – FUNAGUA, 2010

Este ecosistema ha sido transformado casi en su totalidad, con un 93,2% de transformación que coloca de manifiesto la degradación que ha sufrido el ecosistema a causa de la basta utilización de tierras para cultivos, es importante resaltar que el área construida representa solamente el 5,5% lo cual deja en evidencia la dimensión de la capacidad antrópica para la transformación de su entorno, en cuanto a cobertura natural la cual apenas sobrepasa el 1,1% en este caso, al compararla con la que presentan los otros ecosistemas que componen este bioma (BICSERA y BOCHURA), se puede apreciar que es en éste donde el área natural es mayor (758 ha), lo mismo sucede con los cuerpos de agua (3,835.6 ha).

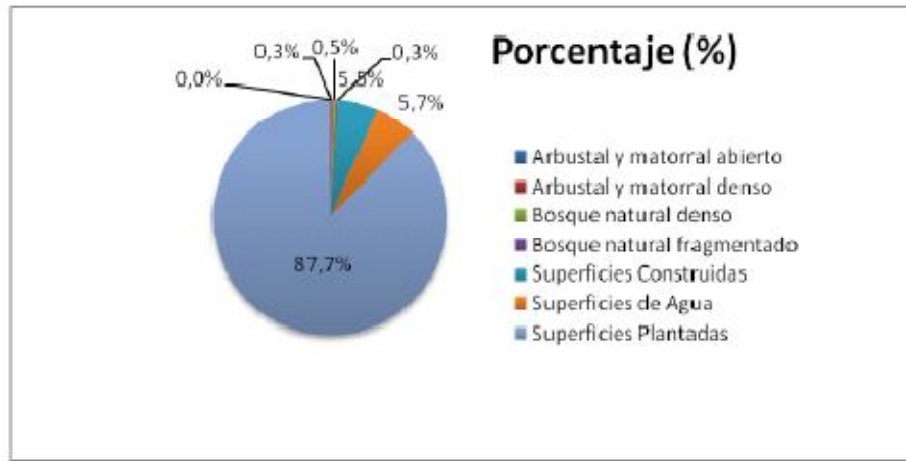


Figura 3.6. Distribución de la cobertura de tierra en el ecosistema BOCSERA
Fuente: CVC – FUNAGUA, 2010

3.1.2. FRAGMENTACIÓN

La fragmentación de los ecosistemas, consiste en introducir discontinuidades en las cintas energéticas y de materiales, por lo cual el sistema queda encerrado y confinado de manera que sus ciclos se dinamizan y se consume en menor tiempo, catalizándose la sucesión biológica natural que es pasiva hacia estadios inducidos de sucesión.

Por su parte a nivel químico acontece la adición de concentraciones nuevos y mayores de elementos o compuestos en los ciclos, como resultado del metabolismo de los sistemas agroindustriales y domésticos.

Este subecosistema presenta la mayor fragmentación de los subecosistemas pertenecientes a la categoría de Helobiomas del Valle a pesar de poseer el área más extensa es el que mayor número de fragmentos tiene, estos son muy pequeños (3.2 ha), y además son de forma irregular, esta cobertura desaparece prácticamente al tomar como efecto borde 200 metros y por ende no tendría ningún área efectiva para conservar.

Los ecosistemas de humedal del Valle del Geográfico del río Cauca, sistemáticamente han sufrido impactos de origen antrópico que han modificado su estructura, organización y funcionamiento.



Figura 3.7. **Fotografía aérea del humedal Bocas de Tuluá, año 1998**
Fuente: CVC, Vuelo FAL 407-1998



Figura 3.8. **Fotografía aérea del humedal Bocas de Tuluá, año 2001**
Fuente: CVC - Video inundaciones, 2010

Sin duda no es posible pensar en la restauración del sistema como tal o retornar el ecosistema a su estado original. Sin embargo, la vida de este humedal prevalece debido a las inundaciones generadas por los ríos Tuluá, Morales Y Cauca ocasionando así que no haya una posible desecación del terreno para uso de cultivos.

3.1.3. EFECTO DOMINANTE DE LA CUENCA AFERENTE

Dentro de la cuenca aferente, el humedal no puede estar en otro sitio sino al final y abajo. La mayor parte de los flujos y procesos ecológicos van en esa misma dirección. Como consecuencia, la mayor parte de las condiciones ambientales y dinámicas ecológicas del humedal dependen de las estructuras y eventos aguas arriba.



Figura 3.9. **Bosque cálido húmedo en planicie aluvial**

Tal como se sostiene la frase que ha hecho carrera en la ecología: *“un ecosistema acuático es expresión de su cuenca”*.

A mayor cantidad de agua, mayor influencia de la cuenca aferente; lo cual tiene dos significados, uno para la zona terrestre y otro para la acuática. En la fase terrestre la influencia es más leve, con dinámicas más propias, es decir es más autárquico. Mientras que en las zonas inundables la influencia es más determinante, pues el cuerpo de agua está totalmente determinado (heterárquico), al punto que refleja más la configuración sintética de la cuenca, más que las de su ronda.

Aunque su potencial para almacenar y acumular aguas es reconocido como su principal fortaleza; esto a su vez se constituye en un factor de fragilidad, debido a ingresan en él también nutrientes y organismos procedentes en gran manera de sistemas externos, lo cual termina por agotarlos.

Los tensores e impactos que más agreden la estructura y composición se asocian para los ingresos al sistema, mediante inundaciones, desbordes o comunicación estacional para eventos invernales con el cauce principal, tienen que ver con:

3.1.3.1. *MAYOR TASA DE INGRESOS DE MATERIA ORGÁNICA, NUTRIENTES Y EN GENERAL SEDIMENTOS AL SISTEMA CON RESPECTO A LA TASA DE SALIDA*

De allí su carácter de reservorios biogeoquímicos, de las sustancias provenientes por escorrentía en el tránsito por la cuenca de captación, en donde se incluyen los aportes adicionales de materia orgánica y nutrientes de los centros poblados e industriales.

De manera que con la misma intensidad y velocidad con la que ingresan sedimentos y nutrientes al sistema, se acelerará su colmatación. Lo cual es más agravante si se trata de un contaminante bioacumulable, pues a través del ecosistema ingresa en las cadenas tróficas de los otros biosistemas.

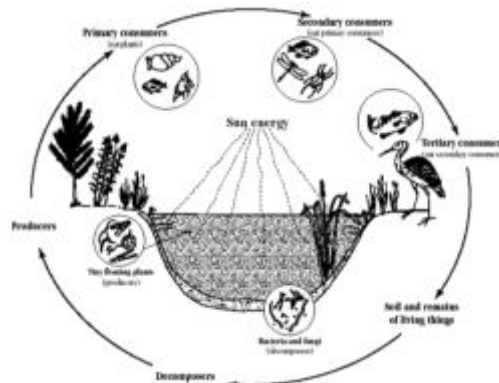


Figura 3.10. Cobertura del Bioma

3.1.4. SI LAS ENTRADAS DE AGUA SON CORTADAS EL HUMEDAL DESAPARECE

El taponamiento de canales aportantes, desviación de sus aguas, el drenaje de tierras de sus zonas amortiguadoras, constituye un gran impacto ecológico negativo al sistema puesto que se dejan de realizar los procesos que lo sustentan y mantienen.

Es importante conservar el régimen de pulsos y fluctuaciones del nivel de aguas, puesto que es allí donde se dan los intercambios energéticos y de masa entre los subsistemas constituidos del gran sistema que se desarrolla en el territorio de la cuenca.

Los diques representan un uso y modelo de ocupación del suelo en contravía del carácter ecológico del territorio que lo sustenta, al cortar la comunicación entre los subsistema constitutivos, fracturar su composición e introducir entropía al sistema lo cual termina por acelerar sus procesos y llevarlos a su extinción.

3.1.5. ESTRUCTURA DE LOS HUMEDALES

La estructura de los humedales es de capas concéntricas desde lo acuático hasta lo terrestre; lo cual explica su gran diversidad. Las distintas franjas se intercomunican entre sí y se transforma de acuático a terrestre y de terrestre a acuático.

Naturalmente los humedales presentan tres escenarios cuya extensión es sustancialmente variable entre unos y otros:

- Fase acuática: consiste en el cuerpo lagunar permanente; la cual algunos pueden no presentarla.
- Fase anfibia: se trata de una franja, cuya extensión es variable en extensión, y comprende las zonas que se inundan con mayor frecuencia y aquellas que solo se inundan durante periodos invernales de crecientes máximas.

- Fase terrestre: cercana al humedal y nunca alcanzada por las aguas; puede ser continua o discontinua.

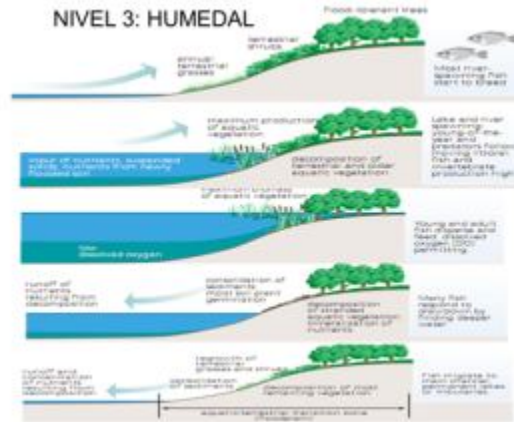


Figura 3.11. Dinámicas del humedal

Para los humedales asociados a ríos aluviales, en donde la pendiente hidráulica y del terreno es muy baja, se caracteriza por amplias fluctuaciones del nivel de las aguas, conformándose franjas anfibia con distintos períodos de inundación muy extensos y siendo para este humedal su principal condición.



Figura 3.12. Fotografía en periodo de sequía. Humedal con altos niveles de agua, Junio de 2001

Fuente: CVC-Fundación Natura, 2003

Se conforma una red de comunidades diferenciadas que se relevan gradualmente a lo largo de un amplio gradiente de inundación y drenaje. La estructura vegetacional de los humedales está determinada por la pendiente del terreno y la amplitud de las crecientes.



Figura 3.13. **Periodo de alto régimen pluviométrico. Zona anfibia inundada.**
Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011



Figura 3.14. **Complejo de humedales**

Los suelos de las zonas anfibias de los humedales son higromórficos y presentan restricciones severas al desarrollo de la vegetación de mayor porte, consistentes en la falta de oxígeno en el suelo, lo que lleva a una descomposición incompleta de la materia orgánica que tiende a acumularse en forma de turba, lo que a su vez conlleva un pH bajo.

En el humedal la mayor abundancia es dada por el buchón de agua, las macrófitas (el buchón de agua, el junco y la zarza) son cruciales para dos especies amenazadas: el chigüiro y la tortuga bache. Para la última, estas plantas hacen parte de su hábitat y de su área de actividad. Por lo que su control debe ser efectivo, guardando las proporciones necesarias para ofrecer las condiciones para el conjunto de especies que requieren de estas especies.



Figura 3.15. **Buchón de agua del humedal**
Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

3.1.6. **FUNCIONAMIENTO**

La hidrodinámica y en especial el régimen de fluctuaciones de niveles de agua es la característica más determinante de su composición biótica y abiótica, la cual define los flujos de energía y nutrientes.

La dinámica hidrológica funcional del humedal se configura por 3 ingresos al sistema:

- Los cursos afluentes, los cuales transportan materiales, propágulos y organismos de las cuencas superiores.

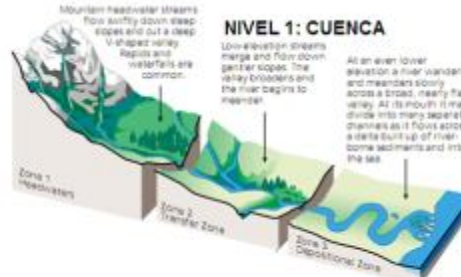


Figure 1.27. Three longitudinal profile zones. Channel and floodplain characteristics change as rivers flow from headwaters to mouth. Source: Vial (1990). © 1995 Blackwell Publishing Co.

Figura 3.16. Esquemas de funcionamiento

- La escorrentía directa, que son las aguas que drenan directamente de las superficies aledañas al humedal, en forma difusa o a través de cursos de primer orden. Este flujo es importante en la relación del humedal con los cambios en su entorno inmediato.

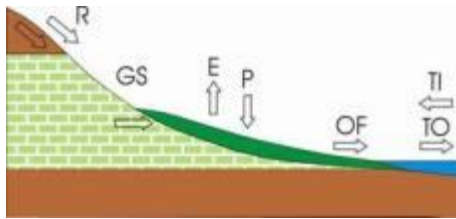


Figura 3.17. Escorrentía humedal

- Las crecientes, impulsadas por las dinámicas torrenciales y fluviales, las cuales promueven el intercambio de energía, materiales y organismos con otros ecosistemas, conectados de modo más o menos intermitente con el humedal.

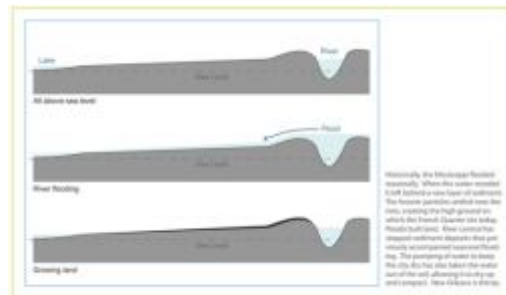


Figura 3.18. Flujos de crecientes

Estos flujos no sólo son entradas de agua, son las principales entradas de energía de este tipo de ecosistemas dado que:

Los humedales dependen básicamente de la productividad terrestre. Su productividad autóctona es generalmente muy inferior a la que ingresa con los flujos mencionados.

Toda la dinámica del humedal y, en especial, el modelado de la base geomorfológica y los flujos de nutrientes, materia orgánica y organismos, están determinados por las fuerzas hidráulicas. Por tanto, las entradas de agua son el motor del sistema.

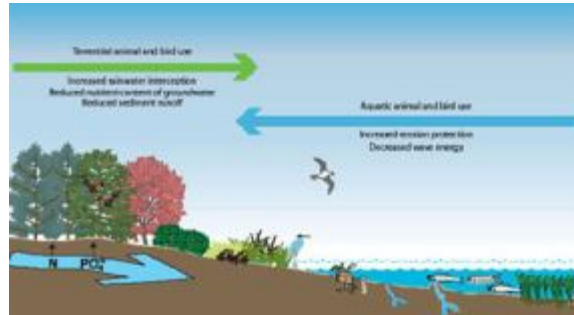


Figura 3.19. Dinámica hídrica

En lo concerniente a la productividad que sostiene al humedal es preciso diferenciar:

- La productividad alóctona: representada en la biomasa y la materia orgánica producida por otros ecosistemas y que entra al humedal con los afluentes y las crecientes.
- La productividad autóctona, la cual comprende:
 - Producción terrestre: proveniente de la vegetación de la fase terrestre y de la vegetación vascular anfibia de la fase anfibia. La primera fluye al vaso del humedal con la escorrentía directa. La segunda generalmente se produce durante las aguas bajas y luego es incorporada directamente a la fase acuática por las inundaciones. Esta productividad depende de la fertilidad de los suelos, la cual a su vez está dada por las características de las aguas de desborde (actuales y del pasado).



Figura 3.20. Humedal parte central

Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

3.1.7. TENSORES DEL HUMEDAL

En relación con los tensores que afectan a este humedal, se puede afirmar que esta caracterizado por la constante entrada de agua proveniente de los ríos Tuluá y Morales donde las mayores inundaciones se provocan en épocas de invierno cuando sus aguas no pueden descargarse totalmente en el río Cauca y lo convierte en un ecosistema estratégico por la tasa de intercambio de especies en cada inundación especialmente en época de invierno.

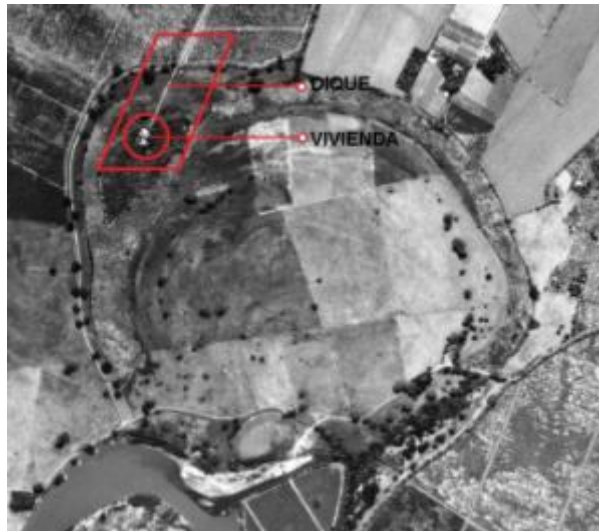


Figura 3.21. Fotografía aérea del humedal Bocas de Tuluá
Fuente: CVC, Vuelo FAL 407-1998



Figura 3.22. Dique fragmentador del humedal
Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

Dentro de la isla del este cuerpo de agua, fue construida una vivienda y un establo con su respectivo dique de acceso el cual fragmento el humedal en la zona noroccidental, limitando así la conectividad tanto forestal como faunística. En época de invierno, este dique se inunda pero no en su totalidad queriendo decir esto que sin importar la época del año, sigue siendo un factor influyente en los efectos de borde y desecación del humedal y en la interrelación de las especies dentro de su red trófica. En el mismo sentido, también se instaló una carretera sobre el costado occidental del humedal la cual también es un agente fragmentador limitante dentro del hábitat además de contribuir con sedimentos por arrastre que caen al humedal y disminuyen la capacidad del vaso.

Por lo que se refiere la producción acuática, se destaca que en humedal existe la presencia de plantas macrófitas en casi la totalidad del espejo de agua siendo la más abundante el buchón de agua.



Figura 3.23. **Macrófitas acuáticas**
Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

Como resultado de lo anterior, se obtiene una depuración de los contaminantes que llegan de los afluentes favoreciendo la circulación continua de agua a pesar de las inundaciones. Sin embargo, durante el proceso de asimilación de nutrientes, la macrófitas se reproducen exponencialmente generando efectos secundarios tales como el incremento de la evapotranspiración, impedimento en la penetración de la luz, el intercambio de oxígeno afectando la calidad del agua, la pérdida de condiciones favorables para albergar la fauna íctica nativa y la reducción en la superficie del espejo de agua por procesos de terrificación desde las orillas del humedal incluyendo los bordes del dique afectando el aprovechamiento íctico.



Figura 3.24. **Aporte de nutrientes por uso del suelo – ganadería**
Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

Como agravante, el uso del suelo actual que se da dentro humedal afecta directamente su calidad y la conservación del espejo de agua siendo la principal actividad económica la ganadería.

Esto contribuye con la generación de erosión acelerada, desertización, compactación y endurecimiento del suelo, acidificación, salinización, la disminución en el contenido de materia orgánica, pérdida de diversidad y caída de la fertilidad del suelo.



Figura 3.25. **Gradiente de Terrificación**
Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

Tanto como la descomposición de las macrófitas, la entrada de los cuerpos de agua que surten el humedal y la ganadería influyen en la sedimentación afectando negativamente el volumen y área del humedal, procediendo a la reducción del banco de agua y forjando su desecación.

FACTORES DE TENSIÓN

Dentro de este ecosistema no existe comunidad de habitantes debido a las continuas inundaciones que se presentan en el humedal, es tan marcada esta situación, que las personas que habitaban la casa ubicada en la isla la abandonaron. Su actual uso el pastoreo tanto en la isla como a los alrededores del humedal.



Figura 3.26. **Casa y establo abandonados por inundación**

Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

Esta circunstancia favorecen el desarrollo ecológico del humedal permitiendo el proceso natural de:

- La estacionalidad de las inundaciones, con franjas de especies con distintas tolerancias a la desecación o el anegamiento.
- Los cambios hidráulicos que modifican constantemente el régimen de inundaciones y de sedimentación de cada área. Una alteración constante, pero sin periodicidad. Debido a la continua y permanente disponibilidad de agua y de nutrientes procedentes de toda la cuenca, los humedales se estructuran como hábitat óptimos para gran variedad de especies de fauna y flora, y les permite ofrecer servicios a las comunidades. Por ende, se hace necesario comprender las distintas esferas de composición del ecosistema, construidas por la diversidad de procesos y gradientes ecológicos que confluyen hacia ellos.

Es por lo anterior que el manejo de los humedales no se circunscribe solo a su espejo lagunar, sino que abarca amplísimas zonas como:

- Cuencas de los afluentes.
- Cuencas de los cauces que ocasionalmente desbordan hacia el humedal.
- Franjas relacionadas por la escorrentía directa.
- Cuencas receptoras del efluente del humedal.
- Áreas fuente de las especies visitantes.
- Áreas de estación de las especies migratorias.
- Regiones que usan y explotan económicamente de los servicios ambientales y recursos naturales provistos (pesca, energía eléctrica, riego, control de inundaciones, amortiguación de vertimientos, etc.).

IMPULSORES DE TRANSFORMACIÓN Y PÉRDIDA



Un disturbio es un evento catastrófico que desvía la estructura y funcionamiento del sistema, y conduce el territorio sistémico de manera total o parcial hacia un estado de pérdida de sus atributos y funciones generando ecosistemas degradados y/o transformados.

El documento de política Plan Nacional de Restauración (MAVDT, 2009), define cinco categorías causales o impulsores, los cuales son los siguientes:

- Transformación del ecosistema.
- Invasiones biológicas.
- Sobreexplotación.
- Contaminación.
- Cambio Climático.

En lo referente a la transformación del ecosistema hace referencia a los disturbios antrópicos provenientes de los sectores productivos agropecuarios y agroindustriales, la deforestación, la expansión urbana, la degradación y el cambio del régimen hidrológico.

Este motor incide en la composición y estructura del suelo, la diversidad biológica, la dinámica hídrica, los ciclos de nutrientes y la capacidad de elasticidad y resistencia del ecosistema, induciéndolo hacia otros estados de sucesión activa.

En lo que respecta a las invasiones biológicas hacen referencia a la introducción, trasplante e invasión de especies exóticas. El tercer impulsor es la sobreexplotación, el cuarto motor es la contaminación que considera el aporte de excedentes de riego y el drenaje de las zonas agrícolas colindantes que incorpora contaminantes de tipo químico, pero también la contaminación orgánica proveniente de los centros poblados, vertimientos en general, y el aporte de material particulado proveniente de la cuenca.

El cambio climático se ha constituido como un factor impulsor de pérdida y transformación, además se ha observado su capacidad para dinamizar los otros motores y generar sinergismo que amenazan el sistema.



Figura 3.27. **Fotografía aérea – Proceso de desecación con el río Tuluá**
Fuente: CVC, Vuelo FAL 407-1998

Finalmente el equilibrio dinámico se encuentra en función de dos factores; de un lado la estructura, funcionamiento y auto-organización del sistema que definen su resistencia y elasticidad; y del otro lado de las condiciones de la perturbación, en términos de intensidad, duración y tamaño. En la siguiente fotografía aérea se observa como la conectividad del río Tuluá se ha perdido por el proceso de desecación reduciendo así, el área del espejo de agua.

Dentro de la red trófica, el primer eslabón es la comunidad vegetal conformada por el fitoplancton, perifiton y macrófitas acuáticas, los cuales funcionan como conversores de la energía lumínica solar y sustancias inorgánicas (bióxido de carbono, nitrógeno, fósforo y otros elementos) en materia orgánica, fuente energética de las especies heterótrofos (consumidores) a través del proceso de la fotosíntesis, liberando como subproducto oxígeno, el cual es utilizado por los organismos aerobios acuáticos. Parte de la materia orgánica procedente de las células muertas (animales, vegetales, hongos y bacterias) se incorpora de nuevo al ecosistema en forma de nutrientes.

El régimen hídrico es modificado a través de obras de control de inundación como diques, canales de drenaje, y extracción de agua para la agricultura. Lo cual está en estrecha relación con la calidad de las aguas de la fase acuática, que al recibir la carga de nutrientes se eutrofizan. La escala de pauperizaciones conduce a la desecación por terrificación y por lo tanto a su envejecimiento.

Según la fisiografía el ecosistema hace parte de la llanura de inundación del Río, de manera que las inundaciones son vitales en el ciclo del Humedal, aspecto que no se



encuentra en armonía con los usos agropecuarios que se le dan al suelo, para los cuales las inundaciones no son favorables. Por lo cual se debe controlar la expansión de la frontera agrícola o en su defecto hacer esfuerzos que conduzcan hacia una armonización con las características del paisaje. El río Tuluá y el Morales son el eje principal del humedal, su funcionalidad está en función de la conectividad con el mismo.

3.1.8. **DISTURBIOS A LA UNIDAD ECOLÓGICA HUMEDAL**

Los disturbios de mayor poder de afectación a la estructura ecológica de un humedal se pueden clasificar según la metodología Ramsar en cinco categorías:

1. Cambios en el régimen hídrico.
2. Contaminación de las aguas.
3. Modificación física.
4. Explotación de productos biológicos.

En el humedal presentan cambios hídricos directamente relacionado con el pulso hidrológico que lo nutre, y los que se presentan por causa de la desecación por diques y por eutroficación. En cuanto a las comunidades, no existe la presencia de ninguna que hagan uso y aprovechamiento de los servicios ambientales que éste ofrece a pesar de que en ocasiones se cuenta con la presencia de pescadores pero de forma intermitente, sin embargo, se hace pastoreo dentro y a los alrededores de la isla a pesar de que esta actividad no pertenece a los servicios ambientales del humedal.

Tabla 3.1. Funciones de los humedales interiores epicontinentales, sugeridos por la Convención de Ramsar y su importancia en el Humedal Bocas de Tuluá

Fuente: Tomado y adaptado de UICN (1992)

Funciones y productos de los humedales	Importancia en el Humedal Bocas de Tuluá
Control de inundaciones	Alta. Teniendo en cuenta que el humedal se alimenta de los ríos Tuluá, Morales y Cauca, Bocas de Tuluá es un controlador de inundaciones de alta importancia porque mitiga y regula el caudal que estos ríos traen.
Reposición de aguas subterráneas (recarga de acuíferos)	Alta. Por influencia de la cordillera central, por aguas de escorrentía y permeabilidad, este humedal es un punto de descarga de las cuencas portantes y por lo tanto, es vital para la reposición de las aguas acuíferas.
Descarga de acuíferos (almacenamiento de agua)	Alta. Las aguas subterráneas son centrales en el equilibrio hídrico del ecosistema.
Retención y “exportación” de sedimentos y nutrientes	Alta. Muy importante, el humedal metaboliza gran parte de la carga de sedimentos y nutrientes que ingresa, los cuales los introduce en la red trófica, y lo restante es acumulado como sedimentos en el fondo, que posteriormente conformará suelo o en su defecto, será arrastrado por los caudales de los efluentes.
Retención de sustancias tóxicas	Alta. Las sustancias tóxicas que llegan de los efluentes son retenidas dentro del humedal en los diferentes niveles tróficos.
Retención de nutrientes	Alta. Los nutrientes drenan al humedal, en donde son metabolizados, reincorporándolos a la biomasa, los cuales a su vez en gran cantidad



Funciones y productos de los humedales	Importancia en el Humedal Bocas de Tuluá
	se convierten en sedimentos.
Exportación de biomasa (fauna y flora)	Media. Aunque la productividad biológica es exponencial, por causa del alto nivel de nutrientes que ingresan. Tan solo unas especies vegetales invasoras prosperan, las cuales cuentan con la fortuna de un contexto adecuado para su crecimiento. No obstante esta productividad se encuentra asociada a la fase terrestre, y al proceso de terrificación; por lo tanto la fauna y flora terrestre se pueden ver beneficiadas, pero no la acuática, puesto que también constituye una amenaza para los peces, por detrimento de sus aguas, debido al consumo de oxígeno por parte de las plantas acuáticas en la noche, en donde no es posible la fotosíntesis; y al detrimento que le causa a la calidad de las aguas, el aporte de sedimentos orgánico a la fase acuática, una vez termina el ciclo de vida la planta acuática, y se reproduce.
Estabilización del microclima	Alta. Evidentemente el humedal, es una isla de enfriamiento del ecosistema local. La fase acuática en sí, se comporta como espejo al reflejar la radiación solar y devolverla a la atmósfera.
Transporte por agua	Alta. Canaliza el caudal de los ríos Tuluá y Morales principalmente.
Mitigación del cambio climático	Alta. Importante. Evidentemente desde lo local, actuando como islas de enfriamiento y estabilización, las cuales combaten los procesos de desertificación.
Depuración de aguas	Alto. El humedal recibe gran parte de los volúmenes de agua y sedimentos que transportan los efluentes, retiene y almacena agua y sedimentos; depurando las agua mediante la sedimentación y digestión de la carga sedimentológica del río.
Reservorio de biodiversidad	Alta, pero está perdiendo su riqueza de especies por desecación y fragmentación del ecosistema.
Productos de humedales	Media. Aprovechamiento la oferta biológica especialmente peces ocasionalmente.
Recreación / Turismo	Baja. No tiene potencial ecoturístico.
Valor Cultural	Bajo. No existe una comunidad aledaña que apropie el humedal a sus raíces culturales.
Productos	Importancia en el Humedal Bocas de Tuluá
Forestales, vida silvestre, forrajeros, agrícolas, abastecimiento de agua	Bajo. El aprovechamiento se realiza por pastoreo y pesca ocasional.
Atributos	Importancia en el Humedal Bocas de Tuluá
Diversidad biológica	Alta. Es importante realizar monitoreos constantes para determinar el comportamiento de la diversidad biológica en el humedal y tomar las medidas necesarias de acuerdo a los resultados.
Singularidad del patrimonio cultural	Baja. No se tiene conocimiento de alguna comunidad asociada al humedal en su desarrollo.

Las funciones de los humedales son los procesos naturales que ocurren en el ecosistema. Algunos a simple vista intangible, no susceptible de cuantificación inmediata. Como por ejemplo: control hidrológico, control de erosión, entre otros. No obstante los costos de daños evitados, gastos evitados, cambios en la productividad y costos de reubicación y reemplazo son elevados y se hacen presentes una vez dejan de producirse.



Tabla 3.2. Funciones ecosistémicas de los humedales asociadas a bienes y servicios económicos

Funciones	Bienes y servicios de valor económico
Recarga y descarga de acuíferos	Aumenta la cantidad de agua
	Aumenta la productividad de la pesca aguas abajo
Control de calidad de agua	Reducción de costos de purificación de agua.
Retención, remoción y transformación de nutrientes	Reducción de costos de purificación de agua
Hábitat de especies acuáticas	-Mejoras comerciales y recreacionales en la pesca. -Apreciación de especies sin uso comercial -Conservación de hábitat de especies endémicas
Hábitat de especies terrestres y avifauna	-Observación recreacional y caza de vida salvaje. -Apreciación de especies sin uso comercial. -Conservación de hábitat de especies endémicas.
Producción y exportación de biomasa	Producción de alimento e insumos para la agricultura.
Control de inundaciones y atenuación de crecientes	Reduce los daños debido a inundaciones y al tránsito de crecientes torrenciales
Estabilización de sedimentos	Reducción de la erosión
Mejoramiento ambiental.	Comodidad producida por la cercanía al ecosistema

Fuente: Woodward y Wui (2001).

3.2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL: APLICACIÓN AL ESCENARIO PRESENTE DEL MÉTODO MIC-MAC

El territorio ecosistémico Humedal se estructura, organiza y funciona por la interacción de partes, que a su vez son sistemas. Los elementos sistémicos, son consideradas variables, que para el caso del humedal, pertenecen al universo físico, químico, biológico y socioeconómico, tanto como partes internas, como partes externas al sistema. Las partes forman el todo, pero siguiendo la Teoría General de los Sistemas, la parte es incluso más que el Todo.

De la caracterización técnica científica y comunitaria, se listaron cerca de 27 variables que interactúan en la dinámica del humedal, para posteriormente proceder a efectuar el análisis; el estructuralismo busca las estructuras a partir de las cuales se produce el significado u objetivo dentro de una cultura o mente.

Según Garcés; 1999 sobre la base de una matriz configurada por las variables potencialmente explicativas del sistema, se realiza una aproximación cualitativa-cuantitativa de los impactos cruzados directos. La matriz de doble entrada, se estiman las relaciones causales entre las variables y su intensidad relativa, sin importar si su influencia es positiva o negativa; de manera que se realiza la valoración de intensidad de impacto, con la solidez y consistencia cuantitativa del álgebra de matrices.

Garcés; 1999 ilustra como el método Mic-Mac permite analizar la matriz de impactos directos y los bucles de interacción indirectos entre los distintos factores; basado en el

álgebra de matrices, la cual en uno de sus teoremas plantea que la multiplicación iterativa de una matriz por sí misma consigue llegar a una matriz resultado estable la cual representa las relaciones básicas del sistema y nos muestra los índices de motricidad y dependencia de cada una de las variables.

Los coeficientes de la Matriz corresponden a los cruces ecológicos de las relaciones entre las variables, se califican de acuerdo a la influencia e intensidad de la variable en el sentido lineal de la causa – efecto, de la siguiente manera:

- 0 para ninguna influencia
- 1 para impacto débil
- 2 para influencia media
- 3 para impacto fuerte

Lo valioso del método es que sobre una matriz cualitativa se pasa hacia lo cuantitativo mediante una calificación simple de relaciones causa – efecto en el sentido lineal mecánico en el que son observadas las interacciones por el equipo técnico – científico que elaboró la caracterización, considerando la caracterización comunitaria; luego mediante el rigor matemático del álgebra matricial, las preposiciones pasan a ser combinadas, de manera que las influencias directas, lineales, se calibran con las influencias indirectas no lineales, hasta que los coeficientes de las matrices en su multiplicación NxN, logra estabilizarse, indicando con ello, que el sistema se ha estructurado.

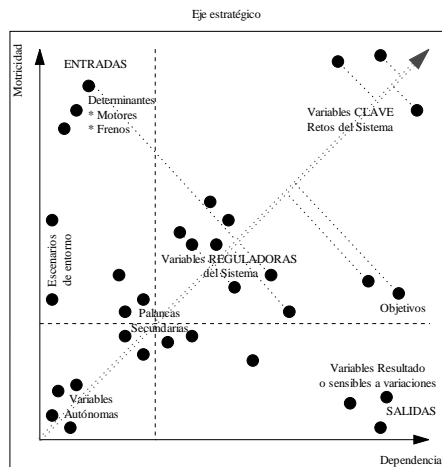


Figura 3.28. Interpretación del Plano Motricidad / Dependencia
Fuente: Tomado de Garcés, 1999

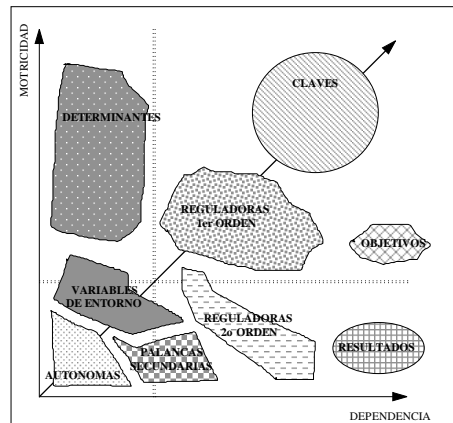


Figura 3.29. Interpretación del Plano Motricidad / Dependencia
Fuente: Tomado de Garcés, 1999

La diagonal del plano de motricidad-dependencia es el eje de la estrategia; entre más alejados estén los factores del origen serán más estratégicos.

La distribución de las variables en el plano nos permite establecer una tipología de clasificación de los factores o variables en subsistemas interrelacionados y jerarquizados así según Garcés, 1999:

Autónomas: al lado del origen, son poco influyentes, tienen poca motricidad y poca dependencia; constituyen tendencias pasadas o inercias del sistema. Generalmente la mayor parte de los presupuestos estatales se canaliza hacia estos factores con el efecto ya conocido: ninguno y a un gran costo de recursos.

Determinantes, en la zona superior izquierda del plano, son muy motrices y poco dependientes; pueden constituirse en motores o frenos del sistema.

De Entorno, en la parte media a la izquierda, con motricidad media y dependencia baja; pueden dar lugar a escenarios alternativos.

Objetivo, son medianamente motrices y bastante dependientes; tienden a estar bajo nuestra jurisdicción.

Palancas Reguladoras de primer orden, ubicadas en la zona central del plano, sirven para soportar e impulsar las variables claves hacia sus metas.

Palancas Reguladoras de segundo orden, ubicadas también en la zona central del plano, un poco más hacia la derecha que las anteriores, trabajan engranadas con ellas.

Claves, en la zona superior derecha del plano, son muy motrices y muy dependientes, sobredeterminan el funcionamiento del sistema y constituyen sus retos o desafíos estratégicos. Es en torno a ellos que más debe profundizarse. Sobre ellos los actores deben pronunciarse y comprometerse.

