



**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA  
DIRECCIÓN TÉCNICA AMBIENTAL**

**CONVENIO 136 DE de 2005**

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL INTEGRAL  
HUMEDAL LAGUNA DE SONSO  
MUNICIPIO DE GUADALAJARA DE BUGA**

**Asociación de Usuarios para la Protección y Mejoramiento de las Cuencas  
Hidrográficas de los Ríos Yotoco y Mediacanoa  
ASOYOTOCO**

Santiago de Cali, Febrero de 2007

El presente documento fue elaborado en desarrollo del Proyecto del Plan de Manejo Ambiental Integral Humedal Laguna de Sonso dentro de la Orden de Convenio No. 136 d 2005 suscrito entre la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca y Asociación de Usuarios para la Protección y Mejoramiento de las Cuencas Hidrográficas de los Ríos Yotoco y Mediacanoa - ASOYOTOCO.

Este informe fue realizado por el siguiente personal:

MSc Robert Peck	Director del Proyecto
Ing. Efrén Salcedo	Coordinador del Proyecto
MSc María Fernanda Hernández	Componente Abiótico
pHD Humberto Álvarez	Avifauna
Lic. Hugo Aristizabal	Aspectos Legales
MSc Fernando Vargas	Herpetología
pHD Vladimir Rojas (c)	Mastozoología
MSc Carlos Arturo Saavedra	Mastozoología
Admón. Amb. Gian Carlo Sánchez	Ictiología
Admón. Amb. Jhon Antonio Castillo	Socioeconómico
Admón. Amb. Luz Adriana Serna	Socioeconómico
Biol. Roberto Pardo	Capacidad de Carga
Esp. Edgard Reyes	Cartografía
Juan Carlos Mosquera	Audiovisuales

Colaboradores en el Plan de Manejo:

Biol. Niny Johana Muñoz	Objetivos de Conservación
Biol. Juan Carlos Silva	Buchón de Agua

Se contó con la colaboración de los Pescadores Artesanales de Puerto Bertín y El Porvenir, Aguadesonso, Líderes Comunitarios de Puerto Bertín, El Porvenir, El Vínculo, Zanjón Hondo y Quebrada Seca, Comité Interinstitucional Laguna de Sonso, Gobernación del Valle, Secretaría de Salud Departamental y la Dirección Técnica Ambiental y de Gestión Ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC, y la DAR Centro Sur, quienes participaron desde la fase inicial mediante el suministro de la información disponible del proyecto hasta la revisión del documento final

El Comité Técnico de la Laguna estuvo integrado así:

Biol Eduardo Velazco Abad	Director DAR Centro Sur
Biol. Pablo Emilio Flórez Brand	Interventor CVC

Especial agradecimientos a los Ingenios Pichichí y Providencia por el aporte en el estudio de suelos detallado de la zona plan de la cuenca de captación de la Laguna de Sonso. Agradecemos al Ingenio Pichichí por su contribución al desarrollo de topografía y la batimetría, la cual había sido muy difícil su realización por otras fuentes; además del uso de licencias de Software para la realización de planos temáticos:

Dr. Silvio Freddy Quintero	Gerente General Ingenio Pichichí
Ing. Oscar Mendoza	Jefe de Campo
Ing. Juan Carlos Martínez	Jefe de Zona
Top. Bernardo Torres	Jefe de Topografía



## TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1	OBJETIVOS	3
1.1.1	<i>Objetivo General</i>	3
1.1.2	<i>Objetivos Específicos</i>	3
1.2	ANTECEDENTES	3
<b>2</b>	<b>PREÁMBULO</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>12</b>
3.1	COMPONENTE ABIÓTICO	12
3.1.1	<i>Cartografía</i>	12
3.1.2	<i>Caracterización Climática</i>	12
3.1.3	<i>Caracterización del Suelo</i>	12
3.1.4	<i>Caracterización Hidrológica e Hidráulica</i>	13
3.1.4.1	<i>Levantamientos en Campo</i>	13
3.1.4.2	<i>Balance Hídrico</i>	16
3.1.5	<i>Calidad del Agua</i>	19
3.1.6	<i>Estado Trófico</i>	19
3.1.6.1	<i>Variación Histórica y Actual</i>	19
3.1.6.2	<i>Entradas de Nutrientes a la Laguna de Sonso</i>	22
3.2	COMPONENTE BIÓTICO	22
3.2.1	<i>Hidrobiología</i>	22
3.2.1.1	<i>Fitoplancton y Zooplancton</i>	22
3.2.1.2	<i>Macroinvertebrados Acuáticos</i>	23
3.2.2	<i>Fauna Íctica</i>	24
3.2.3	<i>Herpetología</i>	26
3.2.4	<i>Mastozoología</i>	27
3.3	SOCIOECONÓMICA	29
3.4	CAPACIDAD DE CARGA	31
3.4.1	<i>Límites Aceptables de Cambio (LAC)</i>	33
3.4.2	<i>Determinación de la Capacidad de Atención y Manejo de Visitantes</i>	34
<b>4</b>	<b>CARACTERIZACIÓN GENERAL</b>	<b>35</b>
4.1	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO	35
4.2	COMPONENTE ABIÓTICO	37
4.2.1	<i>Climatología</i>	37



Plan de Manejo Ambiental Integral del Humedal Reserva Natural Laguna de Sonso

4.2.2	Suelos .....	38
4.2.2.1	Geología y Geomorfología .....	38
4.2.2.2	Tipos de Suelos.....	40
4.2.2.3	Taxonomía .....	42
4.2.2.4	Uso del Suelo.....	43
4.2.3	Hidrología e Hidráulica .....	46
4.2.3.1	Descripción del Sistema.....	46
4.2.3.2	Sedimentos.....	59
4.2.3.3	Balace Hídrico Año 2002.....	62
4.2.3.4	Balances Hídricos en la Laguna de Sonso.....	83
4.2.3.5	Modelaciones Anteriores.....	83
4.2.4	Calidad del Agua.....	85
4.2.4.1	Río Cauca.....	85
4.2.4.2	Tributarios.....	86
4.2.4.3	Laguna de Sonso.....	88
4.2.4.4	Inventario de Vertimientos.....	92
4.2.4.5	Metales Pesados .....	96
4.2.5	Eutroficación.....	99
4.3	COMPONENTE BIÓTICO.....	106
4.3.1	Hidrobiología.....	106
4.3.1.1	Fitoplancton.....	106
4.3.1.2	Zooplancton .....	109
4.3.1.3	Macroinvertebrados Acuáticos .....	110
4.3.2	Flora .....	116
4.3.2.1	Área de Reserva.....	116
4.3.2.2	Cuenca de Captación.....	120
4.3.2.3	Complejo de Humedales.....	121
4.3.3	Buchón de Agua: Un Paradigma.....	121
4.3.4	Fauna.....	125
4.3.4.1	Fauna Íctica.....	125
4.3.4.2	Anfibios y Reptiles .....	136
4.3.4.3	Aves.....	141
4.3.4.4	Mamíferos .....	144
4.4	FUNCIONAMIENTO DEL HUMEDAL.....	148
4.4.1	Modelo Hidrológico .....	148
4.4.2	Modelo Calidad del Agua .....	150
4.5	COMPONENTE SOCIOECONÓMICO .....	160
4.5.1	Identificación y Análisis de Actores.....	160



---

***Plan de Manejo Ambiental Integral del Humedal Reserva Natural Laguna de Sonso***

4.5.2	<i>Características Sociales de los Asentamientos Humanos</i> .....	160
4.5.2.1	<i>Demografía</i> .....	163
4.5.2.2	<i>Organizaciones Comunitarias</i> .....	164
4.5.2.3	<i>Servicios de apoyo a la Población</i> .....	164
4.5.2.4	<i>Ocupación e ingreso</i> .....	171
4.5.2.5	<i>Zonas de Riesgos</i> .....	173
4.5.3	<i>Propietarios Colindantes y Tenencia de la Tierra</i> .....	173
4.5.4	<i>Otras Actividades Productivas en el Área de Influencia del Humedal</i> .....	175
4.5.5	<i>Actividades Productivas fuera del Área de Influencia del Humedal</i> .....	176
4.5.6	<i>Otros Actores Sociales</i> .....	179
4.5.6.1	<i>Pescadores Artesanales</i> .....	179
4.5.6.2	<i>Pescadores Deportivos</i> .....	180
4.5.6.3	<i>CVC</i> .....	180
4.5.6.4	<i>Gobernación del Valle del Cauca</i> .....	183
4.5.6.5	<i>Asociaciones de Agua</i> .....	183
4.5.6.6	<i>ONG's</i> .....	183
4.5.7	<i>Características Culturales, Históricas y Arqueológicas</i> .....	184
4.6	<b>CAPACIDAD DE CARGA</b> .....	187
4.7	<b>SITUACIONES JURÍDICAS SOBRE LA ZONA DE RESERVA NATURAL LAGUNA DE SONSO</b> .....	188
4.7.1	<i>Antecedentes y Reservas y Parques</i> .....	188
4.7.2	<i>Las Reservas en el Código de Recursos</i> .....	188
<b>5</b>	<b>EVALUACIÓN</b> .....	<b>191</b>
5.1	<b>EVALUACIÓN ECOLÓGICA</b> .....	191
5.1.1	<i>Tamaño y Posición del Humedal</i> .....	191
5.1.2	<i>Diversidad Biológica</i> .....	192
5.1.3	<i>Naturalidad</i> .....	196
5.1.4	<i>Rareza</i> .....	197
5.1.5	<i>Fragilidad</i> .....	198
5.1.6	<i>Representatividad</i> .....	203
5.1.7	<i>Restauración</i> .....	203
5.2	<b>EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA</b> .....	205
5.2.1	<i>Valores Estéticos, Culturales e Históricos</i> .....	205
5.2.2	<i>Educación e Investigación</i> .....	205
5.2.3	<i>Ecoturismo</i> .....	207
5.2.4	<i>Bienes y Servicios del Humedal</i> .....	207



**Plan de Manejo Ambiental Integral del Humedal Reserva Natural Laguna de Sonso**

5.2.5	<i>Vestigios Paleontólogos y Arqueología</i> .....	207
5.2.6	<i>Sistemas Productivos</i> .....	208
5.2.6.1	<i>Caña de Azúcar</i> .....	208
5.2.6.2	<i>Producción Pecuaria</i> .....	208
5.3	<b>PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y CONFRONTACIÓN DE INTERESES</b> .....	209
5.3.1	<i>Problemática Ambiental</i> .....	209
5.3.1.1	<i>Factores Naturales Internos</i> .....	209
5.3.1.2	<i>Factores Naturales Externos</i> .....	210
5.3.1.3	<i>Factores Antrópicos Internos</i> .....	211
5.3.1.4	<i>Factores Antrópicos Externos</i> .....	215
5.3.1.5	<i>Resumen de los Factores de Afectación</i> .....	218
5.3.2	<i>Confrontaciones y Conflictos</i> .....	218
<b>6</b>	<b>ZONIFICACION</b> .....	<b>221</b>
6.1	<b>ÁREAS DE CONSERVACIÓN</b> .....	221
6.1.1	<i>Zona de Humedal - ZH</i> .....	221
6.1.2	<i>Zona Forestal Protectora – ZFP</i> .....	222
6.1.3	<i>Zona de Madre Vieja Colmatada – ZMC</i> .....	222
6.1.4	<i>Zona Intangible de Nidificación Y Hábitat De Aves – ZIA</i> .....	222
6.2	<b>ÁREAS DE RESTAURACIÓN</b> .....	223
6.2.1	<i>Zona de Regeneración de Natural – ZRN</i> .....	223
6.2.2	<i>Zona de Restauración Hídrica – ZRH</i> .....	223
6.3	<b>ÁREAS DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE</b> .....	223
6.3.1	<i>Zona de Pesca Deportiva – ZPD</i> .....	223
6.3.2	<i>Zona Agrosilvopastoril – ZAS</i> .....	224
6.3.3	<i>Zona Agropecuaria Intensiva - ZAI</i> .....	224
6.3.4	<i>Zona Agrícola de Pan Coger- ZAP</i> .....	224
6.3.5	<i>Zona Agrícola de Caña - ZAC</i> .....	225
6.3.6	<i>Zona Atención Público Ecoturístico - ZAPE</i> .....	225
<b>7</b>	<b>PLAN DE ACCIÓN</b> .....	<b>226</b>
7.1	<b>OBJETIVOS OPERACIONALES</b> .....	226
7.1.1	<i>Objetivos Generales</i> .....	226
7.1.2	<i>Objetivos Específicos</i> .....	227
7.2	<b>OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN</b> .....	227
7.3	<b>PROGRAMAS DE ACCIÓN</b> .....	229
7.3.1	<i>Programa I. Ordenamiento, Manejo y Uso Sostenible de los Recursos Hídricos</i> .....	230
7.3.1.1	<i>Restablecimiento de la Dinámica Hídrica a Través de la Recuperación de los Caños</i> .....	230



**Plan de Manejo Ambiental Integral del Humedal Reserva Natural Laguna de Sonso**

7.3.1.2	<i>Evaluación de la Dinámica de las Aguas Subterráneas en relación con el ecosistema Laguna de Sonso</i> .....	231
7.3.2	<i>Programa II. Conservación y Recuperación de Biodiversidad</i> .....	232
7.3.2.1	<i>Implementación de una Estación Biológica</i> .....	232
7.3.2.2	<i>Restauración de Flora del Bosque Seco Tropical Inundable</i> .....	233
7.3.2.3	<i>Efectos de la Vía Buga-Buenaventura en los Vertebrados Terrestres de la Reserva Natural Laguna de Sonso</i> .....	233
7.3.2.4	<i>Estatus de Conservación y Tendencias Poblacionales del Buitre de Ciénaga (Anhima cornuta) en la Reserva Natural Laguna de Sonso</i> .....	234
7.3.2.5	<i>Micromamíferos de Interés para la Conservación en La Laguna de Sonso</i> .....	235
7.3.2.6	<i>Reintroducción de Guatín (Dasyprocta punctata) en la Laguna de Sonso</i> .....	236
7.3.2.7	<i>Refugios para Murciélagos</i> .....	237
7.3.2.8	<i>Zoocria de Chigüiro (Hydrochaeris hydrochaeris)</i> .....	238
7.3.3	<i>Programa III. Investigación</i> .....	239
7.3.3.1	<i>Evaluación de los Corredores Biológicos</i> .....	239
7.3.3.2	<i>Historia Natural y Evaluación del Impacto de los Renacuajos y Juveniles de la Rana Toro (Lithobates catesbeiana) en la Reserva Natural Laguna de Sonso</i> .....	240
7.3.3.3	<i>Filogeografía de Chigüiros (Hydrochaeris hydrochaeris)</i> .....	240
7.3.3.4	<i>Presencia de Predadores en la Laguna de Sonso</i> .....	241
7.3.3.5	<i>Valoración de Especies de Micos Introducidos en la Laguna de Sonso</i> .....	242
7.3.3.6	<i>Estructura y Composición de Comunidades de Murciélagos en el Humedal Reserva Laguna de Sonso</i> .....	243
7.3.3.7	<i>Evaluación del Estado de Salud de Poblaciones de Mamíferos Medianos en el Humedal Reserva Laguna de Sonso</i> .....	244
7.3.3.8	<i>Densidad de Roedores Plaga en el Humedal Reserva Laguna de Sonso</i> .....	245
7.3.3.9	<i>Murciélagos Frugívoros como Modeladores del Paisaje en el Humedal Reserva Laguna de Sonso</i> .....	245
7.3.3.10	<i>El Papel de los Murciélagos Insectívoros como Controladores de Insectos Potenciales Plagas y Vectores de Enfermedades en la Laguna de Sonso</i> .....	246
7.3.3.11	<i>Evaluación del Estado Poblacional de la Boquiancha (Genycharax tarpon) en la Laguna de Sonso</i> .....	247
7.3.3.12	<i>Seguimiento de la Dinámica de Poblaciones de Bocachico (Prochilodus magdalenae) en la Laguna de Sonso</i> .....	249
7.3.3.13	<i>Impacto de las Especies Introducidas y Trasplantadas, sobre las Especies Ícticas Nativas en la Laguna de Sonso</i> .....	250
7.3.4	<i>Programa IV. Saneamiento Básico</i> .....	251
7.3.4.1	<i>Manejo de Residuos Sólidos</i> .....	251
7.3.4.2	<i>Manejo de Aguas Residuales en los corregimientos El Vínculo, Quebrada seca y Zanjón Hondo</i> .....	252
7.3.5	<i>Programa V. Producción Sostenible</i> .....	252
7.3.5.1	<i>Producción Limpia del Cultivo de Caña</i> .....	252
7.3.5.2	<i>Evaluación de Zoocriaderos de Iguana (Iguana iguana) en el Área de influencia de la Laguna de Sonso</i> .....	253
7.3.6	<i>Programa VI. Fortalecimiento Organizaciones Base</i> .....	254