3.2.1. VARIABLES QUE CONFORMAN LA MATRIZ

Sobre la base de la evaluación técnico-científica y comunitaria, integrando el trabajo de campo, de laboratorio, con el trabajo teórico y de modelación de las disciplinas físicas,



químicas, biológicas y socioeconómicas, se listaron las variables sensitivas, constitutivas del sistema, ecológico, social y mental – cultural del humedal; se procede a efectuar la priorización de variables de mayor a menor nivel crítico; es decir se listan según los expertos y la comunidad las variables más importantes en su orden:

3.2.2. RESULTADOS MIC-MAC

Luego de la multiplicación matricial, se logra la estabilización de los coeficientes, en la sexta interacción, de ésta forma se ha logrado la comunicación directa e indirecta de la totalidad de las variables constitutivas del sistema, tal como sucede en un modelo ecológico rizomático, en donde desde cualquier factor se impacta a otro, sin importar la distancia y el plano al que pertenezca. Así tenemos que para Bocas de Tuluá:



Tabla 3.3. Lista de Variables

N°	Título largo	Título corto	Descripción	Tema
1	Calidad del agua	Cagua	Pict	PulH
2	Productividad Ictica	Pict	3	1
3	Pulso Hidrologico	PulH		0
4	Modelo de drenaje regional y de microcuenca	MDR	3	
5	Conectividad alterada / fragmentación hidraulica	ConHid	3	3
6	Conectividad forestal alterada / fragmentación	ConFores	3	3
7	Calidad del suelo	Csuelo	2	2
8	Prácticas agrícolas incompatibles con la conservación	AgrIn	2	2
9	Prácticas ganaderas incompatibles con la conservación	GanIn	3	3
10	Contaminación difusa (no puntual)	CD	3	3
11	Contaminación puntual	CP	3	1
12	Especies invasoras (exóticas y/o nativas)	Einv	3	0
13	Proceso de terrificación	Terrif	3	2
14	Extencion Volumetrica Fase Acuatica	PFaseA	3	3
15	Degradación directa de un sistema ecológico o comunidad objeto de conservación	DST	3	3
16	Diversidad en Fauna (Terrestre, anfibia y acuatica)	DFA	3	3
17	Diversidad en flora (terrestre, anfibia, acuatica, fitoplacton y bentos)	DFL	2	1
18	Comunidad	C	2	2
19	Edad y estado sucesional del humedal	ESUC	0	0
20	Dinamica Morfológica del Rio	DMorfR	3	3
21	Autoridades de control	AA	1	2
22	Incentivos economicos a sector agrícola Hegemonico	SAH	1	0
23	Cambio climático y eventos extremos	CC	3	1
24	Pescadores	Pesc	2	3
25	Servidumbres	Servd	0	0
26	Vías	Vías	0	0
27	Alteración de la calidad del aire (quemadas, emisiones, entre otros)	Qmas	0	0

Tabla 3.4. Matriz de Variables

	1 : Cagua	2 : Pict	3 : PulH	4 : MDR	5 : ConHid	6 : ConFores	7 : Csuelo	8 : AgrIn	9 : GanIn	10 : CD	11 : CP	12 : Einv	13 : Terrif	14 : PFaseA	15 : DST	16 : DFA	17 : DFL	18 : C	19 : ESUC	20 : DMorfR	21 : AA	22 : SAH	23 : CC	24 : Pesc	25 : Servd	26 : Vías	27 : Qmas	
1 : Cagua	0	3	1	1	1	1	3	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	3	0	0	0	
2 : Pict	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	3	0	0	0	
3 : PulH	3	3	0	3	2	2	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	2	0	3	0	3	0	
4 : MDR	2	3	3	0	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	0	3	3	0	0	0	
5 : ConHid	2	3	3	1	0	1	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	1	3	3	0	3	3	3	0	0	0	
6 : ConFores	2	2	2	1	2	0	3	3	3	2	0	1	2	2	3	3	3	0	2	0	0	3	3	1	0	0	0	
7 : Csuelo	2	2	2	1	2	1	0	2	2	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	2	0	3	0	1	0	1	0	
8 : AgrIn	3	3	3	0	3	3	0	2	3	0	3	3	3	3	3	3	3	1	3	2	0	3	3	3	3	0	3	
9 : GanIn	3	3	3	0	3	2	3	3	0	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	0	2	2	2	2	0	2	
10 : CD	3	3	1	1	2	1	1	2	0	0	0	3	3	3	3	3	3	0	3	0	0	3	0	3	0	0	0	
11 : CP	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	0	3	0	0	0	0	3	0	0	1	
12 : Einv	2	3	2	0	2	2	2	2	2	0	0	0	3	3	3	3	3	1	3	0	2	3	1	3	0	0	0	
13 : Terrif	2	3	3	1	2	2	1	0	0	0	0	3	0	3	3	3	3	0	3	1	0	0	3	3	0	0	0	
14 : PFaseA	2	3	3	0	2	2	1	0	2	0	0	3	3	0	3	3	3	0	3	1	0	3	3	3	0	0	0	
15 : DST	2	3	3	2	3	3	2	3	3	0	0	0	3	3	0	3	3	0	3	0	1	3	3	3	0	2	0	
16 : DFA	1	2	1	1	1	3	1	1	1	0	0	0	3	2	0	0	3	0	3	0	0	3	1	3	0	0	0	
17 : DFL	2	2	2	1	1	3	1	1	0	0	0	0	3	3	0	3	0	3	0	3	0	0	3	2	2	0	1	0
18 : C	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
19 : ESUC	2	3	3	0	2	2	1	1	2	0	0	0	3	3	0	2	2	1	0	2	0	3	2	3	0	0	0	
20 : DMorfR	1	1	2	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	2	0	0	3	0	1	0	0	0	
21 : AA	0	1	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	3	0	0	0	0	0	
22 : SAH	2	3	3	0	3	3	3	3	0	3	0	0	3	3	3	3	3	2	3	3	3	0	3	3	1	0	1	
23 : CC	2	2	3	3	3	3	2	3	2	2	0	2	3	3	1	2	2	2	2	3	1	3	0	3	0	3	0	
24 : Pesc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25 : Servd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
26 : Vías	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	
27 : Qmas	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	3	3	3	0	0	

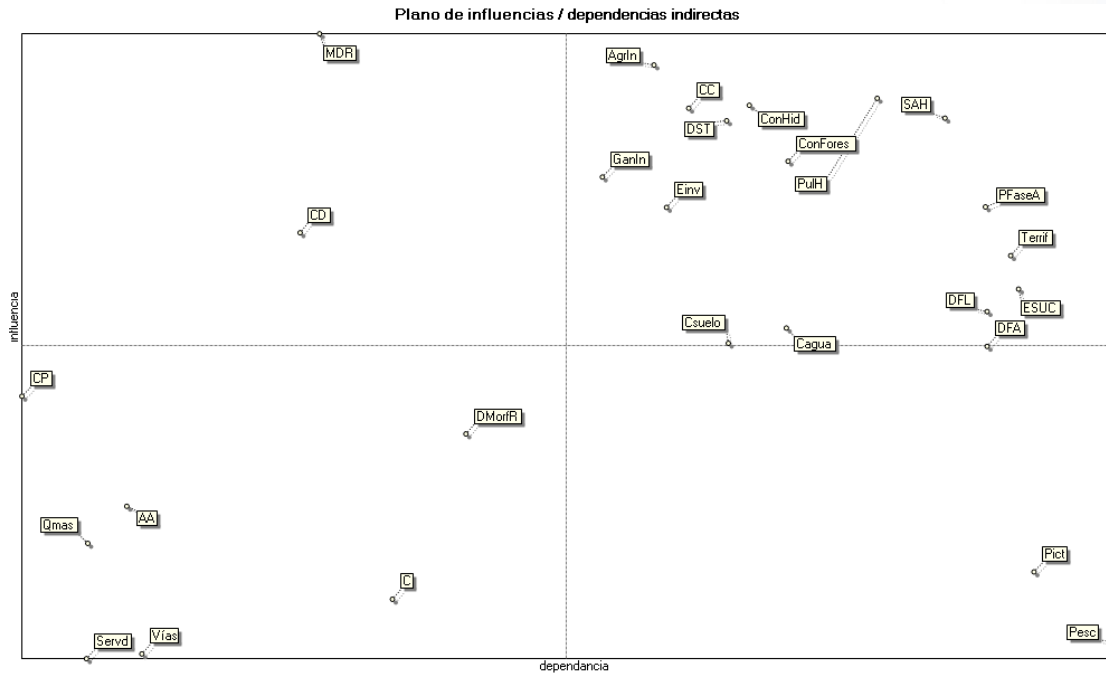


Figura 3.30. Resultados MIC

Tabla 3.5. Resultados MAC

	1 : Cagua	2 : Pict	3 : PulH	4 : MDR	5 : ConHid	6 : ConFores	7 : Csuelo	8 : AgrIn	9 : GanIn	10 : CD	11 : CP	12 : Einv	13 : Terrif	14 : PFaseA
1 : Cagua	2817016	3673421	3132186	1201767	2690286	2824313	2618256	2359718	2178259	1137531	175710	2401249	3593028	3505709
2 : Pict	739817	964421	821949	315953	706066	740952	687115	619508	572562	298456	46013	630976	943274	920366
3 : PulH	4775725	6225676	5306937	2041705	4557968	4784495	4434886	4000569	3698691	1926361	296870	4073305	6089610	5941471
4 : MDR	5324972	6942564	5918514	2275201	5083055	5336073	4946265	4460500	4122815	2148778	331387	4542383	6790351	6625186
5 : ConHid	4715497	6148116	5240554	2015012	4500361	4724126	4380282	3950130	3651351	1902362	293382	4023297	6012914	5866744
6 : ConFores	4238638	5526171	4710689	1811031	4045393	4246335	3937293	3550517	3282381	1710404	263791	3616934	5404518	5273187
7 : Csuelo	2688003	3503995	2986796	1149942	2565211	2692808	2495349	2251586	2083118	1083789	166888	2293337	3427416	3343977
8 : AgrIn	5058594	6595693	5623169	2160003	4829932	5070376	4700057	4237076	3914344	2042427	315086	4314288	6451360	6294490
9 : GanIn	4104400	5350985	4562215	1752752	3918634	4113373	3812592	3437834	3176859	1656709	255666	3500631	5233669	5106381
10 : CD	3630175	4732294	4033450	1551703	3464395	3636270	3370325	3040481	2811265	1463550	225524	3095963	4628625	4516003
11 : CP	2236449	2915883	2485603	954072	2135209	2241019	2078049	1873046	1729273	902825	139369	1906172	2851983	2782697
12 : Einv	3845575	5013893	4274267	1643191	3670865	3853825	3571629	3221065	2977244	1551239	239120	3279715	4904101	4784782
13 : Terrif	3433428	4477712	3818439	1463650	3279471	3442935	3191434	2875203	2654797	1387270	214270	2928320	4378812	4272611
14 : PFaseA	3849276	5019207	4278257	1644481	3674068	3857072	3575346	3223703	2980960	1552943	239368	3285063	4908802	4789158
15 : DST	4583835	5975991	5094683	1959551	4375365	4593389	4257046	3839413	3549509	1849224	284935	3910130	5845246	5703062
16 : DFA	2661611	3469482	2957021	1139488	2539756	2666258	2470955	2229627	2061945	1072955	165127	2270284	3394135	3311266
17 : DFL	2958535	3856637	3287401	1265540	2823354	2963894	2746535	2478198	2291312	1192469	183678	2523152	3772397	3680692
18 : C	506415	660217	562981	216387	483433	507451	470894	424410	392244	204934	31621	432497	645733	630057
19 : ESUC	3149962	4106165	3499978	1347768	3006141	3155754	2924494	2638711	2440263	1269861	195636	2686813	4016731	3919004
20 : DMorR	1915462	2497015	2128535	819447	1827989	1918933	1778440	1604605	1484253	772421	118981	1634388	2442363	2382928
21 : AA	1299329	1693389	1442679	557480	1238610	1300213	1205168	1088827	1008835	522841	80318	1109093	1656304	1615963
22 : SAH	4604999	6005061	5121272	1964093	4398568	4618183	4280282	3856955	3561148	1860422	287387	3926456	5873433	5730636
23 : CC	4690671	6115287	5213703	2005184	4478015	4701272	4356295	3929236	3632227	1892348	291603	4000072	5982119	5836535
24 : Pesc	144281	188261	160540	61610	137853	144829	133833	120857	111833	57953	8938	122822	184129	179630
25 : Servd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26 : Vias	40842	53379	45609	17496	39108	41232	37755	34230	31758	16200	2505	34569	52230	50937
27 : Qmas	983135	1281795	1091572	421518	937007	983715	911731	823078	762916	395219	60627	840260	1253301	1222755

	15 : DST	16 : DFA	17 : DFL	18 : C	19 : ESUC	20 : DMorfR	21 : AA	22 : SAH	23 : CC	24 : Pesc	25 : Servd	26 : Vías	27 : Omas
1 : Cagua	2611553	3511275	3511275	1456378	3619260	1709587	539430	3362240	2480996	3942094	399438	588416	404107
2 : Pict	685913	922000	922000	381983	950628	448520	141212	883756	650980	1035092	104626	154663	105899
3 : PuIH	4424999	5951292	5951292	2466393	6135792	2897242	910990	5706421	4202261	6682121	674354	1000247	682408
4 : MDR	4935204	6636368	6636368	2751707	6841547	3232010	1016288	6360805	4687444	7451059	752788	1114204	761669
5 : ConHid	4371220	5877144	5877144	2437333	6058199	2862589	899367	5633025	4151765	6598495	666115	986134	673979
6 : ConFores	3929278	5282644	5282644	2190528	5445420	2573436	808020	5063403	3731749	5930680	599100	886302	606179
7 : Csuelo	2490030	3349525	3349525	1387997	3453702	1630770	512050	3213240	2364731	3761118	379025	563603	383568
8 : AgrIn	4689033	6304741	6304741	2614428	6499396	3070523	966836	6040128	4453515	7078603	716499	1057830	724947
9 : GanIn	3803862	5114852	5114852	2120587	5273404	2490428	783629	4902440	3612406	5742549	580899	858571	587750
10 : CD	3363420	4523536	4523536	1873843	4663968	2201426	692109	4338299	3193861	5079073	512593	760178	518771
11 : CP	2073382	2787245	2787245	1154882	2873102	1356426	427865	2669632	1968830	3128998	317233	467000	321026
12 : Einv	3563347	4792613	4792613	1986807	4940945	2333447	734145	4593949	3385134	5381467	543579	804959	550012
13 : Terrif	3184350	4280016	4280016	1775753	4411624	2085165	657128	4096893	3025408	4804646	487594	716224	493265
14 : PFaseA	3568463	4797818	4797818	1989236	4945702	2337516	733881	4598213	3389624	5386678	544308	804905	550766
15 : DST	4247200	5712521	5712521	2368427	5889631	2781561	874562	5476650	4034502	6414600	647543	960135	655216
16 : DFA	2465140	3316465	3316708	1374148	3419681	1614439	507293	3181562	2341108	3724742	375235	558659	379754
17 : DFL	2740298	3686657	3686414	1527588	3801310	1794080	564050	3536185	2602857	4139911	417219	620391	422222
18 : C	469821	631272	631272	262006	650585	308027	96652	604345	446059	708449	71765	105808	72600
19 : ESUC	2917742	3925132	3925132	1626865	4047092	1910673	600397	3765356	2770875	4407867	444093	660687	449401
20 : DMorfR	1774571	2386969	2386969	989282	2461061	1162342	364868	2289465	1685417	2680199	270141	401536	273366
21 : AA	1202839	1618777	1618777	670774	1669028	788250	246476	1555135	1142497	1818112	181912	273132	184103
22 : SAH	4269193	5739931	5739931	2381640	5917048	2795558	881688	5496111	4056173	6444299	653426	961837	660972
23 : CC	4345571	5845653	5845653	2423572	6027389	2845456	895885	5604492	4127641	6564241	662457	983002	670307
24 : Pesc	133472	179844	179844	74730	185481	87374	27664	172637	127074	202105	20198	30274	20426
25 : Servd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26 : Vías	37500	50907	50907	21267	52533	24636	7890	49089	36051	57390	5562	8700	5613
27 : Omas	910931	1225260	1225260	507963	1263238	596916	186083	1176629	865368	1376376	137830	206236	139514

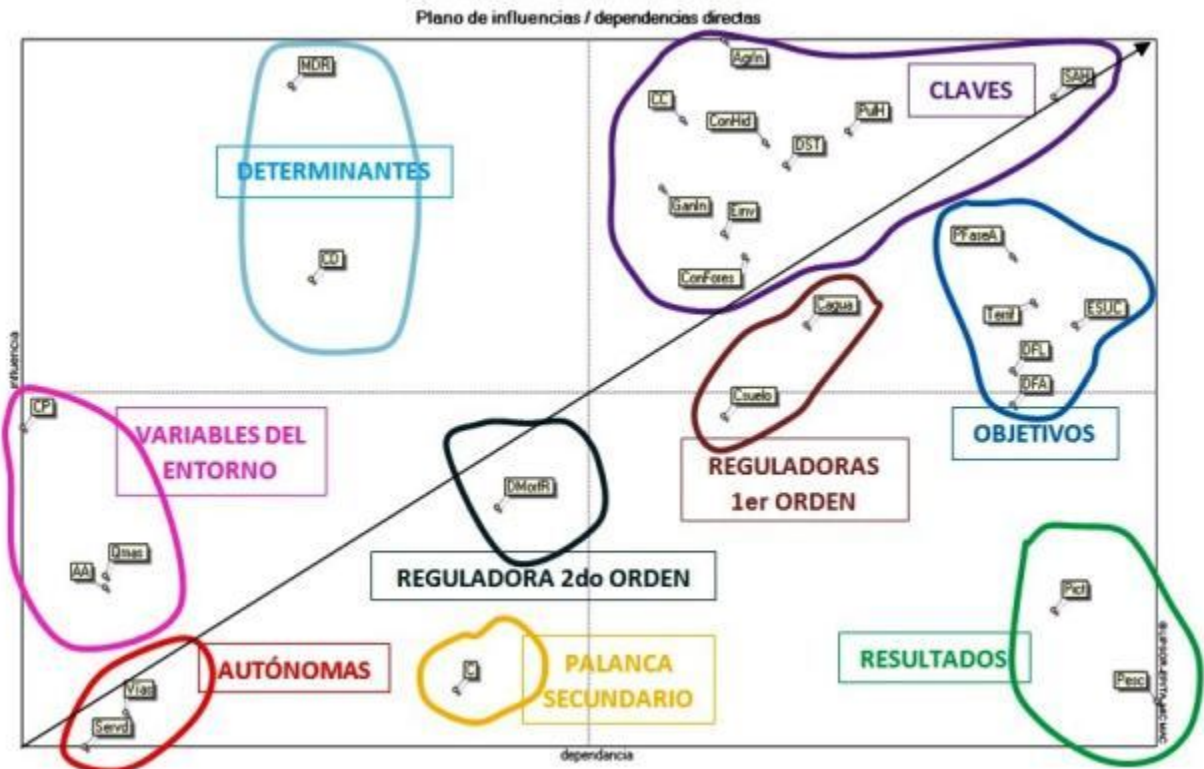


Figura 3.31. Agrupación de variables potenciales según resultados MIC-MAC

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir del Método MicMac, para el humedal Bocas de Tuluá, el cual indica en la tabla siguiente las variables críticas del actual estado ecológico del sistema.

3.2.3. VARIABLES DETERMINANTES

Tal como se define en la literatura las variables determinantes pueden constituirse en motores o frenos del sistema. De acuerdo a los resultados del MIC-MAC el modelo de drenaje regional y la contaminación difusa determinan el estado del ecosistema, esto significa que cualquier variación de estas variables influye directamente en el ecosistema.

El modelo de drenaje regional es central para solucionar problemas locales, los cuales a su vez contribuyen a graves impactos a nivel regional y Nacional, atildados hoy por los efectos extremos del cambio climático en marcha; por lo que al igual que en lo social, desde las políticas locales no es factible generar contrapesos a las políticas globales, nacionales y regionales; por lo que urge un manejo integral sistémico y de la globalidad del territorio ecológico.

Tabla 3.6.Lista de Variables determinantes

MDR	Modelo drenaje regional
CD	Contaminación difusa

La contaminación puntual es una variable de motricidad alta pero de gobernabilidad menor o dependencia débil, engranadas con las variables indicadores de las condiciones de inestabilidad del sistema, que son altas en influencia y dependencia.

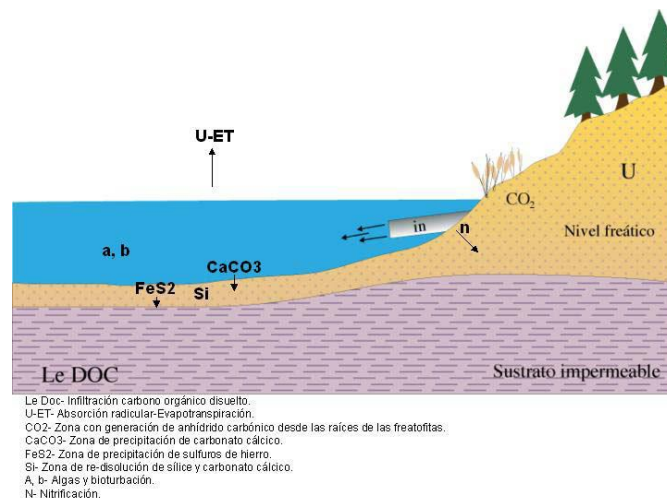


Figura 3.32.Intercambios físicoquímicos en humedales

Es decir que son determinantes por su influencia y capacidad de afectación significativa en todo el sistema, pero que de alguna manera su gobernabilidad es menor o limitada.



3.2.4. VARIABLES CLAVES

El estado actual del ecosistema es el producto de los usos que se le dan al territorio en la cuenca del ecosistema lo cual se encuentra en coherencia con las prácticas agrícolas y ganaderas, fragmentación forestal, fragmentación hidráulica mediante obras, diques.

En ese mismo sentido las prácticas agropecuarias son compatibles con la salud del ecosistema, lo cual se encuentra en contravía a las prácticas agropecuarias que se realizan en la zona anfibia y amortiguadora del ecosistema. Esto se encuentra en conexión con la actual fragmentación forestal existente dentro del humedal.

Todo lo anterior configura las condiciones que pauperizan la diversidad biológica del ecosistema, y que se refleja en la disminución y extinción de especies de fauna y flora, y de la generación de condiciones favorables para el desarrollo de especies invasoras.

Tabla 3.7.Lista de Variables claves

AgrIn	Prácticas agrícolas incompatibles con la conservación
SAH	Incentivos económicos a sector agrícola hegemónico
PulH	Pulso Hidrológico
DST	Dstrucción directa de un sistema ecológico o comunidad objeto de conservación
CC	Cambio climático y eventos extremos
ConHid	Conectividad alterada / fragmentación hidráulica
ConFores	Conectividad forestal alterada / fragmentación
GanIn	Prácticas ganaderas incompatibles con la conservación
Einv	Especies invasoras (exóticas y/o nativas)

Actualmente existe alteración de la estructura trófica, pérdida de oferta de alimento para la fauna, transformación de vegetación nativa, pérdida de riqueza de especies, proceso de terrificación, alteración en las asociaciones de especies, alteración en la disminución espacial de las especies, alteraciones en las relaciones entre las especies (tipos coactivo y cooperativo).

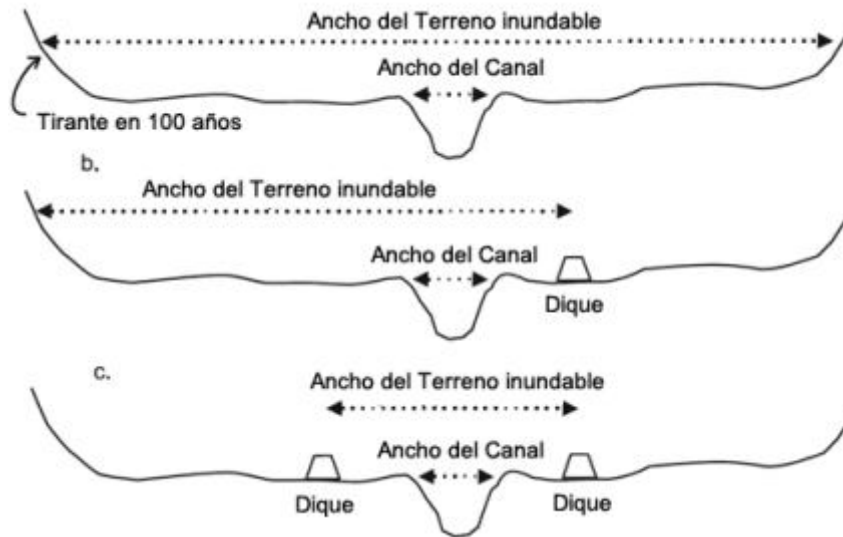


Figura 3.33. Relaciones entre tirantes de inundación y espejos de agua en humedales

Todos estos factores se encuentran hilados por un mismo modelo económico de ocupación de la cuenca que en este humedal se ha visto fallido por sus condiciones de inundabilidad de inclusión fluvial del río Cauca; hoy sabemos que las obras de protección y control de inundaciones, diques y adecuación del territorio, son de alguna manera técnicas de destrucción de un sistema ecológico.

Los actuales objetivos son de conservación de éstos ecosistemas, los cuales antes, se drenaban y desecaban para ampliar la frontera agrícola, es decir la zona terrestre del humedal, eliminando la zona anfibia y acuática.

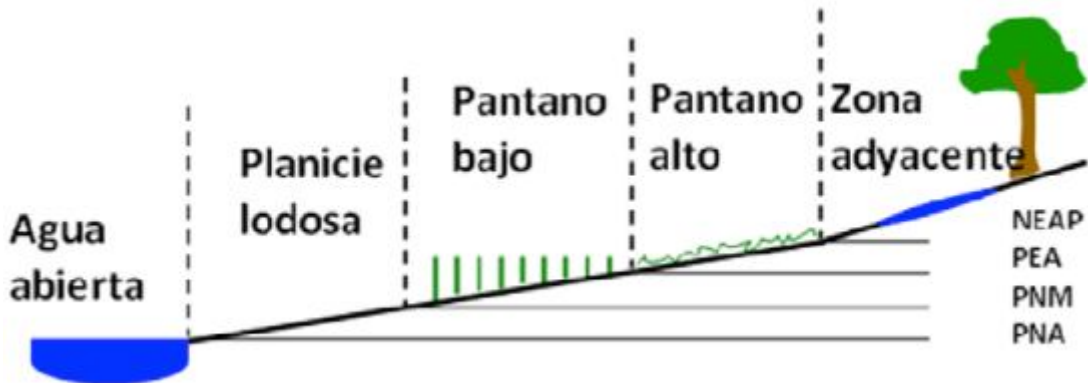


Figura 3.34. Zonas de un humedal

En las fotografías de 1975, los propietarios colindantes al meandro que dio origen a la madrevejarealizaron excavaciones para evitar inundaciones de sus predios, lo que aceleró su formación en este año. El río Tulúa que desembocaba en dicho meandro desvió sudesembocadura más al sur³³.

33CVC-Fundación Natura - Plan de Manejo Integral de las madrevejas La Trozada, Bocas de Tuluá, Madrigal, la Herradura y Cementerio. Contrato de consultoría No 0139, 2003.



Figura 3.35. **Fotografía aérea humedal Bocas de Tuluá en 1964**
 Fuente: CVC-Fundación Natura, 2003

La evaluación actual indica que se ha acelerado el proceso de envejecimiento del humedal especialmente por los continuos procesos de terrificación en llegada del río Tuluá al humedal. Agregando a lo anterior, su morfología ha cambiado sucesivamente por procesos de fragmentación en la construcción del dique para acceder a la isla y con la construcción de la vía que bordea el humedal en el sector occidental manifestando así un marcado deterioro en la conectividad tanto forestal como faunística y en la interrelación de las especies que allí habitan.

3.2.5. VARIABLES OBJETIVOS

Tabla 3.8. Lista de Variables Objetivos

PfaseA	Extensión Volumétrica Fase Acuática.
ESUC	Edad y estado sucesiones del humedal.
DFL	Diversidad en Fauna (Terrestre, anfibia y acuática).
DFA	Diversidad en Fauna (Terrestre, anfibia y acuática).
Terrif	Proceso de terrificación.

El modelo MIC MAC sectoriza las variables de extensión volumétrica fase acuática, edad y estado sucesional del humedal, diversidad en flora, diversidad en fauna y proceso de terrificación como variables objetivo, es decir que encaminando proyectos de mejoramiento de dichas variables el sistema responderá con el mejoramiento de las variables claves y la consecución de los resultados esperados.

La potencia volumétrica se constituye por: La pérdida de profundidad, reducción del número de extractos verticales, alteración en zonación horizontal y vertical, alteración en el esquema de actividad y periodicidad, alteración en la capacidad de resiliencia, alteraciones en el esquema temporal y espacial del ecosistema terrestre y acuático, oscilación del volumen de agua almacenado, áreas de suelos periódicamente inundados, volúmenes instantáneos de agua, concentración en zonas en las entradas de caudal.

3.2.6. VARIABLES RESULTADOS

Es común confundir las causas con los efectos de las mismas, la metodología nos permitió categorizar las variables, de manera que no atendamos como es común, los síntomas de la enfermedad, dejando intactas sus causas.

Si bien es cierto que en ecología, los efectos se tornan nuevamente sobre sus causas para reforzarlas, por lo que muchos factores son a su vez causa y efecto de sí misma; debemos entender que existen variables que son más señales y resultados del sistema.

Tabla 3.9.Lista de Variables Resultados

Pict	Productividad Íctica.
Pesc	Pescadores.

En ese sentido se tiene que todo lo relacionado con la productividad íctica y la presencia de pescadores, son los indicadores del estado de salud del mismo.

Los pescadores son una variable crítica en el actual estado, la productividad del ecosistema es baja, la terrificación avanza a pasos acelerados, extinguiendo cada vez más el espacio acuático común que ellos cosechan; por lo que como especie incluida en la cadena trófica, como heterótrofo terminal se encuentran reducidos y amenazados.



Figura 3.36.Esquema de cadena trófica

Más aún su caracterización corresponde a las condiciones del humedal, y no son causa en sí de la problemática de transformación y contaminación, sino que es a través de otros factores como se logra su mejoramiento, y no a través de sí mismas.

3.2.7. VARIABLES REGULADORAS

Desde un plano menor y diferente. Logran impactar en las variables clave; se consideran llaves de paso que permiten el estado actual de las críticas, que son de naturaleza inestable, por su gran capacidad de influencia (motricidad), y de gobernabilidad (dependencia).

3.2.7.1. DE PRIMER ORDEN

Tabla 3.10. Lista de Variables Reguladoras de primer orden

Csuelo	Calidad del suelo
Cagua	Calidad del Agua

Los parámetros de calidad del agua muestran la salud del ecosistema, variables como el oxígeno disuelto indica la capacidad del humedal para mantener la vida, clorofila, transparencia sechi, fósforo y nitrógeno total para determinar el estado de eutrofización.

En segundo lugar, los parámetros de calidad del suelo me indican su estado y la cantidad de contaminantes que puedan drenar hacia el humedal y pueden afectar tanto al ecosistema como aguas abajo.

3.2.7.2. DE SEGUNDO ORDEN

Tabla 3.11.Lista de Variables Reguladoras de primer orden

DmorfR	Dinámica Morfológica
--------	----------------------

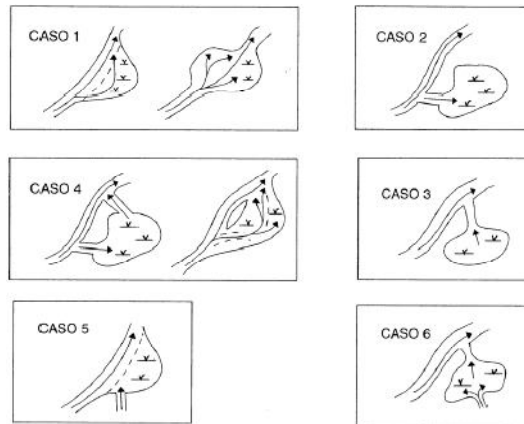


Figura 3.37. Casos de Dinámica Morfológica

La dinámica morfológica del Río es una causa de influencia fuerte en el sistema Humedal, sin embargo su gobernabilidad o dependencia es menor que en las variables claves. Es la respuesta del río a los usos de la tierra y a las obras que se construyen para regular sus grados de libertad fluvial. Sin embargo en los fenómenos periódicos de crecientes, y en mayor medida cuando ocurre el tránsito de fenómenos de precipitación extremos, la energía del Río debe ser disipada, por lo que él induce a otra ondulación en planta, en donde existe la posibilidad de captura del antiguo meandro o madre vieja Bocas de Tuluá.

3.2.8. PALANCAS SECUNDARIAS

Tabla 3.12.Lista de Variables como palancas secundarias

C	Comunidad aledaña concientizada.
---	----------------------------------

Las variables definidas como palancas secundarias son dependientes y no tienen ningún efecto sobre el sistema, esto significa que cualquier acción directa sobre estas



variables no afecta en lo más mínimo el ecosistema. Por lo tanto invertir recursos en la comunidad en talleres de sensibilización ambiental no tendrá el menor impacto en el humedal.

3.2.9. VARIABLES AUTÓNOMAS

Corresponde a los factores poco influyentes o motrices y poco dependientes, las cuales corresponden a la inercia, tendencia o desconexión del sistema.

Tabla 3.13.Lista de Variables Autónomas

Qmas	Alteración de la calidad del aire (quemadas, emisiones, entre otros)
Vías	Vías Veredales
Servd	Servidumbres

Las variables anteriores indican que el escenario presente de contaminación y transformación no es afectado significativamente por las alteraciones en la calidad del aire, ni por las vías veredales ni las servidumbres.

3.2.10. VARIABLES DEL ENTORNO

Tabla 3.14.Lista de Variables Autónomas

CP	Contaminación puntual
AA	Autoridad Ambiental
Qmas	Alteración de la calidad del aire (quemadas, emisiones, entre otros)

Estas variables tiene motricidad media y dependencia baja; pueden dar lugar a escenarios alternativos. Siendo así, la contaminación puntual determinan el estado del ecosistema, esto significa que cualquier variación de estas variables influye directamente en el ecosistema. En cuanto a la Autoridad Ambiental, esta podría ejercer en mayor medida su poder hacer, mediante la centralización de sus esfuerzos y recursos económicos, administración integrada y sistémica de la cuenca, por ejemplo, con la aplicación e implementación del Plan de Manejo Ambiental del humedal lo cual permite mejorar ostensiblemente la salud del humedal Bocas de Tuluá.

3.2.11. GRADO DE IMPORTANCIA DE LAS VARIABLES ECOLÓGICAS

Resulta interesante observar como el método MIC, produce una priorización de variables diferente a la estipulada por el equipo técnico científico más el comunitario, dando otro orden de prioridad.

Finalmente el MAC, produce la priorización de variables considerando la incidencia directa e indirecta de las misma, el cual resulta muy diferente al inicialmente estipulado, de acuerdo con la evaluación analítica de los técnicos y la comunidad, y más afinado que el MIC; revelando la verdadera prioridad de las variables, la cual es como la presenta a continuación el MICMAC:

Tabla 3.15.Resultados de importancia en el Mic-Mac

N°	Título largo	POSICIÓN DE PRIORIDAD SEGÚN ANÁLISIS	MIC	POSICIÓN DE PRIORIDAD SEGÚN MIC	MAC
1	Calidad del agua	8	AgrIn	4	MDR
2	Productividad Ictica	4	MDR	8	AgrIn
3	Pulso Hidrológico	22	SAH	3	PuIH
4	Modelo de drenaje regional y de microcuenca	23	CC	5	ConHid
5	Conectividad alterada / fragmentación hidráulica	3	PuIH	23	CC
6	Conectividad forestal alterada / fragmentación	5	ConHid	22	SAH
7	Calidad del suelo	15	DST	15	DST
8	Prácticas agrícolas incompatibles con la conservación	9	GanIn	6	ConFores
9	Prácticas ganaderas incompatibles con la conservación	12	Env	9	GanIn
10	Contaminación difusa (no puntual)	6	ConFores	14	PFaseA
11	Contaminación puntual	14	PFaseA	12	Env
12	Especies invasoras (exóticas y/o nativas)	10	CD	10	CD
13	Proceso de terrificación	13	Terrif	13	Terrif
14	Extensión Volumétrica Fase Acuática	1	Cagua	19	ESUC
15	Degradación directa de un sistema ecológico o comunidad objeto de conservación	19	ESUC	17	DFL
16	Diversidad en Fauna (Terrestre, anfibia y acuática)	17	DFL	1	Cagua
17	Diversidad en flora (terrestre, anfibia, acuática, fitoplacton y bentos)	16	DFA	7	Csuelo
18	Comunidad	7	Csuelo	16	DFA
19	Edad y estado sucesional del humedal	11	CP	11	CP
20	Dinámica Morfológica del Río	20	DMorfR	12	Env
21	Autoridades de control	27	Qmas	21	AA
22	Incentivos económicos a sector agrícola Hegemónico	21	AA	27	Qmas
23	Cambio climático y eventos extremos	2	Pict	2	Pict
24	Pescadores	18	C	18	C
25	Servidumbres	24	Pesc	24	Pesc
26	Vías	26	Vías	26	Vías
27	Alteración de la calidad del aire (quemadas, emisiones, entre otros)	25	Servd	25	Servd

De acuerdo con los resultados dados por Mic-Mac, se obtiene que las variables más sensitivas son el Modelo de Drenaje Regional, las Prácticas agrícolas incompatibles con la conservación y los incentivos que se realizan a la explotación de la fase terrestre por diferentes cultivos que rodean al cuerpo de agua. Contrario a lo que se pensaba de conformidad con el análisis, que era la variable “calidad del agua”, la cual resulto ser una variable reguladores de primer orden del sistema.

Tabla 3.16. Clasificación de las variables



Fila	Variable		Variable
1	8 - AgrIn		4 - MDR
2	4 - MDR		8 - AgrIn
3	22 - SAH		3 - PulH
4	23 - CC		5 - ConHid
5	3 - PulH		23 - CC
6	5 - ConHid		22 - SAH
7	15 - DST		15 - DST
8	9 - GanIn		6 - ConFores
9	12 - Einv		9 - GanIn
10	6 - ConFores		14 - PFaseA
11	14 - PFaseA		12 - Einv
12	10 - CD		10 - CD
13	13 - Terrif		13 - Terrif
14	1 - Cagua		19 - ESUC
15	19 - ESUC		17 - DFL
16	17 - DFL		1 - Cagua
17	16 - DFA		7 - Csuelo
18	7 - Csuelo		16 - DFA
19	11 - CP		11 - CP
20	20 - DMorfR		20 - DMorfR
21	27 - Qmas		21 - AA
22	21 - AA		27 - Qmas
23	2 - Pict		2 - Pict
24	18 - C		18 - C
25	24 - Pesc		24 - Pesc
26	26 - Vías		26 - Vías
27	25 - Servd		25 - Servd

4. ZONIFICACIÓN

Claudia M. Peña - John Alexander Posso

4.1. INTRODUCCIÓN

Las categorías espaciales se definieron considerando los lineamientos de la Resolución VIII.14 de Ramsar en el ámbito internacional, así como los de la Resolución 157 de 2004, además de la Guía para la formulación de Planes de Manejo para Humedales de importancia internacional y otros humedales del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en el ámbito Nacional.

La zonificación es el reconocimiento de comunidades territoriales, sobre la base de lo expresado y contenido en el suelo, la cinta marrón del ecosistema, que conserva la huella física, química, biológica y social del sistema. Éste proceso deja una huella en territorio, y construye conjuntos territoriales con características específicas de unidad.

El proceso de planificación ambiental participativa del Humedal, exigen reconocer el territorio en su estado actual, comprendiendo su condición, sobre la base del análisis de su dinámica histórica. Se requiere identificar las tensiones ambientales, las presiones y las limitaciones internas del biosistema; provenientes de la explotación de la oferta de los recursos naturales del Ecosistema acuático, anfibio y terrestre, por parte de las comunidades biológicas presentes constitutivas de sus cadenas tróficas.

Ramsar, mediante Resolución VIII.14, estratégicamente establece para los Humedales la categoría de Reserva de Biosfera, para los cual construye un concepto trinitario de zonificación, de la manera siguiente: una zona central para la conservación y protección, otra como zona de amortiguación para investigación y capacitación, y finalmente una zona de transición para uso sostenible.

Colombia por su parte a través del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT)³⁴, definió para humedales lo siguientes: “Área de preservación y protección ambiental”, “Área de recuperación ambiental”, y “Áreas de producción sostenible bajo condicionamientos ambientales específicos”. Las clasificaciones, requiere especificar 4 tipos de usos posibles: “Uso Principal”, “Usos Compatibles”, “Usos Condicionados”, y “Usos Prohibidos”.

Se establecen las clasificaciones en coherencia con la estructura misma del sistema; la fase acuática y anfibia se define como Área de conservación y protección ambiental por sus condiciones de ecosistema de interés crítico, pero con requerimientos de recuperación y reversión del estado sucesional actual en el mediano plazo.

³⁴ Resolución 196 de 2006, Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

La fase anfibia correspondiente al territorio comprendido entre la contracción y expansión máxima de la extensión del potencial acuático, la cual queda circunscrita entre la cota mínima de verano y la cota máxima de la estación humedad. La zona anfibia se establece como zona de conservación, puesto que hace parte integral de la organización del Humedal, no obstante se define su tendencia hacia la recuperación ambiental, debido a las transformaciones que ha sufrido.

4.2. HISTORIA NATURAL Y CULTURAL DE USOS

En adelante se presentan las imágenes aéreas disponibles para el área del ecosistema, donde se puede observa la formación del humedal y su variación con el tiempo.

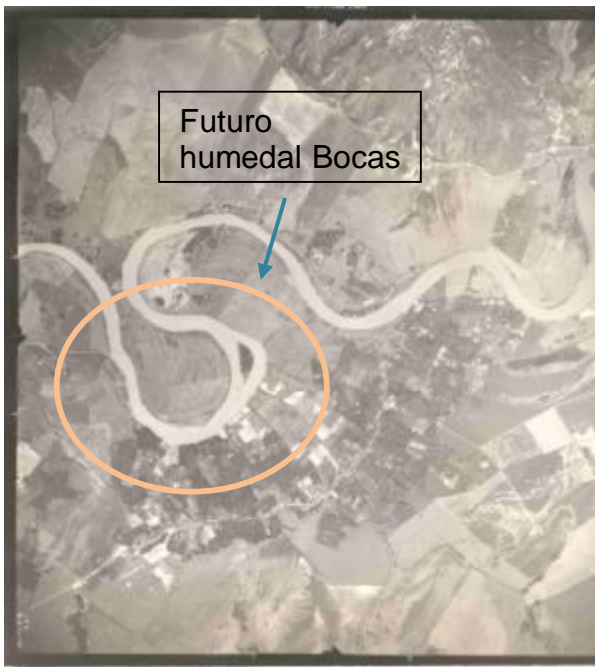


Figura 4.1. Año 1964

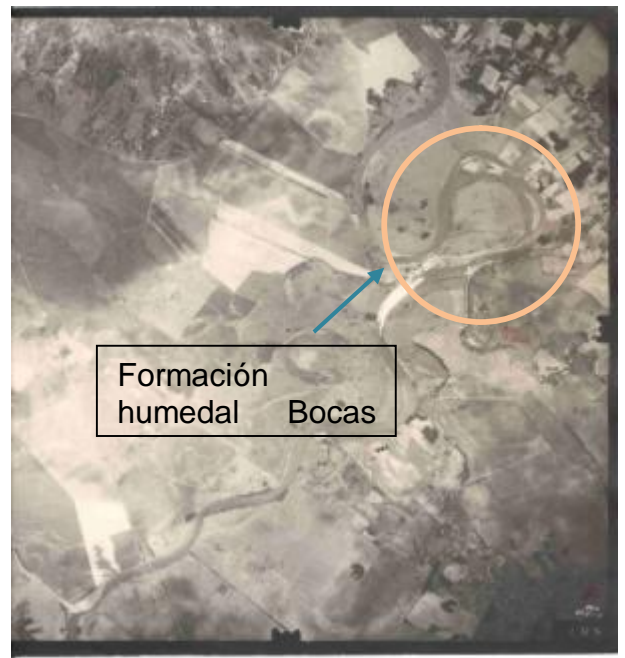


Figura 4.2. Año 1969



Figura 4.3. Año 1998

La anterior fotografía ya muestra la madre vieja totalmente conformada, se observa que sus terrenos han sido adecuados para la siembra de cultivos.

4.3. ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DEL HUMEDAL BOCAS DE TULUÁ

La siguiente figura contiene la zonificación ecológica del humedal Bocas de Tulúa. En su cuenca de drenaje, y fronteras sistémicas, se definieron las áreas de la dinámica en el espacio y el tiempo; tales son: zona acuática, franja de protección acuática, zona anfibia, franja de protección zona anfibia y zona terrestre.

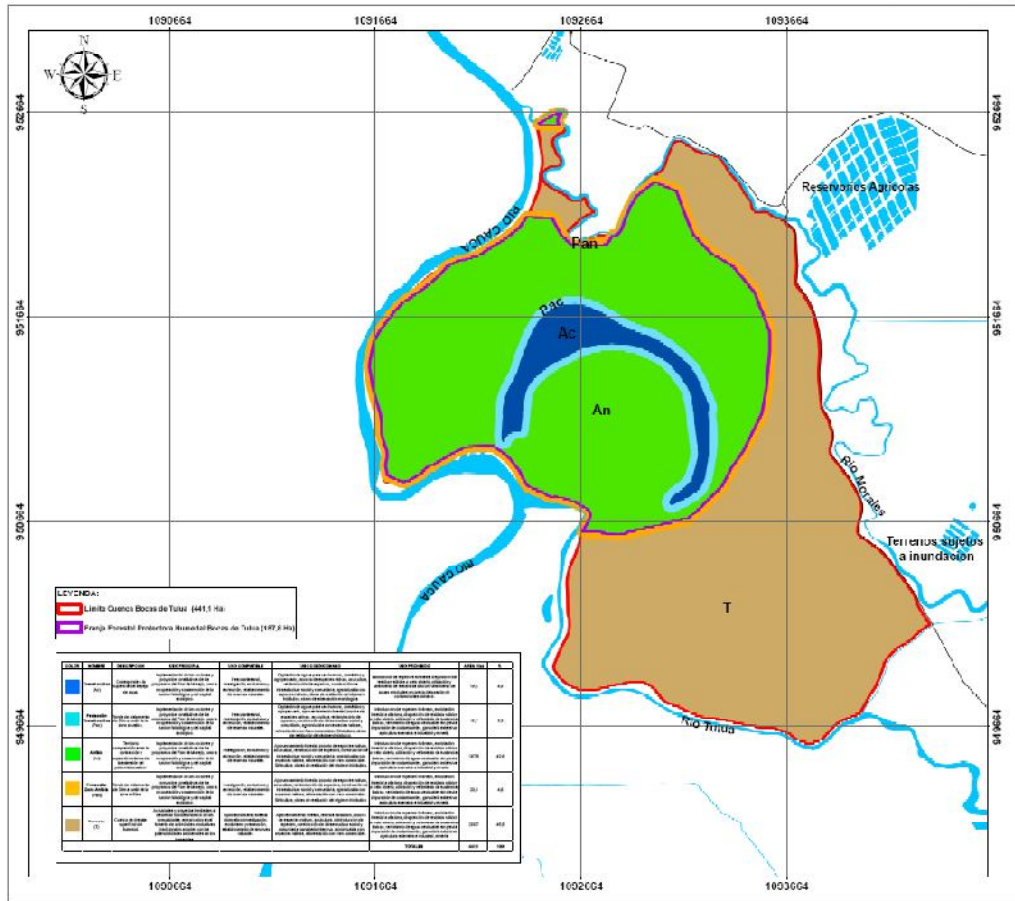


Figura 4.4. Zonificación ecológica del humedal Bocas de Tulúa

El área de influencia ecológica se encuentra cubierta por diferentes tipo de cultivos donde los que predominan son los pastos, el maíz, arbustos y algunos árboles frutales; la infraestructura biológica, se encuentra totalmente extinguida.

Tiene una superficie de 441.19 ha, de las cuales 210.33Ha corresponden a la zona terrestre, para lograr los objetivos de conservación propuestos en el Plan, esta zona tendrá que revertir sus usos, y transformarse a sistemas agroecológicos y de producción más limpia, acorde con lo definido en la Resolución 196 de 2006, y en armonía con el Acuerdo de la CVC, que lo declaró Reserva de Recursos Naturales.

Una de las áreas de mayor fragilidad ecológica es la denominada “Zona anfibia”, esta fluctúa entre lo terrestre y lo acuático, es el área espacial de contracción y expansión del sistema en el tiempo, por lo tanto se debe restringir cualquier actividad ajena a su naturaleza de zona inundable, además deberá estar vinculada a una zona de aislamiento de 30m. La zona anfibia tiene una superficie de 187.90ha y una zona protectora de 10.51 ha; y en estricto rigor es el área total del ecosistema de humedal.

La fase acuática comprende un área de 19.66Ha, la cual debe ser vinculada a una zona de aislamiento de 30m con una superficie de 12.79 ha. Su uso deberá restringirse solo



a su naturaleza de espejo de agua, por lo que requiere el control y seguimiento continuo y la búsqueda permanente del mejoramiento de la calidad de sus aguas; aunque se permiten realizar aprovechamientos de pesquería y el desarrollo de proyectos ícticos controlados.

La siguiente Tabla indica las zonas de importancia ecológica del humedal.

Tabla 4.1. Zonas de importancia ecológica del humedal

ZONA	Área (ha)	%
Zona acuática	19.66	4.5
Zona de protección acuática	12.79	2.9
Zona anfibia	187.90	42.6
Zona de protección anfibia	10.51	2.4
Zona terrestre	210.33	47.7
Total	441.19	100

4.4. ZONIFICACIÓN RESOLUCIÓN 196 DE 2006 HUMEDAL BOCAS DE TULÚA

La siguiente figura contiene el mapa de zonas de conservación, recuperación y uso sostenible, requerido por la Resolución 196 de 2006 del MAVDT. el anexo No.01 Contiene aclaraciones adicionales al presente aparte de zonificación y hace parte integral del presente plan de manejo.

Las áreas de producción sostenible bajo condicionamientos ambientales específicos tendrán usos restringidos y solo se permitirán actividades compatibles con el humedal, los usos tendrán la supervisión de la comunidad y de las instituciones que velan por la conservación del ambiente. La zona de producción sostenible comprende un área de 210.33 ha.

La zona del humedal definida como “anfibia” se declara como Área de preservación y protección ambiental la cual en la medida de lo posible deberá aislarse, esta comprende una superficie de 230.86 ha.

Para esta cuenca no se definen áreas de recuperación Ambiental.

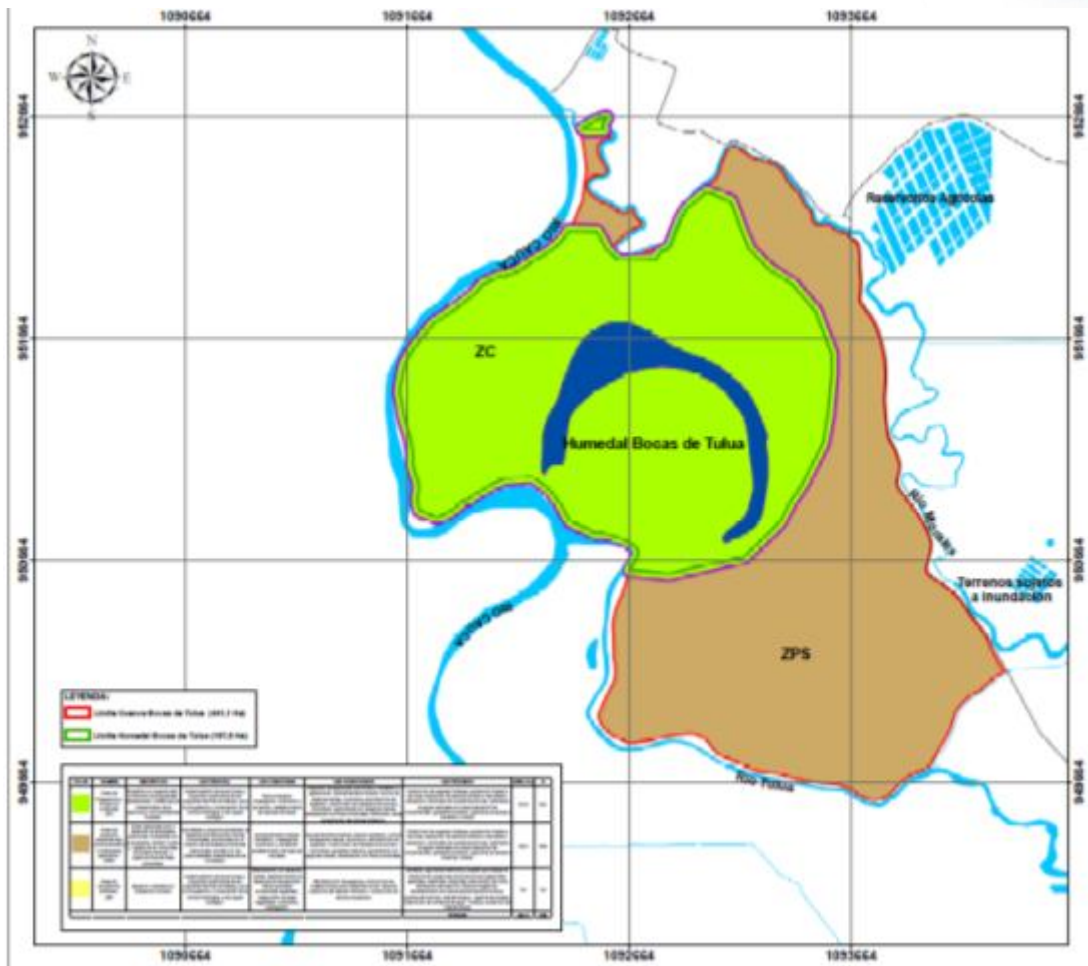


Figura 4.5. Zonificación Resolución 196 de 2006 del humedal Bocas de Tulúa

La siguiente Tabla indica la zonificación del humedal Bocas de Tulúa.

Tabla 4.2. Zonificación Resolución 196 de 2006 del humedal

ZONA	Área (ha)	%
Áreas de preservación y protección ambiental	230.86	52.3
Áreas de producción sostenible bajo condicionamientos ambientales específicos	210.33	47.7
Áreas de recuperación Ambiental	0.0	0.0
Total	441.19	100

ÁREAS DE PRESERVACIÓN Y PROTECCIÓN AMBIENTAL

Superficie con especial valor, en términos de singularidad, biodiversidad y utilidad para el mantenimiento de la estructura y funcionalidad del humedal.



Uso Principal

- Preservación de áreas naturales
- Transición a actividades productivas acordes con la inundabilidad.
- Implementación de las acciones y proyectos constitutivos de los programas del Plan de Manejo para la recuperación y conservación de la función hidrológica y del capital ecológico.

Usos Compatibles

- Pesca artesanal.
- Investigación.
- Ecoturismo y recreación.
- Establecimiento de reservas naturales.

Usos Condicionados

- Captación de aguas para uso humano, doméstico y agropecuario.
- Aprovechamiento forestal doméstico.
- Aprovechamiento forestal.
- Zootecnia de especies nativas.
- Acuicultura.
- Reintroducción de especies nativas.
- Construcción de infraestructura social y comunitaria.
- Agroindustria y ganadería de bajo impacto (sistemas silvopastoriles y agroforestales).
- Uso de especies acuáticas invasoras.
- Obras de restitución del régimen hidráulico.
- Uso de compost.

Usos Prohibidos

- Quemados,
- Construcción de pozos.
- Introducción de especies foráneas.
- Disposición de residuos sólidos a cielo abierto
- Rellenos sanitarios
- Utilización y vertimiento de sustancias tóxicas
- Vertimiento de aguas residuales sin previa depuración de contaminantes
- Aplicación de plaguicidas y fertilizantes
- Agricultura y ganadería extensiva.
- Aplicación de vinaza líquida.
- Cementerios.

ÁREAS DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE BAJO CONDICIONAMIENTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS

Áreas destinadas al desarrollo de actividades productivas compatibles con el ecosistema, realizadas con criterios de producción limpia y sostenible.

Uso Principal

Actividades y proyectos tendientes al desarrollo socioeconómico de las comunidades, enmarcados en el fomento de actividades productivas acordes con las potencialidades ambientales de los humedales.

Todos los proyectos deben responder a los lineamientos de este plan de manejo y de otros planes y evaluaciones que se desarrollen en procura de la conservación de las funciones ecológicas de los humedales.

Usos Prohibidos

- Ganadería y agricultura extensiva.
- Introducción de especies foráneas.
- Rellenos sanitarios.
- Disposición de residuos sólidos a cielo abierto.
- Utilización y vertimiento de sustancias tóxicas.
- Vertimiento de aguas residuales sin previa depuración de contaminantes.
- Aplicación de vinaza líquida.
- Cementerios.

Usos Compatibles

- Agroindustria y ganadería de bajo impacto (sistemas silvopastoriles y agroforestales).
- Investigación.
- Ecoturismo y recreación.
- Establecimiento de reservas naturales.

Usos Condicionados

- Captación de aguas para uso humano, doméstico y agropecuario.
- Aprovechamiento forestal.
- Aprovechamiento forestal doméstico.
- Zootecnia de especies nativas.
- Acuicultura.
- Reintroducción de especies nativas.
- Construcción de infraestructura social y comunitaria.



- Aplicación de plaguicidas y fertilizantes.
- Reforestación con fines comerciales.
- Minería.

ÁREAS DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL

Espacios alterados por intervención humana que requieren de un proceso de recuperación.

Uso Principal

Implementación de las acciones y proyectos constitutivos de los programas del Plan de Manejo, para la recuperación y conservación de la función hidrológica y del capital ecológico.

Usos Prohibidos

- Ganadería y agricultura extensiva.
- Utilización y vertimiento de sustancias tóxicas.
- Vertimiento de aguas residuales sin previa depuración de contaminantes.
- Aplicación de plaguicidas y fertilizantes.
- Fertilización del suelo con abonos inorgánicos.
- Aplicación de vinaza líquida.
- Establecimiento de nuevos asentamientos humanos.
- Quemadas.
- Tala de bosque.
- Cementerios.

Usos Compatibles

- Reforestación con especies nativas.
- Establecimiento de áreas para la recuperación natural (procesos sucesionales vegetales).
- Restauración de áreas degradadas.
- Ecoturismo.
- Investigación.

Usos Condicionados

- Reintroducción de especies nativas.
- Construcción de infraestructura para el desarrollo social.
- Obras de restitución del régimen hidráulico.
- Apertura de canales.
- Obstrucción de corrientes de agua
- Minería
- Extracción de material aluvial.

Dadas las restricciones de las diferentes áreas que impone la zonificación, los propietarios proponen a la CVC y a la Alcaldía que se les compren los predios, solicitudes expresadas a través de las socializaciones ejecutadas en el marco del convenio actual del ajuste a los planes de manejo del Valle del Cauca por la Fundación Agua y Paz.

4.5. ZONIFICACIÓN DE PROYECTOS EN EL HUMEDAL BOCAS DE TULÚA

La siguiente figura muestra el ordenamiento del territorio y el gobierno que se le debe dar al mismo, de modo que se pueda lograr los objetivos de conservación. Se circunscribe en toda la cuenca del ecosistema, incluye la franja protectora del margen izquierdo del río Cauca, la fase acuática o espejo de agua, así como aquellas zonas que requieren revertir el proceso sucesional y buscar la recuperación del cuenco del humedal.

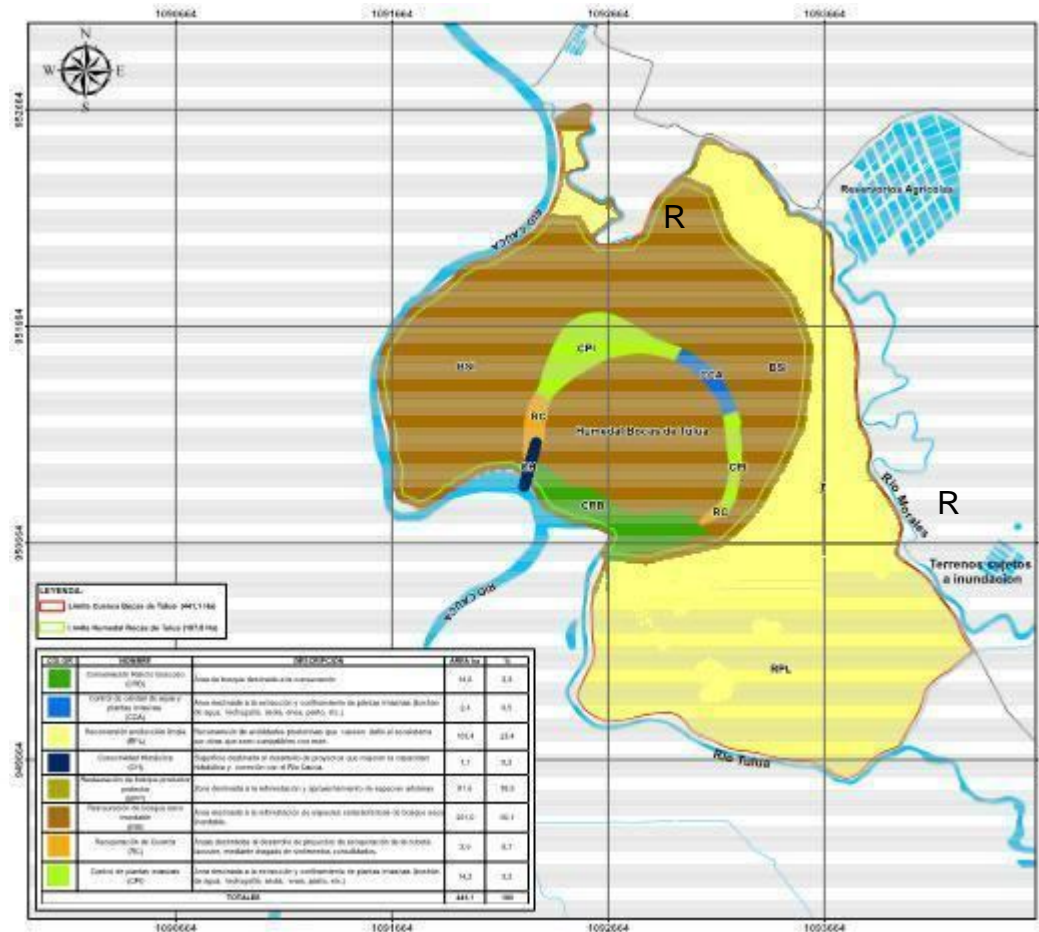


Figura 4.6. Zonificación de acciones

El ordenamiento territorial define las áreas considerando la estructura del ecosistema (acuática, anfibia y terrestre), para lo cual se emplea una técnica de gobierno de





crecimiento conservacional endógena, que parte desde lo más interno o fase acuática hacia lo más externo y fronteras sistémica terrestres. La fase acuática y anfibia es la unidad del Humedal, y corresponde al área de conservación estricta, aunque requiera recuperación. La fase terrestre se encuentra compuesta por áreas que requieren recuperación y las restante pueden ser productivas pero solamente siguiendo técnicas limpias.

Las corrientes hídricas, centrales en el balance hídrico del Humedal, son transversales a las zonas definidas por los cuales transita, de allí que se requiere dar cumplimiento real a lo que de manera formal establece nuestra legislación ambiental de modo que logremos coherencia ética y jurídica, por lo que urge respetar la franja forestal protectora y consolidar su aislamiento.

Igualmente se prestó especial atención a la búsqueda de relictos boscosos, los cuales son declarados como zonas de conservación; así partimos de la infraestructura biológica consolidada, y buscamos la conectividad de los diferentes relictos para generar un gradiente biótico, que funcione como elementos de ignición energética, de materiales e información.

La siguiente Tabla presenta el resumen de lo argumentado:

Tabla 4.3. Resumen ordenamiento

COLOR	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	ÁREA ha	%
	Conservación Relicto Boscoso (CRB)	Área de bosque destinada a la conservación	12,17	2,8
	Control de Calidad de Agua y Plantas Invasivas (CCA)	Área destinada a la extracción y confinamiento de plantas invasivas (buchón de agua, lechuguilla, asola, enea, pasto, etc.)	2,47	0,6
	Reconversión producción limpia (RPL)	Reconversión de actividades productivas que causen daño al ecosistema por otras que sean compatibles con este.	210,34	47,7
	Conectividad Hidráulica (CH)	Superficie destinada al desarrollo de proyectos que mejoren la capacidad hidráulica y conexión con el Río Cauca.	0,47	0,1
	Restauración de Bosque Seco Inundable (BSI)	Área destinada a la reforestación de especies características de bosque seco inundable.	198,56	45,0
	Recuperación de Cuenca (RC)	Áreas destinadas al desarrollo de proyectos de recuperación de la cubeta lacustre, mediante dragado de sedimentos consolidados.	2,93	0,7
	Control de Plantas Invasivas (CPI)	Área destinada a la extracción y confinamiento de plantas invasivas (buchón de agua, lechuguilla, asola, enea, pasto, etc.)	14,26	3,2
TOTALES			441,20	100

Para la restauración ecológica del ecosistema es necesario que se implementen proyectos encaminados a la restauración de bosque seco inundable en una superficie de 198.56 ha, a la extracción de 14.26 ha de plantas invasivas, al control de calidad de agua en una zona comprendida de 2.47 ha y a la transformación de 210.34 ha a producción limpia.



ZONA DE EDUCACIÓN RECREACIÓN PASIVA

Se plantea una serie de senderos yemas de integración para el tránsito, interpretación, educación y recreación pasiva, de los visitantes.

ZONA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA

Para el mejoramiento de la calidad del agua, el principal uso en este sector será la implementación de sistemas físicos y biológicos de tratamiento de las aguas afluentes al humedal, mediante procesos sencillos de separación de residuos sólidos y depuración de aguas con vegetación macrófita acuática.

Uso compatible: utilización de la zona como hábitat de alimentación y anidación de fauna.

Uso condicionado: la zona también puede ser usada como sitio de investigación, con los debidos permisos y seguimiento.

Uso prohibido: ingreso y tránsito del público, ya que claramente entrañaría riesgos para la salud y seguridad de la población.

ZONAS DE CONTROL DE PLANTAS ACUÁTICAS INVASIVAS

Corresponde a las áreas ubicadas al interior del humedal ocupadas por plantas de tipo invasivo como las enneas, pasto, junco que aceleran el proceso de terrificación del humedal y las zonas que requieren limpieza y descontaminación.

Uso permitido

En las zonas de control el uso permitido está relacionado con la investigación científica de forma controlada, actividades de mantenimiento del ecosistema y recreación pasiva.

Uso prohibido

No se permite la recreación activa y en algunas zonas el paso estará restringido, para procurar las condiciones necesarias para la restauración del ecosistema.

En coherencia con la estructura ecológica del humedal, así como de su delimitación definida mediante la evaluación científica, en aquellos territorios ecosistémicos, los cuales se encuentren en las áreas categorizadas como anfibia y terrestre, en cumplimiento de lo ordenado en la Resolución 196 de 2006 es necesario definir una zonificación de preservación y protección ambiental.

De donde se sigue que solo son posibles los usos agrícolas y ganaderos desarrollados mediante buenas prácticas de producción limpia, cuyo impacto ambiental sobre el cuerpo lagunar y el ecosistema en general, sean el menor posible. Por lo que los actuales usos convencionales deberán gradual y sistemáticamente transformarse hacia sistemas de producción con criterios de manejo sostenible.

Lo anterior se establece sobre la base de los impactos ambientales negativos probados que estas actividades hacen sobre la calidad, productividad y diversidad del



ecosistema, además de tratarse de áreas inundadas según eventos invernales periódicos, por lo que los usos dados al suelo corren el riesgo de inundabilidad inherente a las características del Humedal, y son asumidos por los propietarios de los terrenos.



5. OBJETIVOS

Jefferson Martinez Lopez - Edwar Andrés Forero Ortiz

5.1. ANÁLISIS ESTRUCTURAL: APLICACIÓN AL ESCENARIO PRESENTE DEL MÉTODO MACTOR

El Teatro de Actores: Método Mactor. Convergencias y divergencias entre actores. Negociación. Ganar-Ganar.

Resulta interesante observar como en el proceso de terrificación, presenta un conflicto entre el potencial de la fase acuática y el de la fase terrestre, pero éste se extiende también al conflicto entre quienes su territorio es la fase acuática, y para los otros el cual es la fase terrestre; es decir entre los pescadores y los dueños de la tierra, que realizan uso agropecuario.

Según Garcés, 1999, el enfoque prospectivo es participativo a nivel de los actores sociales; el abanico o cono de futuros posibles, depende en gran parte de las estrategias de los actores, de la confrontación de los respectivos proyectos de cada uno de ellos, y de los esfuerzos de negociación entre actores para lograr un futuro compartido. Este ejercicio de juego de actores ayuda a la pertinencia y a la coherencia del proyecto de futuro.

El método Mactor es una valiosa estrategia para analizar y contrastar las estrategias de los actores en la siguiente forma: 1- Precisa objetivos, proyectos, medios y motivaciones de cada actor con respecto a los retos estratégicos del territorio. 2- Especifica las convergencias y las divergencias entre actores con respecto a las variables claves. 3- Jerarquiza objetivos y tácticas posibles. 4- Pondera relaciones de fuerzas directas e indirectas. 5- Explora alianzas y formula y armoniza hipótesis entre los actores en procura del futuro deseable y posible del territorio.

Construimos la matriz de actores por objetivos MAO; en la columna ubicamos a los actores y en la fila los objetivos; a manera de ejemplo supongamos (j) actores (n) objetivos; el cruce entre actores y objetivos admite tres valoraciones, (+) para actor favorable al objetivo, (-) para actor opuesto al objetivo, y (0) para indiferencia o neutralidad con respecto al objetivo.

Como los objetivos derivados de los retos estratégicos son múltiples, el manejo de los conflictos y alianzas potenciales se vuelve de difícil manejo. El álgebra matricial nos provee de una interesante propiedad: una matriz multiplicada por su transpuesta; lo cual permite mostrar las alianzas y conflictos entre los actores.

5.2. TALLERES DE EVALUACIÓN

Mediante foros taller con los actores, liderados por las fundaciones de base; con funcionarios de la CVC, Sedama del Municipio de Tuluá y propietarios, entre otros, se realizaron las evaluaciones procesadas por los modelos.



Figura 5.1. Ilustración y debate con los actores: propietarios, ingenios, CVC, Fundaciones. Tuluá. Octubre de 2011



Figura 5.2. Ilustración y debate con las ONG participantes en el estudio



Figura 5.3. Zonificación de Humedales

Se realizó una exitosa jornada de ilustración, debate y trabajo de priorización con los actores pertinentes del Plan.

5.3. RESULTADOS MACTOR

Construcción del cuadro estrategias de los actores:

Inicialmente se realiza la identificación de los actores realmente influyentes del sistema que controlan las variables ecológicas claves del análisis estructural Micmac; actores pertenecientes al marco de competencias institucionales a nivel regional y local.

Tabla 5.1. Identificación de actores

Nº	Título largo	Título corto
1	Sector Agrícola	SA
2	Propietario Hacienda	PR
3	Autoridad Ambiental	AA
4	Autoridad Municipal	AM
5	Autoridad Departamental	AD
6	Academia	ACA
7	Pescadores	I

Posteriormente se elabora la carta de Identidad de los actores considerando sus metas, misión, fortalezas y debilidades. Seguidamente se examina la influencia de cada actor sobre los otros. El método exige pensar en el choque de los actores en función de sus intereses y medios asociados a los mismos.

Tabla 5.2. Influencia de actores

Nº	Actor	Metas y Objetivos	Fortalezas	Debilidades
1	Sector Agrícola	Aumento de la productividad, y de los territorios para cultivo.	Poder económico, representación en espacios políticos de decisión; e incentivos económicos por cultivo.	Amenaza por inundación, pérdida de cultivos, pérdida de productividad de los suelos, déficit hídrico.
2	Propietario Hacienda	Conservación e incremento de la	Representación fuerte en el sector	Amenaza por inundación, pérdida de cultivos, pérdida



N°	Actor	Metas y Objetivos	Fortalezas	Debilidades
		productividad del territorio	agropecuario; propiedad de la tierra.	de productividad de los suelos, déficit hídrico.
3	Autoridad Ambiental	Ejercer la autoridad ambiental en el territorio, implementar la legislación (PMA), y ordenamiento del territorio.	Disponibilidad de recursos, información ambiental y registros históricos.	Debilitamiento de su autonomía; paradigma ingenieril de desarrollo económico; información disgregada, falta de monitoreo de los humedales.
4	Autoridad municipal	Conservación del ecosistema; mejoramiento del índice de desarrollo humano; jurisdicción sobre el territorio.	Recursos económicos, poder de ejecución.	Dispersión de esfuerzos, ejecución sin rigor en la priorización; administración segmentada de la cuenca; precaria competencia técnica.
5	Autoridad departamental	Aumento del índice de desarrollo humano; conservación del ecosistema; preservación cultural.	Recursos económicos, aplicabilidad de la gestión, jurisdicción del territorio.	Ejecución inadecuada de recursos, ausencia de visión regional; débil articulación con las demás instituciones.
6	Academia	Generación y difusión del conocimiento con autonomía y vocación de servicio social. Construcción de una sociedad justa y democrática.	Investigación científica; conocimiento; capacidad de reflexión; capacidad innovación	Paradigma científico tradicional. Especialismos. Falta cobertura y difusión del conocimiento. Construcción de saber desde la praxis y saberes de las comunidades étnicas tradicionales.
7	Pescadores	Aumento de la productividad íctica y mejoramiento de su calidad de vida	Conocimiento ecológico del ecosistema	No tienen representación Política, y no existe propiedad sobre el territorio acuático.

5.3.1. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

Los objetivos estratégicos o resultados se obtienen del método Micmac, el cual calcula las variables que corresponden a resultados o efectos de la dinámica del sistema ecológico, por lo que se constituyen en señales que el sistema envía, informando sobre su salud. En este sentido los objetivos son:

Tabla 5.3. Objetivos Estratégicos

N°	Título largo	Título corto
1	Mejoramiento de la calidad del agua	MCA
2	Conservación del potencial espacial de la fase acuática	CFA
3	Reversión del estado sucesional	RES
4	Naturalizar proceso de terrificación	NPT
5	Mejoramiento de la calidad del suelo zona anfibia	MZA
6	Aumento de la diversidad en fauna y flora	ADFF
7	Aumento de la productividad íctica	AICT

Seguidamente se analiza la relación de cada actor, con respecto a los objetivos, considerando su acuerdo o desacuerdo con el mismo.

5.3.2. RELACIONES DE FUERZA DE LOS ACTORES

Se diligencia la matriz de influencias directas entre los actores, valorando los medios de cada actor, las relaciones de fuerzas son calculadas por el programa Mactor teniendo en cuantas las relaciones directas entre actores más las indirectas, es decir cuando un actor B influye sobre C, por mediación del actor A.

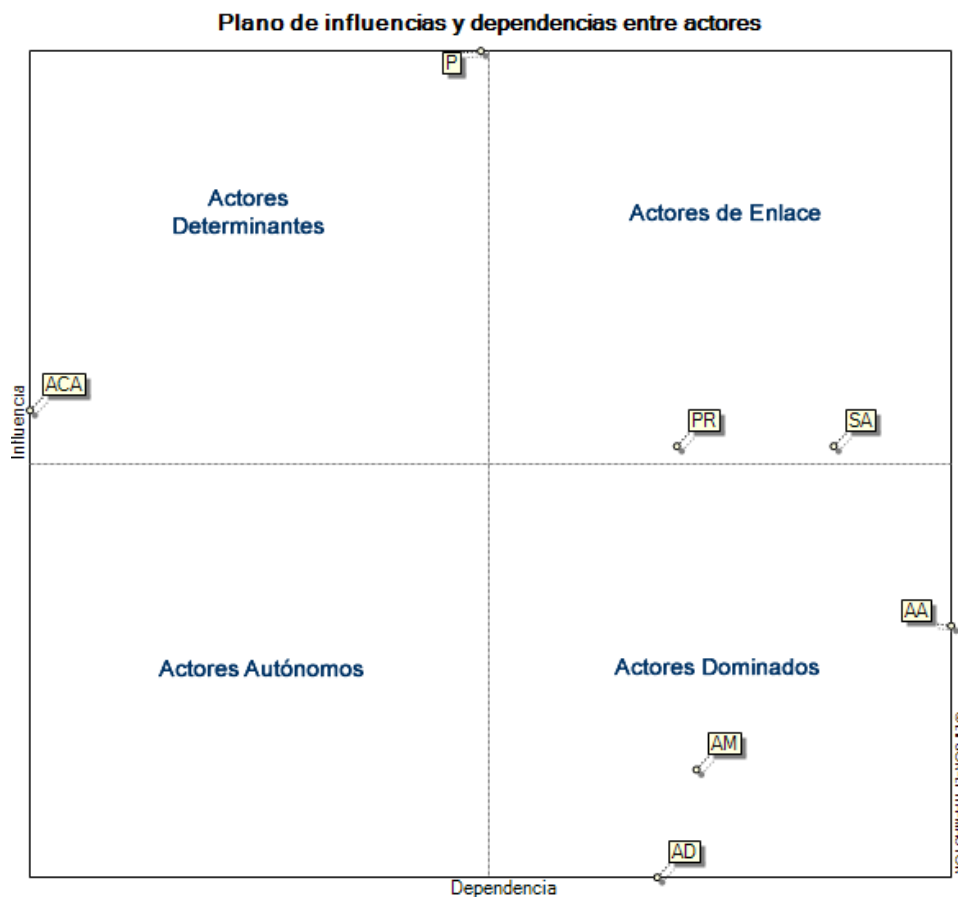


Figura 5.4. Relaciones de Fuerza de los Actores.

El Mactor muestra que un actor Dominante en el plan para la consecución de los objetivos son los pescadores, puesto que son los actores más involucrados en los procesos de vida del humedal. Debido a la capacidad de gestión técnica y de formulación de proyectos académicos las universidades y otras instituciones académicas son actores preponderantes en el humedal. Las instituciones Académicas se muestran distantes y alejadas de la dinámica actual, por lo que durante de la implementación del Plan deben integrarse, y convertirse en variables clave.



El sector agrícola y los propietarios son actores claves para la consecución de los objetivos, puesto que cuentan con el potencial de influir como enlaces a la afectación positiva o negativa de los objetivos.

Las autoridades departamentales, municipales y ambientales juegan un papel con poca capacidad de influencia, por lo que deberán de ampliar ese rol.

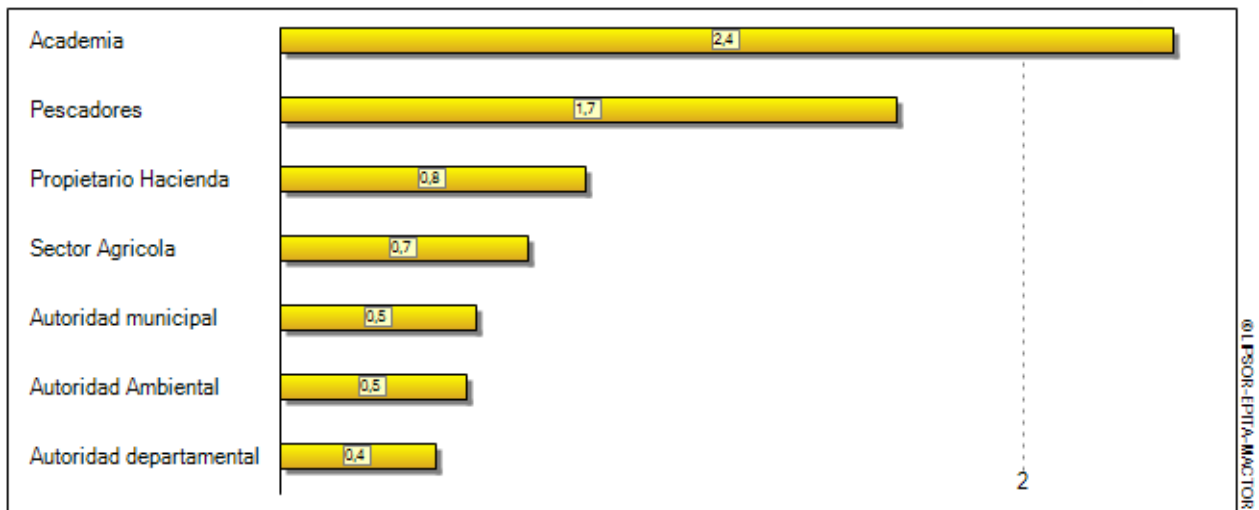


Figura 5.5. Histograma de relaciones de fuerza entre actores

5.3.3. CONVERGENCIAS Y DIVERGENCIAS

El programa también muestra las convergencias existentes entre actores sobre los objetivos, en donde se evidencia que la Autoridad Ambiental debe integrarse con las demás autoridades (local y regional) y con la Sociedad Civil.

Además el plano de las divergencias indica que es posible que los pescadores y los propietarios puedan presentar una fuerte divergencia; por lo que se deben desarrollar estrategias de integración y acercamiento, para el trabajo conjunto por los Objetivos. Mactor permite observar como es la correlación de fuerzas sobre los objetivos, en el escenario actual.