---

**Plan de Manejo Ambiental Integral del Humedal Reserva Natural Laguna de Sonso**

7.3.6.1	Proceso de Fortalecimiento Organizativo y Capacitación a las Organizaciones ubicadas en la Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso.....	254
7.3.7	Programa VII. Educación Ambiental.....	255
7.3.7.1	Guía de Campo para las Mariposas Diurnas de la Laguna de Sonso.....	255
7.3.7.2	Guía de Campo de las Aves de la Reserva Natural Laguna de Sonso.....	256
7.3.7.3	Aves de la Reserva Natural Laguna de Sonso, un Libro para Colorear.....	257
7.3.7.4	Programa de Educación Ambiental para la Conservación de Anfibios, Reptiles y Mamíferos en la Laguna de Sonso.....	258
7.3.7.5	Creación del Centro de Interpretación de Ecosistemas Acuáticos del Complejo Alto Cauca.....	258
7.3.7.6	Plegables Informativos sobre los Valores, Servicios y Atributos de la Laguna de Sonso.....	259
7.3.7.7	Estrategia de Comunicación y Divulgación de la Reserva Natural Laguna de Sonso.....	260
7.3.7.8	Programa de Educación e Interpretación Ambiental para la Reserva Natural Laguna de Sonso.....	261
7.3.7.9	Mejoramiento de la Infraestructura del Centro de Educación Ambiental Buitre de Ciénaga.....	262
7.3.8	Programa VIII. Seguimiento y Control.....	263
7.3.8.1	Monitoreo de la Avifauna del Área de Amortiguación de la Reserva Natural Laguna de Sonso.....	263
7.3.8.2	Monitoreo de la Avifauna Acuática en la Reserva Natural Laguna de Sonso.....	264
7.3.8.3	Monitoreo de Aves Acuáticas Coloniales en la Reserva Natural Laguna de Sonso.....	266
7.4	RESUMEN DEL PLAN DE ACCION.....	267
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>270</b>
8.1	CONCLUSIONES.....	270
8.1.1	Hidrología e Hidráulica.....	270
8.1.2	Calidad del Agua.....	270
8.1.3	Biodiversidad.....	271
8.1.4	Capacidad de Carga.....	273
8.1.5	Socioeconómico.....	273
8.2	RECOMENDACIONES.....	274
8.2.1	Hidrología e Hidráulica.....	274
8.2.2	Calidad del Agua.....	275
8.2.3	Biodiversidad.....	275
8.2.4	Socioeconómico.....	276
<b>9</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>278</b>



## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Factores de Afectación de la Laguna de Sonso .....	2
Tabla 2. Criterios de Valoración de los Humedales Colombianos (Naranjo et al., 1999) .....	9
Tabla 3. Valores de Rugosidad en Caño Nuevo (Martínez y Posso 2004) .....	18
Tabla 4. Ecuaciones de Volumen de acuerdo con los Niveles en la Laguna de Sonso (Martínez y Posso 2004) .....	19
Tabla 5. Calidad del Agua para diferentes Usos del Recurso Hídrico (Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Agricultura) .....	21
Tabla 6. Puntajes de la Familias de Macroinvertebrados Acuáticos para el Índice BMWP/Col (Roldán, 2003) .....	25
Tabla 7. Clases de Calidad del Agua asociados al Método BMWP/Col (Roldán, 2003) .....	25
Tabla 8. Variables Socioeconómicas .....	29
Tabla 9. Criterios para Análisis Socioeconómico .....	30
Tabla 10. Calificación de las Variables .....	34
Tabla 11. Tipos de Suelos en la Zona de Reserva Natural de la Laguna de sonso (Hernández, 2005) .....	40
Tabla 12. Taxonomía de los Suelos en el Área de Captación de la Laguna de Sonso (García, 2005) .....	43
Tabla 13. Áreas por Tipo de Suelo en la Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso manejados por el Ingenio Pichichí .....	44
Tabla 14. Pozos en el Zona de Influencia del Río Guadalajara (CVC, 1999) .....	53
Tabla 15. Volúmenes y Área de la Capacidad de Almacenamiento de Agua .....	56
Tabla 16. Agua Subterránea en la Laguna de Sonso (CVC, 2002) .....	59
Tabla 17. Volúmenes y Área de Almacenamiento de Lodos .....	59
Tabla 18. Altura de Sedimentación en las Secciones de Control Implementadas por la CVC .....	62
Tabla 19. Balances Hídricos Efectuados .....	83
Tabla 20. Resumen o Resultados de la Propuesta Recomendada (Ramírez, 1995) .....	84
Tabla 21. Caracterización de las Aguas Residuales Domésticas de los Alcantarillados de El Vínculo, Zanjón Hondo, Guacas y Sonso (CVC, 2006) .....	93
Tabla 22. Carga de Contaminantes de los Alcantarillados de Zanjón Hondo, Sonso, El Vínculo y Guacas (CVC, 2006b) .....	93
Tabla 23. Principales Fuentes de Aporte de Carga Contaminante .....	94
Tabla 24. Criterios de Metales Pesados Admisible en Diferentes Usos del Agua (Ministerio de Agricultura, 1984) .....	96
Tabla 25. Límites Permisibles de Metales Pesados en Agua y Sedimentos .....	97
Tabla 26. Metales Pesados en la Laguna de Sonso (CVC – Universidad del Valle, 1998) .....	97
Tabla 27. Análisis de Metales Pesados en Sedimentos de Humedales .....	98
Tabla 28. Metales Pesados en Diferentes Especies (Gischler, 2005) <sup>181</sup> .....	98
Tabla 29. Límites Permisibles de Metales Pesados en Pescados .....	99
Tabla 30. Porcentaje de Probabilidad del Estado Trófico de la Laguna de Sonso .....	105
Tabla 31. Distribución de Fitoplancton en la Laguna de Sonso .....	107
Tabla 32. Zooplancton de la Zona Centro de la Laguna de Sonso .....	111
Tabla 33. Macroinvertebrados en la Laguna de Sonso .....	112
Tabla 34. Índices Ecológicos en la Laguna de Sonso (2006) .....	115
Tabla 35. Productividad del Buchón de Agua ( <i>E. crassipes</i> ) .....	122



*Plan de Manejo Ambiental Integral del Humedal Reserva Natural Laguna de Sonso*

Tabla 36. Tasas de Remoción de Nutrientes y Metales Pesados del Buchón de Agua ( <i>E. crassipes</i> ) ..	124
Tabla 37. Listado de Especies de Peces Registrados en la Reserva Natural Laguna de Sonso.....	128
Tabla 38. Herpetofauna registrada en la Reserva Natural Laguna de Sonso (La Isabela, Río Sonso) y Cuenca de Captación (El Vínculo) .....	137
Tabla 39. Características de Especies de Anfibios y Reptiles encontrados en la Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso .....	141
Tabla 40 Lista de Especies de Mamíferos reportadas para el Humedal Reserva Laguna de Sonso...	145
Tabla 41 Características de Especies de Mamíferos encontrados en la Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso .....	146
Tabla 42 Matriz de Clasificación de Actores .....	161
Tabla 43. Habitantes en el Área de influencia de la Laguna de Sonso .....	163
Tabla 44. Centros Docentes en el Área de Estudio .....	165
Tabla 45. Centros de Salud en el Área de Estudio .....	166
Tabla 46. Servicios Públicos .....	167
Tabla 47 Propietarios Colindantes Humedal Laguna de Sonso .....	174
Tabla 48 Actividad productiva en el área de influencia del Humedal Laguna de Sonso .....	176
Tabla 49. Características de Especies de Fauna y Flora en la Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso.....	194
Tabla 50. Especies Catalogadas con algún Estatus de Rareza en la Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso según CVC (2006a).....	199
Tabla 51. Especies de Fauna y Flora Catalogadas con Amenaza de Crítica y Vulnerable Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso según IUCN .....	202
Tabla 52 Clasificación de Humedales Naturales (modificado de Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006) .....	204
Tabla 53. Síntesis de Factores de Perturbación en la Laguna de Sonso .....	219
Tabla 54. Objetivos Generales y Específicos de Conservación y sus Posibles Figuras de Protección (SIDAP et al., 2004).....	228
Tabla 55. Resumen del Plan de Acción.....	267



## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Plano en Planta de los Puntos tomados para Batimetría y Topografía de la Laguna de Sonso .....	15
Figura 2. Localización de Secciones Transversales .....	17
Figura 3. Ubicación de los Puntos de Muestreo sobre la Laguna de Sonso .....	20
Figura 4. Distribución de Probabilidad de Nivel Trófico en Lagos Cálidos Tropicales .....	20
Figura 5. Estaciones de Muestreo Hidrobiológico en la Laguna de Sonso .....	23
Figura 6. Ubicación de la Reserva Natural del Humedal Laguna de Sonso .....	35
Figura 7. Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso (Romero, 2006) .....	36
Figura 8. Rosa de Vientos Estación: Yotoco (Cenicaña) Período: 1997 - 2006 .....	37
Figura 9. Variabilidad y Velocidad del Viento Estación Yotoco (Cenicaña) Período: 1997 - 2006 .....	37
Figura 10. Temperatura Mínima, Media y Máxima Mensual Multianual Estación: Yotoco (Cenicaña) Período: 1997 - 2006.....	37
Figura 11. Humedal Relativa Estación: Yotoco (Cenicaña) Período: 1997 - 2006 .....	38
Figura 12. Radiación Solar, Precipitación y Evaporación Total Estación: Yotoco (Cenicaña) Período: 1997 - 2006.....	38
Figura 13. Geología del Valle del Cauca (CVC – Universidad del Valle, 2004) .....	39
Figura 14. Columna Estratigráfica de la Estación Mediacanoa – Río Cauca (CVC – Universidad del Valle, 2004) .....	39
Figura 15. Mapa de Tipos de Suelos en la Laguna de Sonso (Hernández, 2005) .....	41
Figura 16. Predios del Ingenio Pichichí en la Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso (Ingenio Pichichí, 2005) .....	43
Figura 17. Fotografía Aérea del Costado Sur de la Laguna de Sonso (1944) .....	47
Figura 18. Trazado de Caño Nuevo (Patiño, 1973) .....	47
Figura 19. Fotografía Aérea del Costado Norte de la Laguna de Sonso (1944a).....	47
Figura 20. Fotografía Aérea de la Laguna de Sonso en el Año de 1976 .....	48
Figura 21. Derivaciones de Agua del Río Guadalajara (CVC, 1999) .....	49
Figura 22. Reglamentación de Agua del Río Sonso (CVC, 2003) .....	50
Figura 23. Esquematación Hidrológica de la Laguna de Sonso los Ríos Guadalajara y Sonso .....	51
Figura 24. Histograma de Caudales y Precipitación Media Mensual Multianual Estación: Mediacanoa – Río Cauca Período: 1965 - 2006.....	52
Figura 25. Variación de Caudales Máximos, Medio y Mínimos Anuales Estación: Mediacanoa – Río Cauca Período: 1965 - 2005 .....	54
Figura 26. Variación de Niveles Máximos, Medio y Mínimos Anuales Estación: Mediacanoa – Río Cauca Período: 1965 – 2005.....	54
Figura 27. Niveles de Agua Máximos, Medios y Mínimos Anuales Estación: Caño Carlina – Caño Nuevo Período: 1984 - 2005.....	54
Figura 28. Niveles Medios y Precipitación Total Promedio Mensual Multianual.....	55
Figura 29. Curvas Nivel – Área – Volumen de la Laguna de Sonso (Hernández, 2005) .....	55
Figura 30. Curvas Nivel – Área – Volumen de la Laguna de Sonso (2006) .....	56
Figura 31. Variación de Niveles por Año en la Laguna de Sonso (Período: 1988 – 2004) .....	57
Figura 32. Niveles Medios Anuales en Río Cauca, Caño Nuevo y Laguna de Sonso.....	58
Figura 33. Curvas de Duración de Niveles Diarios (Hernández, 2005) Período: 1985 – 2003.....	58



Figura 34. Variación de Niveles en la Laguna de Sonso y el Río Cauca -Estación Mediacanoa (Período: 1988 – 2004).....	32
Figura 35 Sedimentación en 1987.....	33
Figura 36 Sección Transversal 1.....	63
Figura 37 Sección Transversal 2.....	63
Figura 38 Sección Transversal 3.....	65
Figura 39 Sección Transversal 4.....	66
Figura 40 Sección Transversal 5.....	67
Figura 41 Sección Transversal 6.....	68
Figura 42 Sección Transversal 7.....	69
Figura 43 Secciones TRanversales 1 (1987, 1995, 2006).....	70
Figura 44 Secciones TRanversales 2 (1987, 1995, 2006).....	71
Figura 45 Secciones TRanversales 3 (1987, 1995, 2006).....	72
Figura 46 Secciones TRanversales 4 (1987, 1995, 2006).....	73
Figura 47 Secciones TRanversales 5 (1987, 1995, 2006).....	74
Figura 48 Secciones TRanversales 6 (1987, 1995, 2006).....	75
Figura 49. Precipitación y Evapotranspiración en la Laguna de Sonso (Año: 2002).....	76
Figura 50. Caudales Estimados por Precipitación y Evapotranspiración en la Laguna de Sonso (Año: 2002).....	76
Figura 51. Evapotranspiración y Déficit de Agua para diferentes Porcentajes de Buchón de Agua en la Laguna de Sonso (Año: 2002).....	76
Figura 52. Régimen Mensual de Caudales en Caño Nuevo (Año: 2002).....	77
Figura 53. Régimen Diario de Niveles de Agua en Río Cauca (Mediacanoa), Caño Nuevo y Laguna de Sonso (Año 2002).....	78
Figura 54. Nivel de Agua y Precipitación Media Mensual en la Laguna de Sonso (Año: 2002).....	79
Figura 55. Incidencia del Río Cauca en los Niveles de la Laguna de Sonso (Año: 2002).....	80
Figura 56. Incidencia de la Precipitación, Evapotranspiración y Condición de Flujo en el Caño en el Volumen de Almacenamiento de la Laguna de Sonso (2002).....	81
Figura 57. Aporte en Términos de Caudal de Aguas Subterráneas y Tributarios a la Laguna de Sonso (2002).....	82
Figura 58. Aporte de Agua Subterránea a la Laguna de Sonso (Azcuntar, 2005).....	83
Figura 59 Esquema de Tributarios al Río Cauca entre las Estaciones de Calidad del Agua Paso de La Torre y Mediacanoa (ASOYOTOCO et al., 2006).....	87
Figura 60. Variabilidad de Fosfatos y Fósforo Total en los Tributarios a la Laguna de Sonso (1985 – 2006).....	100
Figura 61. Variabilidad de Fosfatos y Fósforo Total en la Laguna de Sonso (1985 – 2006).....	101
Figura 62. Concentración de NH <sub>3</sub> , NT, NO <sub>2</sub> y NO <sub>3</sub> en los Tributarios de la Laguna de Sonso (1985 – 2002).....	101
Figura 63. Concentración de NH <sub>3</sub> y NT en la Laguna de Sonso (1985 – 2006).....	102
Figura 64. Concentración de NO <sub>2</sub> y NO <sub>3</sub> en la Laguna de Sonso (1985 – 2006).....	103
Figura 65 Carga de Fósforo y Nitrógeno Total de Tributarios a la Laguna de Sonso.....	103
Figura 66. Carga de Fósforo y Nitrógeno Total de Tributarios a la Laguna de Sonso.....	104
Figura 67. Variación de la Relación N:P en la Laguna de Sonso.....	104
Figura 68. Índice de Estado Trófico de Carlson para Fósforo Total (1989 – 2006).....	105
Figura 69. Distribución de Fitoplacton por Grupo en la Laguna de Sonso.....	108
Figura 70. Calidad del Agua del Humedal Laguna de Sonso según el Índice BMWP/Col (1998 y 2002).....	113