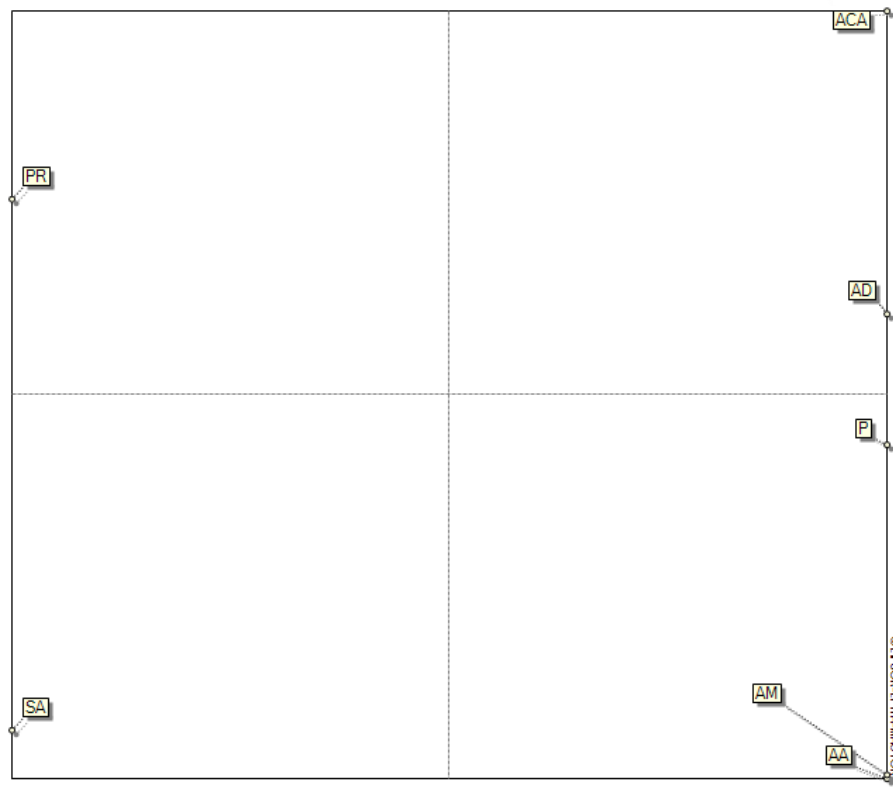


Figura 5.6. Convergencias y divergencias

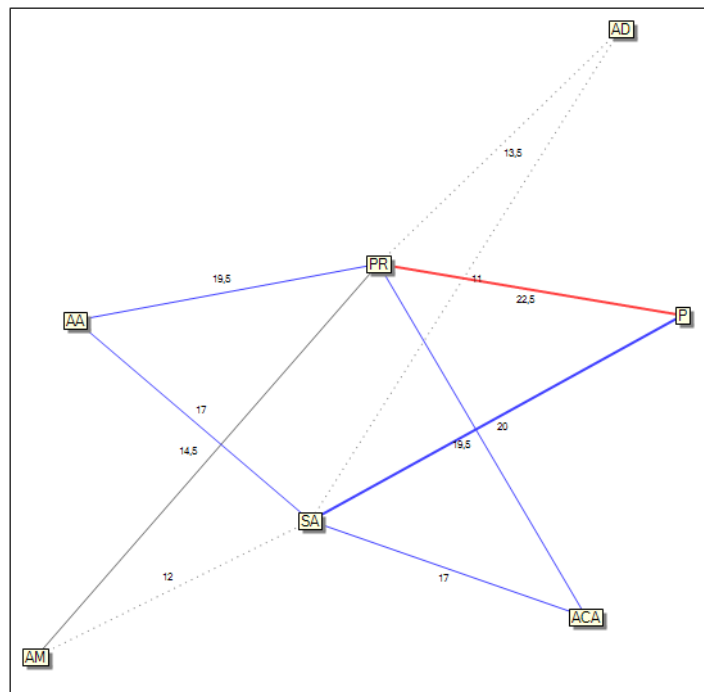


Figura 5.7. Divergencias entre actores



Sobre el logro de los objetivos del Plan, se tiene que: el mejoramiento de las condiciones de calidad de los suelos, no existen divergencias entre los actores, por lo que se podría iniciar el plan de acción en proyectos que le apunten al logro de ese objetivo.

Seguidamente el objetivo de conservar y aumentar la diversidad de fauna y flora del ecosistema, presenta menor resistencia por parte de los actores.

Igualmente existe divergencia en lo relacionado con revertir el proceso de terrificación, y permitir el potencial acuático del humedal; puesto que de alguna manera los propietarios podrían sentirse afectados negativamente.

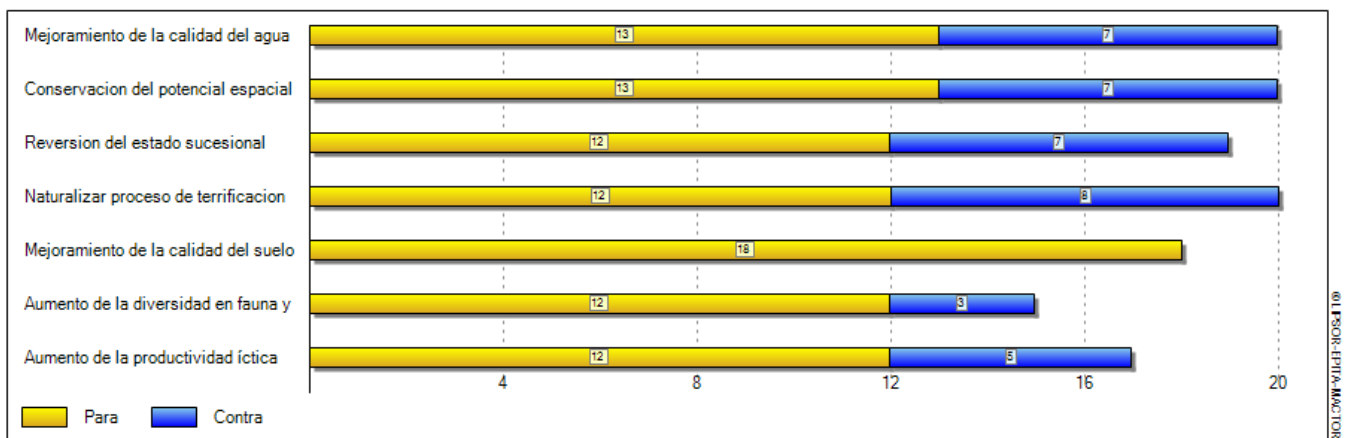


Figura 5.8. Histograma de la aplicación de los actores sobre los objetivos

Finalmente Mactor muestra las distancias entre los actores para el logro de los objetivos; de donde se sigue que la meta de mejoramiento de la fertilidad y conservación de los suelos de la fase terrestre de los humedales es distante del resto de los objetivos.

Muestra también las relaciones más importantes entre objetivos, observándose que en su gran mayoría confluyen hacia la conservación del potencial espacial de la fase acuática, el cual se relaciona fuertemente con el mejoramiento de la calidad del agua y la restauración del estado sucesional.

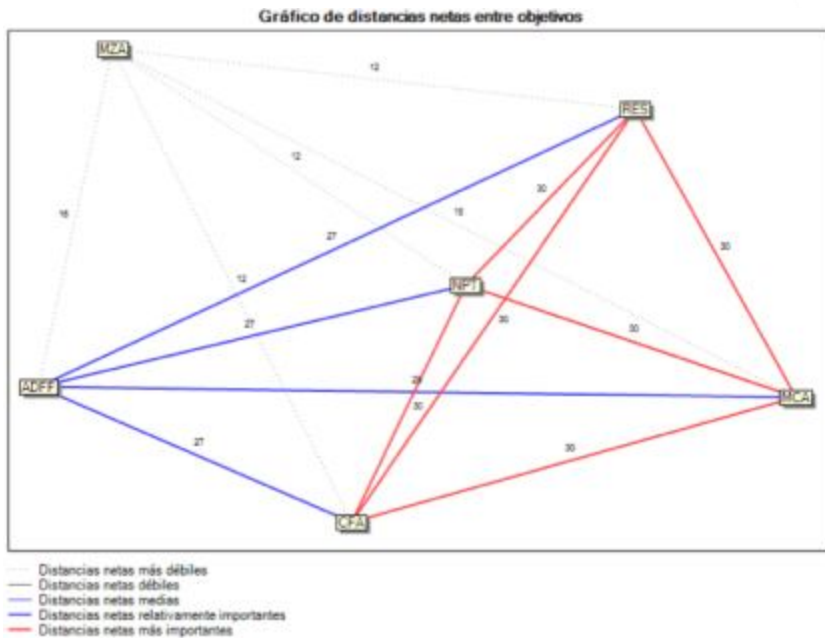


Figura 5.9. Distancias netas entre objetivos

Finalmente presenta las distancias entre los actores; el Sector Agrícola y los propietarios están íntimamente vinculados; aunque presentan distancia con respecto a la Autoridad Ambiental, la cual a su vez se encuentra estrechamente unida a las instituciones Académicas; de donde se sigue que se deben iniciar procesos que vinculen a la Autoridad Ambiental con propietarios y el sector agrícola. Es de notar como los pescadores se convierten en pieza fundamental dentro de los actores, y es de esperarse que los procesos sociales y técnicos se basen en sus interacciones con los demás actores y el ambiente.

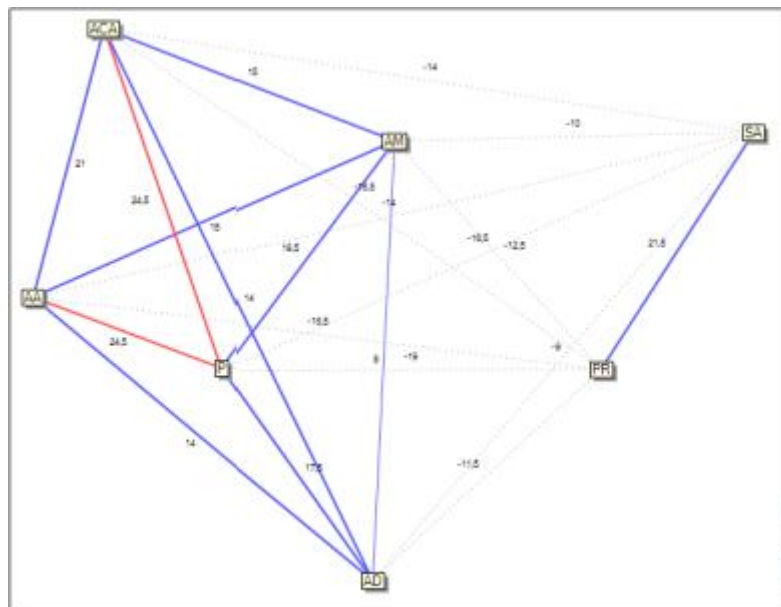


Figura 5.10. Distancias netas entre actores



Figura 5.11. Reinaldo Lozano (Q.E.P.D). Funcionario de la CVC. Dedicó su vida laboral y profesional a la defensa de los humedales del Valle del Cauca



5.4. OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN

La Tabla 5.4. detalla los objetivos de conservación del humedal Bocas de Tuluá.

Tabla 5.4.Objetivos de Conservación

OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN				
I. OBJETIVO: ASEGURAR LA CONTINUIDAD DE LOS PROCESOS ECOLÓGICOS Y EL FLUJO GENÉTICO NECESARIO PARA PRESERVAR LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA				
1.1. Preservar en su estado natural muestras que representen en su integridad los ecosistemas o combinación de los ecosistemas del país				
CRITERIOS	APLICA (si-no)	LOCALIDAD	OBSERVACIONES EJEMPLO	FUENTE
1.1.1. Ecosistema con baja representatividad ecosistémica a nivel nacional y/o regional	Si	El humedal Bocas de Tuluá se ubica en el departamento del Valle del Cauca, municipio de Tuluá, Corregimiento de Bocas de Tuluá, Haciendas Bilbao y Normandía, se encuentra en el marco de coordenadas 113914.05E, 934397.77N y 1139600.19E, 934048.16N del IGAC, con una altitud promedio de 926 msnm	Según Plan de Manejo Ambiental CVC - Agua y Paz (2011), La Fase Acuática comprende un área de 19,6 Ha; y la zona anfibia 187,8 Ha.	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2011. (Fisiografía y Zonificación)
1.1.2. Diversidad de ecosistemas dentro del área consideras	Si	Ecosistema conformado por 3 sistemas: acuático, anfibio y terrestre	Ecosistema acuático concéntrico, lacustre. Litoral, ecosistema anfibio, con fajas palustres, y ecosistema terrestre.	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2011 (Descripción)
1.1.3. Áreas con ecosistema natural continuo, poco o nada fragmentado, con parches	No			
1.1.4. El fragmento de bosque presenta una forma de parche redondeada que disminuye efecto de borde	No			
1.2. Proteger espacios que son esenciales para la perpetuación de especies silvestres que presentan características particulares de distribución estatus poblacional, requerimientos de hábitat o endemismo				
1.2.1. Zonas con presencia de alguna especie clasificada como "en peligro crítico (CR)" por la IUCN.	No		Prochilodus magdalenae (Bocachico)	
1.2.2. Zonas con presencia de alguna especie clasificada como "en peligro (EN)" por la IUCN.	No		Anas cyanoptera (Pato Colorado)	
1.2.3. Zonas con presencia de alguna especie clasificada como "Vulnerables (VU)" por la IUCN.	No		N. A	
1.2.4. Zonas con presencia de alguna especie	No		DD: <i>Lontra longicaudis</i> * (Nutria de río)	



clasificada como "casi amenazado (NT)" por la IUCN.				
1.2.5. Presencia de alguna especie clasificada como amenazada a nivel regional categorías CVC, SI, S1S2, S2S3, S3	Si	Área de espejo de agua y Área forestal protectora del humedal	AVES: S1- S1S2: <i>Anas cyanoptera</i> (Pato Colorado); <i>Tachybaptus dominicus</i> (Zambullidor chico) // S2 - S2S3: <i>Dendrocygna autumnalis</i> (Pisingo); <i>Dendrocygna bicolor</i> (Iguasa María); <i>Podilymbus podiceps</i> (Zambullidor piquigruoso); <i>Pandion haliaetus</i> (Águila pescadora); <i>Anhinga anhinga</i> (Pato aguja); <i>Ardea cocoi</i> (Garzón azul); <i>Rostrhamus sociabilis</i> (Caracorello común); <i>Pionus menstruus</i> (Cotorra cabeciazul) // MAMÍFEROS: S2S3: SX: <i>Hydrochaeris hydrochaeris</i> (Chiguero) // PECES: S2: <i>Prochilodus magdalenae</i> (Bocachico)	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2011 (Descripción Biótica)
1.2.6 Especies no amenazadas pero con tendencias a la declinación en las poblaciones o especies raras, especies endémicas o casi endémicas, o presencia de especies taxonómicamente únicas (especies no incluidas en los criterios anteriores) Especies Cites I y II.	Si	Área de espejo de agua del humedal	N. A	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2011 (Descripción Biótica)
1.2.7. Presencia de sitios con concentración de especies migratorias o residentes para reproducirse, alimentarse o descansar.	Si	Área de espejo de agua del humedal	AVES: <i>Tyrannus sabana</i> (Sirirí tijeretón); <i>Anas cyanoptera</i> (Pato Colorado); <i>Actitis macularius</i> (Andarrios maculado); <i>Hirundo rustica</i> (Golondrina tijereta).	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2011 (Descripción Biótica)

OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN

II. GARANTIZAR LA OFERTA DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES ESENCIALES PARA EL DESARROLLO HUMANO

2.1. Mantener las coberturas vegetales necesarias, para regular la oferta hídrica, así como para prevenir y controlar la erosión y la sedimentación masivas

CRITERIOS	APLICA (si-no)	LOCALIDAD	OBSERVACIONES EJEMPLO	FUENTE
2.1.1. Presencia de nacimientos de ríos de los cuales depende el suministro para consumo humano de comunidades humanas.	No			
2.1.2. Existencia de Áreas con cobertura vegetal nativa que evitan o disminuyen la posibilidad de presentarse deslizamientos o inundaciones	No			
2.1.3. Existencia de humedales o cuerpos de agua que evitan o disminuyen la posibilidad de presentarse inundaciones	Si	Humedal en general	El cuenco lagunar presenta una capacidad de almacenamiento de 591443 m3 con Área de 240112 m2	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2011 (Caracterización hidráulica)
2.1.4. Sistemas hidrobiológicos de donde se obtiene el agua para generación de energía eléctrica	No			

2.2. Conservar la capacidad productiva de los ecosistemas para el uso sostenible de los recursos de fauna y flora, terrestre y acuática



2.2.1. Presencia de ecosistemas naturales en cercanías de modelos agroforestales o silvopastoriles	No			
2.2.2. Presencia de especies vegetales silvestres relacionadas con la agricultura y la silvicultura	Si	Área forestal protectora del humedal	Árbol del pan, guadua	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2011 (Descripción)
2.2.3. Especies medicinales con potencial farmacológico comprobado.	Si	Área forestal protectora del humedal	Suelda con suelda, anamú, Martin Galvis, mata ratón, altamisa, carambo, prontoalivio, sarza, dormidera, biyuyo, higuera, muérdago	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2011 (Descripción)
2.2.4. Presencia de áreas o especies que suministran servicios ambientales relacionados directamente con la productividad agrícola (secuestro carbono, control biológico, etc.)	No			
2.2.5. Existencia de humedales o bosques que suministran recursos para las comunidades humanas o especies con potencial de uso o para la domesticación	Si	Área forestal protectora del humedal y humedal en general	Especies ícticas del humedal. Se hace referencia especial a Tilapia, Bocachico. En cuanto a la flora, se nombran las guamas, guayabas y mango presentes en el sector. Leña: manteco, chiminango, guasimo, guadua, sauce	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2011 (Descripción)
2.2.6. Existencia de sitios que proveen protección en alguna etapa al ciclo de vida de especies importantes para el hombre	Si	Área en humedal	Se hace referencia a la importancia del cuerpo de agua que suministra un hábitat para el desarrollo de especies tales como bagres, sardinas y bocachicos	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2011 (Descripción)
2.3. Proveer espacios naturales para la investigación, el deleite, la recreación y la educación para la conservación				
2.3.1. Existencia de algún programa de investigación a largo plazo en el área	No			
2.3.2. Presencia de sitios con potencial para la recreación y el turismo	Si	Humedal en general.	Se resalta la importancia del humedal para la educación ambiental y la posibilidad de realizar paseos acuáticos.	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2011. (Descripción)
2.3.3. Áreas donde se presenten manifestaciones geológicas, rasgos geofísicos o geomorfológicas de gran valor científico, estético o recreativo	No			
2.3.4. Presencia de ecosistemas naturales dentro de las zonas urbana y suburbana, que promueva la presencia de la biodiversidad	No			

La Tabla 5.5. detalla la ponderación resultado de los objetivos de conservación del humedal Bocas de Tuluá.



Tabla 5.5. Ponderación Objetivos de Conservación

OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN	OBJETIVOS A CUMPLIR POR LAS ÁREAS PROTEGIDAS	CRITERIOS	Cumple	Ponderación Ob. Esp	Ponderación total/comp	TOTAL
I. Asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y el flujo genético necesario para preservar la diversidad biológica	1.1 Preservar en su estado natural muestras que representen en su integridad los ecosistemas o combinaciones de los ecosistemas del país	1.1.1. Ecosistema con baja representatividad ecosistémica a nivel nacional y/o regional	Si	1	0,50	0,45
		1.1.2. Diversidad de ecosistemas dentro del área consideras	Si	1		
		1.1.3. Áreas con ecosistema natural continuo, poco o nada fragmentado, con parches	No	0		
		1.1.4. El fragmento de bosque presenta una forma de parche redondeada que disminuye efecto de borde	No	0		
	1.2. Proteger espacios que son esenciales para la perpetuación de especies silvestres que presentan características particulares de distribución, estatus poblacional, requerimientos de hábitat o endemismo.	1.2.1. Zonas con presencia de alguna especie clasificada como "en peligro crítico (CR)" por la IUCN.	No	0	0,43	
		1.2.2. Zonas con presencia de alguna especie clasificada como "en peligro (EN)" por la IUCN.	No	0		
		1.2.3. Zonas con presencia de alguna especie clasificada como "Vulnerables (VU)" por la IUCN.	No	0		
		1.2.4. Zonas con presencia de alguna especie clasificada como "casi amenazado (NT)" por la IUCN.	No	0		
		1.2.5. Presencia de alguna especie clasificada como amenazada a nivel regional categorías CVC, SI, S1S2, S2S3, S3	Si	1		
		1.2.6. Especies no amenazadas pero con tendencias a la declinación en las poblaciones o especies raras, especies endémicas o casi endémicas, o presencia de especies taxonómicamente únicas (especies no incluidas en los criterios anteriores) Especies Cites I y II.	Si	1		
1.2.7. Presencia de sitios con concentración de especies migratorias o residentes para reproducirse, alimentarse o descansar.		Si	1			
II. Garantizar la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano.	2.1. Mantener las coberturas vegetales necesarias, para regular la oferta hídrica, así como para prevenir y controlar la erosión y la sedimentación masivas.	2.1.1. Presencia de nacimientos de ríos de los cuales depende el suministro para consumo humano	No	0	0,25	0,39
		2.1.2. Existencia de áreas con cobertura vegetal nativa que evitan o disminuyen la posibilidad de presentarse deslizamientos o inundaciones	No	0		
		2.1.3. Existencia de humedales o cuerpos de agua que evitan o disminuyen la posibilidad de presentarse inundaciones	Si	1		
		2.1.4. Sistemas hidrobiológicos de donde se obtiene el agua para generación de energía eléctrica	No	0		
	2.2 Conservar la capacidad productiva de los ecosistemas para el uso sostenible de los recursos de fauna y flora, terrestre y acuática	2.2.1. Presencia de ecosistemas naturales en cercanías de modelos agroforestales o silvopastoriles	No	0	0,67	
		2.2.2. Presencia de especies vegetales silvestres relacionadas con la agricultura y la silvicultura	Si	1		
		2.2.3. Especies medicinales con potencial farmacológico comprobado.	Si	1		



		2.2.4. Presencia de áreas o especies que suministran servicios ambientales relacionados directamente con la productividad agrícola (secuestro carbono, control biológico, etc.)	No	0		
		2.2.5. Existencia de humedales o bosques que suministran recursos para las comunidades humanas o especies con potencial de uso o para la domesticación	Si	1		
		2.2.6. Existencia de sitios que proveen protección en alguna etapa al ciclo de vida de especies importantes para el hombre	Si	1		
	2.3. Proveer espacios naturales para la investigación, el deleite, la recreación y la educación para la conservación.	2.3.1. Existencia de algún programa de investigación a largo plazo en el área	No	0	0,25	
		2.3.2. Presencia de sitios con potencial para la recreación y el turismo	Si	1		
		2.3.3. Áreas donde se presenten manifestaciones geológicas, rasgos geofísicos o geomorfológicas de gran valor científico, estético o recreativo	No	0		
		2.3.4. Presencia de ecosistemas naturales dentro de las zonas urbana y suburbana, que promueva la presencia de la biodiversidad	No	0		
III. Garantizar la permanencia del medio natural como fundamento de la integridad y pervivencia de las culturas tradicionales	3.1. Conservar vestigios arqueológicos, y sitios de valor histórico y cultural asociados a ecosistemas naturales	3.1.1. Existencia de sistemas boscosos, no boscosos o humedales asociados a la cosmogonía de alguna cultura ancestral	No	0	0,00	0,00
		3.1.2. Presencia de grupos étnicos que mantengan patrones culturales de uso sostenible de los recursos naturales en áreas de importancia para la biodiversidad	No	0		
		3.1.3. Valores históricos o muestras de culturas antepasadas.	No	0		
		3.1.4. Presencia de especies asociadas a sistemas de conocimiento tradicional	No	0		



5.5. PRIORIZACIÓN DE OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN

De acuerdo al SIDAP, el objetivo general de conservación del humedal Bocas de Tuluá es:

I. Asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y el flujo genético necesario para preservar la diversidad biológica

Los objetivos específicos de conservación son los siguientes:

1.1. Proteger espacios que son esenciales para la perpetuación de especies silvestres que presentan características particulares de distribución, estatus poblacional, requerimientos de hábitat o endemismo.

2.2 Conservar la capacidad productiva de los ecosistemas para el uso sostenible de los recursos de fauna y flora, terrestre y acuática

PRIORIZACION DE OBJETOS DE CONSERVACIÓN

Debido a que el listado de valores del área de estudio resulta extenso se hizo necesario realizar una priorización de objetos de conservación. Para esta actividad se tuvo en cuenta la propuesta metodológica de la CVC (2007) y las guías metodológicas de TNC. Sin embargo, estas guías no hacen alusión a objetos de conservación relacionados con bienes, servicios y cultura, razón por la cual se utilizó la matriz de criterios de conservación para designar otras prioridades adicionales y sacar así la lista final de objetos de conservación de la reserva.

A continuación se describen los criterios expuestos para priorizar los objetos, una vez expuestos, se analizaran posibles traslapes y se definirá la lista de objetos totales.

- a. Identificar a escala gruesa los ecosistemas, comunidades y especies. Identificar las de menor extensión el área protegida.

Se incluye en este aparte la unidad biogeográfica con mayor número de amenazas y mayor fragmentación de sus ecosistemas; en general, la zona más intervenida es el ecosistema definido por Holdridge (1977): Bosque seco tropical (Bs-T).

Este punto hace referencia al criterio del Sidap No. 1.1.1. Ecosistema con baja representatividad ecosistémica a nivel nacional y/o regional.

- b. Consolidar especies y comunidades ecológicas individuales en agrupaciones mayores y ecosistemas respectivamente.

Área de espejo de agua y área forestal protectora del humedal Bocas de Tuluá.

En este sentido se han incluido las especies que están incluidas en alguna categoría de amenaza nacional o las categorías regionales S1 ó S1S2.



Elementos que soportan:

Peces

Bocachico (*Prochilodus magdalenae*) clasificado como Riesgo Crítico CR

Aves

Pato colorado (*Anas cyanoptera*), como En Peligro EN

Zambullidor chico (*Tachybaptus dominicus*) como S1 - S1S2

Mamíferos

Nutria de río (*Lontra Longicuadis*), como Casi Amenazado (NT)

Estos se encuentran a su vez dentro del ecosistema:

Bosque seco tropical (Bs-T).

- c. Identificar las especies o las comunidades ecológicas particulares que tengan requerimientos especiales.

Especies con mayor grado de amenaza: Se incluyen aquí aquellas especies que presentan mayor amenaza de acuerdo a su estado de conservación, según la IUCN, la CVC; ver numeral b.

Como se afirmaba arriba, la guía metodológica suministrada por TNC y CVC (2007), no hace alusión a objetos de conservación relacionados con bienes, servicios y cultura, razón por la cual se utilizó la matriz de criterios de conservación para designar otras prioridades adicionales:

- e. Existencia de humedales o bosques que suministran recursos para las comunidades humanas o especies con potencial de uso o para la domesticación

Este punto hace referencia al criterio del Sidap No. 2.2.5. Especies ícticas del humedal. Se hace referencia especial a Tilapia, Bocachico. En cuanto a la flora, se nombran las guamas, guayabas y mango presentes en el sector. Leña: manteco, chiminango, guasimo, guadua, sauce, samán, chitato

- f. Presencia de sitios con potencial para la recreación y el turismo

Este objeto hace referencia a los criterios de conservación del Sidap: 2.3.2. Humedal en general. Se resalta la importancia del humedal para la educación ambiental y la posibilidad de realizar paseos acuáticos.

LISTADO FINAL DE OBJETOS:

Una vez analizados los traslapes entre los diferentes criterios: se procedió a definir los objetos para el área protegida:



Objeto	Nombre propuesto	Presiones	Fuentes de Presión
Área forestal protectora (Bosque seco tropical)	Áreas de ecosistema amenazado	Composición biológica alterada, Destrucción o pérdida del hábitat físico	Desechos sólidos, quemas
Área de espejo de agua y área forestal protectora del humedal Bocas de Tuluá.	Áreas de soporte a especies	Alteración de la calidad del agua, composición biológica alterada.	Contaminación difusa y puntual, conversión a agricultura.
Bocachico (<i>Prochilodus magdalenae</i>) CR Pato colorado (<i>Anas cyanoptera</i>), EN Zambullidor chico (<i>Tachybaptus dominicus</i>) S1 - S1S2 Nutria de río (<i>Lontra Longicaudis</i>), como Casi Amenazado (NT)	Especies amenazadas	Calidad de agua, cambios en disponibilidad de alimento, composición biológica alterada, mortalidad excesiva, régimen hidrológico alterado, interacciones simbióticas alteradas, reproducción alterada	Contaminación difusa y puntual, relleno de terreno, Prácticas agrícolas incompatibles con la conservación
Área de espejo de agua y área forestal protectora del humedal Bocas de Tuluá. Se hace referencia especial a Tilapia, Bocachico.	Especies y áreas que suministran recursos alimenticios para el ser humano	Calidad de agua, cambios en disponibilidad de alimento, composición biológica alterada, mortalidad excesiva, régimen hidrológico alterado, interacciones simbióticas alteradas, reproducción alterada	Contaminación difusa y puntual, relleno de terreno, Prácticas agrícolas incompatibles con la conservación
Área de espejo de agua y área forestal protectora del humedal Bocas de Tuluá.	Áreas para el turismo y la educación	Calidad de agua, composición biológica alterada	Contaminación difusa y puntual, relleno de terreno, Prácticas agrícolas incompatibles con la conservación

5.6. ESCENARIO FUTURO DESEABLE

Immanuel Kant, gigante del pensamiento, centró su sistema en las preguntas: que sabemos?, que debemos hacer?, que podemos esperar?, y qué es el hombre?. En otro tiempo, y con otra representación distinta, éstas preguntas aparecen sin resolver en los sujetos ecológicos, solo que esta vez, también nos preguntamos que es un ecosistema?.

Sobre humedales tenemos un saber reduccionista, fragmentado, sectorial, lineal, mecanicista, utilitarista y de explotación. La cultura pastoral, de expansión de la tierra, actúa en contravía de las culturas anfíbias, para las cuales prevalece el agua, por lo que el saber que se ha hecho acto, la técnica, el qué hacer?, ha servido mayoritariamente para desecar y drenar, pero no para conservar y mejorar.

Lo que se puede esperar?, no es muy prometedor, el porvenir de los humedales Vallecaucanos parece cerrado, si se observa la acelerada tasa de su extinción, en la década de los 50's se registraban 15.286 Ha, para el año 2007 la cifra se estimaba en



2795 Ha. Estados previos de depauperización, los presentan como elementos de tratamiento de aguas residuales, anóxicas y sin señales de vida.

Puesto que nuestra obligación es hacer futuro, habrá que inventar otra realidad ecológica. Una que revierta las actuales tendencias de empobrecimiento biológico y extinción. Desear otro texto y otro contexto ambiental, que contenga el imaginario realizable de una comunidad operante, que opta por engancharse a la vida, en sus múltiples formas y manifestaciones.

El escenario deseado representa una configuración posible, no necesariamente una realidad, que se hace necesario imaginar para esclarecer la acción presente que permite pasar de una situación origen a una situación futura. Sería como hacer bajar el futuro hasta el presente, no solamente desearlo como algo sobre lo cual se pone la esperanza, que se espera de manera pasiva, sino hacerlo venir a la realidad aquí y ahora, en cada acto que realizamos.

El sentido de la anticipación es esclarecer la acción. Sin embargo la complejidad de los sistemas y sus cruces, entre los universos natural y social, es conflictivo; por lo que se requieren de un gran acuerdo institucional y político, para lograr la recuperación de los humedales.

Basados en el enfoque de la complejidad, y teniendo como categórico ético la dignidad humana, la cual exige salud y productividad del hábitat que lo sustenta; hemos propuesto, tomar como centro a la comunidad de pescadores, y al pescador como especie principal de conservación, en su relación ecológica de heterótrofo terminal.

Al pensar en Bocas de Tuluá, se nos llenan los ojos de imágenes. Parte del paisaje es un ecosistema productivo, alrededor del cual se han organizado varias familias de pescadores, de forma que para ellos existe seguridad alimentaria. Las plantas acuáticas no crecen tan aceleradamente, porque se ha logrado reducir el aporte de nutrientes provenientes de los excesos de las actividades agropecuarias; se han conectado los relictos boscosos, ampliándose su potencia, y generando corredores biológicos, que se ha traducido en infraestructura ecológica para que las especies existentes encuentren allí albergue y alimento.

El Humedal ha crecido, puesto que se le han devuelto las áreas perdidas por terrificación, de modo que su fase acuática se ha potencializado, retornando el sistema hacia niveles de sucesión natural inducida más cercanos a su periodo de formación, y más alejados de su colmatación final. Se han eliminado las obras de drenaje, y de control de inundaciones que impacta el balance hídrico del Humedal.

El conflicto existente entre tierra y agua, entre los usos agropecuarios y los de conservación, la productividad íctiologica, se ha debido reconocer, mediante el pacto de acuerdos con principios claros, en donde ambas miradas confluyen, y todos los actores ganan; más aún se unen para buscar su preservación, conservación y productividad. De ésta forma se llevara a cabo la construcción de mesas interinstitucionales que



convocan a los actores, la cual tiene por objeto la administración del Plan de Manejo Ambiental, y la gestión de la realización del futuro imaginado.

El ecosistema se parece más a espacios vivos para la pesca, contemplación y conocimiento, que a elementos de tratamiento de aguas residuales, característicos de malos olores y proliferación de especies parasitas invasoras que lo asfixian hasta provocar su muerte.

Pero Bocas de Tuluá también existe en la cibercartografía, hace parte de nuestro patrimonio ambiental natural y social cibernético, es por eso que hemos sugerido la implementación de técnicas informáticas para sistematizar en la red, pero sobre todo para llevar a la praxis la metodología de ciclo adaptable, mediante la retroalimentación continua de los efectos de las acciones que se realizan para su conservación; mediante canales de la vanguardia que permiten sumar personas, ciudadanos comprometidos, de modo que el proceso tenga coherencia, verosimilitud, importancia y transparencia.

No es por su puesto un escenario idealizado, desprovisto de toda intervención humana y de su cultura, dejado a la inercia de la naturaleza y sus proceso; sino que sabemos que el saber científico alternativo, basado en el paradigma de la complejidad y los sistemas, también incluye la civilización, para lo cual habrá que aceptar la intervención de técnicas limpias, que permiten mejorar, y tonar más eficaces hasta a los mismos ciclos naturales. Por eso sugerimos la implementación de un sistema de reoxigenación, como una alternativa tecnológica para reintroducir oxígeno, que se traduce en vida aerobia al sistema, puesto que en sus actuales condiciones se reduce y agota; produciendo una catástrofe, que desencadena procesos absolutamente distintos a los característicos de biosistemas diversos y ricos.

Las acciones agropecuarias tendrán que desviarse gradualmente hacia técnicas con protocolos típicos de sistemas silvopastoriles y de agricultura orgánica; adoptando modelos exitosos consolidados en el Valle del Cauca. Es necesario realizar el repliegue del territorio ocupado por los sistemas agropecuarios tradicionales, los cuales han mostrado que afectan severamente el ecosistema; se requiere cederle territorio a la naturaleza, para potencializarla hacia estados energéticos mayores, por lo que plateamos, en coherencia con nuestra jurisprudencia, el que se libere el dominio hidráulico público y la franja forestal protectora, en razón de tan solo la mitad del área definida, pero con la solicitud de que la otra mitad que conforma la unidad se continúe con las acciones productivas, pero implementando metodologías alternativas, de menor impacto ambiental.

Es triste reconocer como nuestro Humedal, todo él, se acerca cada vez más a esos estados de empobrecimiento biológico que caracterizan a los grandes desiertos del Planeta. La cuenca alta de sus afluentes se encuentra desprovista de suelo, y en su lugar se observa roca dura, la estructura ósea de la montaña. Nos negamos a aceptar esa realidad, y en su lugar vemos la cuenca nuevamente reforestada; habrá que recurrir a técnicas biomecánicas de recuperación de suelo, de manera que se amortiguen las



aguas provenientes de la escorrentía y cese el alto aporte de sedimentos que llegan al cuenco del Humedal por lavado.

El futuro de Bocas de Tuluá incluye la consolidación de un parque ecológico, dotado de elementos dispuestos para conocerlo desde la contemplación, abierto a la ciudadanía, con estatus real y formal de espacio colectivo y público. Como patrimonio ambiental de los Vallecaucanos se podrán realizar trabajos prácticos de sensibilización ambiental dirigidos a la infancia y adolescencia local y regional. La academia de la Región desarrollará proyectos de investigación aplicada de forma que orienta permanentemente a la Autoridad Ambiental en la toma de decisiones sobre las acciones de conservación y mejoramiento necesarias.

Finalmente pensamos en la CVC, y la vemos como autoridad ante las comunidades, no por sus exigencias legales, sino por su ejemplo y conocimiento. Esperamos que dote al ecosistema de la instrumentación necesaria para monitorear sus estados de calidad y cantidad ambiental, consolidará a los actores como unidad de administración del Plan de Manejo, vigilará de la mano de la sociedad civil organizada el cumplimiento de los usos del suelo, y la implementación de las acciones para lograr el escenario deseado y alcanzado por todos.



6. PLAN DE ACCIÓN

John Alexander Posso Osorio – Carolina Victoria Bonilla

De acuerdo a la Convención Ramsar, un plan de manejo de un sitio Ramsar u otro humedal forma parte de un proceso de planificación integral que ayuda a tomar decisiones respecto de los objetivos de manejo del mismo. El plan de manejo permite así mismo:

- Identificar y describir las medidas de manejo requeridas para alcanzar los objetivos.
- Determinar los factores que afectan o pueden afectar a las distintas características del sitio.
- Definir las necesidades de monitoreo para detectar cambios en las características ecológicas y medir el grado de eficacia del manejo.
- Demostrar que el manejo es efectivo y eficiente.
- Mantener la continuidad de un manejo efectivo.
- Dirimir todo conflicto de intereses.
- Conseguir recursos para poner el manejo en práctica.
- Hacer posible la comunicación de los sitios entre sí y con las organizaciones y los interesados directos.
- Asegurar el cumplimiento de las políticas locales, nacionales e internacionales.

6.1. RESTAURACIÓN

Es el perfeccionamiento de las técnicas aplicadas al medio natural, que busca devolver la estructura, autoorganización y funcionamiento del sistema. Esto puede considerarse, entre otras, mediante la recuperación del suelo, la reforestación con especies nativas del humedal, la reconexión hidráulica con el medio.

Los humedales están sujetos al proceso de sucesión biológica, el cual se clasifica en dos categorías según ODUM; la sucesión autógena (autogenerada), en donde los cambios están determinados en mayor medida por interacciones internas; y la sucesión alógena, en donde son las fuerzas externas las que regulan o controlan el cambio.

El mismo autor asegura que las fuerzas autógenas se ilustran como suministro interno o retroalimentación, lo cual impulsa el sistema hacia un estado de equilibrio; de otro lado las fuerzas alógenas se consideran disturbios o tensores de suministro externo periódico, que retrasan o alteran la trayectoria de sucesión.



En los ecosistemas de humedal se presentan ambas formas de sucesión, en lo respectivo a la comunicación con el Río se establece una sucesión cíclica, puesto que el régimen de pulsos asociado a periodos estacionales.

Las afectaciones se ubican en tres categorías de tipo física, química y biológica, y se extienden hacia lo social. Es evidente que la posibilidad de efectuar lo anteriormente mencionado se encuentra en función de la intensidad en magnitud del disturbio, así como de su amplitud y especiación temporal.

Dentro de lo físico se ubican solo en lo hidrodinámico, fluctuaciones de nivel, régimen de pulsos, tiempos de retención, líneas preferenciales de flujo, velocidades, gradientes, lo cual es abordado en tres niveles, superficial, subsuperficial, y subterráneo.