Figura 71. Calidad del Agua en las Estaciones del Humedal Laguna de Sonso según el Índice BMWP/Col.....	115
Figura 72. Abundancia de Especies Ícticas en la Reserva Natural Laguna de Sonso .....	130
Figura 73. Ciclo de Vida del Bocachico ( <i>Prochilodus magdalenae</i> ).....	135
Figura 74. Modelo Hidrológico del Humedal Laguna de Sonso.....	149
Figura 75. Modelo de Calidad del Agua en la Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso.....	151
Figura 76. Modelo de Tributarios Monitoreados en Calidad del Agua de la Laguna de Sonso.....	152
Figura 77. Modelo de Parámetros Críticos de Calidad del Agua de los Tributarios a la Laguna de Sonso .....	153
Figura 78. Modelo de la Cinética del Nitrógeno.....	156
Figura 79. Modelo de la Cinética del Fósforo.....	157
Figura 80. Modelo de Nutrientes de la Laguna de Sonso.....	158
Figura 81. Ubicación de los Corregimientos dentro del Área de Captación de la Laguna de Sonso.....	162
Figura 82. Distribución de la Población por Corregimientos en Área de Captación de la Laguna de Sonso (2006) .....	163
Figura 83. Distribución de la Población por Edad (2006) .....	163
Figura 84. Habitantes por Vivienda (2006).....	166
Figura 85. Sistemas de Distribución de Agua Residuales por Vereda (2006).....	166
Figura 86. Distribución de la Población según Ocupación (2006).....	171
Figura 87. Distribución de la Población según Ocupación por Centro Poblado (2006).....	172
Figura 88. Ocupación en Puerto Bertín y El Porvenir (2006) .....	172
Figura 89. Distribución de la Población según Ingresos por Corregimientos (2006).....	173
Figura 90. Organigrama CVC.....	180
Figura 91. Áreas de Jurisdicción de las DAR de CVC.....	180
Figura 92. Sitios Arqueológicos (Bray y Moseley, 1976) .....	186
Figura 93. Cuenca del Río Magdalena (CORANTIOQUIA – Universidad Nacional de Colombia, 2004) .....	192
Figura 94. Complejo de Humedales del Alto Río Cauca.....	193
Figura 95. Arbol de Problemas y Consecuencias en la Laguna de Sonso.....	220
Figura 96. Programas de Acción para el Plan de Manejo Ambiental de la Reserva Natural Laguna de Sonso .....	229



## LISTADO DE FOTOS

Foto 1. Campaña de Batimetría y Topografía en la Laguna de Sonso (2006).....	14
Foto 2. Uso Actual del Suelo en el Área de Captación de la Laguna de Sonso .....	45
Foto 3. Utilización de Motores Fuera de Borda en la Laguna de Sonso .....	46
Foto 4. Punto de Comunicación entre Canal Nuevo y la Laguna de Sonso .....	49
Foto 5. Descarga de Aguas Residuales en la cuenca de Captación de la Laguna de Sonso .....	88
Foto 6. Población de <i>Tubifex</i> en la Desembocadura de Caño Nuevo al Río Cauca .....	115
Foto 7. Buchón de Agua ( <i>Eichornia crassipes</i> ).....	117
Foto 8. Helecho de Agua Colorado ( <i>Azolla fuliculoides</i> ).....	117
Foto 9. Manteco ( <i>Laetia acuminata</i> ).....	118
Foto 10. Especies Dominantes en el Bosque de Las Chatas .....	119
Foto 11. Especies de Heliconias .....	119
Foto 12. Extracción de Buchón a través de Caño Nuevo hacia el Río Cauca .....	125
Foto 13 Registro Fotográfico de Bocachico ( <i>P. magdalenae</i> ) en la Laguna de Sonso .....	129
Foto 14. Pescadores en la Laguna de Sonso .....	133
Foto 15. Comercialización de Peces en Puerto Bertín.....	134
Foto 16 Imágenes de algunos Anfibios y Reptiles de la Cuenca de Captación de Reserva Natural Laguna de Sonso (Fotos: F. Vargas.).....	138
Foto 17. Liberación de Tortuga Tapacula ( <i>Kinosternum</i> sp.) el 24 de Septiembre del 2006 en la Laguna de Sonso .....	139
Foto 18. Buitre de Ciénaga ( <i>Anhima cornuta</i> ) en la Laguna de Sonso.....	144
Foto 19. Descarga de Aguas Residuales del Sena.....	177
Foto 20. Pato Colorado ( <i>Anas cyanoptera</i> ) en la Laguna de Sonso .....	202
Foto 21. Nivel de Agua en la Isabela (Mayo 2006) .....	213
Foto 22. Estación de Bombeo en la Hacienda Bello Horizonte .....	213



## LISTADO DE ANEXOS

ANEXO 1 .....	300
ANEXO 2 .....	305
ANEXO 3 .....	310
ANEXO 4 .....	319
ANEXO 5 .....	321
ANEXO 6 .....	326
ANEXO 7 .....	329
ANEXO 8 .....	331
ANEXO 9 .....	335
ANEXO 10 .....	346
ANEXO 11 .....	351





## RESUMEN EJECUTIVO

El **Plan de Manejo Ambiental Integral de la Reserva Natural Laguna de Sonso**, está basado en las normas establecidas por el Decreto 196 de 2006 y refleja el compromiso internacional adquirido por la nación al firmar el convenio internacional de RAMSAR en 1997.

Este plan de manejo participativo con los actores que interactúan con la laguna, encabezado por la asociación de usuarios de agua, ASOYOTOCO y con el acompañamiento de la autoridad ambiental CVC presenta: el diagnóstico de los aspectos bióticos y abióticos de la laguna, la evaluación del diagnóstico para poder mitigar y conciliar las acciones que permitan la restauración de este ecosistema lagunar alterado por las actividades antropogénicas, las zonificación de la cuenca de captación y la propuesta de una serie de programas y planes para la restauración del ecosistema y las medidas para manejar estos recursos en una forma sostenible y a su vez atender a la comunidad y al público en general para que conozcan este patrimonio vallecaucano. Por último se presentan las conclusiones y recomendaciones.

La CVC declaró en 1978 a La Laguna de Sonso como un Área de Reserva Natural para la protección y conservación de su biodiversidad y en particular de su avifauna acuática residente y migratoria. Se considera un ecosistema estratégico por ser el último relicto lagunar del bosque seco inundable del complejo de humedales interiores de la cuenca del alto río Cauca.

El ecosistema Laguna de Sonso ha sufrido una serie de alteraciones por: la construcción de la carretera Buga- Buenaventura que taponó el Caño Carlina, cortando su flujo hidráulico natural hacia el río Cauca; la construcción de la represa de la Salvajina que ha afectado el pulso del río Cauca con sus inundaciones anuales; la reclamación de tierras para la expansión de la frontera agrícola, fragmentando el ecosistema; y la introducción de especies exóticas como tilapia, rana toro, buchón y pasto alemán, que han desplazado la fauna y la flora nativa.

No obstante, la Laguna es un lugar muy importante por ser refugio de una gran biodiversidad de fauna y flora. Se pueden observar 165 especies de aves, 24 anfibios y reptiles, 50 mamíferos, 31 especies de peces y 25 de flora arbórea. Además es un refugio de la flora y la fauna en peligro de extinción. De las 55 aves acuáticas, 22 son migratorias. De estas especies migratorias, nueve están en peligro de extinción y encuentran refugio y alimentación en el ecotono pantanoso de la laguna.

En el actual plan de manejo integral, al evaluar la laguna y su cuenca de captación con una visión ecosistémica, se han identificado una serie de actividades antropogénicas que afectan el ecosistema y que pueden ser mitigadas para contribuir a la restauración de la laguna y su manejo sostenible:

- La construcción de la doble calzada Buga- Buenaventura representa la última oportunidad de abrir los caños taponados hace 40 años para restaurar el flujo hidráulico natural de la laguna, permitiendo la evacuación del buchón, nutrientes y sedimentos en suspensión.
- La construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales de las comunidades asentadas dentro de la cuenca de captación, para mejorar la calidad de agua que entra a la laguna.



---

***Plan de Manejo Ambiental Integral del Humedal Reserva Natural Laguna de Sonso***

- Planes de manejo para las granjas agropecuarias: avícolas, porcinas y bovinas; así como un programa de monitoreo para la implementación de producción limpia para caña con el objeto de contribuir a mejorar la calidad de agua que entra a la laguna.
- La adecuación del actual Centro de Educación e Investigación Buitre de Ciénaga para convertirlo en una Estación Biológica que facilite el establecimiento de una organización administrativa requerida para coordinar los programas interinstitucionales como la reglamentación de pesca con INCODER y la terminación del deslinde para legalizar las tierras de la nación.

Esta adecuación, a su vez permitirá aumentar la capacidad de carga con fines ecoturísticos y mejorar la atención al público en general, y beneficiar programas de investigaciones que fortalezcan el conocimiento de este ecosistema tan diverso y único en el departamento del Valle del Cauca.



## 1 INTRODUCCIÓN

Según la Convención Ramsar, ratificada en Colombia por la Ley 357 de 1997<sup>1</sup>, los humedales son “aquellas extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”.

Estos ecosistemas son extremadamente valiosos para atenuar y controlar las crecientes en razón de sus bajas pendientes y vegetación. Los humedales ayudan a mejorar la calidad del agua de escorrentía proveniente de áreas urbanas y rurales reteniendo sustancias contaminantes, sirviendo como filtros naturales. Sin embargo hoy en día los humedales son uno de los hábitats más amenazados en el mundo (Rojas y Verwey, 2005)<sup>2</sup>.

La Laguna de Sonso es el principal humedal en la planicie aluvial del río Cauca y último reducto del ecosistema lagunar de extensión considerable autóctono que existe en el Valle del Cauca, y además se encuentra dentro del ecosistema estratégico Bosque Seco Tropical Inundable. La Laguna de Sonso está localizada dentro del complejo de humedales de la cuenca alta del río Cauca, subcuenca del río Magdalena, en el centro geográfico del Valle del Cauca, municipio de Buga, entre los ríos Guadalajara y Sonso. En él se pueden encontrar muchas especies de aves residentes y migratorias. Las comunidades de El Porvenir, Puerto Bertín, Yotoco y Mediacanoa derivan su sustento aprovechando el recurso hidrobiológico, y se realizan actividades agrícolas y pecuarias del suelo aledaño. A su vez estas actividades han afectado significativamente el ecosistema, causando un deterioro ambiental y disminuyendo su valor ecológico y económico.

El Plan de Manejo Integral de la Laguna de Sonso está basado en la Guía Técnica del Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2006)<sup>3</sup> incorporando el concepto de cuenca de captación y de enfoque ecosistémico como lo sugiere Franco y Andrade (2004)<sup>4</sup>, en el que se incluyeron tres fases: (1) fase de diagnóstico con el fin de determinar la línea base de los indicadores biofísicos que afectan la integridad del ecosistema a nivel de su cuenca de captación (CVC, 2004)<sup>5</sup> basados en fuentes de información primaria y secundaria; (2) fase de análisis y evaluación del ecosistema; y (3) fase de determinación de planes de acción a corto, mediano y largo plazo para su uso racional y sostenible como humedal para el beneficio de la humanidad, manteniendo las propiedades naturales del ecosistema.

La actividad antrópica ha afectado la dinámica natural de este cuerpo de agua. Es así como la deforestación de las cuencas afluentes y el aporte de sedimentos en suspensión del río Cauca, han contribuido al transporte de carga de sedimentos a la laguna, ocasionando un proceso de

<sup>1</sup> República de Colombia. (1997). Ley 357 de 1997. Santafé de Bogotá. Colombia.

<sup>2</sup> Rojas, M. y Verwey, A. (2005). Análisis de Sensibilidad de un Modelo Hidrodinámico en SOBEK para Manejo de Humedales. Seminario Internacional La Hidroinformática en la Gestión Integrada del Recurso Hídrico. Agua 2005. Cartagena. Colombia. 10 p.

<sup>3</sup> Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). Resolución 0196 del 1 Febrero de 2006. Santafé de Bogotá. Colombia. 36 p.

<sup>4</sup> Franco, L. y Andrade, G. (2004) Implicaciones del Enfoque Ecosistémico para el Manejo del Complejo de Humedales de Fúquene, Cucunubá y Palacio, Valle de Ubaté. Santafé de Bogotá. Colombia. 80 p.

<sup>5</sup> CVC. (2004). Plan de Acción Trienal 2004 -2006. Subdirección de Direccionamiento Estratégico Corporativo. Santiago de Cali. Colombia. 163 p.



sedimentación y una disminución en su capacidad de almacenamiento; el desarrollo de asentamientos alrededor de la laguna y en general el uso actual del suelo, ha contribuido a la contaminación del cuerpo de agua y la aceleración del proceso de eutrofización, ocasionando impactos ecológicos negativos, tales como la desaparición de algunas especies de aves acuáticas, la reducción de hábitat para las aves migratorias y la disminución de la pesca como principal actividad económica. La modificación hidrológica favoreció la proliferación de vegetación acuática flotante, la alta tasa de desecación de la laguna debido a las elevadas pérdidas de agua por la transpiración de las plantas flotantes y un rellanamiento de la laguna por la acumulación de detritus vegetales y animales. En la Tabla 1 se presenta los factores de afectación de la Laguna de Sonso de acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente (2002)<sup>6</sup>,

**Tabla 1. Factores de Afectación de la Laguna de Sonso**

<b>Conflictos de Magnitud 1: Transformación Total</b>	<b>Conflictos de Magnitud 2: Perturbación Severa</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Construcción de la carretera Buga-Mediacanoa-Buenaventura en 1966 taponando el Caño Carlina y otros caños.</li><li>• Construcción del Canal Nuevo en 1969 ha acelerado la sedimentación de la Laguna, con la formación de albardones (diques naturales) aislando el sector norte de la Laguna.</li><li>• Construcción de diques y canales para la reclamación de tierras, tanto a lo largo del río Sonso como del río Cauca.</li><li>• Construcción de la represa La Salvajina con el fin de regular el agua del río Cauca en 1985.</li><li>• Introducción o trasplante de flora invasora (buchón y pasto alemán) y fauna (tilapia, rana toro y hormiga loca).</li><li>• Reclamación de tierras por la construcción de diques y canales.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Construcción de diques y canales para el control de inundación en 11 de los 23 predios que colindan con el área de reserva de la Laguna de Sonso.</li><li>• Contaminación por actividades pecuarias (ganado bovino, avícola y porcino) y vertimientos de aguas residuales.</li><li>• Urbanizaciones irregulares sin posibilidades de saneamiento básico.</li><li>• Extracción del buchón en forma mecánica y manual removiendo lodos con metales pesados.</li><li>• Sobreexplotación de los recursos biológicos como la caza furtiva de chiguiros y pesca sin restricciones.</li></ul>

Las actividades antrópicas han tenido un fuerte impacto en el ecosistema Bosque Seco Tropical Inundable y su biodiversidad por la transformación del paisaje y la fragmentación del hábitat, la introducción y el trasplante de especies, sobreexplotación de los recursos y contaminación, así como a causas indirectas como la expansión agrícola, débil capacidad institucional para reducir los impactos y principalmente un desconocimiento del potencial estratégico de la biodiversidad (Bolívar et al., 2004)<sup>7</sup>.

La importancia de la Laguna de Sonso para conservación de la biodiversidad del Bosque Seco Tropical Inundable en el contexto de su cuenca de captación se da por su localización estratégica en

<sup>6</sup> Ministerio del Medio Ambiente. (2002). Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia: Estrategia para su Conservación y Uso Sostenible. Santafé de Bogotá. Colombia. 67 p.