Lo hidrológico, la morfología de la cuenca, su área de captación, forma de la cuenca, índices fisiográficos, tipos de suelos, resistencia al flujo. En lo químico podemos destacar la calidad de las aguas, concentraciones de variables fisicoquímicas, composición del suelo.

En lo biológico tenemos las plantas acuáticas (flotantes, sumergidas y emergentes), en las fase acuática, en la fase anfibia se dan otras especies, y en la terrestre especies con raíces. Las cuales se encuentran en función de la disponibilidad de nutrientes, de su ubicación en las cadenas tróficas y del régimen hidráulico.

En lo relativo a las aves tenemos variedades de especies que se armonizan a los ciclos pulsátiles del litoral del humedal, en función de esas variaciones acceden a los alimentos; mientras que otras se ajustan a la climatología global y los distintos biomas de la tierra.

Es decir en los ecosistemas de humedal todo está conectado con todo, a partir de cada centro neuronal se pueden acceder y comunicar con todos los centros neuronales que conforman la extensa red que estructura la mente del biosistema. Por lo increíble que parezca el sistema abarca la totalidad del globo, y se conecta a través del clima global.

Márquez-Huitzil, 2005, definen cinco 5 pasos para la restauración:

Terminar con la causa de la afectación.

Mitigar los efectos producidos por la misma.

Llevar el sistema a condiciones semejantes a las que se presentaban en algún estadio sucesional previo.

Reincorporar elementos bióticos o abióticos originales al sistema.

Monitorear, evaluar e intervenir de forma iterativa las acciones de restauración, dirigiendo el proceso sucesional en coherencia con los objetivos de conservación.

Hobbs y Norton (1996) señalan la importancia de rehabilitar los siguientes atributos:

Composición: especies presentes y sus abundancias relativas.

Estructura: arreglo vertical y horizontal de la vegetación y componentes del suelo.

Patrón de distribución: arreglo espacial de los componentes del sistema.

Heterogeneidad: un conjunto complejo de variables compuestas de los anteriores componentes, también sería importante la heterogeneidad del suelo.

Función: el desempeño de los procesos ecológicos básicos (transferencia de energía, agua y nutrientes).

Dinámica y resiliencia: procesos sucesionales, recuperación postdisturbio.

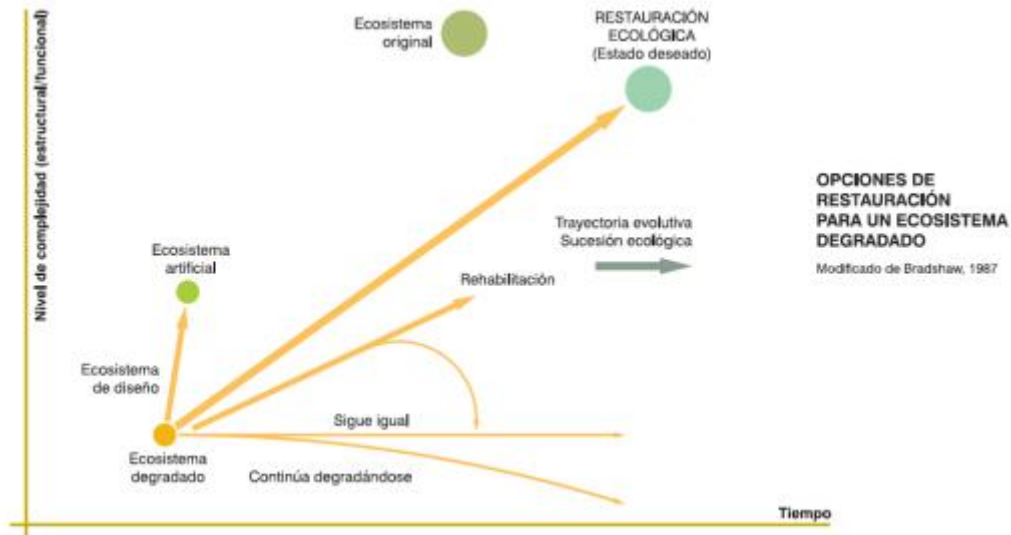


Figura 6.1. **Modelo realista de la restauración ecológica en humedales urbanos**

Fuente: Adaptado de Hobbs y Norton, 1996, David Rivera). La trayectoria finalmente conduce a un nivel alternativo de rehabilitación o recuperación ecológica. (tomado del protocolo distrital de restauración).

Los humedales se configuran por áreas inundables o firmes que los rodean, presentando una densa red de interacciones entre éstas y los cuerpos de agua.

Razón por la cual su delimitación ecosistémica resulta compleja. Más parece que estos compartimentos lénticos hacen parte del continuo ecológico de cualquier cuenca o región.

Tal vez, sería más exacto decir que en distintos ecosistemas se presentan acumulaciones variables y fluctuantes de agua, en torno a las cuales el ecosistema se organiza de un modo característico reconocible como el subsistema de humedal o, por sí mismas, como ecosistema de humedal.

Lo que si resulta claro para los investigadores, es que dentro de una gran diversidad de ambientes y ecosistemas, los humedales constituyen subsistemas en los cuales se concentran y se conectan muchos de los procesos ecológicos esenciales de una cuenca o región: la regulación hidrológica e hidráulica, los flujos biogeoquímicos, el tráfico de los organismos vivos, la regulación climática.



Sobre la base de lo anterior se sigue que la zona objeto para la recuperación, restauración y preservación del ecosistema no se delimita según lo definido por las cotas máximas de inundación, lo cual corresponde tan solo a la zona anfibia; sino que se requiere incluir la fase terrestre circundante, y en general toda la cuenca de captación superficial en la cual se inscribe.

Por lo que nuevamente es importante considerar que el ecosistema de humedal conforma una unidad entre sus zonas anfibia y terrestre y acuática, la cual puede ser ocasional o estacional.

6.2. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Para el caso de los humedales del Valle Geográfico del río Cauca, corresponde mayormente a ecosistemas de desborde, en las cuales no es fácil determinar la cuenca aferente y efluente, ya que en periodos de aguas altas la cuenca efluente puede contribuir en el balance hídrico por reflujo o desborde.

Si bien casi la totalidad de los ecosistemas de humedal del río Cauca, han sido desconectados e aislados del mismo mediante diques, además de regulados en sus pulsos por la represa Salvajina, se podría pensar que la restauración hidráulica, enviaría señales positivas de restauración en el sistema; no obstante el grado de afectación ha sido severo, por lo que ésta simple acción no es suficiente.

En casos típicos de recuperación total de humedales degradados, la intervención se plantea en cuatro frentes o líneas de acción, los cuales deben adelantarse, aproximadamente en el siguiente orden de prioridad y precedencia:

- Recuperación hidráulica, que abarca varios aspectos:
 - Restablecimiento de los tres tipos de entrada (afluentes, escorrentía directa y crecientes).
 - Restablecimiento de la periodicidad y amplitud de las crecientes.
 - Restablecimiento de la capacidad hidráulica (volumen y pendientes del cuenco).
 - Las profundidades y pendientes también sirven para ajustar las cotas de inundación y para prevenir el avance sucesional de la fase terrestre sobre la anfibia y la acuática.

- Restablecimiento (o mejoramiento) de la diversidad batimétrica, favoreciendo aquellas profundidades y cotas de inundación que más favorecen a las aves acuáticas.
- Fractalización del litoral, procurando patrones que aumenten la oferta de hábitat y amplifiquen el efecto de borde (salvo frente a zonas adversas, como suelos contaminados), por medio de penínsulas y ensenadas de distintos tamaños.

- Recuperación sanitaria: la recuperación de la calidad de agua en cada una de las tres entradas (afluentes, escorrentía directa y crecientes). Aquí es importante fijar metas de concentración de diferentes sustancias, teniendo en cuenta el nivel de nutrientes



adecuado para cada tipo de humedal (oligo, meso o eutrófico) y el control del proceso de eutrofización y colmatación.

En lo concerniente a la recuperación sanitaria, en términos de mejoramiento de la calidad de las aguas del ecosistema; se requieren efectuar acciones en el sentido de:

Control de la erosión en la cuenca aferente.

Control de la contaminación en la fuente (vertimientos domésticos e industriales).

Tratamiento de los caudales receptores, mediante técnicas de fitorremediación.

Control de metales pesados o contaminantes orgánicos persistentes; debido a la dificultad que representa su remoción, es necesario enfocarse en la prevención de su ingreso al sistema, puesto que estos ingresan en las cadenas tróficas y se acumulan, lo cual pone en grave situación de riesgo la salud de las personas de las comunidades que hacen uso de los productos del mismo.

Restauración biótica, en orden:

- Revegetalización: el restablecimiento de la cobertura vegetal propia de cada franja del humedal debe tener en cuenta algunas pautas básicas.

- Los grupos de especies propias de las franjas más cercanas a la fase acuática son generalmente cortas, debido a la transición inmediata de las pocas dominantes adaptadas a las condiciones especiales de higromorfia o inundaciones periódicas. Por tanto, la revegetalización puede proceder mediante una composición florística inicial con tales especies.

- Cada especie debe introducirse de acuerdo con su tolerancia específica a las inundaciones y al nivel freático. Terrenos que pueden parecer bien drenados a simple vista, pueden en realidad presentar niveles freáticos muy superficiales o drenajes muy deficitarios, lo que limita el desarrollo radicular de las especies no adaptadas a tales condiciones y la mortandad del material plantado.

- El diseño de la plantación debe procurar una provisión rica y diversa de hábitats y elementos claves para la avifauna: refugio, alimento, materiales y sitios de anidación, sitios de percha, sitios de cortejo, así como corredores adecuados para la movilidad a través de las franjas del humedal, teniendo en cuenta los requerimientos propios de cada especie en relación con cada uno de estos aspectos.

- La revegetalización debe evitar la homogenización de la periferia del humedal, procurando diversidad de densidades (más abiertas o cerradas) en cada franja y mantener las diferencias vegetacionales (florísticas y fisonómicas) propias de cada franja.

- La alternancia de corredores más abiertos o más cerrados (más o menos árboles) a través y conectando las franjas concéntricas, junto con la disposición de atractores (perchas, frutas muy apetecidas, sitios de anidación) en los extremos del gradiente, refuerza la movilidad transversal de la fauna (en especial de las



aves) lo que refuerza el aprovechamiento integral del hábitat y aumenta la capacidad de carga.

- Refaunación: en general, la restauración de la fauna parte de la restauración del hábitat y la eliminación de tensionantes. Siempre que esto resulte suficiente, es preferible no abordar medidas de suplementación o reintroducción de especies nativas, por su complejidad y los riesgos asociados.

Esto es aún más cierto en los humedales, donde la convergencia del tráfico biológico regional, refuerza el repoblamiento espontáneo, en tanto sobrevivan poblaciones reproductoras viables y se controlen los tensionantes típicos, como la caza y la sobrepesca.

Paisajismo: para alcanzar estados contemplativos y sentir la vida, los humedales son uno de los espacios más bellos del Valle del Cauca. Sus múltiples verdes, el amplio espectro de luces y reflejos, sonidos y silencios; las múltiples formas de la vegetación y del agua compone una bella sinfonía ecosistémica.

Es vital lograr que la comunidad pueda acceder a estos estados de recreación; no obstante la construcción de infraestructura de recreación, educación, turismo e investigación en el interior del ecosistema, requiere considerar en forma, localización, tamaño y materiales, los criterios de preservación del mismo, en términos de no originar disturbios al hábitat y a sus especies.

Debe en la medida de lo posible, de concentrar la estancia y circulación de los visitantes en las áreas menos frágiles y más distantes de las especies, facilitando la logística e infraestructura mínima para ello.

Los factores arriba listados muestran el orden de prioridad y la secuencia normal de intervención para la restauración de un humedal.

En resumen no es coherente ni eficiente destinar recursos, acciones y políticas a la protección del contenido biótico del humedal, cuando su funcionamiento hidráulico o condiciones de salud ecosistémico, se encuentran transformadas o están gravemente amenazadas.

Tabla 6.1. Plan de Acción Propuesto por CVC – Fundación Natura 2003 - 2009
Fuente: CVC – Fundación Natura, 2003

Línea Uno: Programa de Deslinde y acceso
Proyecto: Deslinde predial de la madreveja Bocas de Tuluá en el Departamento de Planeación Municipal de Tuluá. Objetivo: Adelantar las acciones respectivas para el deslinde predial de la madreveja en el Departamento de Planeación Municipal de Tuluá.
Proyecto: Reglamento interno y camino de acceso a la madreveja Bocas de Tuluá. Objetivo: Elaborar el reglamento interno de uso y determinación y concertación del camino de acceso a la madreveja Bocas de Tuluá.
Línea Dos: Programa de Apropiación



<p>Proyecto: Gestión para incluir en los centros de educación del municipio de Tuluá la importancia de la madreveja.</p> <p>Objetivo: Acercar a los estudiantes de los centros educativos y los profesores de los centros de educación del Municipio de Tuluá sobre la importancia de la madreveja, a través de la incidencia del programa académico y visitas ecológicas a la madreveja, enmarcadas dentro del PRAES.</p>
<p>Proyecto: Recuperación del conocimiento de los mayores y pescadores sobre la madreveja Bocas de Tuluá y el antiguo ecosistema del Alto Cauca.</p> <p>Objetivo: Recuperar los conocimientos de las personas mayores de los corregimientos alrededor de la pesca y otras actividades como la identificación de aves u otras especies que permitan la apropiación de la madreveja a las nuevas generaciones.</p>
<p>Proyecto: Promoción de la Madreveja Bocas de Tuluá a través de los medios audiovisuales.</p> <p>Objetivo: Continuar la divulgación a través de medios audiovisuales comunitarios y regionales con la promoción de la Madreveja Bocas de Tuluá.</p>
<p>Proyecto: Capacitación en liderazgo ambiental.</p> <p>Objetivo: Capacitar a los líderes comunitarios del Comité Técnico en la formulación de proyectos, temas ambientales, jurídicos y de participación ciudadana.</p>
<p>Proyecto: Elaboración de material didáctico para la madreveja Bocas de Tuluá.</p> <p>Objetivo: Realizar material didáctico, como etiquetas, para el reconocimiento de los árboles y vegetación en general alrededor de la franja protectora, de tal manera que esta franja se convierta en un sendero ecológico.</p>
<p align="center">Línea Tres: Programa de restauración y conservación</p>
<p>Proyecto: Estudios hidrológicos e hidráulicos de la madreveja.</p> <p>Objetivo: Realizar estudios básicos de los procesos hidrológicos e hidráulicos de la madreveja. (Conocer y cuantificación los niveles de descarga e intercambio hídrico de la madreveja a través de un monitoreo mensual)</p>
<p>Proyecto: Cambio de uso y fortalecimiento de sistemas agroforestales en la franja protectora de la Madreveja Bocas de Tuluá</p> <p>Objetivo: Continuar la concertación para el cambio de uso en la franja protectora hacia la adecuación de sistemas agroforestales, con énfasis en guadua, árboles nativos y frutales y agricultura biológica.</p>
<p>Proyecto: Monitoreo del plancton y macroinvertebrados acuáticos presentes en la madreveja Bocas de Tuluá.</p> <p>Objetivo: Monitorear en diferentes épocas del año la presencia del plancton y macroinvertebrados acuáticos en la madreveja Bocas de Tuluá.</p>
<p>Proyecto: Ecología y Fenología de las especies vegetales asociadas a la madreveja Bocas de Tuluá.</p> <p>Objetivo: Conocer algunos procesos ecológicos y fenológicos de de las especies vegetales asociadas a la madreveja Bocas de Tuluá.</p>
<p>Proyecto Bioecología de 10 especies de aves nativas asociadas a la madreveja la Bocas de Tuluá</p> <p>Objetivo: Conocer algunos requerimientos bioecológicos de 10 especies de aves nativas asociadas a la madreveja Bocas de Tuluá.</p>
<p>Proyecto Bioecología de las poblaciones de especies de mamíferos, reptiles y peces con algún grado de amenaza (con énfasis en la chucha de agua, iguana y el bocahico).</p> <p>Objetivo: Conocer algunos requerimientos de la Bioecología de las poblaciones de especies de mamíferos, reptiles y peces con algún grado de amenaza (con énfasis en la chucha de agua, iguana y el bocahico).</p>
<p>Proyecto: Monitoreo del estado fisicoquímico del agua de la madreveja Bocas de Tuluá.</p> <p>Objetivo: Mantener un sistema de monitoreo del estado fisicoquímico del agua de la madreveja Bocas de Tuluá a través del análisis de 15 parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos cada 6 meses. Enfatizando en los parámetros para evaluar la presencia de residuos de los agroquímicos en el agua.</p>
<p>Proyecto: Bioecología de tres especies de peces</p> <p>Objetivo: Realizar estudios relacionados con la bioecología de tres especies de peces dos nativas y una trasplantada asociadas a la madreveja Bocas de Tuluá para continuar con el conocimiento de</p>



las especies ícticas del Alto río Cauca y sus posibilidades de uso.
<p>Proyecto: Declaratoria de la madreveja Bocas de Tuluá como área protegida municipal y regional. Objetivo: Declarar bajo una figura de protección el área Declaratoria bajo una figura de protección municipal y regional el área de la madreveja y las 6,12 hectáreas de franja protectora y apoyar las gestiones para la declaratoria de franja protectora del río Cauca como lo propone el EOT de Tuluá.</p>
Línea 4. Programa de Aprovechamiento
<p>Proyecto: Aprovechamiento de plantas con uso artesanal y doméstico presentes en la madreveja Bocas de Tuluá. Objetivo: Aprovechas las plantas presentes en la madreveja Bocas de Tuluá y capacitar a 10 personas en la realización de artesanías, compostaje y papel.</p>
<p>Proyecto: Peces en jaula en la madreveja Bocas de Tuluá. Objetivo: Adecuación de espacios en la madreveja Bocas de Tuluá para el cultivo de peces en jaula que beneficie a los pescadores locales.</p>

6.3. PLAN DE ACCIÓN 2012 - 2023

El horizonte del Plan se define a 12 años, en armoniza con 3 periodos de gobierno municipales y del Plan de Acción Corporativo de la CVC; coincide además con el intervalo temporal del nuevo PGAR que se formulará para el Valle del Cauca.

6.3.1. OBJETIVOS

Recuperar las condiciones físicas, ecológicas y paisajísticas del Humedal que permitan restablecer la provisión de bienes y servicios ambientales, funciones y atributos, a las comunidades ubicadas en el área de influencia y el cumplimiento de las funciones como reservas de recursos naturales renovables.

6.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recuperar la capacidad hidráulica y mejorar la calidad del agua que ingresa al humedal con el fin de propiciar las condiciones morfológicas y de flujo hídrico que garanticen la sostenibilidad biofísica del Humedal en el largo plazo.
- Restablecer total y/o parcialmente la estructura y función de los ecosistemas acuático, anfibio y terrestre del humedal, así como las condiciones para lograr la conectividad ecológica con otros elementos de la estructura ecológica principal.
- Crear espacios de acercamiento y participación comunitaria en donde se involucre a las comunidades vecinas, instituciones y organizaciones comunitarias a la gestión social para la recuperación integral del Humedal con el fin de contribuir a la sostenibilidad de los proyectos que se adelanten en el marco del Plan de Manejo Ambiental.
- Establecer lineamientos generales para los diseños paisajísticos y arquitectónicos de la infraestructura mínima requerida para la adecuación del uso del espacio público que permita ofrecer una base organizada para la educación ambiental y la recreación pasiva, compatible con los objetivos de reserva de recursos naturales.



6.3.3. ESTRATEGIAS

El éxito de la implementación del Plan, requiere de la conformación del Comité Interinstitucional de Humedales del Valle del Cauca, el cual deberá integrarse por mesas regionales. La zona sur, en las áreas de jurisdicción de las Direcciones Ambientales Regionales Sur occidente y Suroriente, otra para la zona centro, en los territorio de jurisdicción Centro Sur y Centro Norte, y otra para la zona norte, en el ámbito territorial de las Direcciones Ambientales Brut y Norte, todas las cuales deberán articularse al comité interinstitucional de la Laguna de Sonso.

Cada institución participará con recursos económicos, técnicos, administrativos, científicos y logísticos, en el desarrollo del plan en sus acciones constitutivas. El Comité verificará el estado de la ejecución de las actividades de las entidades, solicitudes y quejas, y el estado de salud del humedal, mediante el seguimiento y control, sobre la base de monitoreo continuo a las características ecológicas.

Proyecto “Manejo Integral de Humedales”, el cual está basado en tres enfoques básicos (conocimiento, conservación y uso sostenible), siguiendo la directriz enmarcada en los objetivos del Convenio sobre Diversidad Biológica. Así mismo dentro de las agendas del comité se realizarán jornadas de inspección ecológica, se programaran campañas de reforestación y siembra de alevinos.

Se requiere que el comité cuente con la participación de miembros de Asocaña, Cenicaña en sus asuntos hidrológicos, Epsa, Procaña, Invias, Instituto Nacional de Conseciones - Inco, Gobernación del Valle, Dirección de Atención y Prevención de Emergencias, Ideam, Centro Internacional de Agritultura Tropical - CIAT, Procuraduría Ambiental y Agraria, Contraloría Ambiental, Personerías Municipales, Dagma, Dirección Nacional de Estupefacientes, Universidad del Valle, Universidad Nacional sede Palmira, Universidad Central del Valle, y Fundación Agua y Paz, en su calidad de Organización formuladora del Plan, CVC, y representantes de las ONG del Valle del Cauca, elegidas por su representante consejero en la institución CVC. Se propone una audiencia bimestral.

En el actual contexto de reconstrucción del País por la catástrofe de la Ola Invernal, es necesario vincular el comité a las nacientes instituciones: Colombia Humanitaria y el Fondo de Calamidades, de manera que se exploren fuentes alternativas de financiación, y se inscriba como elemento constitutivo de gestión de riesgo derivados por desastres naturales.

6.4. PROGRAMAS

Para la implementación del Plan de Acción se definieron 8 programas estratégicos: recuperación eco hidráulico, recuperación sanitaria, recuperación biótica, producción sostenible, programa socioambiental, conservación y protección, investigación aplicada, y finalmente el programa de manejo adaptable.

Lo relativo al programa de investigación aplicada es competencia de las instituciones académicas, no obstante se requiere coordinación y apoyo de las demás organismos integrantes del Comité. Los resultados de las investigaciones deberán ser comunicados e ilustrados a las instituciones pertinentes para posteriormente ser incluidos en los desarrollos del Plan, acorde con la metodología de ciclo adaptable definida en la Resolución 196 de 2006.

El último programa denominado de manejo adaptable es competencia estricta de la Autoridad Ambiental CVC, aunque puede recibir apoyo de otros organismos, las acciones deben incluirse en los protocolos y funciones Corporativas, y serán ejecutadas por Funcionarios de la Entidad; para lo cual se requiere la inclusión de los potentes medios con los que cuenta la Corporación, tales como: Laboratorio de Calidad Ambiental, para lo monitoreos y evaluaciones de aguas y suelos, Vivero Corporativo, Instituto de Piscicultura, Grupos de Cartografía, Fortalecimiento de la Cultura Ambiental y Ciudadana, y de Biodiversidad para la construcción de los protocolos, así como los monitoreos y evaluaciones periódicas.



Figura 6.2. Mapa mental de los programas estratégicos

Por lo anterior, no es conveniente delegar, ni subcontratar dichas acciones puesto que se afecta directamente la misión Institucional, ya que se requiere empoderamiento y suficiencia por parte de CVC ante las comunidades para su legitimización, y apropiación de los objetivos de conservación de la Reserva de Recursos Naturales.

El orden y prioridad de intervención definido es por componentes: de modo que primero se atenderá la dimensión socioambiental; principalmente la resolución de los conflictos presentes, las incoherencias reales con lo establecido en la legislación, y la vinculación de la totalidad de los actores al Convenio interinstitucional; para lo cual se deberá apoyar en la implementación de herramientas de comunicaciones disponibles, tales como observatorio ambiental, pagina Web, y demás opciones informáticas eficientes.



Posteriormente se atenderá el aspecto físico del ecosistema, en lo relativo a la hidrodinámica; para seguidamente ocuparse de los aspectos químicos, y finalmente de los criterios biológicos y de conservación.

La técnica de intervención será de crecimiento endógeno, partiendo de lo más interno del Humedal, fase acuática, seguido de la fase anfibia y finalmente la fase terrestre hasta cubrir la totalidad de la cuenca del sistema.

Se requiere iniciar por restaurar las áreas de la fase acuática que se encuentran terrificadas y colmatadas, luego se procede a conservar los elementos o subsistema de interés crítico, que aún resisten bajo las actuales condiciones de presión. Seguidamente se realizara la recuperación de las áreas degradadas y finalmente se protegerá la integridad total del ecosistema.

Finalmente se debe lograr una conciliación entre las políticas conservacionistas y las políticas económicas de los sectores productivos. Por lo que urge lograr una negociación del tipo gana – gana, de manera que se tendrán que dar concesiones entre los intereses; es por eso que se definieron áreas de producción al interior de zonas de conservación y recuperación, aun cuando en estricto rigor, desde la perspectiva ecológica no se debieran permitir; de conformidad con lo estipulado en la Resolución 196 de 2006, de allí que se requiere efectuar reconversión tecnológica a prácticas de producción limpia para que exista compatibilidad.

El desmonte de las áreas productivas en zonas de conservación y protección debe realizarse gradualmente, y tendrán que ser reemplazadas por bosques productores protectores para que se mantenga la productividad de los dueños de la tierra.

6.4.1. PROGRAMA DE RECUPERACIÓN ECOHIDRÁULICO - FÍSICA

Se considera el programa de mayor prioridad, puesto que se dirige hacia la restauración física del ecosistema en los espacios colmatados y extintos de la fase acuática, los cuales deberán ser restaurados para ampliar el potencial del Humedal.

6.4.1.1. PROYECTOS

Tabla 6.2. Programa de recuperación ecohidráulico - física

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Adecuación morfológica del humedal	Retirar los rellenos producto de la terrificación y crear diversidad batimétrica.	Aumentar en, por lo menos, 37.097,4 m ³ (24,73 ha *1.5m de profundidad), la capacidad de la fase acuática del humedal.	Zona Acuática Sub - Zona de recuperación de cuenco
Instalación de limnómetro	Instrumentar el ecosistema.	Efectuar 3 registros diarios de niveles de agua en el humedal.	Zona Acuática
Diseño canal de	Diseño y construcción de	Construcción de 160 metros	Zona de

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
conexión del humedal con el río.	un canal de conexión hidráulica entre el río Cauca y el humedal.	lineales de canal de conexión hidráulica.	conservación
Adecuación, descolmatación y limpieza del canal de conexión.	Mantener el adecuado funcionamiento del canal de conexión hidráulica entre el río Cauca y el humedal.	<ul style="list-style-type: none"> - Recuperación hidráulica de 160 metros lineales de sección transversal del canal. - Limpieza y extracción de vegetación de 160 m lineales de canal. 	Zona de conservación Subzona de Conectividad hidráulica.

6.4.2. PROGRAMA DE RECUPERACIÓN SANITARIA-QUÍMICO

El paso siguiente es enfrentar las causas de deterioro de la calidad de la fase acuática del ecosistema, de manera que se garantice un hábitat adecuado para las especies y el mejoramiento de la productividad íctica que garantice la vinculación de los pescadores y la comunidad en general, para la consecución de los objetivos de conservación.

Tabla 6.3. Programa de recuperación sanitaria - químico

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Implementación de sistema de oxigenación.	Mejorar la calidad de la fase acuática del ecosistema.	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar de 1.71 mg/L la concentración de Oxígeno Disuelto a 4.0 mg/L. - Remover por lo menos el 50% de DBO y SST afluentes al humedal. - Remover por lo menos un 20% de los patógenos que ingresan al humedal. 	Zona Acuática Sub zona control de calidad de agua.
Operación del sistema de oxigenación	Mejorar la calidad de la fase acuática del ecosistema.	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar de 1.71 mg/L la concentración de Oxígeno Disuelto a 4.0 mg/L. - Remover por lo menos el 50% de DBO y SST afluentes al humedal. - Remover por lo menos un 20% de los patógenos que ingresan al humedal. 	Zona Acuática Sub zona control de calidad de agua.

6.4.3. PROGRAMA RECUPERACIÓN BIÓTICA - BIOLÓGICO

Los proyectos constitutivos de éste programa se dirigen hacia la recuperación parcial o total de la estructura y organización del ecosistema, y de la conexión del mismo con otros sistemas de la estructura ecológica regional, muy en especial, el Río Cauca, y el complejo de humedales Local. Inicialmente se debe de buscar éste aspecto, aunque la tendencia de las áreas en donde se desarrollan las acciones es finalmente, cuando

logren su consolidación y recuperación, las zonas se convierten en áreas de conservación y protección.

6.4.3.1. PROYECTO REVEGETALIZACIÓN

Tabla 6.4. Proyecto revegetalización

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Restauración de Bosque seco tropical inundable, con especies como: Chamburos (<i>Erythrina fusca</i>), Mantecos (<i>Laetia americana</i>), Pizamos, Burilícos (<i>Xylopia ligustrifolia</i>), Caracolés (<i>Anacardium excelsum</i>), Yarumos (<i>Cecropia mutisiana</i>), Ceiba (<i>Ceiba pentrandra</i>) especies extintas tradicionales del ecosistema.	Restaurar el ecosistema boscoso asociado al complejo de humedales.	Restaurar 198.56 ha de bosque seco inundable conectado con corredores biológicos con los relictos boscosos existentes en el humedal Bocas de Tuluá.	Zona de restauración de bosque seco inundable y conservación de relicto boscoso.

6.4.3.2. PROYECTO CONTROL DE PLANTAS INVASORAS

Tabla 6.5. Proyecto control de plantas invasoras

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en el brazo oriental de la Madre Vieja.	Enfrentar el acelerado proceso de terrificación de la fase acuática, que conduce el ecosistema a su extinción por colmatación.	Recuperación de 14.26 ha.	Zona de control de plantas invasivas
Construcción de confinamiento transversal en ambos márgenes de la Madre Vieja.	Proteger y potencializar la fase acuática del ecosistema.	Retirar 14.26 ha/año de vegetación acuática	Fase acuática del humedal

6.4.4. PROGRAMA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE

Es estratégico lograr que el ecosistema continúe siendo rentable para los propietarios de la tierra, no obstante éstos deben saber que se ubican dentro de una reserva natural y en un espacio definido por Ramsar como reserva de la biosfera. Además la Resolución 196 de 2006 le da absoluta predominancia a los criterios ecológicos.

No obstante las zonas cultivadas dentro de la estructura ecológica destinada a conservación y protección, en un porcentaje de al menos la mitad de su extensión, deben ser gradualmente restauradas a bosque productor protector y bosque seco tropical inundable. La otra mitad seguirá con los usos actuales pero efectuando reconversión a prácticas agropecuarias limpias.

Tabla 6.6. Programa producción sostenible

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Reconversión	Reducir el proceso de	Reconversión tecnológica	Zona de

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
tecnológica y producción limpia en cultivos de caña de azúcar	terrificación del humedal y reducir la eutrofización de las aguas.	buenas prácticas agrícolas en una superficie de 81,6 ha. Reducción de un 50% de contaminación difusa en términos de DBO, DQO y Metales pesados, Nitrógeno y Fosforo.	Reconversión a Producción mas Limpia
Ganadería – Sistema Silvopastoril Intensivo	Reducir el proceso de terrificación del humedal enfocado en la reducción de agentes eutroficantes.	Reconversión a sistema de ganadería silvopastoril en una superficie de 3.0 ha.	Dentro del la zona de recuperación del bosque seco inundable.
Producción Ictica en jaulas	Generar y afianzar a la especie heterótrofa terminal o pescadores, y dinamizar las cadenas tróficas del ecosistema.	Cultivo de 10.000 alevinos. Aumento del 50% del índice de desarrollo humano de los pescadores.	Zona acuática. Subzona de control de calidad de agua.
Fortalecimiento de la producción íctica en Jaulas	Hacer productiva la fase acuática del humedal.	Producción de 10.000 alevinos. Generación de recursos económicos.	Zona acuática. Subzona de control de calidad de agua.
Mantenimiento, protección y conservación a las plantaciones forestales, bosque seco inundable	Mantener en buenas condiciones fitosanitarias las plantaciones forestales sembradas.	- Consolidar un bosque de 198.56 ha de bosque seco inundable.	-Zona de Conservación.

6.4.5. PROGRAMA SOCIOAMBIENTAL

Fundación Agua y Paz advierte que se debe crear el Comité Interinstitucional, y la vinculación de las instituciones, actores identificados, construir un plan estratégico y adoptar el cronograma de ejecución con compromisos reales de las partes; de modo que se logre el escenario futuro deseado.

No se trata solamente de crear el Organismo, sino que es necesario brindar los recursos, procedimientos, insumos, compromisos y acuerdos entre las partes, sobre la base de ejercicios de planificación participativa, en donde los integrantes tienen absoluta claridad del escenario futuro deseado, los medios y esfuerzos a invertir para el logro del mismo.

6.4.5.1. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

Tabla 6.7. Programa Fortalecimiento Institucional

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Fortalecimiento de PRAES de las instituciones aledañas al Humedal	Asesorar y apoyar las actividades que permitan fortalecer los	Capacitar y vincular a los objetivos de conservación a 30 escolares/año.	



ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
	PRAES en las instituciones educativas del área rural y urbana de influencia directa del Humedal.		
Observatorio socioambiental	Construcción del observatorio Socioambiental de Humedal, articulado al observatorio ambiental de la CVC	- Montaje del observatorio ambiental - Sistematización del plan de manejo. - Sistematización de informes y conceptos relativos al plan de manejo.	Cuenca del humedal
Alimentación y sistematización Observatorio Ambiental	Sistematización y actualización del observatorio Socioambiental de Humedal, articulado al observatorio ambiental de la CVC	Observatorio ambiental en operación.	Cuenca del humedal
Creación de comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal.	Fortalecimiento de la organización comunitaria del área de influencia directa del humedal	Constitución y operación de comité interinstitucional en un periodo máximo de 4 meses.	Cuenca del humedal
Fortalecimiento del comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal.	Fortalecimiento de la organización comunitaria del área de influencia directa del humedal	Una organización de pescadores sólida y adscrita a los estamentos del sector de acuicultura del País.	Cuenca del humedal
Creación, fortalecimiento y asesoría técnico - administrativa a la asociación de pescadores del centro del valle: Censo, constitución legal, inscripción ante instituciones pertinentes, carnetización, asesoría y apoyo técnico, administrativo y financiero.	Creación y fortalecimiento de la organización comunitaria del área de influencia directa del humedal.	Una organización de pescadores sólida y adscrita a los estamentos del sector de acuicultura del País.	Cuenca del humedal

6.4.6. PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN

6.4.6.1. PROYECTO DE RECUPERACIÓN DE ESPACIO Y DOMINIO HIDRAULICO PÚBLICO

Los Humedales son espacios comunitarios, pertenecientes a la Nación, y aunque se ubican en territorios privatizados, para el Estado Social de Derecho que es Colombia, la propiedad privada tiene antes que nada una función ecológica, lo cual se encuentra consagrado en la Constitución Nacional. Debido a que los Humedales cumplen un

objeto social, representado en bienes y servicios ambientales; son parte del Patrimonio ecológico por lo que deben contar con la posibilidad de acceso de las comunidades, con la debida vigilancia de las autoridades, de manera que los ciudadanos realicen los usos permitidos en el instrumento de Gobierno del territorio (PMA). De allí que se requiera de servidumbres, señalización y dotación de infraestructura acorde con los usos y características ecológicas.

A lo anterior se suma la ola invernal que afectó a Colombia; el Gobierno entendió la importancia de los Humedales como elementos hidráulicos, por lo que deben mantener esa funcionalidad para evitar el colapso de las regiones; de allí que las instituciones estatales competentes deban garantizar que no se extingan éstos ecosistemas y que se mantenga su carácter de espacios comunes y zonas de dominio hidráulico público, para afrontar el fenómeno de calentamiento global y eventos extremos.

Tabla 6.8. Proyecto de recuperación de espacio y dominio hidraulico público

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Aislamiento zona anfibia +30m (externo e interno)	Proteger la fase acuática del ecosistema, de conformidad con lo establecido en la legislación ambiental vigente.	Protección de 60,38 ha de zona anfibia y acuática del humedal con sus respectivas franjas protectoras.	Zona de conservación

6.4.7. PROGRAMA INVESTIGACIÓN APLICADA

Los humedales son complejos, puesto que en ellos confluye el ecosistema acuático, anfibio y terrestre para conformar una unidad. La revisión del estado del arte de su conocimiento nos muestra que aún existen muchos aspectos que desconocemos. Es por lo anterior que la academia Vallecaucana debe concebirlos como, universos por descubrir, verdaderos laboratorios. En gran parte una de las causas por las cuales se han extinguido de manera tan acelerada en la Región, es quizás porque ignoramos su estructura, y la riqueza que le brindan a las comunidades, de allí que debamos abordar su estudio, superando los tradicionales paradigmas disciplinarios, y así contribuir a su conservación.

6.4.7.1. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA ECOLÓGICO

Tabla 6.9. Proyecto de investigación aplicada ecológico

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Determinación del coeficiente de evapotranspiración de las plantas acuáticas.	Establecer y aclarar el rol de las plantas acuáticas en el balance hídrico del sistema.	Publicación en el observatorio ambiental.	Zona de conservación y protección Fase acuática.
Determinación de las causas de colonización y expansión de las plantas acuáticas, causas de la predominancia de unas	Esclarecer las causas del favorecimiento del desarrollo de unas especies con relación a las otras, determinar las fuentes y condiciones que	Publicación en el observatorio ambiental.	Zona de conservación y protección Fase acuática.



ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
especies sobre otras.	permiten las condiciones, para la toma de correctivos.		
Generación de abonos orgánicos y/o de alimentos para animales, a partir de plantas acuáticas.	Convertir una problemática ambiental en un recurso.	Extracción de 2 hectáreas semestrales de plantas acuáticas para producción de Abonos orgánicos o alimentos para animales.	Zona de conservación y protección Fase acuática.

6.4.7.2. *PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA ECOHIDRÁULICO*

Tabla 6.10. Proyecto de investigación aplicada ecohidráulico

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Estudio de las variables hidrológicas, de sedimentación y balance hídrico en el Humedal.	<ul style="list-style-type: none"> - Registrar las variables hidrológicas del Humedal. - Conocer la variación temporal de los diferentes parámetros hidrológicos, información a partir de la cual puede establecerse el balance hídrico del Humedal. - Establecer un modelo de transporte de sólidos en suspensión que ingresan y que pueden ser retenidos en el sistema. 	Instrumentación del ecosistema. Registro de variables hidroclimatológicas. Publicación en el observatorio ambiental.	Zona de conservación y protección fase acuática.
Proyecto de modelación ecológica e hidrodinámica de humedales.	<ul style="list-style-type: none"> - Simulación de escenarios de cambio climático e interacción hidrológica con demás cuerpos hídricos. - Construcción del modelo litológico tridimensional. - Evaluación de la dinámica del agua subterránea alrededor del humedal. - Registrar la variación de los niveles de agua en el humedal y en el canal de intercambio con el Río Cauca. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fase I: Construcción del modelo conceptual y de flujo de cada humedal. - Levantamiento por medio de sondeos eléctricos verticales alrededor de cada humedal. - Diseño, construcción y monitoreo de baterías piezométricas alrededor del humedal. - Instalación de dos reglas limnimétricas en el canal de intercambio y en el cuerpo lagunar de cada humedal. 	Cuenca del humedal
Estudio de cultivos alternativos en la zona anfibia del humedal	<ul style="list-style-type: none"> - Proponer formas de aprovechamiento del territorio en armonía con la zona anfibia del humedal. 	Publicación de estudio.	Zona de conservación

6.4.7.3. *PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA SANITARIO*

Tabla 6.11. Proyecto de investigación aplicada sanitario

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Proyecto alternativo de reciclado de nutrientes.	Reincorporar en los ciclos productivos una fracción de los nutrientes que llegan al ciclo biogeoquímico del humedal.	Reducción del 30% de nutrientes – Fosforo y nitrógeno.	Zona de conservación y protección fase acuática.

6.4.8. PROGRAMA DE MANEJO ADAPTABLE

El enfoque metodológico establecido en la Resolución 196 de 2006, es el denominado: “ciclo del manejo adaptable”; de esa forma los administradores del humedal deben:

- 1) aprender con la experiencia;
- 2) tomar en cuenta los factores dinámicos que afectan a las características y responder a ellos;
- 3) desarrollar o refinar los procesos de manejo en forma continua;
- 4) demostrar que la gestión es apropiada y efectiva.

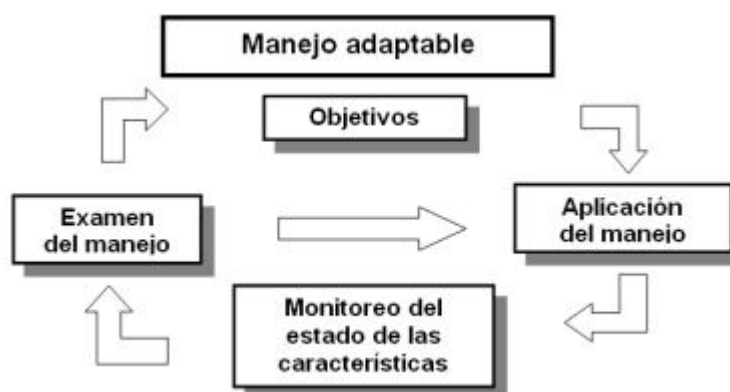


Figura 6.3. El Ciclo del Manejo Adaptable

Éste contenido programático se enfoque en la búsqueda del empoderamiento y suficiencia de la Corporación como Autoridad Ambiental ante las comunidades, instituciones, comunidad, propietarios, pescadores y actores en general. La Corporación tendrá que aumentar el seguimiento a las infracciones que ocurren, y evitar e imposibilitar las condiciones que las hacen favorables, así mismo deberá construir protocolos de monitoreo para las componentes física, química y biológica del Humedal, y sobre la base de las evaluaciones redefinir las acciones.

6.4.8.1. PROYECTO SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL – AUTORIDAD AMBIENTAL CVC

Tabla 6.12. Proyecto seguimiento y control ambiental – autoridad ambiental CVC

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Apertura del expediente reserva de recursos naturales: Humedal Bocas	Sistematizar la historia natural y antrópica del ecosistema	Registro de solicitudes, conflictos, quejas y reclamos en la cuenca del	Cuenca del humedal.



ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
de Tuluá - En DAR Centro Norte		ecosistema. Publicación en el observatorio ambiental.	
Concesiones de agua	Legalizar y controlar los volúmenes de agua extraídos de la fase acuática	Reglamentar las concesiones de agua del ecosistema. Publicación en el observatorio ambiental.	Cuenca del humedal.
Permisos de vertimientos puntuales	Legalizar y controlar los vertimientos de agua residuales vertidos al ecosistema.	Otorgar permisos de vertimientos y cobros de tasas retributivas. Publicación en el observatorio ambiental.	Cuenca del humedal.
Permisos de vertimientos difusos	Legalizar y controlar los vertimientos difusos de agua residuales industriales vertidos al ecosistema.	Otorgar permisos de vertimientos difusos y cobros de tasas retributivas. Publicación en el observatorio ambiental.	Cuenca del humedal.
Adecuaciones de terreno	Legalizar y controlar los movimientos de tierra.	Reglamentar las modificaciones morfológicas del ecosistema.	Cuenca del humedal.
	Prohibir las denominadas obras de control de inundaciones y de erosión en la zona de conservación.	Publicación en el observatorio ambiental.	
Franja forestal protectora	Dar cumplimiento a la legislación vigente	Consolidación forestal de las fuentes hídricas. Publicación en el observatorio ambiental.	Cuenca del humedal.
Infracciones ambientales - Quemadas	Dar cumplimiento a la legislación vigente	Prohibir quemadas en la cuenca del humedal. Publicación en el observatorio ambiental.	Cuenca del humedal.
Reconversión agropecuaria	Dar cumplimiento a la reconversión tecnológica fijada en lo relativo a las áreas y usos del suelo.	Reemplazar las prácticas agropecuarias convencionales por tecnologías limpias y sostenibles.	Cuenca del Humedal
	Prohibir el uso de herbicidas, fungicidas, plaguicidas y abonos basados en sustancias peligrosas.		

6.4.8.2. PROYECTO MONITOREO

Tabla 6.13. Proyecto Monitoreo

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
--------	----------	-------	------------------------



ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Protocolo de monitoreo de calidad de agua.	Seguimiento a la calidad del agua del ecosistema.	2 monitoreos en el año. Considerar la estación humedad marzo – abril ó noviembre – diciembre. La estación seca agosto-septiembre. Publicación en el observatorio ambiental.	Zona de conservación y protección fase acuática
Protocolo de monitoreo de aves	Seguimiento a las especies, poblaciones y comunidades.	Publicación en el observatorio ambiental.	Cuenca.
Protocolo de monitoreo de íctica	Seguimiento a las especies, poblaciones y comunidades.	Publicación en el observatorio ambiental.	Cuenca.
Protocolo de monitoreo mamíferos	Seguimiento a las especies, poblaciones y comunidades.	Publicación en el observatorio ambiental.	Cuenca.
Protocolo de monitoreo flora	Seguimiento a las especies y su estado.	Publicación en el observatorio ambiental.	Cuenca.
Protocolo de monitoreo Socioambiental- tramite y resolución de conflictos	Registro, tramite, caracterización y actas de acuerdos.	Seguimiento semestral de la implementación del observatorio socioambiental. Publicación en el observatorio ambiental.	Cuenca del humedal.
Protocolo de monitoreo Socioambiental- tramite y resolución de conflictos	Velar por el mantenimiento y desarrollo de los acuerdos.	Efectuar acuerdos entre actores y administrar el plan de manejo ambiental	Cuenca del humedal
Protocolo de monitoreo de las practicas agropecuarias	Efectuar las mediciones pertinentes para verificar la correcta reconversión tecnológica al interior de la Reserva	Seguimiento semestral a las áreas destinadas a reconversión tecnológica. Medir Calidad de las aguas, calidad del suelo, prácticas de cultivo y estado fitosanitario de los cultivos	Cuenca del Humedal.

6.4.8.3. PROYECTO EVALUACIÓN

Tabla 6.14. Proyecto Evaluación

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Evaluación condiciones ecohidráulicas – realizar balance hídrico anual	Determinar la salud ambiental del ecosistema en términos de cantidad del recurso hídrico; y tomar las medidas pertinentes para la protección.	Informe anual de las condiciones en términos hidráulicos. Debe contener caracterización ambiental, recomendaciones y medidas a seguir. Publicación en el observatorio.	Cuenca
Evaluación condiciones de calidad de agua	Determinar la salud ambiental del ecosistema en términos	Informe semestral de las condiciones de la calidad de las aguas. Debe contener	Zona de conservación y protección fase



ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
	de calidad del recurso hídrico; y tomar las medidas pertinentes para la protección.	caracterización ambiental, recomendaciones y medidas a seguir. Publicación en el observatorio.	acuática
Evaluación condiciones de riqueza íctica	Estimar la productividad íctica del ecosistema, y la adaptación de las especies a las condiciones de salud del sistema.	Informe semestral de las condiciones de productividad ícticas. debe contener caracterización ambiental, recomendaciones y medidas a seguir. Publicación en el observatorio.	Zona de conservación y protección fase acuática
Evaluación condiciones de biodiversidad	Estimar en términos de individuos y comunidades, la abundancia, adaptación y dinámica en general de las especies	Informe semestral. Debe contener caracterización ambiental, recomendaciones y medidas a seguir.	Cuenca.
Evaluación condiciones comunidad de pescadores	Establecer las condiciones de productividad de la pesquería en relación con las personas que se dedican tradicionalmente a ésta actividad.	Informe semestral, el cual debe contener caracterización ambiental, recomendaciones y medidas a seguir. Publicación en el observatorio.	Zona de conservación y protección fase acuática
Evaluación condición forestal de la reserva	De conformidad con los mantenimientos forestales realizados, evaluar el estado de desarrollo de los bosques.	Informe semestral, el cual debe contener caracterización ambiental, recomendaciones y medidas a seguir. Publicación en el observatorio.	Cuenca
Evaluación topográfica	Estimar la tasa de sedimentación y colmatación del Humedal.	Calcular la tasa de sedimentación y volúmenes de descolmatación. Informe semestral, el cual debe contener caracterización ambiental, recomendaciones y medidas a seguir. Publicación en el observatorio.	Zona de conservación y protección fase acuática
Evaluación de la reconversión agropecuaria	Determinar las áreas efectivas de reconversión tecnológica real dentro de la Reserva.	Informe anual de las áreas con reconversión tecnológica efectiva, estimación de niveles de productiva y estado de conservación del recurso suelo y agua.	Cuenca



6.5. PERFILES DE PROYECTOS

6.5.1. COMPONENTE FÍSICO / PROGRAMA RECUPERACIÓN ECOHIDRÁULICO

6.5.1.1. SUBPROGRAMA REESTABLECIMIENTO

NOMBRE DEL PROYECTO:

6.5.1.1.1. Adecuación Morfológica del Humedal.

JUSTIFICACIÓN:

Desde lo físico el Humedal debe conservar su funcionalidad en la atenuación y control de crecientes del río Cauca. Sin embargo, las obras de drenaje y adecuación para actividades agropecuarias fragmentan el ecosistema y generan separaciones en su estructura. A lo anterior se suma el que superficies se encuentran cubiertas con rellenos y vegetación terrestre que restringe su potencial de almacenamiento y su comportamiento como ecosistema anfibio.

Estas alteraciones representan, a nivel hidráulico, serios problemas para el ecosistema. Por lo tanto, es necesario definir e implementar zonas permanentemente inundadas, susceptibles de inundación y zonas secas necesarias para el humedal, así como tiempos de residencia del agua y direcciones de flujo, de tal manera que sea posible que el humedal mejore su capacidad de almacenamiento de agua y su dinámica hídrica.

De igual manera, el relleno que ha sufrido el humedal en los últimos años ha ocasionado una reducción del tiempo de retención del humedal, con lo cual se han disminuido drásticamente los períodos de inundación, pasando de días a horas y generando riesgo en la comunidad. Lo que hace necesario retirar los rellenos y sedimentos presentes en el humedal, buscando también disminuir las inundaciones.

Objetivo General:

Retirar los rellenos presentes en el Humedal y crear diversidad batimétrica.

Objetivos Específicos:

- Aumentar la capacidad de almacenamiento hídrico del humedal.
- Aumentar la diversidad de hábitats en el humedal.

Alcances:

Desde el punto de vista hidráulico, se propone retornar la dinámica humedal-cuenca que antiguamente existía, realizando dragados en prácticamente todo el Humedal, de tal forma que se aumenten sus tiempos de retención y esté en capacidad de recibir los



ingresos de agua del río Cauca, ya que de lo contrario cualquier medida de recuperación tiene altas probabilidades de fracasar.

Para establecer las condiciones hidromorfológicas necesarias para la recuperación hidráulica del Humedal es necesario, como primera medida, hacer un estudio minucioso de la topografía y batimetría del Humedal, el cual permitirá conocer la configuración morfológica del mismo, así como los sitios que se encuentran en condiciones más críticas de colmatación; lo anterior determinará los sitios exactos a dragar como también el volumen de movimiento de tierra. Por último, se implementará el diseño del funcionamiento hidráulico, realizando movimientos de tierra con el más bajo impacto ambiental posible y utilizando trabajadores pertenecientes a la comunidad aledaña al Humedal.

METAS:

Aumentar en, por lo menos, 37.097,4m³ la capacidad de la fase acuática del humedal.

ACTIVIDADES:

A continuación se describen los lineamientos principales que deben seguir los diseños e implementación de la adecuación morfológica del humedal.

- Los dragados se proponen realizar en las inmediaciones del humedal y el área inundable, de tal forma que sea posible crear un cuerpo de agua en cada humedal.
- Las intervenciones que se proponen realizar son principalmente las siguientes:
- Retirar los sedimentos orgánicos ricos en nutrientes y sustancias tóxicas de tal forma que sea posible mejorar el hábitat acuático.
- Evacuar las aguas que se han enriquecido de sales progresivamente.
- Dragar a un máximo de 1,5 m para evitar que se formen fondos anóxicos.
- Establecer un adecuado manejo de los lodos a dragar.
- Las intervenciones hidráulicas y ecológicas deben ser realizadas por fases, ya que es necesario cumplir con lo siguiente:
- No se debe afectar la totalidad del humedal en una sola intervención por el impacto que se causaría sobre la fauna y flora.
- Debe existir un tiempo para recuperar el humedal del impacto causado y monitorear los efectos y mejorar la intervención para la fase siguiente; sin embargo, algunas fases pueden efectuarse de manera simultánea.



Figura 6.4. Bocas de Tuluá – Zona de adecuación morfológica

El área donde se desarrolla éste proyecto es en el brazo derecho del humedal, donde se presenta una colmatación pronunciada.

Profundidad de excavación = 1.50m

Área a recuperar = 24731.6 m²

Volumen = 37097.4 m³

Costos del proyecto:

Tabla 6.15. Costos Adecuación Morfológica del Humedal

Código	Descripción	Unidad	Costo \$	Volumen m ³	Costo Total \$
010203	Excavación a máquina sin retiro	m ³	2610	37097.4	96.824.214

EJECUTORES:

CVC, Alcaldía Municipal de Tuluá, Gobernación del Valle.

INDICADORES:

Índice hidráulico actual

Índices Área:

A= 116785.2 m²

V= 162158.8 m³

$$I_{A/V} = \frac{A}{V} = \frac{116785.2m^2}{162158.8m^3} = 0.72$$

Índice hidráulico con restauración morfológica



$$A = 116785.2 \text{ m}^2 + 24731.6 \text{ m}^2 = 141516.76 \text{ m}^2$$

$$V = 37097.4 \text{ m}^3 + 37097.4 \text{ m}^3 = 199256.24 \text{ m}^3$$

$$I_{A/V} = \frac{A}{V} = \frac{141516.76 \text{ m}^2}{199256.24 \text{ m}^3} = 0.71$$

Para este caso no se utiliza el índice como criterio de evaluación debido a que las secciones transversales existentes fueron realizadas en el 2003 y desde entonces el humedal ha tenido una gran variación morfológica, el índice representa un valor inferior a uno, sin embargo las observaciones in situ muestran que es necesario llevar a cabo la recuperación.

El proyecto de restauración morfológica del humedal es fundamental para mejorar su capacidad hidráulica con miras a la regulación de inundaciones, de manera que no se confundan las causas con los efectos; no se recomienda el dragado de los ríos debido a la fragilidad de los ecosistemas hídricos lénticos como el río Cauca, y a la afectación de su equilibrio dinámico de caudal líquido y caudal sólido.

6.5.1.2. SUBPROGRAMA INSTRUMENTACIÓN

NOMBRE DEL PROYECTO:

Instalación de un sistema de Registro Automático de Nivel

JUSTIFICACIÓN:

No es posible tomar decisiones acertadas sobre el sistema desde lo analítico, sino se cuenta con las herramientas instrumentales para conocer la dinámica y funcionamiento del ecosistema. Puesto que la componente física es la de mayor relevancia en la estructura del Humedal, se requiere iniciar el registro de datos limnimétricos de niveles y variaciones de agua. De esta forma se podrán efectuar balances hídricos precisos, volúmenes de intercambio de agua con el Río, y futuras modelaciones hidrodinámicas.

La Corporación está en mora de implementar un riguroso sistema de seguimiento de la dinámica hidráulica de los humedales para tomar decisiones acertadas sobre caudales a concesionar, tanto superficiales como subterráneos, y para determinar volúmenes efectivos de almacenamiento en periodos invernales, aspecto muy necesario para los eventos extremos.

OBJETIVO GENERAL:

Instrumentar el ecosistema.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Registrar los niveles y fluctuaciones de agua diariamente en el humedal.

Conocer el balance hídrico del Humedal.

METAS:

Efectuar 3 registros diarios de niveles de agua en el humedal.

ACTIVIDADES Y REQUERIMIENTOS:

- Adquisición de equipo – Registro Automático de Nivel.
- Instalación de equipo.
- Ingeniería del Proyecto.



Figura xx Registro Automático de nivel

Costos del proyecto:

Tabla 6.17. Costos Instalación de Sistema de Registro Automático de Niveles

Código	Descripción	Unidad	Costo \$	Costo Total \$ (2012)
	Equipo	un	\$5.000.000	\$ 20.000.000
	Instalación de equipo	un	\$10.000.000	
	Ingeniería del Proyecto	Un	\$5.000.000	

Costo Total = \$20.000.000

EJECUTORES:

CVC, Alcaldía Municipal de Tuluá, Gobernación del Valle, Epsa, Asocaña, Procaña.

INDICADORES:

- Sistema de Registro Automático de Nivel Instalado y operando.
- Registros de Niveles de agua.
- Curva de variación de niveles.
- Calculo de caudales.
- Balance hídrico.



6.5.1.3. SUBPROGRAMA CONECTIVIDAD HIDRÁULICA

NOMBRE DEL PROYECTO:

6.5.1.3.1. Diseño Canal de conexión del humedal con el río.

JUSTIFICACIÓN:

La conectividad entre el Río Cauca y el Humedal es necesaria para la integridad de los ecosistemas, ya que permite el intercambio de aguas y por ende la limpieza del humedal, de igual forma evita el estancamiento y la acumulación de sedimentos que terminan colmatando el humedal, llevándolo a su extinción.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, es necesario plantear el diseño y construcción de un canal conector que permita la entrada de agua proveniente del río, de tal forma que mantenga constante la capacidad hidráulica del humedal, preservando el ecosistema.

OBJETIVO GENERAL:

Diseño y construcción de un canal de conexión hidráulica entre el río Cauca y el humedal.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Permitir el intercambio de aguas para la estación seca, entre los sistemas humedal y río Cauca, sin interferir en el ciclo vital de la fauna íctica.

METAS:

- Construcción de 160 metros lineales de canal de conexión hidráulica.
- Lograr reconexión hidráulica de humedal con el río Cauca.

ACTIVIDADES:

Localización y replanteo del canal.

Descapote de materia vegetal.

Excavación del canal.

Retiro de material excavado.

Colocación de colchón de arena como base (Capa de 5cm).

Relleno con roca muerta para revestimiento del canal (Capa de 10cm).

DISEÑO DEL CANAL

Los canales serán diseñados de tal forma que aporten un caudal significativo al humedal, éstos serán revestidos en roca muerta y tendrán una sección que cumpla las condiciones hidráulicas de flujo subcrítico. Los cálculos se realizaron mediante el software Hcanales V.3.0.

Tabla 6.18.Parámetros de entrada para el canal

HUMEDAL	Bocas de Tulúa
Abscisa	K 295 + 405.7
Cota humedal Entrada (m.s.n.m.)	920.58
Cota Río (m.s.n.m.)	924.19
Nivel medio fondo (m.s.n.m.)	922.31

Tabla 6.19.Parámetros para la pendiente

Distancia Río - Humedal (m)	320
Pendiente	0.0054
%	0.54

Tabla 6.20.Dimensionamiento del canal según resultados de la modelación

Tirante (m)	1
Solera (m)	0.5
Talud	0.5
Q (m ³ /s)	1.8
Número de Froude (< 1)	0.73
Espejo de agua (m)	1.5



Figura 6.6. Cuadro de cálculo software H Canales

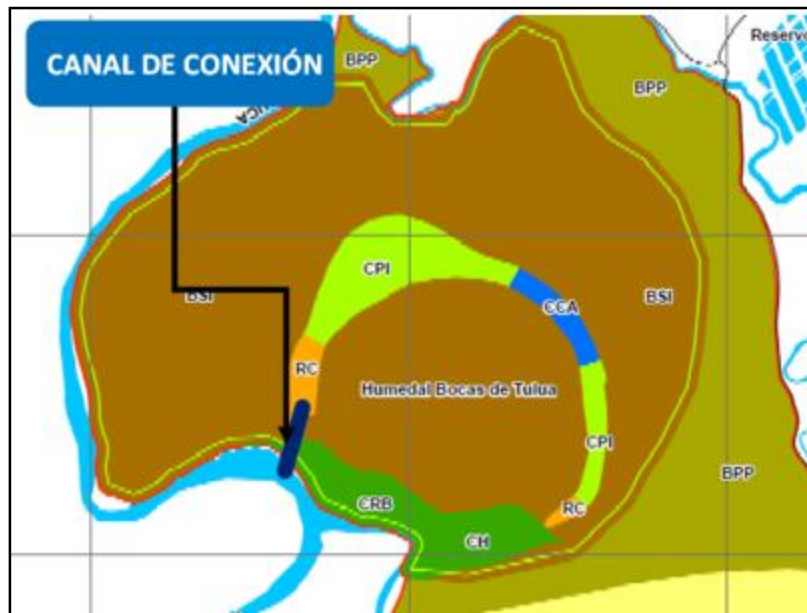


Figura 6.7. Localización de canal conector

COSTOS DEL PROYECTO:

Para la estimación del presupuesto se usó como base el listado de precios oficiales de la Gobernación del Valle del Cauca del año 2011.

Tabla 6.21. Costos del canal de conexión

DESCRIPCION	UND	CANT.	VR. UNIT	VR.TOTAL
CANAL EN TIERRA				7493760
LOCALIZACION-REPLANTEO ACUEDUCTO-ALCANTA	ML	160.00	\$ 1,260	\$ 201,600
DESCAPOTE A MANO	M2	340.80	\$ 1,270	\$ 432,816
EXCAVACION A MANO	M3	326.40	\$ 8,930	\$ 2,914,752
RETIRO DE SALDO EN SITIO	M3	326.40	\$ 4,750	\$ 1,550,400
RELLENO ROCA MUERTA COMPACTADO-RANA	M3	57.60	\$ 25,970	\$ 1,495,872
COLCHON ARENA GRUESA E=5-7CM	M3	30.40	\$ 29,550	\$ 898,320
SUBTOTAL CANAL EN TIERRA				\$ 7,493,760
VALOR TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 7,493,760

EJECUTORES:

CVC, Alcaldía Municipal de Tuluá, Gobernación del Valle.

NOMBRE DEL PROYECTO:

6.5.1.3.2. Adecuación, descolmatación y limpieza del canal de conexión.

JUSTIFICACIÓN:



Mantener la conectividad entre el Río Cauca y el Humedal es vital para la salud de los ecosistemas; actualmente se realiza intercambio de aguas mediante un canal hidráulico, trazado por la zona de conectividad hidráulica del Humedal, en el brazo de la Madre Vieja que se ubica más aguas arriba. Considerando que se requiere revertir el proceso de terrificación que se encuentra en avanzado estado de sucesión, debe mejorarse la capacidad hidráulica del canal, de modo que exista mayor eficiencia del elemento, lo cual mejorara los tiempos de residencia de las aguas y su régimen de pulsos.

OBJETIVO GENERAL:

Mantener el adecuado funcionamiento del canal de conexión hidráulica entre el río Cauca y el humedal.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Mejorar la capacidad hidráulica del canal de intercambio de aguas para la estación seca, para la adecuada conectividad entre los sistemas humedal y río Cauca, permitiendo sin interferir en el ciclo vital de la fauna íctica.

METAS:

- Recuperación hidráulica de 160 metros lineales de sección transversal del canal.
- Limpieza y extracción de vegetación de 160 metros lineales de canal.

ACTIVIDADES:

Limpieza zanjón
Retiro Manual plantas.

COSTOS DEL PROYECTO:

Para la estimación del presupuesto se usó como base el listado de precios oficiales de la Gobernación del Valle del Cauca del año 2011.

Tabla 6.22. Costos Adecuación, descolmatación y limpieza del canal de conexión

Codigo	Descripción	Unidad	Costo \$	Longitud (m)	Costo Total \$ Semestral
080517	Limpieza Cunetas, Zanjas, Descoles (Manual)	ml	1290	160	206.400

EJECUTORES:

CVC, Alcaldía Municipal de Tulúa, Gobernación del Valle.

INDICADORES:

Estimativo de Rugosidad Actual del Canal
n Manning = 0.5
Estimativo de rugosidad futuro



n Manning = 0.2

Mejoramiento del canal de intercambio:

n = 2.5 veces Q de intercambio.

6.5.2. COMPONENTE QUÍMICO

6.5.2.1. PROGRAMA RECUPERACIÓN SANITARIA

NOMBRE DEL PROYECTO:

6.5.2.1.1. Implementación de sistema de oxigenación.

JUSTIFICACIÓN:

El nivel de oxígeno disuelto es la señal que mejor logra representar la salud de un ecosistema hídrico. Podría pensarse que es la variable que mejor describe las posibilidades que tiene el sistema para albergar vida íctica y productividad. Es también el factor de mayor sensibilidad a las presiones que sufre el ecosistema, y su más eficaz mecanismo de defensa, puesto que una vez ingresan a él contaminantes consume los niveles de oxígeno para su depuración. Debido a los usos del suelo en la cuenca de drenaje se realizan tensiones acentuadas sobre el humedal, que son retroalimentadas por limitantes internos.

De modo que al ingresar altas cargas contaminantes al ecosistema, como respuesta se desarrollan las condiciones favorables que llevan al crecimiento exponencial e ilimitado de las plantas acuáticas, las cuales a su vez se convierten en un factor más de detrimento de la calidad del agua, al punto que acerca al ecosistema a niveles anóxicos que extinguen su vida aerobia. De allí que sea necesario desarrollar estrategias convergentes a nivel macro, mediante el gobierno de nuevos usos del suelo, pero también a nivel micro de reintroducción del elemento vital para contar con el potencial de depuración de los contaminantes internos, y crear las condiciones mínimas para el desarrollo de la vida acuática.

En el caso de este humedal, no se tienen registros anteriores del parámetro de oxígeno disuelto. Por esta razón, se tomó el valor promedio del oxígeno disuelto en el tramo cercano monitoreado del río Cauca, cuyo valor es 1.71 mg O₂/L.

OBJETIVO GENERAL:

Mejorar la calidad de la fase acuática del ecosistema.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Aumentar a por lo menos 4 mg/L el contenido de oxígeno disuelto en la fase acuática del Humedal.

Mejorar las condiciones para el favorecimiento de la fauna y flora acuática.

METAS:

Mantener el nivel de Oxígeno Disuelto en 4 mg/L.

Remover por lo menos el 50% de DBO y SST afluentes al humedal.
 Remover por lo menos un 20% de los patógenos que ingresan al humedal.

Actividades:

- Adquisición de equipo.
- Instalación de suministro energético.
- Arranque y operación.
- Monitoreo de concentración de oxígeno disuelto en subzona de control de calidad de agua.
- Informes de evaluación.

DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN



Figura 6.8. Ubicación del Sistema de Aireación

COSTOS DEL PROYECTO:

Modelos de equipos aireadores



Activa la circulación del agua entre las capas superiores e inferiores, acelerando la mezcla del agua, evitando la estratificación e incrementando la oxigenación.
 Minimiza la fluctuación diurna de pH, Temperatura y Oxígeno disuelto en el agua.
 Ideal para acuicultura y tratamiento de aguas residuales.
 Poder de 2HP 3PH con motor exclusivo para acuicultura
 Reductor vertical de piñón.

Model: SA-A3265 Dimensiones: 1.660 x 2.060 x 835mm

Figura 6.9. Tanque con bomba dosificadora



Figura 6.10. Paletas aireadoras



Figura 6.11. Paletas aireadoras

Tabla 6.23. Costos Implementación de sistema de oxigenación

Código	Descripción	Unidad	Costo \$	Cant.	Costo Total \$
170319	ACOM.E.3F(3#4/0+1#4/0)3"	Un	330.660	1	330.660
170915	TABLERO 3F 12 CTOS NTQ	Un	384.588	1	384.588
051014	MALLA A TIERRA 3 VARILLAS- PERNADA.	Un	1.024.848	1	1.024.848
	AIREADOR SPLASH 2HP 3HP 60 HZ LARGOEMBUDO SINO - AQUA	Un	2.777.040	1	2.777.040
	INSTALACIÓN Y ARRANQUE	Gb	3.400.000	1	3.400.000

Costo Total = \$7.917.136

Ejecutores:

CVC, Alcaldía Municipal de Tuluá, Gobernación del Valle, Asocaña, Procaña.

Indicadores:

- Concentración de oxígeno disuelto.
- Concentración de DBO₅.
- Concentración de DQO.

NOMBRE DEL PROYECTO:

6.5.2.1.2. Operación del sistema de oxigenación.

JUSTIFICACIÓN:

Definir niveles de concentración de oxígeno disuelto es un importante paso hacia el logro de los objetivos de calidad de la fase acuática, la estructura más concéntrica del Humedal. La literatura especializada sobre el tema ha definido umbrales mínimos de 4 mg/L, aspecto que fue adoptado por nuestra legislación ambiental, como parámetro para la conservación de la vida acuática.

Los dispositivos de oxigenación son muy comunes en sistemas de depuración de aguas en los cuales se emplean humedales artificiales, así como también en humedales artificiales comerciales para pesca, como medida eficaz para conservar el nivel de la variable en concentraciones que garanticen la vida acuática y la productividad íctica que reclaman las poblaciones más vulnerables, como lo son los pescadores.

Es por ello que de una manera novedosa se propone la implementación de éstos dispositivos, como medida requerida para incrementar los actuales niveles de la sustancia, puesto que se encuentra alrededor de concentraciones muy bajas, casi cercanos a los niveles anóxicos, lo cual cerraría toda posibilidad de vida.

OBJETIVO GENERAL:

Mejorar la calidad de la fase acuática del ecosistema.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Aumentar a por lo menos 4 mg/L el contenido de oxígeno disuelto en la fase acuática del Humedal.

Metas:

Mantener el nivel de Oxígeno Disuelto en 4 mg/L.

Remover por lo menos el 50% de DBO y SST afluentes al humedal.

Remover por lo menos un 20% de los patógenos que ingresan al humedal.

Actividades:

Operador de sistema de oxigenación.

Mantenimiento preventivo de equipo.

DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN



Figura 6.14. Operación Sistema de Aireación

El área donde se requiere implementar el proyecto es en toda la fase acuática del mismo subzona de control de calidad de agua.

COSTOS DEL PROYECTO:



Tabla 6.24. Costos Operación del sistema de oxigenación

Descripción	Subtotal \$	Costo Total \$
Operador de sistema de oxigenación. (8 veces al año)	2.000.000	4.500.000
Mantenimiento preventivo de equipo. (2 veces al año)	2.500.000	

EJECUTORES:

Comité Interinstitucional: CVC, Alcaldía Municipal de Tulúa, Gobernación del Valle.

Indicadores:

- Horas de re oxigenación.
- Consumo energético en wats.
- Porcentaje de incremento de oxígeno disuelto.

6.5.3. COMPONENTE BIOLÓGICO

6.5.3.1. PROGRAMA RECUPERACIÓN BIÓTICA

NOMBRE DEL PROYECTO:

6.5.3.1.1. Restauración de Bosque seco tropical inundable, con especies como: Chamburos (*Erythrina fusca*), Mantecos (*Laetia americana*), Pizamos, Burilícos (*Xylopia ligustrifolia*), Caracolíes (*Anacardium excelsum*), Yarumos (*Cecropia mutisiana*), Ceiba (*Ceiba pentrandra*), y especies en extinción tradicionales del ecosistema.

JUSTIFICACIÓN:

El ecosistema de Humedal y el Bosque seco tropical inundable constituyen una unidad indisoluble. Para que el ecosistema tenga el potencial de albergar vida, se requiere restablecer los flujos de energía, materiales e información, para lo cual debe de existir infraestructura biológica. Los árboles son biosistemas transformadores, captan un porcentaje de la energía externa procede del sol, y la introducen al ecosistema para ponerla a disposición de los demás organismos; además introducen modificaciones favorables en el clima local.

Debido a que el ecosistema se encuentra desprovisto de la suficiente cobertura vegetal, la energía solar es introducida al sistema por la fase acuática mediante las plantas flotantes y emergentes, lo cual se transforma en exceso de biomasa que altera el metabolismo del ecosistema, y acelera sus procesos naturales de sucesión biológica. Además las especies de fauna no disponen de infraestructura para sus ciclos biológicos, de allí la necesidad de reforestar con especies nativas casi en extinción del ecosistema bosque seco tropical, de manera que avancemos hacia la restauración de la ecología natural.



OBJETIVO GENERAL:

Restaurar el ecosistema boscoso asociado al complejo de humedales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Restaurar bosque seco inundable asociado al ecosistema.
- Conectar mediante la siembra de árboles relictos boscosos con de especies nativas en vía de extinción
- Crear hábitat para especies de fauna.
- Incrementar biodiversidad.

METAS:

Restaurar 198.56 ha de bosque seco inundable conectado con corredores biológicos con los relictos boscosos existentes en el humedal de Bocas de Tulúa.

ACTIVIDADES:

Limpias y plateo: El área del plateo es donde se realizan las fertilizaciones futuras, por lo tanto se requiere un plato con 1 m de radio para cada plantón, lo que evita la competencia por luz y nutrientes con la vegetación asociada.

Fertilización: El plan de fertilización para el mantenimiento se debe desarrollar según lo presupuestado en la matriz de costos.

Control fitosanitario: Se requiere hacer el monitoreo con el fin de detectar cualquier tipo de plaga o enfermedad que pueda perjudicar la plantación.

Fertilización: De acuerdo con el estado de las plantaciones se realizará la fertilización de las plantaciones.

Control de hormiga arriera: Dada la importancia de los daños causados por la hormiga arriera como plaga, en las plantaciones forestales, se hace necesario la intervención de forma mecánica o biológica de todos los hormigueros que se encuentren en el área de influencia de la reforestación. El control de hormiga arriera debe ser eficiente, realizándose antes del establecimiento de la plantación y una vez plantados se debe controlar periódicamente, incrementándose sus labores al inicio de la temporada lluviosa del respectivo periodo.

Siembra: dirigir la forma de llevar a cabo la siembra del material vegetal, después de tener preparado el sitio definitivo para el establecimiento de las plantas, la disponibilidad del material vegetal en el sitio de plantación y las condiciones climáticas, se procederá a establecer de acuerdo a las distribuciones establecidas en forma de cuadrado.

Concertar con los propietarios de los predios el aislamiento, lo cuales se deben de basar en las siguientes labores: trazado, ahoyado, transporte de insumos, hincado, templado y grapado.

Tabla 6.25. Actividades a ejecutar

Trazado
Ahoyado
Transporte menor
Hincado
Templado y grapado



Ahoyado estacones
Siembra estacones
Pintada e inmunizada

Postes: Se deben utilizar postes de 2,5 m de largo con un diámetro mínimo de 12 cm, provenientes de bosque plantado. Los postes deben enterrarse 50 cm en el suelo, separados entre sí 2,5 m y se deben colocar los denominados “pie de amigo” cada 30 m. En caso de utilizar guadua, la misma debe tener corte en nudo en ambos extremos para evitar la pudrición por acumulación de agua, para cualquiera que sea el poste se les debe aplicar una solución impermeabilizante (alquitrán derretido) a 50 cm en el extremo donde va a ser hincado.

DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN



Figura 6.15. Zona de Bosque seco tropical inundable

COSTOS DEL PROYECTO:

Para la estimación del presupuesto se calcularon los costos unitarios de la reforestación por hectárea Ha, para lo cual es necesario que las plantaciones se realicen con Plantones, para una densidad de 50 árboles por Ha, tal como se detalla a continuación:

COSTO RESUMEN

Tabla 6.26. Costos Restauración de Bosque seco tropical inundable

Descripción	Costo \$/ha	Área (ha)	Costo Total \$
Reforestación	2.503.371	198.56	497.069.345

ANÁLISIS UNITARIO

Tabla 6.27. Análisis unitario Restauración de Bosque seco tropical inundable

DISEÑO DE PLANTACION:		Cantidad	Costo Unitario \$	
1. Cantidad de Fertilizantes / Ha (Kgr.)	NPK	80	1.550	
2. Cantidad de Correctivos / Ha (Kgr.)		0	0	
3. Cantidad de Microelementos / Ha (Kg.)		0	0	
4. Cantidad de Insecticida / Ha (Kg.)	Lorsban	3,0	6.000	
5. Costo por jornal			25.000	
6. Transporte Insumos (16% de Insumos)		16%		
CATEGORIA DE INVERSIÓN	Unidad	Cantidad Hectárea	Valor Unitario Has (\$)	Valor Total Hectárea (\$)
1. COSTOS DIRECTOS				
1.1. MANO DE OBRA				
Rocería (Preparación de terreno)	Jornal	0,0	25.000	0
Trazado	Jornal	0,0	25.000	0
Plateo	Jornal	3,0	25.000	75.000
Ahoyado	Jornal	2,0	25.000	50.000
Aplicación de fertilizantes y correctivos	Jornal	1,0	25.000	25.000
Transporte interno de insumos	Jornal	1,0	25.000	25.000
Plantación (siembra)	Jornal	0,0	25.000	0
Control fitosanitario	Jornal	1,0	25.000	25.000
Reposición (Replante)	Jornal	2,0	25.000	50.000
Limpias	Jornal	4,0	25.000	100.000
Reposición (Replante)	Jornal	0,0	25.000	0
Reparación de cercos	Jornal	1,0	25.000	25.000
Adecuación de caminos	Jornal	0,0	25.000	0
Protección de incendios	Jornal	1,0	25.000	25.000
SUBTOTAL MANO DE OBRA		16,0		400.000
1.2. INSUMOS				
Reposicion Plantones	Plantones	50	25.000	1.250.000
Fertilizantes	Kgr.	50	1.550	77.500
Alambre		1	130.000	65.000
Postes	Poste	35	4.000	140.000
Correctivos	Kgr.	0	0	0
Microelementos	Kgr.	0	0	0
Insecticidas	Kgr.	3,0	6.000	18.000
SUBTOTAL INSUMOS				1.550.500
TOTAL COSTOS DIRECTOS				1.950.500
2. COSTOS INDIRECTOS				
Transp. Insumos				240.791
				312.080
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				552.871
TOTAL RESTAURACIÓN BOSQUE SECO TROPICAL INUNDABLE				2.503.371

Ejecutores:

CVC, Alcaldía Municipal de Tulúa, Gobernación del Valle.

**Indicadores:**

Hectáreas reforestadas.
Número de especies de fauna conservadas.

SUBPROGRAMA:**6.5.3.1.2. Control de Plantas Invasoras****NOMBRE DEL PROYECTO:**

Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en brazo oriental de la Madre Vieja.

JUSTIFICACIÓN:

La conquista de la fase acuática por la fase terrestre se realiza a través de gradientes de colonización vegetal. Es de esa forma como se realiza la terrificación. Inicialmente la biomasa flota sobre el espejo de agua, captura energía y toma nutrientes del agua para crecer exponencialmente y cumple su acelerado ciclo biológico, y se sedimenta en el interior del cuenco del Humedal, contribuyendo así con mayores tasas de sedimentación que inducen a la colmatación. Pero además sobre las plantas acuáticas otras plantas oportunistas se ubican para consolidar un proceso de extinción que vence la fase acuática y la agota, para finalmente convertirse en tierra.