<sup>7</sup> 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 Humbolt. Bogotá. Colombia. 166 p.



la parte más estrecha del Valle Geográfico del Río Cauca, contando con la posibilidad de fortalecer corredores biológicos en las cordilleras Central y Occidental, por el río Sonso y quebrada Seca.

La Laguna de Sonso y su cuenca de captación presentan franjas de bosque de galerías y árboles relictos dentro del área de captación, lo que aumenta la extensión de ecotonos y por lo tanto se favorecen las especies que requieren diversos nichos que comparten hábitats y territorios de fauna particularmente avifauna, que habitan durante su ciclo de vida bastos territorios en busca de alimentación y reproducción según los periodos estacionales. Además el río Cauca es el eje de navegación Norte-Sur de avifauna migratoria.

El enfoque del presente trabajo es ecosistémico, para identificar y analizar las amenazas a este ecosistema para poder formular actividades que mitigan las amenazas y poder proponer el uso racional de la Laguna, donde se pueda mantener sus características ecológicas, representado en avifauna y en particular la avifauna acuática migratoria. Al mismo tiempo se pretende vincular a las comunidades asentadas dentro de la cuenca de captación de forma participativa en desarrollar actividades productivas que permitan su uso racional y sostenimiento económico.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo General**

Fomentar la conservación, uso racional sostenible y rehabilitación de la Laguna de Sonso de acuerdo con sus características ecológicas y socioeconómicas.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Identificar y analizar las amenazas que afectan la permanencia de este ecosistema estratégico para la conservación de su flora y fauna, en particular su avifauna acuática migratoria, por lo cual fue declarado Reserva Natural en el año de 1978.
- Promover la asignación de un valor real del ecosistema y sus recursos para el desarrollo socioeconómico regional sin el deterioro del mismo: en particular divulgar el conocimiento sobre las especies amenazadas en el complejo de humedales.
- Formular las actividades para mitigar las amenazas al ecosistema de la Laguna de Sonso para el uso racional de los recursos según su capacidad de carga.

## **1.2 ANTECEDENTES**

La hidrodinámica de la laguna fue alterada desde la década del cincuenta. Hacia 1955 los propietarios ribereños de la laguna construyeron diques para impedir la entrada del agua de los ríos Sonso y Cauca durante las crecientes periódicas de este último río. Hasta entonces, la vegetación acuática lagunar era arrastrada en su mayor parte hacia el río Cauca por el caño Carlina, debido al flujo que existía en la laguna en la dirección sur-norte (Patiño, 1970)<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Patiño, A. (1970). Una Batalla Ecológica: el Rescate de la Laguna de Sonso. Boletín Universidad del Valle. Departamento de Biología. Cali. Colombia. 38 p.



## Plan de Manejo Ambiental Integral del Humedal Reserva Natural Laguna de Sonso

De acuerdo con el Decreto 0174 de 1962, la Laguna se declaró de utilidad pública hasta una extensión del máximo nivel de agua y una faja circundante de 100 m. y se autorizó a la Secretaría de Agricultura del Valle, cuya entidad tenía a cargo la Laguna, adelantar las negociaciones para la compra de los terrenos circundantes (CVC – Universidad del Valle, 1998)<sup>9</sup>.

Posteriormente en la década de los setenta con la construcción de la carretera Buga – Buenaventura se cerró el Caño Carlina y las otras salidas de la Laguna, y se construyó el Caño Nuevo ubicado aguas arriba de las salidas anteriores con una longitud de 1.5 km. El Caño Nuevo se constituye desde entonces en el único canal por donde se realiza el intercambio de agua y sedimentos entre el río Cauca y la laguna.

A finales de 1968 el cuidado de la Laguna de Sonso pasó de la Secretaría de Agricultura del Valle del Cauca a la CVC, según el Decreto Ley No. 3120. La situación de la laguna en 1970 ya era crítica: la vegetación acuática ocupaba 2/3 de la laguna, el proceso de rellamamiento avanzaba velozmente, las basuras de Buga eran descargadas entre la laguna y el río Cauca en Puerto Bertín, los niveles medios de oxígeno disuelto a diferentes profundidades no sobrepasaban los 2.0 ppm y existía una compuerta sobre el Caño Nuevo que comunica a la laguna con el río Cauca, interfiriendo la migración del bocachico y deteniendo la salida de la vegetación acuática (Patiño, 1970)<sup>10</sup>.

En 1978, mediante el Acuerdo CVC No. 17, se declara como zona de Reserva Natural la Laguna de Sonso y las zonas aledañas con un área total de 2045 Ha, cuyos fines fueron “*conservar las especies migratorias, la flora y la fauna y las bellezas escénicas naturales, además de preservar el equilibrio biológico natural, con fines científicos educativos y recreativos*”. En este acuerdo se hace referencia a una zona pantanosa que está ubicada dentro de la zona de reserva y está comprendida entre el límite de la película de agua y la curva de nivel 937 de altimetría CVC (Anexo 1).

Posteriormente, mediante el Acuerdo CVC No. 16 se reglamentan las actividades relativas al uso del suelo, las aguas y el espacio aéreo en esta zona, que comienza a regir a partir del 30 de mayo de 1979 (Anexo 2). Para efecto de la reglamentación se dividió la zona de reserva en área lagunar y área amortiguadora. El área lagunar está limitada por la cota de 936.5 con un área aproximada de 745 Ha, y el área amortiguadora está ubicada entre la cota 936.5 y el límite de la zona de reserva con un área aproximada de 1300 Ha, el cual incluye el área pantanosa que está comprendida entre la cota 936.5 y la 937 m.

Paralelo a lo anterior, la CVC en 1978 retira la compuerta y demuele las paredes de concreto perpendiculares al flujo que impedían la salida libre del buchón, iniciándose las labores de extracción del mismo. En 1980 se construye una torre de vigilancia en el predio Bello Horizonte de propiedad privada, y en 1983 se modifica nuevamente la estructura del canal para facilitar la salida del buchón. En 1984 se realiza una extracción de 500 Has de buchón de la laguna por creciente del río Cauca (Sierra, 1997)<sup>11</sup>.

Para 1986 bajo la Coordinación del Grupo de Gestión Ambiental de la CVC se conformó el Comité Técnico de la Laguna de Sonso. En 1987, la CVC realizó el primer Plan Indicativo cuyo objetivo era

<sup>9</sup> CVC – Universidad del Valle. (1998). Estudio Hidrobiológico de la Laguna de Sonso. Cali. Colombia. 165 p.

<sup>10</sup> Patiño, A. (1970). Una Batalla Ecológica: el Rescate de la Laguna de Sonso. Boletín Universidad del Valle. Departamento de Biología. Cali. Colombia. 38 p.

<sup>11</sup> Sierra, J.A. (1997). Laguna de Sonso: Hechos en Lugar de Dichos. CVC. Cali. Colombia. 7 p.



dar pautas que permitieran guiar las actividades para mantener la diversidad ecológica y la regulación ambiental en la zona de reserva a través de acciones de manejo del área y de las especies animales y vegetales para preservar los recursos genéticos de la vida silvestre (Kafury et al., 1987)<sup>12</sup>.

En 1988 se inician estudios de diagnóstico sobre la situación actual con el fin de obtener un primer diagnóstico que permitiera a la CVC reorientar la formulación de políticas que progresivamente facilitarían el manejo de la Laguna de Sonso, donde se presenta una aproximación del comportamiento del sistema Laguna-río Cauca, la forma como avanza el proceso de sedimentación y se recomienda la compra de una draga para extraer el material depositado en el fondo (CVC, 1988)<sup>13</sup>.

En 1991, la CVC<sup>14</sup> realiza el estudio de impacto ambiental al proyecto de dragado y disposición final de lodos, donde se concluye que el dragado no soluciona el problema de los sedimentos y se sugiere restablecer el flujo sur-norte en la laguna; y algunas soluciones planteadas, como usar el lodo para relleno, se limitan debido a los contenidos de metales pesados.

Fernández y Quiceno (1992)<sup>15</sup> realizan el Primer Plan de Manejo, el cual se convierte en la propuesta que hace la CVC a través del Programa de Manejo de Humedales, al convenio CVC – Municipio de Buga – Fundavalle para la conservación y recuperación de la Laguna de Sonso. En este documento se sugiere la adquisición de áreas para el manejo y la conservación de la Laguna, por lo que en el año de 1994, la CVC compra el predio Villalobin de 21 Ha.

En 1995, Ramírez<sup>16</sup> realiza el estudio hidráulico y de sedimentos de la Laguna de Sonso donde se recomienda la construcción de una entrada de agua desde el Río Cauca por el costado sur de la laguna y dos salidas hacia el mismo río por el costado norte, lo que garantizaría un flujo continuo, pero en ningún caso se solucionaría el problema de los sedimentos en el fondo de la laguna.

En el año de 1996 el INCORA con IGAC inició el deslinde o delimitación del humedal, estableciendo mojones en 18 de los 23 predios que colindan con la Laguna. Este proceso se encuentra estancado y sin concluir por una demanda contra INCORA, radicado en el consejo de estado, porque cinco propietarios rechazaron la nueva cota de 937m como límite.

En el año de 1998 se realiza un estudio hidrobiológico cuyo objeto era contribuir al conocimiento de la hidrobiología de la Laguna de Sonso, su pesca artesanal y la situación socioeconómica de la comunidad asociada a ella con el fin de entender algunos de los procesos naturales y sociales que se presentan en el área y poder así aportar información que permitiera el establecimiento de medidas para su conservación, manejo y seguimiento ambiental (CVC – Universidad del Valle, 1998)<sup>17</sup>.

<sup>12</sup> Kafury, O.; Gómez, L.F. y Liberos, L.I. (1987). Reserva Natural Laguna de Sonso: Plan Indicativo. Corporación Autónoma Regional del Cauca. Subdirección de Recursos Naturales. División de Cuencas Hidrográfica. Sección Conservación y Control. Programas Parques y Reservas. Cali. Colombia. 65 p.

<sup>13</sup> CVC. (1988). Evaluación de la Situación Actual de la Laguna de Sonso. Corporación Autónoma Regional del Cauca. Subdirección de Recursos Naturales. Cali. 54 p.

<sup>14</sup> CVC. (1991). Estudio de Impacto Ambiental al Proyecto de Dragado y Disposición Final de Lodos de la Laguna de Sonso. Subdirección de Recursos Naturales. Grupo de Gestión Ambiental. Cali. Colombia. 47 p.

<sup>15</sup> Fernández, J.F. y Quiceno, C.A. (1992). Plan de Manejo de la Laguna de Sonso Años 1993 – 1997. Corporación Autónoma Regional del Cauca. Subdirección de Recursos Naturales. Centro de Datos para la Conservación. Cali. Colombia. 33 p.

<sup>16</sup> Ramírez, J. (1995). Estudio Hidráulico y de Sedimentos de la Laguna de Sonso. CVC. Cali – Valle. 49p.

<sup>17</sup> CVC – Universidad del Valle. (1998). Estudio Hidrobiológico de la Laguna de Sonso. Convenio 012/98. Cali. Colombia. 165 p.



## Plan de Manejo Ambiental Integral del Humedal Reserva Natural Laguna de Sonso

La gobernación del Valle del Cauca declara a la Laguna de Sonso como patrimonio ecológico del Valle del Cauca por ser el único ecosistema considerable que subsiste en la planicie vallecaucana y por lo tanto se constituye como un lugar de singular valor ecológico para el departamento por su paisaje, diversidad de flora y fauna y su alto potencial turístico y recreacional (Departamento del Valle del Cauca, 2000)<sup>18</sup>.

En el año 2001, la CVC compra la Hacienda La Isabela de 42 Ha que colinda con la Laguna. Esto permitió aumentar la presencia de las autoridades ambientales (CVC) en el área de reserva y el fortalecimiento de los programas de educación ambiental y avistamiento de aves, y ha reducido la limitación de acceso (servidumbre) a la Laguna por los visitantes y pescadores. Hoy en día se conoce como “Centro de Educación Ambiental Buitre de Ciénaga”.

En el año 2002, La Corporación Autónoma Regional del Magdalena – CORPOMAG a solicitud de la CVC realiza un análisis de la problemática ambiental de la Laguna de Sonso enmarcado en la cooperación horizontal entre las entidades pertenecientes al Sistema Nacional Ambiental – SINA y debido a la experiencia obtenida en el proyecto de “*Recuperación Ambiental del Complejo Lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta*”, en donde realiza un análisis a los diferentes estudios realizados en la Laguna de Sonso y recomienda recuperar la conexión del río Cauca y la Laguna.

En el año 2003 se designa a la Laguna de Sonso como un *Área Importante para la Conservación de Aves* o sitio *AICA - IBA*, por parte del Instituto vonHumboldt y BirdLife Internacional; lo que convierte a este ecosistema como un sitio críticamente importante a nivel mundial para las aves y la biodiversidad, por lo que este sitio debe manejarse desde una perspectiva de conservación para mantener poblaciones viables de la mayoría de las especies para lo cual fue catalogado (BirdLife Internacional y Conservation Internacional, 2005)<sup>19</sup>.

Dentro de la cuenca de captación de la Laguna de Sonso, mediante el Decreto 076 del 15 de Diciembre del 2006<sup>20</sup> se declaró el Parque Natural Regional El Vínculo que se encuentra en el pie de monte del costado occidental de la cordillera central.

ASOYOTOCO - CVC (2006)<sup>21</sup> por la Orden de Servicio 2395/06 realizó el mantenimiento de 170 mojones que delimita la cota 937 y se colocaron 150 nuevos mojones, definiendo el lindero de 4 predios nuevos.

A finales de 2006, ASOYOTOCO, a través del Convenio 08 del Fondo para la Acción Ambiental de la CVC inició un proyecto con el fin de mitigar el uso del suelo con los predios que colindan con la Laguna, donde por medio de una planificación predial participativa se aumentará la cobertura vegetal de la reserva.

En cuanto a la calidad del agua, la CVC viene monitoreando desde 1987 en 6 tributarios y en tres sitios de la laguna muestreando a dos profundidades diferentes (cuando la profundidad lo permite), 2 veces al año y en promedio se registran 11 parámetros de calidad del agua.

<sup>18</sup> Departamento del Valle del Cauca. (2000). Decreto No. 0395 de 2000. Cali. Colombia.

<sup>19</sup> BirdLife Internacional y Conservation Internacional. (2005). Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales: Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad. Serie de Conservación de BirdLife No. 14. 769 p.

<sup>20</sup> CVC. (2006). Decreto 076 del 15 de Diciembre. Cali. Colombia.

<sup>21</sup> ASOYOTOCO-CVC. (2006). Orden de Servicio para el Mantenimiento y Restauración de Mojones en la Laguna de Sonso.





---

***Plan de Manejo Ambiental Integral del Humedal Reserva Natural Laguna de Sonso***

Estos antecedentes, analizados de manera ecosistémica se constituyen en el establecimiento de una línea base que permite ver las tendencias del estado de la Laguna de Sonso.



## 2 PREÁMBULO

Colombia cuenta con las herramientas para la protección y conservación de los humedales a partir de su Constitución política de 1991 “*que eleva el medio ambiente a la calidad de derecho constitucional colectivo, estableciendo derechos y deberes de la sociedad en relación con el manejo y protección de los recursos naturales, instando como elemento constitucional el desarrollo sostenible y asignando funciones de protección ambiental a diferentes autoridades del poder público*” (CVC, 2004)<sup>22</sup>.

A nivel Internacional, Colombia adquirió compromisos a través de tres convenios: (1) la “*Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES*”, firmado para Colombia en 1981<sup>23</sup>, el cual vela porque el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestre no constituye una amenaza para su supervivencia; (2) el de “*Biodiversidad Biológica*” por medio de la Ley 165 de 1994<sup>24</sup> por el que se debe conservar la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes; y (3) la aprobación de la “*Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas*”, suscrita en Ramsar el dos (2) de febrero de mil novecientos setenta y uno (1971), mediante la Ley 357 de 1997<sup>25</sup>.

A nivel Nacional el Ministerio de Agricultura en 1998<sup>26</sup> designa el sistema Delta Estuarino del río Magdalena, Ciénaga Grande de Santa Marta para ser incluido en la lista de humedales de importancia internacional, en cumplimiento de lo dispuesto en la Ley 357 de 1997 Posteriormente, en el 2002 se designan el Delta del río San Juan y el Delta del río Baudó, para ser incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional<sup>27</sup>.

En el año de 2002 se dictan disposiciones sobre conservación y manejo de los humedales, se desarrollan aspectos referidos a los mismos en aplicación de la Convención Ramsar y se crea el Comité Nacional de Humedales como órgano asesor del Sistema Nacional Ambiental, en la implementación de la política nacional de humedales interiores y en la aplicación de la Convención Ramsar en el país<sup>28</sup>. En este mismo año se consolida la Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia<sup>29</sup>, donde se establece la normativa nacional para unificar los criterios de todas las Corporaciones Regionales, y se reconoce que los humedales son ecosistemas estratégicos por presentar una serie de características que los hacen vitales para la conservación de biodiversidad y por su oferta de funciones, productos y atributos (Tabla 2), y por lo tanto se plantea que la perturbación de los humedales debe cesar.

<sup>22</sup> CVC. (2004). Plan de Acción Trienal 2004 – 2006. Subdirección de Direccionamiento Estratégico Corporativo. Santiago de Cali. Colombia. 163 p.

<sup>23</sup> República de Colombia. (1994). Ley 17 de 1981. Bogotá. Colombia.

<sup>24</sup> República de Colombia. (1994a). Ley 165 de 1994. Bogotá. Colombia.

<sup>25</sup> República de Colombia. (1997). Ley 357 de 1997. Bogotá. Colombia.

<sup>26</sup> República de Colombia. (1998). Decreto No 224 de 1998. Bogotá. Colombia

<sup>27</sup> República de Colombia. (2002). Decreto No 1667 de 2002. Bogotá. Colombia

<sup>28</sup> República de Colombia. (2002a). Versión 21-05-02. Bogotá. Colombia

<sup>29</sup> Ministerio del Medio Ambiente. (2002). Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia: Estrategia para su Conservación y Uso Sostenible. Republica de Colombia. Santafe de Bogota. 67 p.



**Tabla 2. Criterios de Valoración de los Humedales Colombianos (Naranjo et al., 1999)<sup>30</sup>**

Categoría	Valor del Humedal
Funciones	Recarga de Acuíferos
	Descarga de Acuíferos
	Control de flujo
	Retención de sedimentos y tóxicos
	Retención de nutrientes
	Estabilización de la línea costera
	Protección contra tormentas
	Transporte acuático
	Soporte de cadenas tróficas
	Hábitat para vida silvestre
Productos	Recursos de vida silvestre
	Pesquerías
	Recursos forrajeros
	Recursos agrícolas
	Fuentes de agua
Atributos	Recursos forestales
	Diversidad biológica
	Importancia cultural e histórica

Mediante la Resolución 157 de 2004, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial adoptó unas medidas para garantizar el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales en Colombia, y por medio de la Resolución 0196 de 2006<sup>31</sup> se adopta la Guía Técnica para la Formulación, Complementación o Actualización, por parte de las autoridades ambientales competentes en su área de jurisdicción, de los Planes de Manejo para los Humedales Prioritarios en Colombia y para la delimitación de los mismos.

A nivel Regional, en 1977 la CVC conformó el Comité de Aguas Lénticas; en 1981 mediante la Resolución 3707 la CVC crea el Comité Asesor para la Reserva, el cual Mediante la Resolución 2385 de 1982 se disuelve; posteriormente, en 1986 se conforma el Comité Técnico de la Laguna de Sonso (CVC – Universidad del Valle, 1998)<sup>32</sup>.

La CVC crea en el año de 1991 el Programa de Manejo de los Humedales y Centro de Datos para la Conservación, anticipando en más de diez años una política nacional de humedales, marcando un cambio trascendental para la conservación de estos ecosistemas en vista de su anterior misión fue la de promover el desarrollo agroindustrial adecuando tierras inundables, pasando de 110.000 Has cultivadas en 1950 a más de 300.000 Has en 1994 a través de la construcción de diques, canales y drenajes (CVC et al., 2005)<sup>33</sup>.

<sup>30</sup> Naranjo, L.G: Andrade, G. I. y Ponce de León, E. (1999). Humedales Interiores de Colombia: Bases Técnicas para su Conservación y Uso Sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humbolt, Ministerio de Medio Ambiente. Santafe de Bogota. Colombia. 78 p.

<sup>31</sup> Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). Resolución 0196 de 1 de Febrero de 2006. Bogotá. Colombia. 36 p.

<sup>32</sup> CVC – Universidad del Valle. (1998). Estudio Hidrobiológico de la Laguna de Sonso. Convenio 012/98. Cali. Colombia. 165 p.

<sup>33</sup> ASOYOTOCO-CVC-Ingenio Pichichí. (2005). Plan de Manejo Ambiental Humedal El Cocal, Municipio de Yotoco. ODT 1331/05. Cali. Colombia 140 p.



## Plan de Manejo Ambiental Integral del Humedal Reserva Natural Laguna de Sonso

Mediante el Convenio 20 de CVC de 2001 se incorporan otros actores al comité como los pescadores artesanales organizados mediante Aguasdesonso. Actualmente el comité sigue funcionando de manera ad hoc, colaborando en el manejo de la Laguna, siendo este liderado por ASOYOTOCO como representante de la sociedad civil

La CVC viene adelantando una serie de estudios de humedales en el área de su jurisdicción. Es así como se realizó el estudio de estado sucesional de nueve madre viejas del valle geográfico del río Cauca (Ramírez et al., 2001)<sup>34</sup> y la realización de los planes de manejo de los humedales Guarinó, La Guinea, Chiquique, Carambola, Videles, Trozada, Bocas de Tulúa, El Cementerio, La Herradura, El Burro, La Marina, Remolino, El Cocal, San Antonio, La Bolsa, Navarro, El Estero, Timbique, Marañón y El Avispal.

En el año 2002, la CVC hace una publicación de las lagunas y madre viejas del Valle del Cauca, con el fin de socializar y sensibilizar el conocimiento adquirido en el trabajo de varios años acerca del conocimiento de la dinámica e importancia de los humedales, su fragilidad y la necesidad de conservar sus procesos ecológicos (Flórez y Mondragón, 2002)<sup>35</sup>.

A nivel Municipal, el Plan de Ordenamiento Territorial – POT (1999)<sup>36</sup> establece a los humedales como lugares que merecen ser protegidos y conservados para garantizar el mantenimiento de aquellos recursos naturales que son valiosos como ecosistema y/o paisaje, bien por su estado de conservación o por su valor para el desarrollo futuro del municipio, las cuales contribuyen el Sistema de Parques Nacionales Naturales. Por lo que el Municipio deberá implementar acciones y proferir medidas de protección sobre el sistema lagunar y de madre viejas localizadas en la zona plana del Municipio de Guadalajara de Buga, y deberá recuperar y conservar el Sistema Lagunar y las madre viejas del Municipio de Buga, entre los que se encuentran los humedales Laguna de Sonso (2045 Ha), La Trozada (14 Ha), El Burro (13 Ha), La Marina (16 Ha), El Conchal (30 Ha), Cantaclaro (8 Ha) y El Cedral (19 Ha).

En el POT (1999)<sup>35</sup> se plantea como estrategia Articulación de Patrimonio Histórico, Cultural, Ecológico, Municipal y Distrital, en el programa de vías y transporte, dos proyectos que incluyen la Laguna de Sonso. 1) “*la gestión ante el Invia o concesionario respectivo lo concerniente a la Infraestructura de drenaje y regulación de niveles de la Laguna El Chircal o Sonso*”, con el fin de garantizar la conservación de la laguna, evitar la acumulación de sedimentos y del denominado buchón de agua. Cuya gestión se estableció en Planeación Municipal y UMATA a mediano plazo; y 2) “*la ejecución de la Infraestructura de drenaje y regulación de niveles de la Laguna El Chircal o Sonso*”, el cual también deberá ser gestionado por Planeación Municipal y UMATA a corto plazo.

Dentro de la estrategia Optimización, Mejoramiento y Conservación del Actual Entorno Urbano Y Rural, se plantea el proyecto “*Adquisición de predios para la reubicación de viviendas localizadas en zonas de riesgo por inundación Puerto Bertin y la Palomera*”, donde se busca mejorar y consolidar la infraestructura,

<sup>34</sup> Ramírez J.C., Vásquez, J.L., Navarrete, A.V., Vásquea, C.M. y Orejuela, J.E. (2000). Estado Sucesional de Humedales Madre viejas Guarinó, Ciénaga La Guinea, Caño El Estero, Laguna Pacheco, Madre vieja Lili, Madre vieja, Gota e Leche, Madre vieja Chiquique, Madre vieja La Herradura y Lagunas Bocas de Tuluá. localizadas en los Municipios de Cali, Jamundí, Bolívar y Tuluá, Departamento del Calle del Cauca. CVC. Cali. Colombia.

<sup>35</sup> Flórez, P.E. y Mondragón, C.E. (2002). Lagunas y Madre viejas del Departamento del Valle de Cauca, Colombia. CVC. Subdirección de Patrimonio Ambiental. Grupo de Hidrobiología. Cali. Colombia. 48 p.

<sup>36</sup> Municipio de Guadalajara de Buga y la Cámara de Comercio. (1999). Plan de Ordenamiento Territorial, Guadalajara de Buga 2000 - 2012: Juntos Construyendo el Municipio del Mañana. Guadalajara de Buga. Colombia. 306 p.



---

*Plan de Manejo Ambiental Integral del Humedal Reserva Natural Laguna de Sonso*

dando respuesta a las necesidades inmediatas planteadas por la población y haciendo más rentable la inversión pública. a mediano y largo plazo (Municipio de Guadalajara de Buga y la Cámara de Comercio, 1999a)<sup>37</sup>.

En el recurso pesquero, es importante resaltar el INCODER, conocido anteriormente como INPA o Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, como un actor fundamental desde la subgerencia de Pesca y Acuicultura, quien tiene como responsabilidad el recurso pesquero y por lo tanto se debe acoger toda su normatividad por medio de la Ley 13 de 1990<sup>38</sup> y el Decreto 2256 de 1991<sup>39</sup>, mientras que la CVC tiene como función en este ámbito el control. Por lo que en la Laguna de Sonso, la pesca como producto ambiental del humedal requiere de un manejo bilateral entre estas dos instituciones y debe acogerse el Acuerdo 00005 de 1993<sup>40</sup> “*por el cual se autoriza el uso de algunos artes y aparejos de pesca en las cuencas de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge y se dictan otras disposiciones*”, y la Resolución 000531 de 1995<sup>41</sup> “*por la cual se establecen los requisitos para el repoblamiento íctico de las aguas continentales en Colombia*”.

---

<sup>37</sup> Municipio de Guadalajara de Buga y la Cámara de Comercio. (1999). Plan de Ordenamiento Territorial, Guadalajara de Buga 2000 - 2012: Juntos Construyendo el Municipio del Mañana. Documento Resumen. Guadalajara de Buga. Colombia. 306 p.

<sup>38</sup> República de Colombia. (1990). Ley 13 de 1990. Santafé de Bogotá. Colombia.

<sup>39</sup> República de Colombia. (1991). Decreto 2256 de 1991. Santafé de Bogotá. Colombia.

<sup>40</sup> Ministerio de Agricultura. (1993). Acuerdo 00005 del 24 de Febrero de 1993. Santafé de Bogotá. Colombia.

<sup>41</sup> Ministerio de Agricultura. (1995). Resolución 000531 del 20 de Diciembre de 1995. Santafé de Bogotá. Colombia.



### 3 METODOLOGÍA

Se realizó una recopilación de la información correspondiente a las características generales, geomorfológicas, geológicas, hidrológicas, hidráulicas y sedimentológicas en los tributarios, río Cauca (estación Mediacanoa) y Laguna de Sonso; así como información acerca de fauna y flora en la zona de captación y en el área de reserva de la Laguna de Sonso. La información se obtuvo en las dependencias de CVC, IGAC, INGEOMINAS, IDEAM, CENICAÑA, Universidad del Valle, Gobernación y el Centro de Educación Ambiental Buitre de Ciénaga.

#### 3.1 COMPONENTE ABIÓTICO

##### 3.1.1 Cartografía

Se recopiló la siguiente información cartográfica: el mapa de ubicación de estaciones hidroclimáticas del Valle del Cauca a escala 1:250.000; los planos de la zona de reserva de la Laguna de Sonso (predial, geológico, suelos y zonas inundables) a escala 1:10.000 de 1983; el plano de uso actual del suelo a escala 1:10.000 de 1991; los planos del IGAC con fotogrametrías N° 261IID3 y 280IB1 a escala 1:10.000 de 1999 y el plano de la cuenca de captación sobre aerofotografías FAL-CVC 1998 a escala 1:10000 (Romero, 2006)<sup>42</sup>.

Se contó con información aerofotogramétrica de los vuelos C365 de 1944, C1641 de 1976, C2249 de 1986, C2571 de 1995, 407 de 1998 y 45 de 1999.

<sup>42</sup>Romero, G.A. (2006). Digitalización del Plano de Delimitación de la Reserva Natural de la Laguna de Sonso sobre Mosaico de Aerofotografías FAL-CVC 1998 y Levantamiento Cartográfico del Área Oriental. CVC. Cali. 13 p.

##### 3.1.2 Caracterización Climática

De acuerdo con la ubicación de la Laguna de Sonso, se escogieron dos estaciones climatológicas: Yotoco (Cenicaña) y El Vínculo (IDEAM). La estación Yotoco (YOT 28) pertenece a la Red Meteorológica de la Agroindustria Azucarera Colombiana (RMA), y está ubicada 2 km al norte de Yotoco en la Hacienda Yocambo, cuyas coordenadas son 3° 52' 54"N y 76° 22' 06" O. La estación El Vínculo del IDEAM se encuentra localizada 3° 49' N y 76° 19' O.

Para conocer el comportamiento climático en la zona de estudio se establecieron las tendencias de variación mensual multianual de la temperatura, humedad relativa, brillo solar y circulación de los vientos en la zona de influencia de la estación Yotoco con la información histórica disponible entre Junio de 1997 y Junio de 2006.

##### 3.1.3 Caracterización del Suelo

La caracterización del suelo se realizó con base en el estudio detallado realizado por Cenicaña, contratado con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y financiado por Colciencias, los cultivadores de caña y los ingenios azucareros. Este levantamiento que terminó en diciembre de 2005, se realizó a escala 1:10.000 en 170,753 ha cultivadas con caña de azúcar en el valle del río Cauca, en tierras de proveedores y tierras propias de los ingenios Carmelita, Central Castilla, Incauca, La Cabaña, Manuelita, María Luisa, Mayagüez, Pichichí, Providencia y Sancarlos, y tierras de Cenicaña en la Estación Experimental San Antonio.



### **3.1.4 Caracterización Hidrológica e Hidráulica**

El análisis de los niveles y los caudales se realizó a partir de la información hidrológica existente disponible en los archivos y en los boletines que divulga la CVC para cada una de las estaciones hidrométricas dentro de la zona de estudio. No se establecieron diferencias para los años de ocurrencia del fenómeno de El Niño o períodos secos y La Niña considerado como lluviosos.

Se recopiló y se analizó información hidrológica e hidráulica de la estación Mediacanoa sobre el río Cauca por ser la estación más cercana a la zona de estudio contenida en el Boletín Hidrológico (CVC, 2002)<sup>43</sup>, CVC-Universidad del Valle (2001)<sup>44</sup>, CVC – Universidad del Valle (2005)<sup>45</sup> y en la base de datos de la CVC, así como de la Laguna de Sonso, la estación Caño Carlina ubicada en el Caño Nuevo y los 6 principales tributarios.

En la estación Mediacanoa se determinaron la curva de calibración o de caudal (Q vs h), el histograma de caudales medios mensuales multianuales, las curvas de variación anual de caudales y niveles máximos, medios y mínimos y las curvas de duración de caudales y niveles medios diarios.

Para el Caño Nuevo y la Laguna de Sonso se determinaron las curvas de variación anual de niveles máximos, medios y mínimos, y las curvas de duración de niveles medios diarios.

<sup>43</sup> CVC. (2002). Boletín Hidrológico 2000 -2001. Subdirección de Gestión Ambiental. Grupo de Monitoreo Ambiental. Cali. Colombia. 282 p.