Por lo anterior para conservar el ecosistema debemos enfrentar y reducir éste amenazante proceso, el cual es acelerado porque las actividades agropecuarias en la cuenca del sistema lo favorecen. De modo que nos vemos obligados a retirar continuamente éste material antes de que se convierta en necromasa; e interrumpiendo la conquista que se realiza por parte de las plantas acuáticas.

OBJETIVO GENERAL:

Enfrentar el acelerado proceso de terrificación de la fase acuática, que conduce el ecosistema a su extinción por colmatación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Recuperación de espejo de agua.
Revertir el estado sucesional del humedal.
Enfrentar y controlar el fenómeno de terrificación
Mejorar la calidad de agua.
Aumentar productividad de la fase acuática.

METAS:

Retirar 14.26 ha/año de vegetación acuática

ACTIVIDADES:

Retiro manual de plantas acuáticas flotantes.
Construcción de Confinamiento.

Retiro a máquina de plantas acuáticas emergentes.

DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN

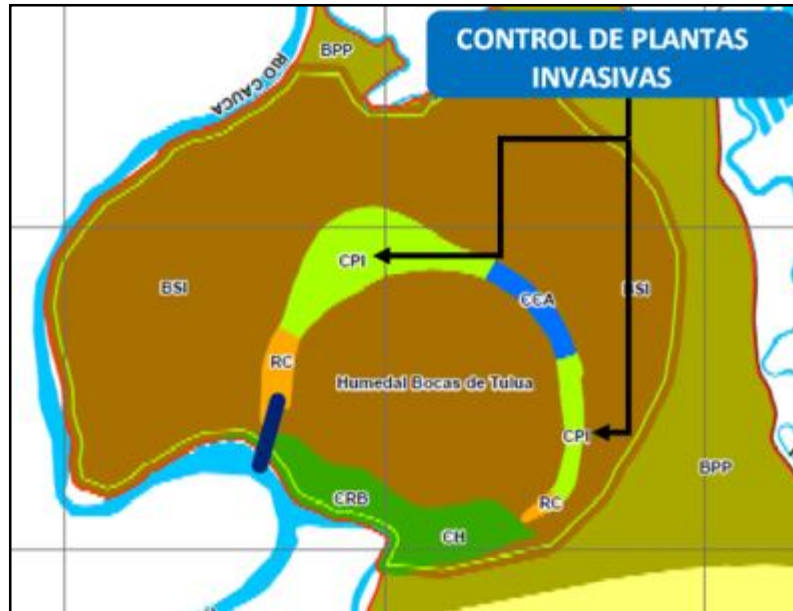


Figura 6.17. Extracción de vegetación acuática

COSTOS DEL PROYECTO:

COSTO MÁQUINA

Tabla 6.31. Costos Máquina Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en el brazo oriental de la Madrevieja

Código	Descripción	Hora s/ha	Costo \$/ha	Área (ha)	Costo Total \$
330209	RETROEXCAVADORA DE ORUGA	30	3.600.000	14.26	51.336.000

COSTO MANUAL

Tabla 6.32. Costos Manual Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en el brazo oriental de la Madrevieja

Código	Descripción	Costo \$/ha	Área (ha)	Costo Total \$
	Limpieza manual	3.200.000	14.26	45.632.000

ANÁLISIS UNITARIOS



Tabla 6.33. Análisis unitarios Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en el brazo oriental de la Madre Vieja

ITEM	COSTOS		
	Cantidad	Valor Unitario \$	Valor Total \$
1. Mano de obra			
Transporte menor	3,00	22.000	66.000
Hincado	80,00	22.000	1.760.000
Templado y grapado	6,00	22.000	132.000
Subtotal mano de obra	89,00		1.958.000
2. Insumos			
Alambre Galvanizado No.12. (Kg)	40,0	3.950	158.000
Postes	100,0	6.000	600.000
Grapa (Kgr.)	1,0	4.000	4.000
Guadua de 6 metros	60,0	8.000	480.000
SUBTOTAL INSUMOS			1.242.000
TOTAL CONFINAMIENTO			3.200.000

Resumen de costos

Tabla 6.34. Resumen de Costos Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en el brazo oriental de la Madre Vieja

Actividades	SubTotal	Costo Total \$Inicio
Maquinaria	51.336.000	98.968.000
Manual	45.632.000	

EJECUTORES:

Comité Interinstitucional: CVC, Alcaldía Municipal de Tulúa, Gobernación del Valle.

INDICADORES:

4.9 Hectáreas de espejo de agua recuperado.

Concentración de oxígeno disuelto.

Concentración de DBO₅

Concentración de DQO.

Remoción en Kg de biomasa.

SUBPROGRAMA:

6.5.3.2. *PROGRAMA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE*

NOMBRE DEL PROYECTO:

6.5.3.3. *Reconversión tecnológica y producción limpia en cultivos de azúcar*

JUSTIFICACIÓN:



Aunque de manera formal los humedales del Valle del Cauca se encuentran bajo el estatus de Reserva de Recursos Naturales Renovables, mediante Acuerdo CD 038 de 2007, como estrategia para su designación como áreas protegidas; la realidad difiere mucho de éste logro nominal. La evaluación ambiental mostró claramente que la matriz de cultivos de caña de azúcar en la que se encuentran circunscritos, configura una amenaza para la ecología del sistema.

Aquellas áreas de la fase acuática que reciben los drenajes de los cultivos de la caña de azúcar se encuentran altamente terrificados, algunas especies extintas por colmatación, y la calidad de agua indica eutroficación. Los cultivos de caña de azúcar convencionales parecen no ser muy amigables con la flora nativa de la región, de hecho, grandes extensiones de bosque han sido talados para darle paso al sector cañicultor, por lo que la fauna y en suma la diversidad es mínima.

Lo anterior no significa que no existan opciones, y que caña de azúcar y conservación ecológica sean totalmente incompatibles. Un claro ejemplo es la Reserva Natural El Hatico, en el municipio de Cerrito, perteneciente a la familia Molina; y la Hacienda la Lucerna, en el municipio de Bugalagrande, las cuales son 2 ejemplos exitosos de Hacienda Ecológica. Aquellas áreas destinadas para el cultivo de la caña de azúcar dentro de las áreas definidas como de Conservación y Protección deberán gradualmente adoptando los modelos anteriormente mencionados, los cuales también son altamente rentables, al punto que sus productos son exportados a países de Europa, Estados Unidos y Japón.

OBJETIVO GENERAL:

Reducir el proceso de terrificación del humedal y reducir la eutrofización de las aguas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Implementar buenas prácticas agrícolas en la cuenca de la reserva de recursos naturales.

Reducir y controlar la contaminación difusa.

METAS:

Reconversión tecnológica buenas prácticas agrícolas en una superficie de 81,6 ha.

Reducción de un 50% de contaminación difusa en términos de DBO, DQO y Metales pesados, Nitrógeno y Fosforo.

ACTIVIDADES:

Elaboración y desarrollo de un plan de trabajo para la realización del acompañamiento técnico a los productores en las zonas de amortiguación de las áreas de interés ambiental.

Realización de talleres de capacitación y actualización en técnicas de producción agroecológica.

Realización de visitas de acompañamiento técnico a los predios de los productores.



Definir el plan de requerimiento de insumos para cada los productores agroecológicos a fortalecer.

Instalación, seguimiento y evaluación de parcelas de validación y demostrativas.

Mejoramiento Genético

Comportamiento de variedades de caña de azúcar en sistema de producción orgánico.

Red de ensayos comparativos de variedades en zonas de producción orgánica.

Manejo del cultivo:

Manejo de Residuos de Cosecha: uso como cobertura

Utilización de diferentes fuentes de materia orgánica en el cultivo, tales como residuos industriales, estiércol de diferentes especies animales, abonos verdes, etc.

Calibración de dosis de diferentes fuentes de materia orgánica incorporadas.

Estudio de sistemas de aplicación de los residuos orgánicos de cada cultivo: distribución en área total o aplicada en surcos de plantíos.

Determinación del % de control de malezas con el uso de abonos verdes en los cultivos.

Control biológico de plagas y enfermedades del cultivo.

Producción de Semillas

Instalación de parcelas de multiplicación de semillas orgánicas de variedades recomendadas.

Instalación de semilleros en fincas de productores certificados

Presentación de informes de avance y consolidado en informe final sistematizado.

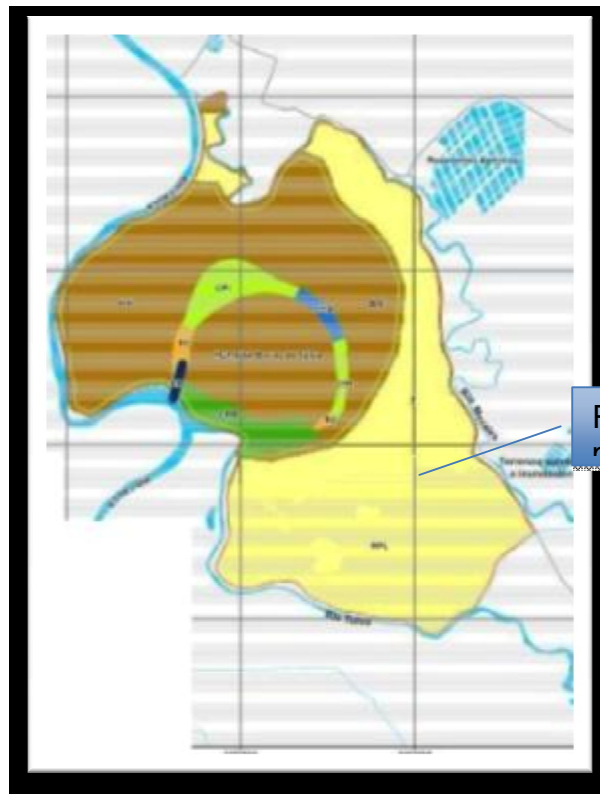
COSTOS DEL PROYECTO:

RESUMEN

Tabla 6.35. Costos Reconversión tecnológica y producción limpia en cultivos de Caña de Azúcar

Descripción	Costo \$/ha	Área (ha)	Costo Total \$
Reconversión tecnológica (producción limpia)	5.293.509	210.34	1.113.436.683

DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN



Reconversión a producción más limpia

Figura 6.18. Humedal Bocas de Tuluá - Reconversión a producción más limpia

ANÁLISIS UNITARIO

Tabla 6.36. Análisis unitario Reconversión tecnológica y producción limpia en cultivos de Caña de Azúcar

Ítem	Actividades	Patrón			Precio unitario	Valor Total
		Producto Utilizado	Unidad	Cantidad	(\$/unidad)	Año 2011
1.	LABORES					
1.1.	GERMINADOR					
	Desinfección					
	Control de Plagas y Enfermedades					
1.2.	VIVERO					
	Preparación					
	Control de Plagas y Enfermedades					
	Fertilización					
1.3.	ÁREA DE CULTIVO					\$ 1.030.000
	Tumba					
	Socola					
	Arada	Tracción Animal (Buey)	Día	4	\$ 25.000	\$ 130.000
	Rastrillada					



Ítem	Actividades	Patrón			Precio unitario	Valor Total	
		Producto Utilizado	Unidad	Cantidad	(\$/unidad)	Año 2011	
	Trazada		Jornal	10	\$ 38.219	\$ 250.000	
	Hoyada						
	Fertilización		Jornal	6	\$ 38.219	\$ 150.000	
	Aplicación Correctivos						
	Riego		Jornal	20	\$ 38.219	\$ 500.000	
	Construcción Drenaje						
	Otras Labores de Adecuación						
1.4.	SIEMBRA Y SOSTENIMIENTO					\$ 1.262.500	
	Siembra		Jornal	21	\$ 38.219	\$ 525.000	
	Resiembra		Jornal	3	\$ 38.219	\$ 75.000	
	Tutorado o Emparrillado						
	Manejo de Sombrío						
	Sombrío Definitivo						
	Sombrío Transitorio						
	Apuntalada o Amarre Aéreo						
	Plateo						
	Deschuponada						
	Deshije y Destronque						
	Colgada y Poda						
	Control Manual de Malezas		Jornal	20	\$ 38.219	\$ 500.000	
	Aplicación de Herbicidas						
	Aplicación Pre - emergentes						
	Aplicación Post - emergentes						
	Aplicación de Fertilizantes		Jornal	2	\$ 38.219	\$ 50.000	
	Control de Plagas		Jornal	4,5	\$ 38.219	\$ 112.500	
	Control de Enfermedades						
1.5.	COSECHA Y BENEFICIO						
	Recolección						
	Pesada y Limpieza						
	Empacada						
	Clasificación						
	Transporte Interno						
	Transporte Externo						
			SUBTOTAL CAPÍTULO 1				\$ 2.292.500
2.	INSUMOS						
	Semillas	40 Cargas de Mula de 12 Arrobas	Tonelada	6	\$ 50.000	\$ 300.000	
	Plántulas						
	Insecticidas biológicos		Kilo / Litro	2	\$ 30.000	\$ 60.000	
	Fertilizantes Simples biológicos	Nitrógeno	Bulto	7	\$ 77.000	\$ 539.000	
	Fertilizantes Compuestos biológicos	Potasio	Bulto	2	\$ 61.655	\$ 123.309	
	Fertilizantes Foliare biológicos						
	Correctivos						
	Abono Orgánico						



Ítem	Actividades	Patrón			Precio unitario	Valor Total	
		Producto Utilizado	Unidad	Cantidad	(\$/unidad)	Año 2011	
	Control Biológico		Pulgada	100	\$ 187	\$ 18.700	
	Agua				\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	
	Empaques						
	Cabuya						
	Alambre						
	Estacas						
	Estacones						
			SUBTOTAL CAPÍTULO 2				\$ 2.041.009
3.	OTROS COSTOS						
	Administración						
	Asistencia Técnica						
	Arrendamiento		Mes	12	\$ 80.000	\$ 960.000	
	Intereses		Mes	12			
	Otros						
			SUBTOTAL CAPÍTULO 3				\$ 960.000
TOTAL COSTOS POR HECTÁREA (Labores, Insumos y Otros)					\$	5.293.509	

Ejecutores:

CVC, Alcaldía Municipal de Tuluá, Gobernación del Valle y dueños de predios.

Indicadores:

Hectáreas reconvertidas.

Producción (Kg/ha)

NOMBRE DEL PROYECTO:

6.5.3.4. *Ganadería: Sistema Silvopastoril Intensivo.*

JUSTIFICACIÓN:

La actividad ganadera configura otra forma de tensión ambiental sobre el ecosistema. En concordancia con el Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana 2019, que busca un sector moderno y competitivo, ha incluido en sus principios el de la sostenibilidad ambiental.

El concepto involucra producción de alimentos sanos, compatibles con la diversidad biológica, adecuado manejo de los recursos hídricos y protección del suelo; reduciendo el consumo de insumos externos y la anulación del uso de fertilizantes, plaguicidas químicos, fármacos hormonales, clonación y uso de plantas y animales transgénicos.

OBJETIVO GENERAL:

Reducir el proceso de terrificación del humedal enfocado en la reducción de agentes eutroficantes.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Implementar buenas prácticas pecuarias en la reserva de recursos naturales.
Reducir los niveles de contaminación difusa que ingresan al ecosistema acuático.
Crear hábitat para especies de fauna.

META:

Reconversión a sistema de ganadería silvopastoril en una superficie de 3.0 ha.

ACTIVIDADES:

CONCERTACION DEFINITIVA DE PREDIOS: realizar la correspondiente concertación y selección definitiva de los predios. Los predios deberán ser georeferenciados y llevar un registro fotográfico desde su estado inicial hasta el establecimiento del silvopastoril.

SELECCIÓN DE ESPECIES: Las especies a utilizar e serán especies seleccionadas y escogidas deberán contar con una altura mínima de 30 cm, teniendo en cuenta que las especies naturales más comunes para esta región son Loqueto (*Escallonia pendula*), Aliso (*Alnus jorullensis*), Higuerón (*Ficus Glabrata*), Caracoli (*Anacardium excelsun*), Acacia (*Acacia Melanoxilom*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*), entre otros. El material vegetal a utilizar en el proyecto reunirá las siguientes condiciones:

Estado fitosanitario excelente.

Yema Terminal intacta y en el momento de la siembra tendrá una altura mínima de 30 centímetros a partir del cuello de la raíz a la yema terminal (descontando la altura de la bolsa).

ADECUACIÓN DE CAMINOS: Consiste en mantener en condiciones adecuadas los caminos y trochas que faciliten el acceso a los lotes donde se realicen las actividades, al igual que la distribución del material vegetal y los insumos de establecimiento.

PREPARACIÓN DEL TERRENO: Consiste en la limpieza, hasta una altura no mayor de 10 cm de altura de toda la vegetación presente en los lotes a sembrar, empleando para el efecto maquinaria y herramientas tales como guadañadora, machetes, rulas, etc.

TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE PLÁNTULAS: Consiste en distribuir el material vegetal sobre el predio a plantar, colocando cada plántula en el sitio definitivo de siembra.

MANTENIMIENTO DE PLÁNTULAS EN EL CAMPO: Consiste en el cuidado de los árboles (construcción de eras, disposición, riego, retiro manual de malezas, control fitosanitario, daños mecánicos por animales y vigilancia) durante el período en que permanezcan en el interior del predio.

SISTEMA DE TRAZADO Y DENSIDAD: Consiste en distribuir uniforme y geoméricamente los sitios sobre el terreno en los cuales se plantarán los árboles; los sitios deben ser marcados con el azadón. Se plantarán 100 árboles por hectárea, para lo cual se deben utilizar distancias de siembra de diez (10) metros entre plantas y diez



(10) metros entre surcos, utilizando los sistemas de trazo de tres bolillo o en cuadro, y siempre al través de la pendiente. Y cuatro (4) metros entre plántulas para las cercas vivas del área donde se implemente el silvopastoril.

PLATEO: Consiste en eliminar toda la vegetación existente en un círculo de radio de 80 cm (1,6 m de diámetro) en cuyo centro se plantará el árbol. Se debe procurar no retirar la materia orgánica (horizonte A del suelo) del plato.

AHOYADO O REPIQUE: Consiste en repicar la tierra (sin vaciar) en el centro del plato hasta una profundidad de 30 cm y sobre un área de 30 cm de diámetro. Esta labor se deberá realizar con barras de 14 lb de peso, cuya pala es cercana a los 30 cm de longitud.

SIEMBRA: Las plántulas se deben sacar de la bolsa antes de plantar, realizando con un bisturí o cuchilla bien afilada dos cortes (0,5-1,0 cm de profundidad) opuestos en la bolsa en forma vertical.

FERTILIZACIÓN: Consiste en aplicar, al momento de la siembra o luego de ésta, y cuando las condiciones de humedad del suelo sean las adecuadas, fertilizante orgánico, el método de aplicación para el fertilizante será en media corona a favor de la pendiente o distribuir la dosis en dos hoyos con ángulo hacia la raíz a lado y lado del árbol, retirados unos 10 cm para evitar que el producto queme las raíces de las plántulas.

CONTROL FITOSANITARIO: Consiste en la vigilancia y control oportuno de cualquier síntoma o manifestación de ataque de patógenos y/o insectos que se manifieste durante la plantación. Se debe realizar un especial énfasis en ataques de HORMIGA ARIERA.

COSTOS DEL PROYECTO:

Resumen

Tabla 6.37. Costos Ganadería: Sistema silvopastoril Intensivo

Código	Descripción	Área (ha)	Costo \$/ha	Costo Total \$
	Ganadería Sistema Silvopastoril	3	3.015.345	9.046.035

DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN



Figura 6.19. Bocas de Tuluá– Implementación sistema silvopastoril intensivo

ANÁLISIS UNITARIO

Tabla 6.38. Análisis Unitario Ganadería: Sistema silvopastoril Intensivo

MATRIZ DE ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO AÑO 1 DE SILVOPASTORIL				
	UNIDAD	CANT	V/UNITARIO	
1. COSTOS DIRECTOS				
1.1 MANO DE OBRA				
Preparación de terreno	Jornal	1	25.000	25.000,00
Trazado	Jornal	1	25.000	25.000,00
ahoyado	Jornal	1	25.000	25.000,00
Plateo	Jornal	2	25.000	50.000,00
Transporte (menor) de plántulas e insumos	Jornal	1	25.000	25.000,00
Siembra y fertilización	Jornal	1	25.000	25.000,00
Control Plagas y enfermedades	Jornal	1	25.000	25.000,00
Control de Incendios	Jornal	1	25.000	25.000,00
Limpieza y plateo (primer mantenimiento)	Jornal	2	25.000	50.000,00
		11,0		275.000,00
1.2 INSUMOS				
Plantones		100	15.000,0	1.500.000
Micorrizas (aplic 100gr por árbol)	Kg	5,0	700	3.500
Abonamiento (500 gr de abono orgánico / plántula)	kg	20,0	700	14.000
Elementos menores (3gr/árbol) (1kg/Ha)	Kg	0,3	4.000	1.200
Hidrogel (4gr/árbol) (0,8kg/Ha)	Kg	0,3	33.000	9.900
Insumos control de plagas y enfermedades	Lt	0,44	23.000	10.229
Subtotal insumos				623.828,79
TOTAL COSTOS DIRECTOS (1.1 + 1.2)				898.828,79
2. COSTOS INDIRECTOS				
transporte de insumos (17% total de insumos)	Global		20%	124.765,76
Reconocimiento por usos de herramientas (5% total Mano de Obra)			5%	13.750,00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				138.515,76
				1.037.344,55
AISLAMIENTO INDIVIDUAL POR HA				



MATRIZ DE ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO AÑO 1 DE SILVOPASTORIL				
Postes para chiquero	unidad	109,0	7.000	763.000
Alambre para encierro individual de árbol (chiquero).	Unidad	2,0	150.000	300.000
				1.063.000,00
COSTO TOTAL POR HA				3.015.345

EJECUTORES:

CVC, Alcaldía Municipal de Tuluá, Gobernación del Valle, dueños de predios.

INDICADORES:

Hectáreas reconvertidas.

Producción (Kg/ha)

NOMBRE DEL PROYECTO:

6.5.3.4.1. Producción Íctica en jaulas.

JUSTIFICACIÓN:

Hacer productiva la fase acuática más interna del ecosistema Humedal, y vincular a su vez a sectores de la población vulnerable, en el rol de pescadores, es una estrategia eficaz en la consecución de los objetivos de conservación. Además constituye en sí mismo una alternativa de control de la contaminación, de acercamiento a las comunidades, y de reactivación de la cadena trófica del sistema.

Existen experiencias exitosas de cría de peces en jaulas en humedales por parte de pescadores, tal como lo realizado por la Asogorrones en el Humedal Madrigal, en el municipio de Riofrío, que ha dado frutos muy positivos como aumento de recursos para la población de pescadores, mejoramiento de la calidad del agua, vigilancia y seguimiento riguroso de las condiciones ecológicas por parte de la comunidad, y excedentes para comercialización.

Es necesario articular este proyecto paralelamente con la adopción de políticas acordes al establecimiento de asociaciones de pescadores, lo cual se ilustra en este plan de acción.

OBJETIVO GENERAL:

Generar y afianzar a la especie heterótrofa terminal o pescadores de la cadena trófica del ecosistema.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Mejorar los ingresos económicos de la comunidad de pescadores. Generar proyectos productivos en la fase acuática del ecosistema, como parte de la estrategia de su conservación.

METAS:

Cultivo de 10.000 alevinos. Aumento del 50% del índice de desarrollo humano de los pescadores.

Actividades:

Determinación de la calidad físico química de las aguas (pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, turbiedad, alcalinidad, DBO, DQO y SST) en los sitios seleccionados para monitoreo.

Comprar de 10000 alevinos.

Construcción de 8 jaulas flotantes.

Ceba de 10000 peces.

Dotación de la asociación de pescadores con equipos para facilitar las labores de talla, peso y cosecha.

Asociar la mayor cantidad de familias de la zona aledaña al Humedal.

Presentar informes de sistematización de la experiencia.

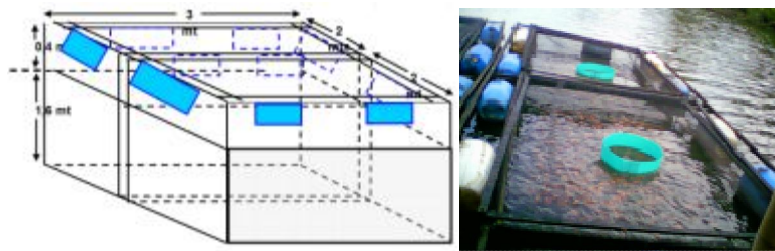


Figura 6.20. **Esquema de Jaulas**
Fuente: Asogorrones; humedal Madrigal



Figura 6.21. **Infraestructura para ceba de peces. Bodega flotante y jaulas**
Fuente: Asogorrones; humedal Madrigal

DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN

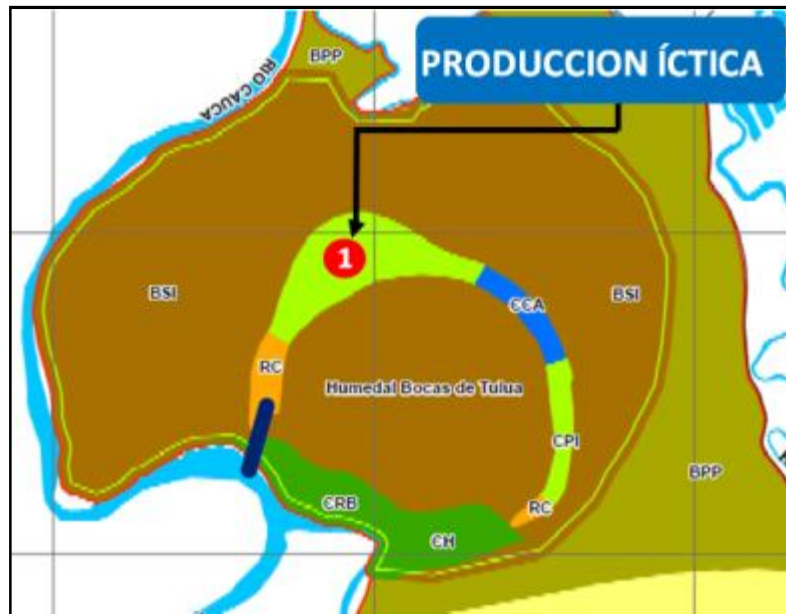


Figura 6.22. Producción Íctica.

COSTOS DEL PROYECTO:

ANÁLISIS UNITARIO

Tabla 6.39. Análisis unitario Jaulas
COSTO PARA CONSTRUCCIÓN DE 8 JAULAS FLOTANTES

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unidad	Costo total
Listón de madera plástica de 3 metros	Listón	83	27.000	2.241.000
Vareta de madera plástica de 3 metros	vareta	33	24.000	792.000
Tornillo de 5/16 x 1 metro	tornillo	30	3.500	105.000
Tuercas	tuerca	300	70	21.000
Arandelas	arandela	300	70	21.000
Cáñamo calibre 6	cáñamo	2 kg	20.000	40.000
Malla trical de 5x5 ml x 2,15 metros	rollo	2	900.000	1.800.000
Malla anti pájaro	metros	60	2.900	174.000
Caneca plásticas de 55 galones	canecas	32	50.000	1.600.000
Segueta	segueta	2	20.000	40.000
Brocas	broca	2	20.000	40.000
Lamina para ángulo	lamina	4	30.000	120.000
Jornales	jornal	10	25.000	250.000
Subtotal				7.244.000
Transporte			756.000	756.000

COSTO PARA CONSTRUCCIÓN DE 8 JAULAS FLOTANTES				
Total				8.000.000

Tabla 6.40. Detalle Costo Proyecto

ACTIVIDAD	Unidad	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Construcción de Jaulas	jaulas	8	1.000.000	8.000.000
Compra de reproductores de tilapia roja hembras y machos	reproductor	1.000	\$ 5.000	5.000.000
Concentrado	Bulto	30	65.000	1.950.000
Hormona	Bulto	3	100.000	300.000
Maya reversión	metros	10	5.000	50.000
Cordel	metros	20	3.000	60.000
Carreta plástica	Carreta	1	200.000	200.000
Maya 3 milímetros	metros	5	7.000	35.000
Tubo pvc 1 ¹ / ₂	metros	6	1.500	15.000
Uniones pvc	uniones	16	2.000	32.000
coladores	coladores	5	3.000	15.000
Rollo maya anti pájaros 1"	metros	500	1.000	500.000
Mojarrina	bultos	14	70.000	900.000
Transporte	transporte	global	1.000.000	1.000.000
Bodega Flotante		Global		3.000.000
Acompañamiento técnico	meses	6	1.000.000	6.000.000
total				27.057.000

COSTO TOTAL = \$27.807.000

CRONOGRAMA ESPECÍFICO

Tabla 6.41. Cronograma Proyecto

ACTIVIDAD	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Compra de reproductores	X				
Construcción de Jaulas	x	X			
Concentrado	x	x	x	x	X
Hormona	x	x	x	x	X
Maya reversión	X				
Cordel	X				
Carreta plástica	X				
Maya 3 milímetros	X				
Tubo pvc 1 ¹ / ₂	X				
Uniones pvc	X				
coladores	X				
Rollo maya anti pájaros 1"	X				
Peces	x	x	x	x	X
Transporte	x	x	x	x	x

Ejecutores:

Comité Interinstitucional: CVC, Alcaldía Municipal de Tulúa, Gobernación del Valle.

**Indicadores:**

Producción (Kg/año).

NOMBRE DEL PROYECTO:

6.5.3.4.2. Fortalecimiento de la producción íctica en Jaulas.

JUSTIFICACIÓN:

Ramsar mediante Resolución X.23 de 2008, confirmó las interdependencias entre la salud humana, la seguridad alimentaria, la reducción de la pobreza y el manejo sostenible de los humedales; y es en ese sentido en que se inscribe éste proyecto, buscando que se atienda y vincule a la población de pescadores de la zona; para lo cual se deberá construir un proceso y no un proyecto puntual de construcción de jaulas para cría de peces, sino un acompañamiento y asesoría permanente, hasta lograr la sostenibilidad del proceso.

Objetivo General:

Hacer productiva la fase acuática del humedal.

Objetivos Específicos:

Generar ingresos para la comunidad de pescadores.

Apoyar el monitoreo de la calidad de las agua basado en los peces como indicadores biológicos.

Vincular a la comunidad de pescadores a la conservación y uso sostenible del ecosistema.

METAS:

Producción de 10.000 alevinos.

Generación de recursos económicos.

ACTIVIDADES Y REQUISITOS:

Determinación de la calidad físico química de las aguas (pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, turbiedad, alcalinidad, DBO, DQO y SST) en los sitios seleccionados para monitoreo.

Comprar de 1000 alevinos.

Reparación de 12 jaulas flotantes.

Alimentar 10000 peces.

Asociar la mayor cantidad de familias de la zona aledaña al Humedal.

Presentar informes de sistematización de la experiencia.

DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN

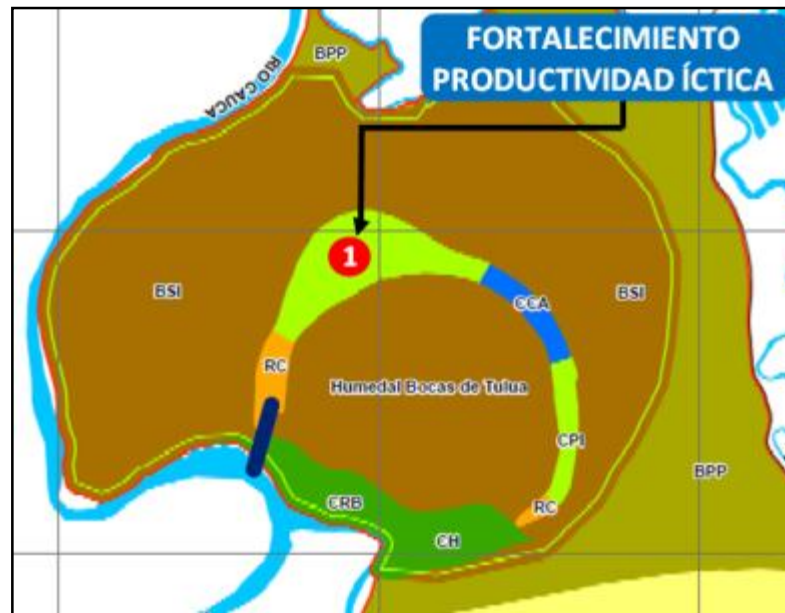


Figura 6.23. Fortalecimiento producción íctica

COSTOS DEL PROYECTO:

Tabla 6.42. Costos Fortalecimiento producción íctica

Descripción	Cantidad	\$ Costo	Costo Total \$	Costo Total \$ inicial (2012)
Suministro de alimento		6.000.000	6.000.000	11.000.000
Adquisición de alevinos	5.000	1.000	5.000.000	

EJECUTORES:

Comité Interinstitucional: CVC, Pescadores, Secretaria Departamental de Agricultura y Pesca, Alcaldía Municipal de Tuluá, Gobernación del Valle.

INDICADORES:

Kg producidos.
Pescadores beneficiados.

6.5.4. PROGRAMA SOCIOAMBIENTAL

6.5.4.1. SUBPROGRAMA EDUCACIÓN AMBIENTAL

NOMBRE DEL PROYECTO:



6.5.4.1.1. Fortalecimiento de PRAES de las instituciones aledañas al Humedal

JUSTIFICACIÓN:

Resulta muy edificante para los niños, crear lazos afectivos con el ecosistema, para que al crecer, tengamos hombres respetuosos de los Humedales, y con principios sólidos en bioética, para que opten siempre por la vida y su conservación como opción.

La vinculación de la comunidad escolar e infantil a los objetivos de conservación es quizás la labor de mayor sostenibilidad, puesto que estas acciones con el correr del tiempo darán frutos. Las acciones de educación ambiental deben estar ligadas a las acciones, al aprender haciendo, de modo que el saber pase por la praxis para que se integre en la naciente personalidad de los niños.

Objetivo General:

Asesorar y apoyar las actividades que permitan fortalecer los PRAES en las instituciones educativas del área rural y urbana de influencia directa del Humedal, de manera que los jóvenes, profesores y demás miembros de la comunidad educativa sean actores representativos en el proceso de recuperación y Conservación del Humedal.

Objetivos Específicos:

- Una exposición itinerante que pueda servir como elemento dinamizador en relación con la conservación del ecosistema.
- Disponer de material informativo dirigido a las diferentes instituciones del área de influencia cercana al Humedal para mantener un flujo de Información continuada y constante sobre su valor ecológico y ambiental.
- Realización de actividades en centros escolares, locales municipales, etc. por ONG y entidades locales relacionadas con el conocimiento, comprensión, funciones y valores de los humedales que justifican su conservación.
- Conformación y consolidación de grupos comunitarios dispuestos a adelantar actividades para conservar el Humedal.

Metas:

Capacitar y vincular a los objetivos de conservación a 30 escolares/año.

Actividades:

Realizar Jornadas, donde se cubran temáticas tales como: manejo de residuos sólidos, reforestación y conservación del ecosistema.

Ilustrar sobre los bienes, servicios ambientales y atributos del humedal, contextualizándolo con sus condiciones ambientales específicas, aunado a prácticas de restauración ambiental, como jornadas de recolección de residuos y reforestación, dirigidos a la comunidad comprometida con los objetivos de conservación marcados en el Plan de Manejo.



Tabla 6.46. Costos Fortalecimiento de PRAES de las instituciones aledañas al Humedal

Descripción	Unidad	Costo	Costo Total\$ Año 2012
Capacitación y desarrollo de Talleres	Gb	1.000.000	2.000.000
Desarrollo de actividades	Gb	1.000.000	

Costo Total = \$2.000.000

Ejecutores:

Convenio Interinstitucional: CVC, CVC, Alcaldía Municipal de Tulúa, Gobernación del Valle, Instituciones educativas del Municipio de Tulúa.

Indicadores:

Número de proyectos ambientales escolares formulados.
 Número de proyectos ambientales escolares implementados.
 Número de escolares incluidos.

6.5.4.2. SUBPROGRAMA FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

NOMBRE DEL PROYECTO:

6.5.4.2.1. Observatorio socioambiental

JUSTIFICACIÓN:

Los modernos canales de comunicación han demostrado ser una herramienta poderosa de socialización, acceso, conocimiento y participación. CVC ha avanzado en la construcción del Observatorio Ambiental del Valle del Cauca, es necesario continuar con su elaboración, incluir en él la temática de humedales, de modo que se disponga de un instrumento de fácil acceso y comprensión para toda la ciudadanía.

Proponemos crear un Observatorio específico para Humedales, adscrito al Observatorio Corporativo, que sistematice la mayor cantidad de conocimiento que se ha elaborado sobre los ecosistemas de humedal, incluyendo evaluaciones, conceptos, monitoreos, entre otros; el cual debe funcionar como un canal de doble banda que permita a su vez la retroalimentación de las personas que accedan a él, por lo cual es necesario un profesional para su administración.

Objetivo General:

Construcción y alimentación del observatorio Socioambiental de Humedal, articulado al observatorio ambiental de la CVC

Objetivos Específicos:



Contar con un instrumento flexible, de fácil acceso que contenga la mayor información y sistematización de conocimientos del Humedal, y permita realizar el monitoreo, evaluación y recomendaciones de manejo a toda la comunidad vinculada virtualmente.

Metas:

- Montaje del observatorio ambiental
- Sistematización del plan de manejo.
- Sistematización de informes y conceptos relativos al plan de manejo.

Actividades:

Suministro de equipos.

Construcción e implementación de herramientas de redes sociales – Pagina web, Facebook, Twitter y Blogs para la permanente vigilancia del humedal.

Capacitación para el uso y alimentación de herramienta informática de redes sociales a líderes comunitarios.

Articulación de la herramienta informática local del humedal Bocas de Tuluá, con el observatorio ambiental de la CVC.

Tabla 6.47. Costos Observatorio socioambiental

Descripción	Unidad	Costo	Total
Suministro de computador	1	1.500.000	1.500.000
Construcción e implementación de herramientas de redes sociales – Pagina web, Facebook, Twitter y Blogs para la permanente vigilancia del humedal.	1	2.000.000	2.000.000
Recolección y sistematización de toda la información disponible realizada, tales como: Estudio Plan de Manejo Ambiental, Estudios anteriores, expediente ambiental corporativo, informes, monitoreos ambientales, conceptos ambientales corporativos, fotografías, cartografía, acuerdos y legislación pertinente. Inclusión con sistema de alarma de los resultados de los monitoreos ambientales, indicadores y fichas de seguimiento	1	3.000.000	3.000.000
Capacitación para el uso y alimentación de herramienta informática de redes sociales a líderes comunitarios.	1	2.000.000	2.000.000
Articulación de la herramienta informática local del humedal Bocas de Tuluá, con el observatorio ambiental de la CVC.	1	2.000.000	2.000.000

Costo Total = \$10.500.000

Ejecutores:

Comité Interinstitucional: CVC, Alcaldía Municipal de Tuluá, Gobernación del Valle.

Indicadores:

Aplicativo construido

Herramienta en funcionamiento.

NOMBRE DEL PROYECTO:



6.5.4.2.2. Alimentación y sistematización Observatorio Ambiental

JUSTIFICACIÓN:

El Observatorio Ambiental demanda que continuamente se incluyan los resultados del monitoreo y la evaluación de las características ecológicas del Humedal, de modo que se ajuste al enfoque metodológico del ciclo adaptable, definido por la Ramsar y adoptado por Colombia, mediante la Resolución 196 de 2006.