<sup>44</sup> CVC – Universidad del Valle. (2001a). Caracterización del Río Cauca: Tramo Salvajina – La Virginia. Proyecto de Modelación del Río Cauca – PMC. Volumen II: Datos y Registros. Santiago de Cali.

<sup>45</sup> CVC – Universidad del Valle. (2005). Caracterización y Modelación Matemática del Río Cauca – PMC Fase II.

#### **3.1.4.1 Levantamientos en Campo**

Para la realización de la topobatimetría se contó con la colaboración del equipo de trabajo, los equipos y el software del **Ingenio Pichichí**. Se utilizó una estación total electrónica marca PENTAX modelo R-315 con dos reflectores o colectoras PENTAX con visibilidad en condiciones normales de 20 km y visibilidad en condiciones buenas de 40 km sin calor y con viento moderado., además de dos parejas de pescadores de Aguadesonso, a los cuales se les instruyó acerca del trabajo y las funciones a realizar; en la realización del trabajo en el espejo lagunar se tenía un prisma por pareja de pescadores cada uno en su respectiva canoa. Semanalmente la información se descargaba al computador y una vez almacenada toda la información se postprocesó con el modulo Autocad versión 2004 y SierraSoft en las instalaciones del Ingenio Pichichí (Foto 1).

Con el propósito de georeferenciar y nivelar, tanto el levantamiento batimétrico como el topográfico, a un único sistema de coordenadas que permita una posterior comparación con los niveles del río Cauca y otros afluentes, se realizó con estación total una poligonal cerrada alrededor del humedal en el sistema CVC con una total de 6010 puntos referenciados.

#### **Levantamiento Batimétrico**

El levantamiento batimétrico se realizó por medio de una estación total, debido a la mayor precisión alcanzada que con el método tradicional de la ecosonda y debido a la existencia de plantas acuáticas que limita el libre desplazamiento de la canoa con la ecosonda y el sedimento fino almacenado, lo que incrementaría el error en la medida de la distancia.



**Foto 1. Campaña de Batimetría y Topografía en la Laguna de Sonso (2006).**

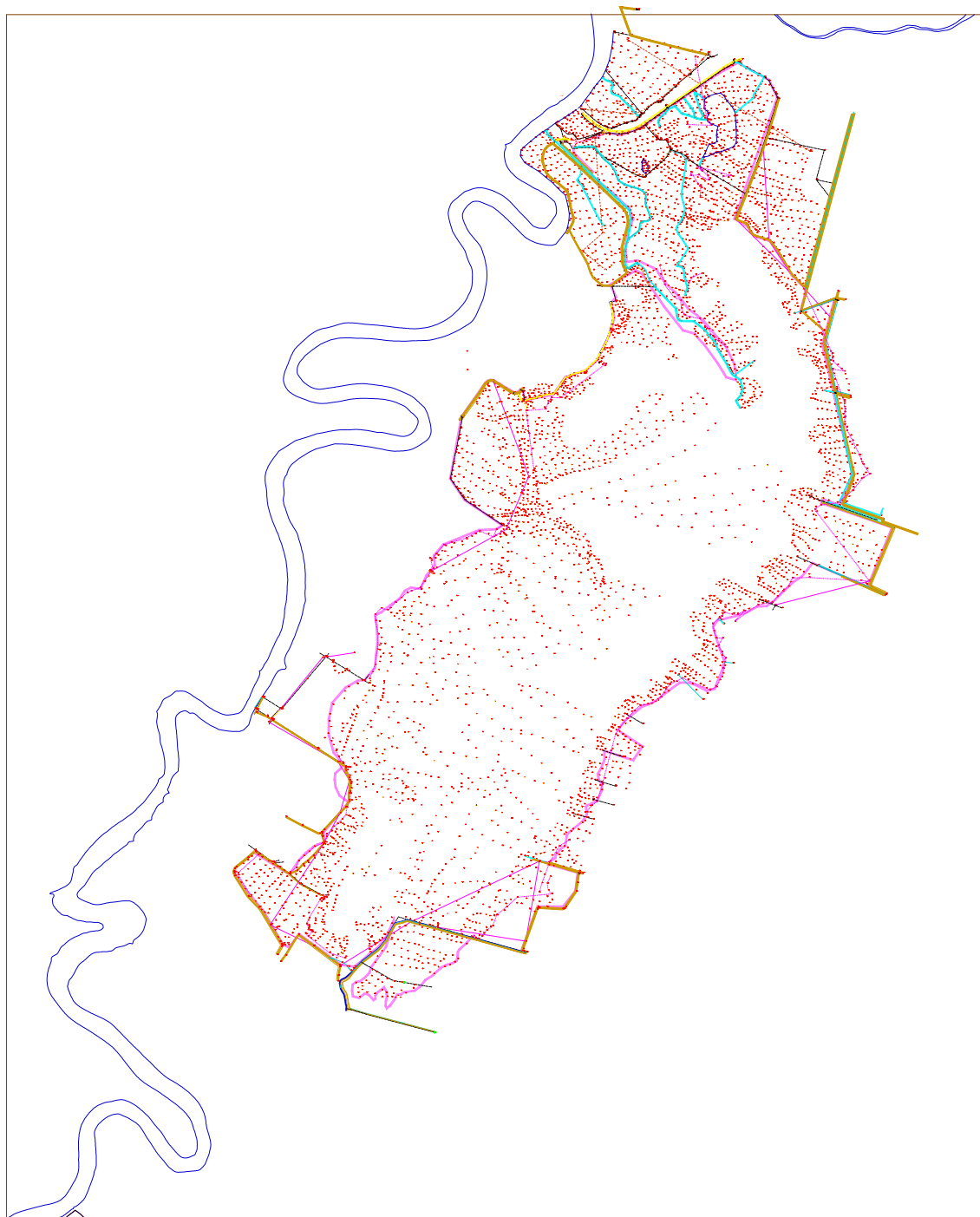
El levantamiento batimétrico comprendió la toma de secciones transversales y dependiendo de las condiciones vegetativas se tomaron 12020 puntos de sondeo del fondo de la Laguna y del lodo. Para la toma de este último se introdujo el espejo receptor de la estación total hasta donde se sintiera la compactación, aprovechando la mayor cantidad de puntos en las zonas donde estaba despejado el buchón. Este trabajo tuvo una duración de tres meses de trabajo comprendido entre los meses de Septiembre y Diciembre aprovechando que la Laguna presentaba niveles mínimos. En la zona nor-oriental se tomaron pocos puntos por la presencia de la zarza que impidió la toma de mediciones y a que en el mes de Diciembre ya estaba comenzando a subir el agua (Figura 1).

Como resultado de esta actividad se obtuvieron dos planos en planta con curvas isobatas de las curvas del fondo de la laguna y del lodo, 6 secciones transversales de la laguna en los BM o mojones ubicados en trabajos anteriores y un perfil longitudinal del fondo y nivel de agua existente en la misma, con el fin de hacer seguimiento de la sedimentación en la Laguna.

#### ***Levantamiento Topográfico***

El objetivo de esta actividad es efectuar el levantamiento topográfico de la zona de amortiguamiento de crecientes, alrededor del espejo de agua, la línea de costa actual o línea de agua en el momento de tomar mediciones, y el deslinde de la Laguna.





**Figura 1. Plano en Planta de los Puntos tomados para Batimetría y Topografía de la Laguna de Sonso**



Este levantamiento topográfico se desarrolló con estación total y comprendió la toma de numerosos puntos radiados a partir de los deltas de una poligonal cerrada. Dentro del recorrido a levantar, se detalló las obras hidráulicas de la infraestructura del lugar, tales como diques, terraplenes, carretables, alcantarillas, canales, etc.

### **Secciones Transversales**

La CVC materializó en 1988<sup>46</sup>, seis secciones transversales mediante mojones georeferenciados, con el fin de implementar un sistema de control que permitiera el seguimiento al proceso de sedimentación (Figura 2). Con esta línea base y a los levantamientos topográficos realizados en 1987 y 1995 se determinó la evolución de la sedimentación de la Laguna y su situación actual.

#### **3.1.4.2 Balance Hídrico**

Se realizó un balance hídrico que se basa en el principio de conservación de la masa expresado con la ecuación de continuidad, que establece que para cualquier volumen arbitrario y durante cualquier período de tiempo las diferencias entre las entradas y las salidas están condicionadas por las variaciones del volumen del agua almacenado. Para la realización del balance hídrico se adoptó para el análisis histórico un período diario para el año 2002 por ser el único año con disponibilidad de datos completos, y se representó con la siguiente ecuación:

$$E - S = \Delta V$$

Donde: E = entradas al sistema  
S = salidas del sistema

<sup>46</sup> CVC. (1988b). Estudio Hidrológico y Sedimentológico. En: Evaluación de la Situación Actual de la Laguna de Sonso. Subdirección de Recursos Naturales. Cali. Colombia. 26 p.

$\Delta V$  = cambio de almacenamiento de agua en el sistema

Las entradas al sistema corresponden al aporte por parte de los tributarios y la precipitación, mientras que las salidas corresponden a la evapotranspiración. El aporte del río Cauca y las aguas subterráneas dependerá de la condición estacional.

### **Precipitación**

La precipitación sobre la laguna se estimará como el promedio aritmético de la precipitación durante el  $\Delta t$  seleccionado de las estaciones pluviométricas más representativas del área lagunar del ecosistema.

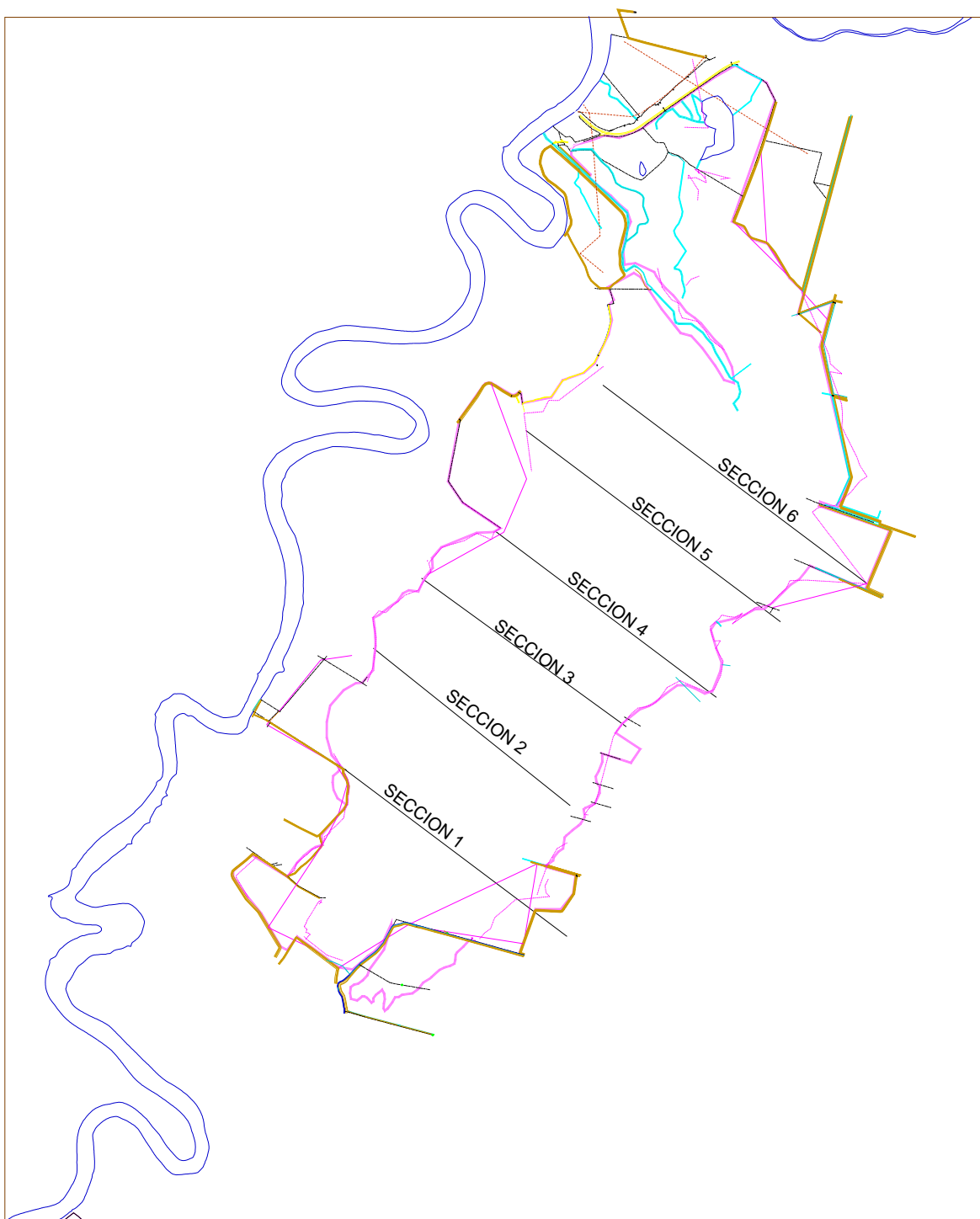
### **Evapotranspiración**

La evapotranspiración producida por las plantas acuáticas se estimó por medio del Método del Tanque Evaporimétrico utilizando un coeficiente de tanque igual a 0.75. Para estimar las tasas de evapotranspiración en las cuencas tributarias se utilizarán relaciones entre la precipitación mensual y la evaporación de tanque, incluyendo un coeficiente de afectación basado en el método de **Doorembos** y **Pruitt**, cuyo valor depende de las condiciones climáticas, principalmente humedad relativa y vientos, y por el coeficiente de cultivo<sup>47</sup>.

### **Río Cauca**

El sentido del flujo a través de caño Nuevo, se determinó a partir de la carga hidráulica. Cuando el río Cauca tenga niveles por encima de la Laguna es porque está entregando sus aguas a la Laguna, y en el caso contrario la Laguna entregará sus aguas al río Cauca.

<sup>47</sup> Doorembos, J. y Pruitt, W.O. (1976). Las necesidades de Agua de los Cultivos. FAO. Riego y Drenaje, No. 24.



**Figura 2. Localización de Secciones Transversales**



El aporte de agua en términos de caudal del río a la Laguna de Sonso se determinó con una base de datos con el  $\Delta t$  seleccionado, en el que se consignaron los parámetros hidráulicos y geométricos (nivel de agua, área, perímetro mojado, radio hidráulico, rugosidad, velocidad, caudal y sentido de flujo en Caño Nuevo), de acuerdo con los registros históricos existentes de la estación limnimétrica Caño Carlina localizada en Caño Nuevo y a las expresiones y consideraciones que se presentan a continuación. Un caudal negativo en esta base de datos significa que está saliendo agua de la Laguna, mientras un caudal positivo representa el aporte de agua del río Cauca a la Laguna.

La cantidad de agua que pasa por el caño Nuevo en un momento determinado, se cuantificó de acuerdo con las expresiones encontradas por Martínez y Posso (2004)<sup>48</sup> donde relacionan el área y el perímetro mojado con los niveles de agua de acuerdo con la sección transversal en Caño Nuevo, donde se tienen en cuenta la tasa de sedimentación:

$$A=0.2615(N_{\text{caño}}+0.1n)^2-484.47(N_{\text{caño}} + 0.1n)^2+224370$$

$$P=0.0124(N_{\text{caño}}+0.1n)^2-21.008(N_{\text{caño}} + 0.1n)^2+8807.3$$

Donde:

$N_{\text{caño}}$  = nivel de agua en el Caño Nuevo

Para determinar el caudal que pasa por este caño, se aplicó la expresión de Manning, cuyo coeficiente (rugosidad) se calculó de acuerdo con el nivel que se tenga en este caño (Tabla 3).

Donde:

$n$  = coeficiente de rugosidad de Manning

<sup>48</sup> Martínez, J. y Posso, J.A. (2004). Balance Hidrológico Preliminar del Humedal Laguna de Sonso y Caracterización de sus Procesos Hidrodinámicos a través de la Simulación Numérica. Tesis de Pregrado para optar al título de Ingeniero Sanitario. Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente – EIDENAR. Universidad del Valle. Cali. Colombia.