El conjunto de indicadores del sistema de monitoreo requiere de la mayor comunicación, así como de actualización permanente. Todos los trabajos materiales e inmateriales que se realicen deben de ser de acceso total a la comunidad, de manera que se vinculen al proceso muchas personas y se estimule su participación.

Objetivo General:

Sistematización y actualización del observatorio Socioambiental de Humedal, articulado al observatorio ambiental de la CVC

Objetivos Específicos:

Mantener actualizada la disponibilidad de información referente al ecosistema.

Posibilitar la interacción, y retroalimentación de la comunidad virtual del plan de Manejo Ambiental, en las acciones del ciclo de manejo adaptable (monitoreo, evaluación, y redefinición de acciones de implementación).

Metas:

Observatorio ambiental en operación.

Actividades de Recolección y sistematización:

- Plan de Manejo Ambiental
- Estudios anteriores
- Expediente ambiental Corporativo
- Informes
- Monitoreos ambientales
- Conceptos ambientales corporativos
- Fotografías
- Cartografiar
- Acuerdos y legislación pertinente.

Inclusión con sistema de alarma de los resultados de los monitoreos ambientales, indicadores y fichas de seguimiento.

Costos del proyecto:

Tabla 6.48. Costos Alimentación y sistematización Observatorio Ambiental

Descripción	Unidad	Costo	Costo Total\$ Año 2012	Costo Total\$ proyectado horizonte Plan
Recolección y sistematización de toda la información	1	3.000.000	3.000.000	19.144.223



<p>disponible realizada, tales como: Estudio Plan de Manejo Ambiental, Estudios anteriores, expediente ambiental corporativo, informes, monitoreos ambientales, conceptos ambientales corporativos, fotografías, cartografía, acuerdos y legislación pertinente.</p> <p>Inclusión con sistema de alarma de los resultados de los monitoreos ambientales, indicadores y fichas de seguimiento</p>				
--	--	--	--	--

Ejecutores:

Comité Interinstitucional: CVC, Alcaldía Municipal de Tulúa, Gobernación del Valle.

Indicadores:

Observatorio ambiental en operación.

NOMBRE DEL PROYECTO:

6.5.4.2.3. Creación de comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal.

JUSTIFICACIÓN:

El Plan de Manejo Ambiental debe de ser el documento rector de las instituciones que por razones misionales, constitucionales y de responsabilidad social y empresarial deben realizar esfuerzos y compromisos reales verificables que permitan la conservación del ecosistema. Instituciones estatales y privadas, de servicios, sectoriales, pescadores, activistas, propietarios y comunidad en general deben de ser incluidos, y contar con voz y voto dentro del mismo.

Se requiere que organismos como Asocaña, Cenicaña, Procaña, Ciat, Acuavalle, Universidades, Gobernación del Valle, Municipalidades, ONG, activistas y pescadores, entre otros; se adscriban a los objetivos, en el marco de un convenio articulado a las recientemente creados estamentos para atender la catástrofe de la ola invernal (Fondo de Calamidades y Colombia Humanitaria).

Objetivo General:

Fortalecimiento de la organización comunitaria del área de influencia directa del humedal

Objetivos Específicos:

- Un comité coordinador conformado por representantes de los diferentes sectores sociales con la participación de: ASOCAÑA, CENICAÑA, GOBERNACION DEL VALLE, ALCALDIA MUNICIPAL DE TULÚA, CVC, PROPIETARIOS, ONG, PESCADORES ORGANIZADOS.
- Planes de acción sobre propuestas factibles del Comité local.
- Dominio y puesta en práctica de la lógica y dinámica organizacional



- Implementación de sistema de información y canales de comunicación articuladas a la conservación del Humedal que lleve a cabo la red social local.
- Manejo administrativo y operativo de la Reserva de Recursos Naturales por parte de la red social local.
- Construcción de infraestructura organizativa para el trabajo en red.
- Publicación en el observatorio ambiental.

Metas:

Constitución y operación de comité interinstitucional en un periodo máximo de 4 meses.

Actividades:

- Identificación de actores
- Realización de convocatorias
- Realización de acuerdos de participación.
- Constitución del organismo.
- Construcción, elaboración y aprobación de estatutos.
- Definición de estructura organizacional y de funcionamiento.
- Construcción de plan corporativo y de sostenibilidad.
- Construcción de acuerdos

Costos del proyecto:

Tabla 6.49. Costos Creación de comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal

Descripción	Unidad	Asignación salarial mensual	Periodo (mensual)	Total
Consultoría de profesionales en el área de ingeniería con experiencia en solución de conflictos ambientales y bioética.	Gb	2.500.000	4	10.000.000

Costo Total = \$10.000.000

Ejecutores:

CVC.

Indicadores:

- Comité local interinstitucional constituido.
- Comité local en funcionamiento.

NOMBRE DEL PROYECTO:

6.5.4.2.4. Fortalecimiento del comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal.

JUSTIFICACIÓN:



El comité interinstitucional debe mantenerse vigente y activo; su función es llevar a la praxis el plan de acción del PMA; empleando en ello el enfoque de ciclo adaptable. De allí que se vea la necesidad de apoyar su integración, y de realizar ejercicios prospectivos para la misión.

Por lo anterior se hace necesario convocar a sus integrantes periódicamente, construir un plan estratégico, con compromisos realizables, medibles, específicos y fechados, y socializar sus resultados empleando las herramientas disponibles.

Objetivo General:

Fortalecimiento de la organización administradora del Plan de Manejo Ambiental del Humedal.

Objetivos Específicos:

Construir un organismo encargado de la administración del Plan de Manejo Ambiental del ecosistema.

Consolidar un organismo que ejecute el plan de acción constitutivo del PMA.

Metas:

Un comité interinstitucional en funcionamiento periódico.

Actividades:

Seguimiento al plan de acción del PMA.

Seguimiento de acuerdos institucionales.

Visitas y conceptos sobre el estado de avance del plan de acción.

Evaluación de las políticas de manejo.

Costos del proyecto:

Tabla 6.50. Costos Fortalecimiento de comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal

Descripción	Unidad	Asignación salarial mensual	Periodo (mensual)	Costo Inicial\$ (2012)
Consultoría de profesionales en el área de ingeniería con experiencia en solución de conflictos ambientales y bioética.	Gb	2.500.000	3	7.500.000

Ejecutores:

Comité Interinstitucional: CVC, propietarios, Alcaldía Municipal de Tulúa, Gobernación del Valle, Asocaña, Procaña, Propietarios, Comunidad.

Indicadores:

Comité local interinstitucional constituido.

Comité local en funcionamiento.



NOMBRE DEL PROYECTO:

6.5.4.2.5. Creación, fortalecimiento y asesoría técnico - administrativa a la asociación de pescadores del centro del valle: Censo, constitución legal, inscripción ante instituciones pertinentes, carnetización, asesoría y apoyo técnico, administrativo y financiero.

JUSTIFICACIÓN:

La consolidación de la agremiación de pescadores en torno al ecosistema, constituye el mejor indicador del estado de conservación del mismo. Si el ecosistema presenta buena salud en su estructura, organización y funcionamiento, entonces podrá soportar y ofrecer pesquería a la población; si colapsa o presenta detrimento en sus condiciones entonces la comunidad de pescadores también presentará la misma tendencia, de allí la importancia de mantener el grupo vigente, activo y hacer sostenible su participación y vinculación en los objetivos de conservación.

Objetivo General:

Creación y fortalecimiento de la organización comunitaria del área de influencia directa del humedal.

Objetivos Específicos:

Consolidar y garantizar la continuidad para la obtención de los objetivos de conservación.

Metas:

Una organización de pescadores sólida y adscrita a los estamentos del sector de acuicultura del País.

Actividades:

Capacitación en el manejo de etapas de alevinaje y juveniles.

Capacitación en el manejo adecuado de calidad de agua (pH, Temperatura y Oxígeno).

Capacitación en técnicas de comercialización.

Costos del proyecto:

Tabla 6.51. Costos de creación, fortalecimiento y asesoría técnico - administrativa a la asociación de pescadores del centro del valle

Descripción	Unidad	Asignación salarial mensual	Periodo (mensual)	Costo Inicial \$ 2012
Consultoría de profesional en áreas biológicas con experticia certificada en el desarrollo de proyectos de ictiología.	Gb	2.500.000	3	7.500.000

Costo Total = \$7.500.000



Ejecutores:
CVC.

Indicadores:

Organización constituida.
Numero de pescadores capacitados.
Inscripción ante instituciones sectoriales de la acuicultura.
Presentación de proyecto a instituciones para el fomento de la acuicultura.
Presentación de proyecto a instituciones de apoyo y financiación.

6.5.5. PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN

**6.5.5.1. SUBPROGRAMA RECUPERACIÓN DE ESPACIO y
DOMINIO HIDRAULICO PÚBLICO**

NOMBRE DEL PROYECTO:

6.5.5.1.1. Aislamiento zona anfibia +30m (externo e interno)

JUSTIFICACIÓN:

El aislamiento de las zonas de conservación es una medida de gran éxito, para inducir al ecosistema a su propia reparación, constituyendo una barrera para los tensores ambientales del sistema. De ésta forma el Humedal dispara los procesos inerciales para su propia recuperación. Se propone alrededor de los linderos de las propiedades se puede configurar un proyecto de aislamiento de cercas vivas, que a su vez conformen corredores biológicos.

Objetivo General:

Proteger la fase acuática del ecosistema, de conformidad con lo establecido en la legislación ambiental vigente.

Objetivos Específicos:

Proteger la zona del ecosistema definida como de área de conservación.

Metas:

Protección de 187,80 ha de zona anfibia de humedal.
Publicación en el observatorio ambiental.

Actividades:

Realizar el proceso de concertación con los propietarios de los predios identificados.
Medición y georeferenciación de las áreas a intervenir por predio.
Definición de costos por predio acorde con las matrices de costos entregadas.
Adelantar el proceso de contratación con cada uno de los propietarios de los predios concertados.

Velar por la correcta ejecución de las actividades de aislamiento contratada con los propietarios de los predios, lo cuales se deben de basar en los siguientes ítems: trazado, ahoyado, transporte de insumos, hincado, templado y grapado, siembra de estacones, pintada e inmunizada.

Alambre: Se fijaran cuatro (4) hilos de alambre de púa calibre 12,5", fijado con grapas a una distancia entre hilos de 40 cm.

Estacones: Con el propósito de convertir la cerca muerta en cerca viva se deben sembrar estacones de especies de la zona que permitan el rebrote cada 3 m, de esta manera se garantiza la perdurabilidad del aislamiento.

COSTOS DEL PROYECTO

COSTO RESUMEN

Tabla 6.52. Costos Aislamiento zona anfibia +30m

Descripción	Unidad	Costo \$/ha	Área (ha)	Costo \$
Mantenimiento y protección de plantaciones forestales	ha	788.709	20.3	16.010.793

ANÁLISIS UNITARIOS.

Tabla 6.53. Costos Aislamiento zona anfibia +30m

DISEÑO DE AISLAMIENTO		Costo Unitario \$			
1. Distancia entre postes mts.	2,5				
2. Distancia pie amigos mts.	30,0				
3. Hilos alambre	3,0				
4. # Postes/KM	400,0		4.600		
5. # Postes Piamigo/KM	33,0		4.600		
6. Rollos alambre/KM	9,0		130.000		
7. Grapas/km en kg.	9,0		4.500		
8. Costo por Jornal			25.000		
10 Costo Transp. mayor (17% de insumos)	17%				
11. Herramientas (5% M.O.)					
12. Perimetro a aislar / ha (ML)	166				
ITEM	COSTOS / KM (1000 ML)			COSTOS/ ML \$	COSTOS/HA (166 ML)
	Cantidad	Valor Unitario \$	Valor Total \$		
1. Mano de obra					
Trazado	4	25.000	100.000	100	16.600
Ahoyado	12	25.000	300.000	300	49.800
Transporte menor	7	25.000	175.000	175	29.050
Hincado	4	25.000	100.000	100	16.600
Templado y grapado	5	25.000	125.000	125	20.750
Subtotal mano de obra	32		800.000	800	132.800
2. Insumos					
Alambre de pua (Rollo)	9,0	130.000	1.170.000	1.170	194.220
Postes	400,0	5.000	2.000.000	2.000	332.000
Pie Amigos	33,0	5.000	165.000	165	27.390



Grapa (Kgr.)	9,0	4.500	40.500	41	6.723
SUBTOTAL INSUMOS			3.375.500	3.376	560.333
Transporte mayor			575.759	576	95.576
Herramientas			0	0	0
TOTAL AISLAMIENTO			4.751.259	4.751	788.709
Tipo de poste	Madera			Número de hilos	3,0
Dimensión (Largo m - Diámetro cm)	2 - 10			Distancia entre hilos (cm)	40
Inmunización	SI			Metros de alambre por rollo	350
Distancia entre postes (m)	2,50			Dimensión del hoyo cms. (prof. x lados)	50*40*40
Distancia entre pie de amigos (m)	30,0			Número de grapas por kilo	0
Calibre alambre de púa	12,5			Postes y Pie Amigos / Ha	72
Rollos de Alambre / Ha	1,5			Kilos de Grapas / Ha	1,5

EJECUTORES:

CVC, Alcaldía Municipal de Tulúa, Gobernación del Valle.

Indicadores:

55.74 Ha aisladas

6.5.5.2. *SUBPROGRAMA EXTRACCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE PLANTAS ACUÁTICAS INVASIVAS*

NOMBRE DEL PROYECTO:

6.5.5.2.1. Extracción de Enea para aprovechamiento de comunidad aledaña al humedal

JUSTIFICACIÓN:

La CVC realizó en años pasados un trabajo piloto con la comunidad de Bocas de Tuluá para aprovechar la planta "Enea", considerada invasora de los humedales. Las comunidades beneficiadas con este proyecto de la CVC, aprendieron sobre manejo de la enea, corte, secado y trabajos artesanales; permitiéndole brindar a la comunidad otras alternativas de trabajo, la CVC lideró este proceso y buscó asesoría sobre mercadeo, con el fin de dar a conocer los productos en el municipio de Tuluá y en las ciudades vecinas. Existe una asociación llamada "Asoenea" que trabaja en el humedal Bocas de Tuluá, la cual cuenta con un plan de negocios, de productos y organización, el proyecto fortalece la vida de las comunidades aledañas ejecutando mejorías de la capacidad administrativa, técnica y comercial.

Objetivo General:

Proteger la fase acuática del ecosistema, de conformidad con lo establecido en la legislación ambiental vigente.



Crear una alternativa de subsistencia a las comunidades aledañas del humedal.

Objetivos Específicos:

Proteger la zona del ecosistema definida como de área de conservación.

Aprovechar los recursos naturales excedentes de las dinámicas del humedal en actividades económicas ambientalmente sostenibles.

Metas:

Producción y comercialización exitosa de artesanías en base a la extracción de la Enea de la zona acuática del humedal.

Actividades:

Organización del plan de negocios de la asociación.

Optimización de las cadenas productivas relacionadas con la enea.

Asesoría técnica y comercial para la producción, comercialización y exportación de la enea a otros mercados.

COSTOS DEL PROYECTO

Tabla 6.54. Proyecto extracción de la enea

Descripción	Unidad	Costo \$
Asesoría y apoyo económico en temas variadas	GB	20.000.000

EJECUTORES:

CVC, Alcaldía Municipal de Tuluá, Gobernación del Valle, Asociación encargada en humedal Bocas de Tuluá.

INDICADORES:

Proyecto ejecutado en asociación.

6.5.5.3. SUBPROGRAMA PROTECCIÓN A ESPECIES NATIVAS DEL HUMEDAL

NOMBRE DEL PROYECTO:

6.5.5.3.1. Concepción de Esquemas de Control y Vigilancia para detener cacería de Tortuga Bache (*Chelydra Serpentina*)

JUSTIFICACIÓN:

En Colombia las tortugas continentales han sido explotadas de manera intensiva, sus hábitats se han visto degradados y fragmentados llevando a muchas de ellas a extinciones locales dentro de sus áreas de distribución, o confinadas a relictos incapaces de sustentar poblaciones saludables. De acuerdo con Rodríguez *et al.* (2002), el fuerte impacto antropogénico sobre las tortugas en Colombia se debe a que es uno de los recursos alimentarios más accesibles para muchas comunidades indígenas, colonos y habitantes de escasos recursos en diferentes regiones.



Adicionalmente, en muchas regiones del país los pobladores subsisten sobre la base de la comercialización de las tortugas como mascotas o para el consumo o de subproductos derivados. Aunque es una especie que no posee grado de amenaza en el departamento ni en Colombia, el poco conocimiento de su biología y ecología, es un aspecto importante para conocer, aprovechando la localización de poblaciones conocidas de la tortuga en zonas dentro de su distribución geográfica, es importante incrementar el conocimiento sobre su estado actual, ecología, amenazas y aspectos de su población. Debido a que en el humedal Bocas de Tuluá se presentan unas amenazas claras denunciadas por la comunidad en cuanto a la cacería indiscriminada de las tortugas, es necesario implementar planes de control y vigilancia para tal fin.

Objetivo General:

Proteger las poblaciones de la especie Tortuga Bache (*Chelydra serpentina*) de la cacería indiscriminada.

Objetivos Específicos:

Implementar programas de control en conjunto con la Policía Ambiental y la Alcaldía del municipio de Tuluá

Determinar el tamaño y la densidad poblacional de la tortuga

Establecer las principales amenazas sobre la especie y sus efectos sobre la población.

Diseñar estrategias para la sensibilización de la comunidad sobre el panorama actual de la especie.

Metas:

Aumentar la población silvestre de la especie Tortuga Bache (*Chelydra serpentina*) en la cuenca del humedal.

Realizar cálculos de la población de tortugas presente en el humedal y conocer su estado actual.

COSTOS DEL PROYECTO

Tabla 6.54. Proyecto extracción de la enea

Descripción	Unidad	Costo \$
Personal mixto para las visitas de campo asignadas	GB / Trimestre	30.000.000
Equipos necesarios	GB	5.000.000
Materiales e insumos	GB	6.000.000

EJECUTORES:

CVC, Alcaldía Municipal de Tuluá, Gobernación del Valle, Asociación encargada en humedal Bocas de Tuluá, Policía Nacional.

INDICADORES:

Mejoría de observación de especie Tortuga Bache en inmediaciones del humedal.



6.5.1. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN APLICADA

NOMBRE DEL PROYECTO:

6.5.1.1.1. Plan de Conectividad Sistema Rio Cauca - Humedales. Propuesta de modelización de la dinámica del sistema complejo del alto río Cauca como estrategia alternativa para enfrentar la crisis ecológica por eventos climáticos extremos.

JUSTIFICACIÓN:

Hoy por hoy urge concebir y aplicar un modelo que se base en los revolucionarios paradigmas científicos de vanguardia, tales como la teoría de los sistemas dinámicos no lineales, del caos, la complejidad, la geometría fractal y la lógica difusa. Las modernas técnicas de modelización, construidas sobre esta base, han demostrado ampliamente su efectividad, en la medida en que logran entender, predecir y controlar con precisión asombrosa los fenómenos físicos y ecológicos.

La vieja concepción mecanicista, propia de las teorías científicas del siglo XVIII, reduccionistas, sectoriales y mecánicas, han sido y continúan siendo la herramienta con la que vemos y modificamos nuestros territorios; y ha sido esa ciencia, e ingeniería la que ha dirigido y sigue dirigiendo la planificación y praxis de las Instituciones, sobre sus ecosistemas. Actualmente esta ampliamente reconocido que esos modelos han sido la causa de la mayor crisis transversal de la historia.

No existe en el País una correcta valoración del servicio ambiental de los humedales en las amortiguaciones de las crecientes invernales y estabilidad climática de las regiones. Aunque de manera general se sabe de su importancia, aún no se tiene un modelo que permita determinar cualitativa, y mucho menos la medida en la cual ocurre tal regulación.

La modelización matemática propuesta se basa en sistemas dinámicos discretos para el estudio de las interacciones humedales –río, la cual tiene en cuenta el uso del suelo, que permite analizar los efectos del cambio climático, y estimar el actual estado de funcionalidad que prestan los humedales en el amortiguamiento de las inundaciones.

El modelo en su parte dinámica se puede integra a diferentes modelos matemáticos del Río, en especial es compatible con modelos basados en las ecuaciones Navier Stokes, de tal forma que se pueda utilizar con herramientas como MIKE11, con las cuales hay mucho trabajo adelantado, aunque se puede extender para tener una concepción holística; consideramos que se deben construir modelizaciones de este tipo que permitan una transición y aprovechen el camino recorrido en otros trabajos. De allí que



sea necesaria la compatibilidad, así mismo la flexibilidad para abrirle campo herramientas de mejor desempeño.

El modelo usa información de sistemas GIS, para el modulo de uso del suelo, e información obtenida por medio de sensores inteligentes para hacer simulaciones en tiempo real en el modulo dinámico que pueda ser integrada a sistemas de predicción y alerta temprana.

A través de la herramienta se propone construir un índice para medir el aporte de humedales a la estabilidad del Río, que es importante para determinar la utilidad de los humedales frente a los problemas de inundaciones, y cual es la forma adecuada de manejarlos para optimizar tal bien ambiental.

Se concibe un modelo lo suficientemente generalizable, como para que se pueda aplicar y adaptar con facilidad para el estudio, predicción e instrumentación de cualquier humedal o complejo de humedales, puesto que considera como un solo sistema modular, de estructura fractal, en donde la parte o subsistema conserva la misma organización y funcionamiento del todo.

El código fuente se publicara por medio de licencias de código abierto, lo que permite que el modelo se pueda seguir extendiendo y usando por diferentes grupos de investigación, que es lo más lógico en un proyecto que esta hecho para el servicio público.

Objetivo:

Proponer un modelo para la rehabilitación de la conectividad Humedales -Río, como instrumento para el conocimiento, predicción y control del sistema, como instrumento básico en los Planes de mitigación del riesgo por inundaciones, y en el ordenamiento del espacio fluvial Vallecaucano.

Objetivos Específicos:

- Análisis y determinación del posible comportamiento caótico de la hidrología Vallecaucana.
- Determinación de la dimensión Fractal, y de atractores caóticos basados en los datos climatológicos.
- construcción de modelo matematico modular para el estudio de la dinamica del sistema humedales-río.
- Diseño de conectividad.

**Metas:**

Construcción de modelo matemático modular para el estudio de la dinámica Sistema Humedales – Río.

Actividades:

- Construcción de un modelo de dinámica de fluidos en medios porosos basada en autómatas celulares, se usa una variación del método de retículos de Boltzmann que incluye el índice de Conley para determinar la estabilidad del sistema.
- Construcción de un modulo basada en autómatas celulares y conjuntos difusos para determinar el impacto de los usos del suelo en los humedales.
- Construcción de un modulo para el estudio de la dinámica de fluidos en medios con vegetación.
- Se usa un modelo topológico para el estudio de la distribución de sedimentos en los humedales.
- Determinación de distribuciones estadísticas fractales para determinar periodos de actividad entre río y humedales.
- Uso de modelos de regresión y redes neuronales Bayesianas y aprendizaje asistido por variedades para estudiar los usos del suelo en el pasado e integrarlos en el modelo para usos en sistemas de predicción.
- Protocolo de *remote sensing* para la adquisición y procesamiento de la información, incluye un protocolo de sensores inteligentes.
- Protocolo para el procesamiento de la información obtenida de sistemas GIS y elaboración de índices de bifurcación de sistema estable a caótico basados en el índice de Conley, este el indicador de sensibilidad del sistema, que se puede usar como una herramienta en planes de gestión.

Alcances.

- El modelo puede ser usado para construir planes efectivos de conservación y para la evaluación de los planes en curso.
- El modelo permite evaluar la eficacia e importancia de los planes de reforestación para el sistema humedal-río y su impacto en la prevención de inundaciones.
- El modelo se puede usar para diseñar planes de usos del suelo y modelar el impacto ambiental y económico.
- El modelo permite entender la forma en que se depositan los sedimentos en los humedales y como esto influye en su dinámica, lo cual es importante para la gestión de obras civiles, planes de dragado y acciones destinadas a la preservación y optimizaron de los humedales como sistemas de regulación del río. Por ejemplo permite determinar si el dragado en una zona va a aumentar o disminuir la capacidad reguladora del humedal.
- Al entender la dinámica de los humedales y su papel regulador podemos plantearnos la construcción de humedales o sistemas artificiales que ayuden a mitigar los efectos devastadores de las olas invernales, en los cuales el modelo se puede usar para construir las herramientas de simulación necesarias.



- El modelo se puede integrar a modelos ecológicos que tengan en cuenta las especies y los ciclos de nutrientes, esto nos daría una idea del papel que juegan los humedales para la absorción de gases de efecto invernadero.
- El modelo es de fácil implementación y de gran eficiencia computacional y puede correr en sistemas de computación distribuida o en paralelo, lo que lo hace varias veces más eficiente y preciso que otros sistemas basados en aproximaciones de ecuaciones no lineales por medio de elementos finitos, como las extensiones de Mike11 para el estudio de humedales.
- Construcción de un protocolo para el diseño de una red de sensores inteligentes de bajo costo y de alta conectividad, esta red de sensores permite el procesamiento de datos en tiempo real y puede ser usada para complementar los sistemas de alerta temprana.
- Permite determinar el efecto de las aguas subterráneas en el humedal y su papel en las inundaciones.
- El modelo es de tipo difusión y se puede extender a un modelo global para el estudio del río y de los humedales como un solo sistema, es muy eficiente computacionalmente y permite el análisis en tiempo real (que no es una característica bien implementada en modelos tipo Navier Stokes por la complejidad de las propias ecuaciones), que es esencial para los sistemas de alerta temprana.
- El modelo permite el estudio de filtraciones de aguas estancadas por efecto de las inundaciones, lo cual es un problema importante para la recuperación de las zonas afectadas.
- Su desarrollo en código abierto permite el aprovechamiento y mejoramiento por parte de otros grupos de investigación.

COSTOS DEL PROYECTO

Descripción	Unidad	Asignación salarial mensual	Periodo (mensual)	Costo Inicial\$
				2012
director del proyecto: ingeniero con conocimientos y experiencia en hidrodinámica, modelación matemática y física de sistemas complejos	Gb	3.800.000	6	22.800.000
subdirector: Ingeniero con conocimiento y experiencia en hidrodinámica y modelación matemática.	Gb	3.800.000	6	22.800.000
Biólogo - Ecológico estudios de matemática aplicada y física de sistemas complejos	Gb	3.000.000	3	9.000.000
ingeniero Geólogo	Gb	3.000.000	3	9.000.000



Matemático con conocimientos en sistemas dinámicos y topología computacional	Gb	3.500.000	6	21.000.000
Tecnólogo con conocimiento en manejo de suelos y en medición de variables ambientales	Gb	2.500.000	3	7.500.000
Físico con conocimiento en mecánica estadística y sistemas de difusión	Gb	3.500.000	3	10.500.000
Matemático con conocimientos en simulación	Gb	3.600.000	3	10.800.000
Programador con conocimientos en desarrollo de GUI, programación en Perl y computación numérica en Python	Gb	2.500.000	3	7.500.000
Técnico o tecnólogo en electrónica con conocimiento en sensores y sistemas embebidos.	Gb	2.400.000	3	7.200.000
Estadístico con conocimiento en R y descubrimiento de conocimiento en bases de datos	Gb	3.400.000	3	10.200.000
Asistente - Administrados para el manejo de documentación	Gb	1.500.000	6	9.000.000
subtotal 1.1				147.300.000
ADMINISTRACION				
oficina	mes	600.000	6	\$ 3.600.000,00
mensajería y comunicaciones	GB			\$ 1.680.000,00
papelería, fotografía y audiovisuales	GB			\$ 4.600.000,00
transporte	GB			\$ 7.200.000,00



alquiler de equipos electrónicos y de verificación de campo	GB	\$ 6.000.000,00
Subtotal 1.2		\$ 23.080.000,00
TOTAL (1.1) + (1.2)		\$ 170.380.000.00

TOTAL COSTO DEL PROYECTO = \$170.380.000

EJECUTORES:

Comité Interinstitucional, CVC, ONG, Gobernación del Valle.

EQUIPO EJECUTOR

- Ingeniero con conocimientos y experiencia en hidrodinámica, modelación matemática y física de sistemas complejos.
- Ingeniero con conocimiento y experiencia en hidrodinámica y modelación matemática.
- Matemático con conocimientos en sistemas dinámicos y topología computacional.
- Tecnólogo con conocimiento en manejo de suelos y en medición de variables ambientales.
- Físico con conocimiento en mecánica estadística y sistemas de difusión.
- Matemático con conocimientos en simulación.
- Programador con conocimientos en desarrollo de GUI, programación en Perl y computación numérica en Python.
- Técnico o tecnólogo en electrónica con conocimiento en sensores y sistemas embebidos.
- Estadístico con conocimiento en R y descubrimiento de conocimiento en bases de datos.
- Asistente - Administrados para el manejo de documentación.

INDICADORES:

Modelo matemático modular construido para el estudio de la dinámica del sistema Humedal – Río.



7. BIBLIOGRAFÍA

Barrenetxea, C. 2007. Problemas resueltos de contaminación ambiental: cuestiones y problemas. 216 p. ISBN 9788497321884

Barreto, G. & A. Herrera. 1998. Foraging patterns of capybara in seasonally flooded lands of Venezuela. J. Tr. Ecol. 14: 87-98.

Bolívar W., Echeverri J., Reyes M., Gómez N., Salazar M. I., Muñoz L. A., Velasco E., Castillo L. S., Quiceno M. P., García R., Pfaffner A. M., Giraldo A. y Ruiz S. L. 2004. Plan de acción en biodiversidad del Valle del Cauca: Propuesta técnica. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. Colombia. pp.166.

Bolívar, W & Renjifo, J. M. 2004. *Dendropsophus columbianus*. En: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.1. <www.iucnredlist.org>. Descargada el 8 de Noviembre de 2011.

CALDERON, Eduardo. Listas Rojas Preliminares de Plantas Vasculares de Colombia, incluyendo orquídeas. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. [on-line].
URL: http://www.humboldt.org.co/conservacion/plantas_amenazadas.htm.

Castillo L. S., González , M., Comp. 2007. Avances En La Implementación Del Plan De Acción En Biodiversidad Del Valle Del Cauca. Corporación Autónoma Regional Del Valle Del Cauca. Conservación de recursos biológicos. Cali. Colombia.

Castro-Herrera, F., & Vargas-Salinas, F. 2008. Anfibios y reptiles en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. Biota Colombiana, 9 (2): 251 – 277.

Castro-Herrera, F., Bolivar, W. & Herrera-M, M. I. 2007. Guía de anfibios y reptiles del Bosque de Yotoco, Valle del Cauca, Colombia. Grupo de investigación Laboratorio de herpetología, Universidad del Valle, Cali. Colombia. 70p.

Castro-Herrera, F., Kattan, G. & Murcia, C. 1983. Serpientes corales verdaderas y falsas del Valle del Cauca. Colombia. Coagro: 45: 15 – 43.

CRC - WWF 2006. Caracterización Ambiental preliminar de los humedales de la meseta de Popayan y puracé en el departamento del Cauca. Convenio No 1065-2212-04

CRC-WWF. 2004. Caracterización ambiental preliminar de los humedales de la meseta de Popayán y Puracé en el departamento del Cauca. Convenio 1065-22-1204.



Crump, M.L. y Scott N. Jr. (1994). Visual Encounter Surveys. In R. W. Heyer, Donnelly, M.A., McDiarmid, R.W., Hayek L.A. and Foster M.S. (Ed). Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press. Washington and London. Pag: 84-92

CVC-Asoyotoco. 2007. Plan de manejo ambiental integral Humedal Laguna de Sonso, Mpio de Guadalajara de Buga. Convenio No. 136 de 2005.

CVC-Fundación Natura (2003). PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE LAS MADREVIEJAS LA TROZADA, BOCAS DE TULUA, MADRIGAL, LA HERRADURA Y CEMENTERIO. Contrato de consultaría No 0139. Cali. Colombia.

CVC-IAvH. (2004). Prioridades de Conservación de Fauna (Aves y Mamíferos) de la Jurisdicción de la CVC. Cali. Colombia. 45 p.

CVC. (2006a). Coordinación, Seguimiento y Consolidación de Resultados del Trabajo de las Mesas el Plan de Acción en Biodiversidad: Agenda de investigaciones, Categorización y Priorización de Especies Amenazadas del Valle del Cauca. Informe Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC No. 314 de 2005.

Davis, T.J., Blasco, D. y Carbonell, M., 1996, Manual de la Convención de Ramsar : una guía a la Convención sobre los humedales de importancia internacional, Oficina de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza.

Daza-V, J.D. y Castro-H.F. (1999). Hábitos Alimenticios de la Rana Toro (*Rana catesbeiana*) Anura: Ranidae, en el Valle del Cauca, Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 23(suplemento especial): 265-274.

De Leo, G.A. y Levi, S. (1997). The Multifaceted Aspects of Ecosistema Integrity. Conservation Ecology (Online) 1(1):3. <http://www.consecol.org/vol1/iss1/art3>

Faivovich, J., Haddad, F. B., García, P., Frost, D. R., Campbell. J & Wheeler, W. C. 2005. Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylinae: Phylogenetic analysis and Taxonomic revision. Bulletin of the American Museum of Natural History, Central Park west at 79th St, New York, N.Y. 294: 240 pp.

Flórez, P. E. y Mondragón, C.E. (2002). Lagunas y Madreviejas del Departamento del Valle de Cauca, Colombia. CVC. Subdirección de Patrimonio Ambiental. Grupo de Hidrobiología. Cali. Colombia. 48 p.

Frost, D.R., Grant, T., Faivovich, J., Bain, R.H., Hass, A., Haddad, C.F.B., DeSa, R.O., Channing, A., Wilkinson, M., Donnellan, S.C., Raxworthy, C.J., Campbell, J.A., Blotto, B.L., Moler, P., Drewes, R.C., Nussbaum, R.A., Lynch, J.D., Green, D.M., Wheeler, W.C. (2006). The Amphibian Tree of Life. Bulletin of the American Museum of Natural History, 297: 1-370.



- Gálvis, G. et al. (1989). Estudio ecológico de una Laguna de desborde del río Metica. Fondo FEN Colombia – Universidad Nacional de Colombia. 164 p.
- Gardner A. L. 2007. Mammals of South America, Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. The University of Chicago Press. Chicago, United States. 669p.
- González, M. 2006. Coordinación, Seguimiento y consolidación de resultados del trabajo de las mesas del plan de acción en biodiversidad del Valle del Cauca: Agenda de investigación en biodiversidad y vertebrados amenazados del departamento. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC.
- Gutiérrez F. (2006). Estado de conocimiento de especies invasoras. Propuestas de lineamientos para el control de los impactos. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos. Alexander Von Humboldt, Bogotá, D. C Colombia. 156 p.
- Gutiérrez, E., Arreguín, F., Huerto, R. y Saldaña, P. (1994). Aquatic Weed Control. Int. J. Water Resources Development. 10: 291-312.
- Harley, K.L.S. (1990). The Role of Biocontrol Control in the Management of Water Hyacinth, *Eichhornia crassipes*. Biocontrol News and Information. 11(1): 11-22.
- Hernández-Cuadrado E. & Zapata, C. V. 2008. Historia de vida de *Typhlonectes natans* (Amphibia: Gymnophiona) en América del Sur: aplicaciones potenciales. 1: (1)
- IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.1. <www.iucnredlist.org>. Descargada el 2 de Noviembre de 2011.
- Jeppesen, E., Søndergaard, Ma., Søndergaard, Mo. y Christoffersen, K. 1998. The structuring role of submerged macrophytes in lakes (eds.). Springer-Verlag, New York, USA.
- Khanina, L. (1998). Determining Keystone Species. Conservation Ecology (Online) 2(2):R2. <http://www.consecol.org/journal/col2/iss2/resp2>.
- Letts, R. & Loaiza, M. R. 2010. Monitoreo biológico de ecosistemas acuáticos: Complementos para el desarrollo de una minería limpia en Peru. Universidad Peruana Calletano Heredia. Laboratorio de ecotoxicología.
- Maldonado-Ocampo, J.A., Ortega-Lara, A., Usma J.S., Galvis V., G., Villa-Navarro, F.A., Vasquez G., L., Prada-Pedrerros, S. & Ardila R., C. (2005). Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, D.C. –Colombia. 346 p.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE - UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT. Taxones Examinados para el Libro Rojo



de la Flora Colombiana. [on-line].
URL: http://www.humboldt.org.co/conservacion/amenazadas/taxa_amenaza.html

Mitsch, W.J. y Gosselink. J.G. 1993. Wetlands. 2nd ed. Van Nostrand Reinhold, New York, USA.

Mojica, J.I., y Alvarez-León, R. (2002). Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. Serie de libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá D.C., Colombia.

OMS, 2003: Total dissolved solids in drinking-water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud (WHO/SDE/WSH/03.04/16)

Ortega-Lara, A., Usma, J. S., Bonilla, P. A, Santos, N. L. (2006). Peces de la cuenca Alta del Río Cauca, Colombia. Biota Colombiana, 7 (1): 39 – 54.

Patiño, A. (1991). Ecología y Compromiso Social, Itinerario de una lucha. Activistas Ecológicos. Fondo Editorial CEREC. Santafé de Bogotá. Colombia.

Quintana, R., S. Monge & A. Malvárez. 1994. Feeding habits of capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) in afforestation areas of the Lower Delta of the Parana River, Argentina. *Mammalia* 58: 569-580.

Renjifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. H. Kattan y B. López-Lanús (eds.). 2002. Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
URL: http://www.humboldt.org.co/conservacion/aves_amenazadas.htm

Renjifo, L. M., Franco-Maya, A. M., Amaya-Espinel, J. D., Kattan, G. H. & López-Lanús (eds.) 2002. Libro rojo de las aves de Colombia. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia

Ricklefs, R. 2001. Invitación a la ecología: la economía de la naturaleza, 4ed. Editorial Médica Panamericana, Colombia. 692 p. ISBN 8479034289

Rodriguez-M, J. V. 1998. Listas preliminares de mamíferos colombianos con algún riesgo a la extinción. Informe final presentado al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. [on-line]. URL: http://www.humboldt.org.co/conservacion/Listas_Preliminares.htm.

Rodriguez-M, J. V., Alberico, M., Trujillo, F. & Jorgenson, J. 2006. Libro Rojo de los mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de especies Amenazadas de Colombia.



Conservación Internacional Colombia & Ministerio de Medio ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá. Colombia. 433p.

Roldán, G., Ramírez, J. 2008. Fundamentos de limnología neotropical, 2ed. Universidad de Antioquia. 440 p. ISBN 9789587141443

Rueda-Almonacid, J.V., Lynch, J.D. y Amézquita, A. (Eds.) (2004). Libro rojo de los Anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. ICN Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional Colombia, Bogota-Colombia. 384 p.

Salaman, P., Donegan, T. & Caro, D. 2009. Listado de Aves de Colombia 2009. Conservación Colombiana, 8: 1-89.

Savage, H. M., Rejmankova, E., Arredondojimenez, J. I., Roberts, D. R. y Rodriguez, M. H. 1990. Limnological and botanical characterization of larval habitats for 2 primary malarial vectors, *Anopheles albimanus* and *Anopheles pseudopunctipennis*, in coastal areas of Chiapas state, Mexico. *Journal of the American Mosquito Control Association* 6 (4): 612-620

Weller, M. W. 1999. Wetlands birds: habitat resources and conservation implications. Cambridge University Press, Cambridge.

Wetzel, R.G. 1990. Land-water interfaces: Metabolic and limnological regulators. *Verhandlungen Internationale Vereinigung Limnologie* 24: 6-24.

Wilson, D. E. y D. A. Reeder (Eds). 2005. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA. 2 Vols. 2142 pp.