Tabla 3. Valores de Rugosidad en Caño Nuevo (Martínez y Posso 2004)<sup>47</sup>

Intervalo de Nivel (N)	Manning (n)
$N \leq 936.99$	0.055
$936.99 < N \leq 938.04$	0.046
$N > 938.04$	0.027

$$Q = 1/n A R^{2/3} S^{1/2}$$

R = radio hidráulico ( $m^{2/3}$ ) =  $A/P$

A = área ( $m^2$ )

P = perímetro mojado (m)

V = velocidad (m/s)

S = pendiente (m/m)

Q = caudal ( $m^3/s$ )

### Aguas Subterráneas y Tributarios

Como no se cuenta con información histórica, estos componentes se determinaron como el valor de cierre de la ecuación.

### Almacenamiento de la Laguna de Sonso

De acuerdo con las curvas Nivel – Área - Volumen determinadas por Hernández (2005)<sup>49</sup> y las expresiones matemáticas que describen el comportamiento de la curva Nivel – Volumen planteadas por Martínez y Posso (2004)<sup>47</sup> (Tabla 4), de acuerdo con varios intervalos de nivel y teniendo en cuenta la tasa de sedimentación calculada en 2.7 cm/año por CVC (1988)<sup>50</sup>, se establecerá el volumen de almacenamiento en la Laguna de Sonso.

<sup>49</sup> Hernández, M.F. (2005). Estudio de la Calidad del Agua y Estado Trófico de la Laguna de Sonso. Tesis de Maestría para optar al Título de Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. Colombia. 250 p.

<sup>50</sup> CVC. (1988). Informe Técnico Laguna de Sonso. Subdirección de Gestión Ambiental Grupo de cursos Hídricos. Guadalajara de Buga. Colombia. 6 p.



**Tabla 4. Ecuaciones de Volumen de acuerdo con los Niveles en la Laguna de Sonso (Martínez y Posso 2004)**

Intervalo de Nivel (N)	Ecuación de Volumen
$N \leq 936.4$	$V = [0.0787 (N - 0.027 n)^2 - 147.08 (N - 0.027 n) + 68718.17] 29 \times 10^6$
$936.40 < N \leq 936.55$	$V = [0.0787 (N - 0.027 n)^2 - 147.08 (N - 0.027 n) + 68718.145] 29 \times 10^6$
$936.55 < N \leq 937.00$	$V = [0.0787 (N - 0.027 n)^2 - 147.08 (N - 0.027 n) + 68718.1149] 29 \times 10^6$
$937.00 < N \leq 937.70$	$V = [0.0787 (N - 0.027 n)^2 - 147.08 (N - 0.027 n) + 68718.0819] 29 \times 10^6$
$937.70 < N \leq 938.05$	$V = [0.0787 (N - 0.027 n)^2 - 147.08 (N - 0.027 n) + 68718.049] 29 \times 10^6$
$N > 938.05$	$V = [0.0787 (N - 0.027 n)^2 - 147.08 (N - 0.027 n) + 68718.03] 29 \times 10^6$

### 3.1.5 Calidad del Agua

Se recopiló la información histórica existente en la estación Mediacanoa, 3 puntos sobre el espejo lagunar de la Laguna (Sur, Centro y Norte) y 6 tributarios (Canada – Zanjón Maldonado, Guayamaral, Guayabito, El Vínculo, Mocoa y Garzonero) (Figura 3).

Los análisis se realizaron de acuerdo con la normativa nacional; el Acuerdo 014 de 1976 de la CVC que establece los índices relativos a la calidad de las aguas de la cuenca del río Cauca con el fin de reglamentar los vertimientos residuales que puedan afectarlas y el Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Agricultura en cuanto a usos del agua y vertimientos de residuos líquidos (Tabla 5).

### 3.1.6 Estado Trófico

#### 3.1.6.1 Variación Histórica y Actual

Se recopiló información del estado trófico histórico de acuerdo con los resultados

presentados por Hernández (2005)<sup>51</sup> y se determinó el estado actual del estado trófico de la Laguna de Sonso de acuerdo con las recomendaciones de Vollenweider (1983)<sup>52</sup> y Martino (1989)<sup>53</sup> que consideran que la relación N a P para el fitoplacton es de 9:1. Relaciones N:P > 9 indican un ecosistema limitado por fósforo, mientras que relaciones N:P < 9 son limitados por nitrógeno.

Se aplicó el programa Lagos Cálidos Tropicales (LACAT) y el Índice de Estado Trófico de Fósforo Total propuesto por Carlson (1977)<sup>54</sup>.

<sup>51</sup> Hernández, M.F. (2005). Estudio de la Calidad del Agua y Estado Trófico de la Laguna de Sonso. Tesis de Maestría para optar al Título de Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. Colombia. 250 p.

<sup>52</sup> Vollenweider, R.A. (1983). Eutrophication. Notes Distributed during the II Meeting of the Regional Project on the Eutrophication of Tropical Lakes.

<sup>53</sup> Martino, P. (1989). Curso Básico sobre Eutroficación. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. 69 p.

<sup>54</sup> Carlson, RE. (1977). A Trophic State Index for Lakes. Limnology and Oceanography. 22:361-369.

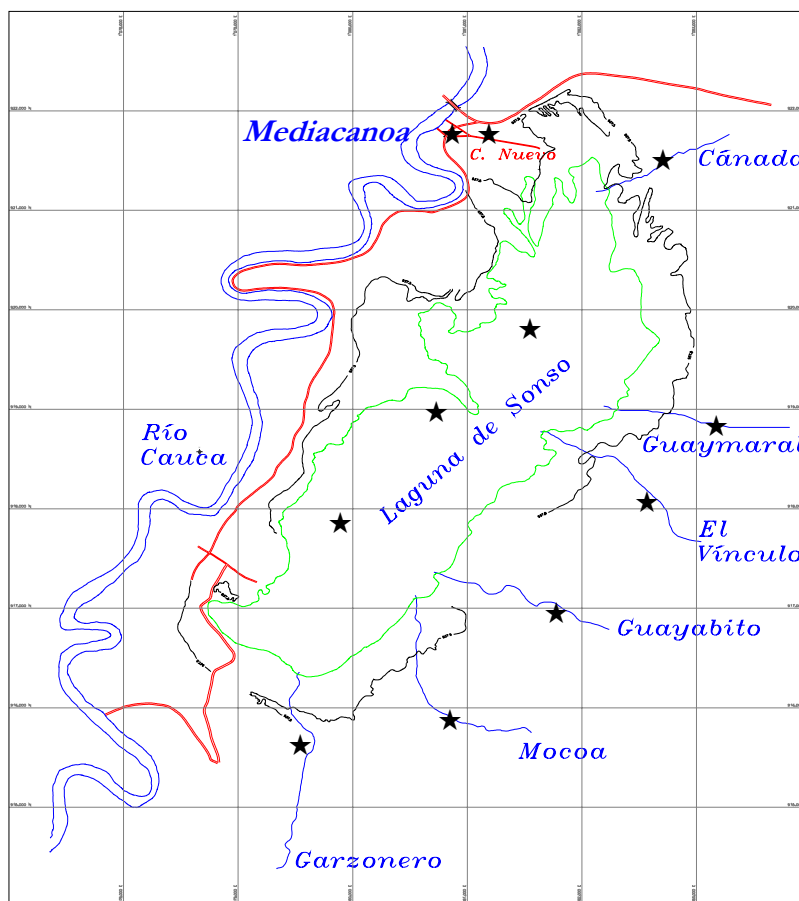


Figura 3. Ubicación de los Puntos de Muestreo sobre la Laguna de Sonso

- Programa Lagos Cálidos Tropicales - LACAT

El LACAT estima en términos de probabilidad el estado trófico de un lago cálido tropical limitado por fósforo, el cual aplica la metodología propuesta por Salas y Martino (2001)<sup>55</sup> con base en la carga de fósforo por año ( $L_p$ ), el tiempo de retención ( $T_w$ ) y la profundidad promedio ( $Z$ ) (Figura 4).

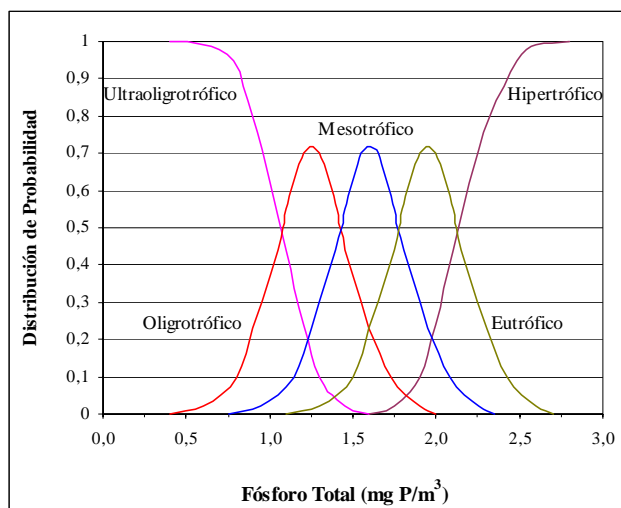


Figura 4. Distribución de Probabilidad de Nivel Trófico en Lagos Cálidos Tropicales

<sup>55</sup> Salas, H.J. y Martino, P. (2001). Metodologías Simplificadas para la Evaluación de Eutroficación en Lagos Calidos Tropicales. Programa Regional CEPIS/OPS. Lima, Perú.



Tabla 5. Calidad del Agua para diferentes Usos del Recurso Hídrico (Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Agricultura)

Parámetro	Unidad	Rango Admisible							
		Consumo humano y uso doméstico, previo tratamiento convencional	Consumo humano y uso doméstico, previa desinfección	Agrícola	Pecuario	Recreativo por contacto primario	Recreativo por contacto secundario	Conservación de fauna y flora	Vertimiento a cuerpo de agua
pH	Unidades	5.0 – 9.0	6.5-8.5	4.5-9.0		5.0 – 9.0	5.0 – 9.0	6.5-9.0	5-9
Oxígeno Disuelto	mg/l					5.2 <sup>(1)</sup>	5.2 <sup>(1)</sup>	5.2 <sup>(1)</sup>	
Aluminio	mg/l			5.0	5.0				
Arsénico		0.05	0.05	0.1	0.2				
Amoníaco		1.0	1.0						
Berilio	mg/l			0.1					
Temperatura	(°C)								≤40
Turbiedad	UNT		10						
Color real	UPC	75	20						
mercurio	mg/l	0.002	0.002						
Nitratos	mg/l	10.0	10.0						
Nitritos	mg/l	1.0	1.0		10.0				
Nitratos + Nitritos	mg/l				100.0				
Selenio	mg/l	0.01	0.05						
Sulfatos	mg/l	400.0	400.0						
Cadmio	mg/l	0.01	0.01	0.01	0.05				
Níquel	mg/l			0.2					
Plata	mg/l	0.05	0.05						
Plomo	mg/l	0.05	0.05	5.0	0.1				
Zinc	mg/l	15.0	15.0	2.0	25.0				
Cobre	mg/l	1.0	1.0	0.2					
Cromo	mg/l	0.05	0.05	0.1	1.0				
Cloruros	mg/l	250.0	250.0						
Hierro	mg/l			5.0					
Manganeso	mg/l			0.2					
Coliformes Totales	NMP/100 ml	20000	1000			200	5000		
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	2000				1000			
Cianuro	mg/l	0.2	0.2						

Nota: (1) Valor correspondiente al 70% de la concentración de saturación (7.4 mg O<sub>2</sub>/l) para el valle geográfico del Río Cauca.

Contacto Primario: Natación y Buceo

Contacto Secundario: Deportes Náuticos y Pesca

Este modelo se basa en un balance de masa del nutriente limitante, o sea el fósforo, y asume el lago completamente mezclado y condiciones de estado de equilibrio representadas por el valor promedio anual. El modelo está representado por la ecuación:

$$P = \frac{Lp}{z/Tw * (1 + 2TW1/2)}$$

Donde:

P = fósforo total del lago

Lp = carga de fósforo

z = profundidad media del lago

Tw = tiempo de residencia hidráulica

$Lp = w/As; Tw = V/Qa; w = Qa p$

Donde:

w = aporte de fósforo por el afluente

As = área superficial del embalse

V = volumen del embalse

Qe = aforo del efluente

Qa = aforo del afluente

p = fósforo que llega por los tributarios



## • Estado Trófico

El estado trófico en la Laguna de Sonso se determinó por el IET de Carlson (1997)<sup>56</sup> mediante la siguiente ecuación:

$$\text{TSI (PT)} = 10 [6 - (\text{Ln } 48/\text{PT})/\text{Ln } 2]$$

### **3.1.6.2 Entradas de Nutrientes a la Laguna de Sonso**

Se analizó el aporte de nutrientes por escorrentía y sedimentos. El aporte de nutrientes por escorrentía se determinó por la metodología desarrollada por Adamus y Bergman (1995)<sup>57</sup>, que calcula el promedio de escorrentía por el uso actual del suelo basado en el promedio de precipitación, área del uso del suelo y el potencial de escorrentía del suelo. El aporte de nutrientes se calculó por la acumulación de sedimentos en la Laguna de Sonso, de acuerdo con los resultados presentados por Hernández (2005)<sup>58</sup>.

Otro aporte importante de nutrientes lo realizan los animales, por lo que se establecerá de acuerdo a revisión bibliográfica cual es el aporte por defecación por tipo de animal y de acuerdo con la cantidad de animales establecidas se determinará la cantidad de nutrientes aportados.

Una vez determinado los aportes de nutrientes por tributarios, escorrentía, sedimentos y animales, se cuantificará el total de aportes a la Laguna de Sonso en términos de porcentaje. Se realizará una estimación de

<sup>56</sup> Carlson, RE. (1977). A Trophic State Index for Lakes. *Limnology and Oceanography*. 22:361-369.

<sup>57</sup> Adamus, C.L. y Bergman, M.J. (1995). Estimating no Point Source Pollution Loads with a GIS Screening Model. *Water Resources Bulletin*. 31 (4):647 – 655.

<sup>58</sup> Hernández, M.F. (2005). Estudio de la Calidad del Agua y Estado Trófico de la Laguna de Sonso. Tesis de Maestría para optar al Título de Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. Colombia. 250 p.

las cargas a remover del sistema para evitar la eutrofización del sistema mediante la modelación con el programa LACAT, con el fin de establecer metas de remoción de nutrientes.

## **3.2 COMPONENTE BIÓTICO**

### **3.2.1 Hidrobiología**

Se recopiló la información histórica disponible, se comparó y se analizó la evolución en el tiempo de fitoplancton, zooplancton y macroinvertebrados.

El muestreo hidrobiológico se realizó el día 26 de septiembre de 2006 y se contrató los servicios del laboratorio de CVC para su procesamiento. Para la determinación de los puntos de muestreo se tomó en cuenta el estudio de CVC-Universidad del Valle (1998)<sup>60</sup>, en donde establecieron 6 puntos de muestreo denominados Bosque de Las Chatas, La Draga, La Pensínsula, el Rincón de los Abuelos, El Canal y el Río Cauca (Figura 5), con el fin de establecer una línea base e identificar los cambios de este tipo de comunidad.

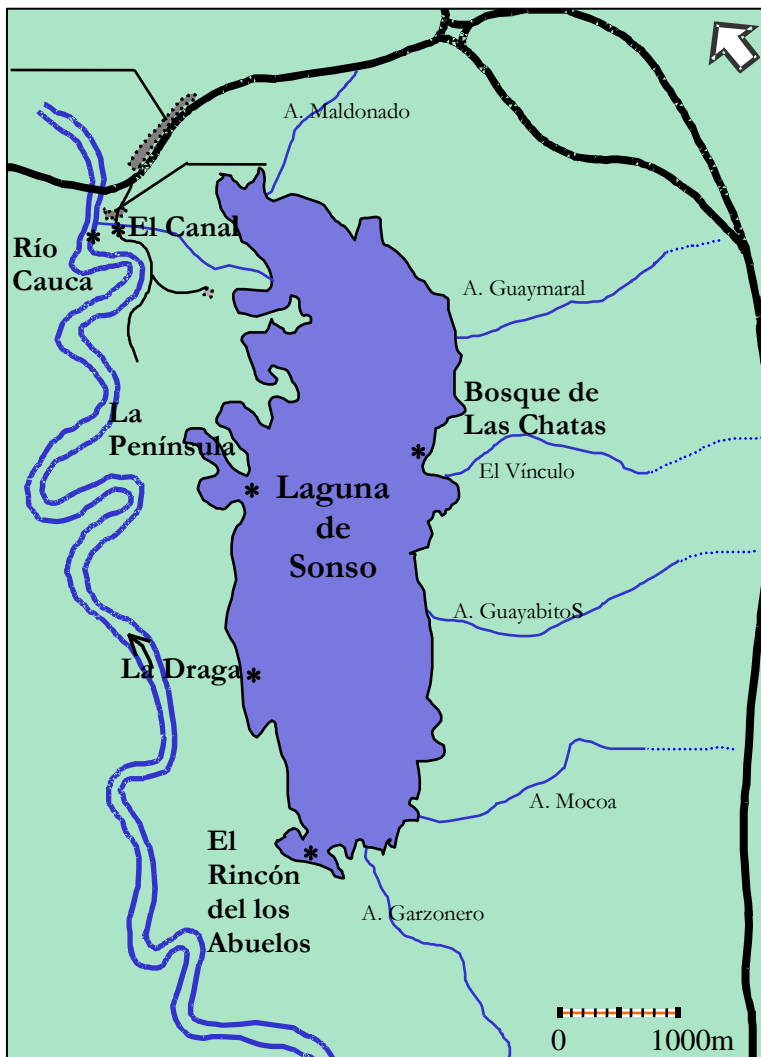
#### **3.2.1.1 Fitoplancton y Zooplancton**

Se determinó la zona fótica por medio del disco Secchi, y se hizo un muestreo a diferentes profundidades (fondo, medio y superficie) para su posterior integración.

<sup>59</sup> Martínez, J. y Posso, J.A. (2004). Balance Hidrológico Preliminar del Humedal Laguna de Sonso y Caracterización de sus Procesos Hidrodinámicos a través de la Simulación Numérica. Tesis de Pregrado para optar al título de Ingeniero Sanitario. Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente – EIDENAR. Universidad del Valle. Cali. Colombia.

<sup>60</sup> CVC – Universidad del Valle. (1998). Estudio Hidrobiológico de la Laguna de Sonso. Cali. Colombia. 165 p.





**Figura 5. Estaciones de Muestreo Hidrobiológico en la Laguna de Sonso**

A nivel superficial se realizó arrastre horizontal con redes para fitoplancton y zooplancton de diferente tamaño de ojo, por espacio de cinco a diez minutos desde un bote de remos o canoa en cada sitio de muestreo. Las muestras colectadas se pasaron a recipientes plásticos con tapa rosca y se fijaron in situ con una solución de formol al 4% y lugol.

Las muestras se trasladaron al laboratorio para sus análisis, donde se separaron de acuerdo al tipo de organismos, se pasaron por claves

taxonómicas para precisar su identificación y realizar el conteo.

### **3.2.1.2 Macroinvertebrados Acuáticos**

Se exploró los diferentes hábitats en los sitios de muestreo establecidos en un área entre 10 y 30 m de acuerdo a las condiciones dominantes de las estaciones a muestrear.

Se realizó un muestreo de las orillas con nasas o red tipo Donet, las cuales se adaptan bien a los bordes y tipo de sustratos. El material se



pasó por un cedazo (tamiz) o una red para lavar el exceso de lodo o arena.

Se hizo un muestreo con una red de pantalla en las zonas cercanas a la orilla y de corriente; para lo cual una persona se colocó en contra de la corriente sujetando la red de los extremos, la otra persona se colocó en la dirección de la corriente removiendo el fondo para que el material removido se acumulara en la red.

Se practicaron barridos en las orillas, parte media y el centro; y se realizó una recolección manual de ramas y hojas. Los organismos se capturaron por medio de pinzas, pinceles, agujas y brochas pequeñas; con la finalidad de evitar el deterioro de sus estructuras. Se procede a guardar el material en bolsas plásticas o en recipientes plásticos con alcohol al 70%.

Las muestras se llevaron al laboratorio donde se observaron en el estereoscopio, se revisaron por grupos taxonómicos por medios de guías y claves, para precisar su clasificación e identificación y se realizaron registros fotográficos y conteo.

Una vez obtenida la información se procedió a registrar y procesar para el respectivo análisis de bioindicación y estado del ecosistema acuático basado en estos grupos de organismos mediante el método BMWP/Col como una primera aproximación para evaluar los ecosistemas acuáticos en Colombia propuesto por Roldán (2003)<sup>61</sup>.

El método BMWP/Col consiste en la identificación a nivel de familia de los macroinvertebrados, asignando un puntaje de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación de materia orgánica, los grupos más sensibles reciben un puntaje de 10 y los más tolerantes a la contaminación reciben una puntuación de 1 (Tabla 6). La suma de todos los puntajes de

todas las familias proporciona el puntaje total BMWP/Col, y de acuerdo con este puntaje, se califica las diferentes clases de agua (Tabla 7).

### **3.2.2 Fauna Íctica**

Para la caracterización actual de la fauna íctica se realizaron dos temporadas de muestreo de acuerdo a las condiciones estacionales. El primer período de muestreos se realizó en los meses de Junio y Julio del 2006, que correspondían a la temporada de invierno e inundación en la Laguna de Sonso, y el segundo período de muestreos se realizó entre Septiembre y Octubre del mismo año, que correspondió a la época de verano.

Se realizaron 9 días de muestreo en cada período para un total de 108 horas de muestreo. Entrevistas y encuestas, así como la observación directa de las actividades relacionadas con la pesca fueron realizadas durante 6 días por período de muestreo.

El primer período de muestreo (invierno) abarcó los siguientes lugares: Madre Vieja la Marina, Charco temporal cerca al río Cauca, La Bocana, Charco temporal al lado de Puerto Bertín, Zona inundada en la entrada a la Isabela, Zona inundada al lado de la Motobomba, Primer mirador, Charco del Burro. En el Segundo período de muestreo (verano) se incluyeron: Laguna de Sonso, El Barbudo, Charco temporal al lado de la Isabela, Motobomba, Zona inundada en los potreros al frente de la Isabela, Canal principal que comunica la Laguna con el Río Cauca.

<sup>61</sup> Roldán, G. (2003). Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia: Uso del Método BMWP/Col. Editorial Universidad de Antioquia. Primera Edición. Medellín. Colombia. 170 p.



**Tabla 6. Puntajes de la Familias de Macroinvertebrados Acuáticos para el Índice BMWP/Col (Roldán, 2003)<sup>62</sup>**

Familia	Puntaje
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Polymitarcyidae, Xiphocentronidae.	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae.	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossossomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.	7
Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Noteridae	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae.	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae	2
Tubificidae	1

**Tabla 7. Clases de Calidad del Agua asociados al Método BMWP/Col (Roldán, 2003)<sup>62</sup>**

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

Como métodos de captura se utilizaron atarrayas con punto 1 y 2, una red de arrastre de 10 m de largo por dos de alto (para capturar alevinos) y una red de arrastre de 2 m con ojo de malla fino.

Los peces colectados fueron fijados en formol al 10% para su posterior identificación en laboratorio. Para la identificación de las especies, se siguieron las claves taxonómicas

propuestas por Eigenmann (1922)<sup>63</sup>, Miles (1943<sup>64</sup>, 1947<sup>65</sup>), Dahl (1971)<sup>66</sup>, Vargas (1989)<sup>67</sup>, Lehmann (1999)<sup>68</sup> y Ortega *et al.*, (1999)<sup>69</sup>.

<sup>63</sup> Eigenmann, C.H. (1922). Memoirs of the Carnegie Museum. The fishes of Western South America. Part I. 9 (1). 1-346, 38 plates.

<sup>64</sup> Miles, C.W. (1943). Estudio Económico y Ecológico de los Peces de Agua Dulce del Valle del Cauca. Cespedita. 2(5): 18-59.

<sup>65</sup> Miles, C.W. (1947). Los peces del Río Magdalena. Ministerio de la Economía Nacional, Sección de Piscicultura, Pesca y Caza. Ed. El Gráfico, Bogotá. 214 p.

<sup>66</sup> Dahl, G. (1971). Los peces del Norte de Colombia. INDERENA Bogotá: V – XVII. 391pp.

<sup>67</sup> Vargas, I.C. (1989). Inventario Preliminar de la Ictiofauna de la Hoya Hidrográfica del Quindío. Corporación Autónoma Regional del Quindío. División de Recursos Naturales, sección aguas. 96 pp.

<sup>68</sup> Lehmann, P. (1999). Composición y Estructura de la comunidad de Peces de dos Tributarios en la Parte Alta del

<sup>62</sup> Roldán, G. (2003). Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia: Uso del Método BMWP/Col. Editorial Universidad de Antioquia. Primera Edición. Medellín. Colombia. 170 p.



Las especies fueron categorizadas de acuerdo a su importancia comercial y estatus de amenaza. La importancia comercial de las especies se determinó basándose en información secundaria, contrastada con entrevistas informales realizadas en campo y observación directa.

Las categorías utilizadas fueron: Especies de importancia como alimento (especies utilizadas por las comunidades locales para sustento y como fuente de alimento) y especies ornamentales (especies comercializadas principalmente para acuarios).

En cuanto a su estatus de amenaza, las especies fueron clasificadas con base en los trabajos realizados por Mojica y Alvarez-León, R. (2002)<sup>70</sup> y la CVC (2006a)<sup>71</sup>. Adicionalmente, las especies se catalogaron como endémicas para la región del Alto Cauca tomando como referencia los trabajos de Ortega-Lara *et al.* (2006)<sup>72</sup> y Maldonado *et al.* (2005)<sup>73</sup>; y se tuvo en cuenta el origen de las

especies para clasificarlas según los criterios de Gutiérrez (2006)<sup>74</sup>.

### 3.2.3 Herpetología

Durante cuatro meses (Junio a Octubre 2006) se realizó una salida de campo mensual, cada una de cuatro días de duración, con el objetivo de registrar la fauna de anfibios y reptiles presentes en la Laguna de Sonso y el área de sus tributarios (cuenca de captación). Durante los dos primeros meses (época de inundación) se visitó la parte occidental de la Reserva Natural Laguna de Sonso (La Isabela) mientras que su parte sur (finca La Rochela y áreas aledañas al Río Sonso) se visitó en el mes de Octubre. En el mes de Septiembre se realizaron muestreos en la estación biológica de El Vínculo, ubicada en el piedemonte de la cordillera Central. Todas las salidas de campo fueron realizadas en época de luna nueva o cuarto menguante, ya que bajo estas condiciones las especies de actividad nocturna son más activas y conspicuas.

Durante los muestreos se utilizó la técnica de encuentro visual azaroso (Crump y Scout, 1994)<sup>75</sup>: recorridos diurnos nocturnos a lo largo de caminos y trochas que abarquen la mayor variedad posible de hábitats y microhábitats. Se buscó sobre vegetación, en la hojarasca y bajo la corteza de árboles, troncos caídos y piedras. Adicionalmente, se hicieron recorridos a lo largo de las carreteras que circundan las localidades muestreadas con el objetivo de registrar individuos muertos por

---

Río Cauca. Tesis de Pregrado. Universidad del Valle, Facultad de Ciencias, Programa Académico de Biología. 111 pp.

<sup>69</sup> Ortega-Lara, A. (1999). Los Peces del Alto Cauca. Catálogo de especies. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC. 122 pp.

<sup>70</sup> 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.

<sup>71</sup> CVC. (2006a). Coordinación, Seguimiento y Consolidación de Resultados del Trabajo de las Mesas del 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.

<sup>72</sup> 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.

<sup>73</sup> 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

---

<sup>74</sup> 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.

<sup>75</sup> 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



atropellamiento, pues con esta técnica se pueden registrar especies crípticas y/o poco abundantes (Bennet 1991)<sup>76</sup>.

Finalmente, se entrevistaron pobladores de las áreas y técnicos de la CVC con la finalidad de incorporar un mayor número de especies a través de la asociación de nombres científicos y nombres comunes.

Los muestreos nocturnos duraron tres horas entre las 18:00 y 24:00 horas y en el día cuatro a cinco horas entre las 08:00-11:00 horas y las 14:00-17:00 horas. Los individuos se capturaron 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, un individuo por grupo desconocido se sacrificó de acuerdo a las técnicas estándar y se transportó a laboratorio en la ciudad de Cali para su determinación.

Especímenes colectados fueron depositados en la colección de herpetología del departamento de Biología en la Universidad del Valle. En este estudio se siguió la nueva clasificación de anfibios sugerida por Frost *et al.* (2006)<sup>77</sup> mientras que en reptiles es acorde a lo mencionado por EMBL Reptile Database (<http://www.embl-beidelberg.de/~uetz/LivingReptiles.html>; Uetz, 2000)<sup>78</sup>.

<sup>76</sup> Bennett, A.F. (1991). Roads, Roadsides and Wildlife conservation: a Review. En: D. A. Saunders y R. J. Hobbs (eds.). Nature Conservation 2: the role of corridors. Surrey Beatty y Sons Pty Limited. Australia. Pág. 99-118.

<sup>77</sup> 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.

<sup>78</sup> Uetz, P. (2000). How Many Reptiles Species?. Herpetological Review, 31(1): 13-15.

A cada individuo observado se le registraron datos estándar para caracterización del microhabitat en anfibios (Heyer *et al.* 1994)<sup>79</sup>: posición horizontal o ubicación respecto a cuerpos acuáticos, posición vertical o altura, tipo de sustrato en que se encuentran (troncos, ramas, hojas, hojarasca, piedras), tipo y hora de actividad. Para los reptiles, el registro de microhabitat tuvo en cuenta los mismos parámetros mencionados para los anfibios. Las especies se categorizaron acorde a su estatus de amenaza siguiendo los lineamientos de CVC (2006a)<sup>80</sup> y los libros rojos de anfibios y reptiles para Colombia (Castaño-Mora, 2002<sup>81</sup>; Rueda-A *et al.*, 2004<sup>82</sup>). Igualmente, las especies no nativas fueron catalogadas de acuerdo a los lineamientos de IAvH (Instituto Alexander von Humboldt).

### 3.2.4 Mastozoología

La Laguna de Sonso y el complejo de áreas que componen la cuenca de captación de esta, son ecosistemas representativos del Valle del Cauca. Sin embargo, son unos de los ecosistemas menos comprendidos y menos estudiados respecto a la fauna de mamíferos. No obstante, ha habido algunos intentos por llenar este vacío desde principios de la segunda mitad del siglo XX. Este trabajo trata

<sup>79</sup> Heyer, W., Donnelly M., McDiarmid R., Hayek L. y Foster M. (1994). Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press.

<sup>80</sup> CVC. (2006a). Coordinación, Seguimiento y Consolidación de Resultados del Trabajo de las Mesas del 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.

<sup>81</sup> Castaño-Mora, O.V. (Ed.). (2002). Libro Rojo de Reptiles de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. ICN-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional Colombia, Bogota-Colombia.

<sup>82</sup> 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.



de compilar la información existente acerca de los mamíferos en la Reserva Natural Laguna de Sonso y ecosistemas asociados.

Para los muestreos, se efectuaron visitas en diferentes sectores que presentan hábitats representativos como: La Isabela, bosque Las Chatas (predio La Gloria), el predio La Rochela, y áreas aledañas al río Sonso y la Estación Biológica El Vínculo. Estas visitas se efectuaron entre Junio y Octubre de 2006 y cada una tuvo una duración de cuatro días (tres noches y cuatro días) en las cuales se efectuaron capturas de mamíferos voladores (murciélagos, Orden Chiroptera).

Para tal fin, se emplearon siete redes de niebla (dos redes de 12 metros, tres de 9 metros y dos de 6 metros; cada una de 3 metros de altura) que cubrieron 63 metros. Las redes estuvieron ubicadas a lo largo de caminos, bordes e interior de vegetación (bosque, rastrojos y potreros) y permanecieron abiertas desde las 17:30 hasta las 24:00hrs, aprovechando el pico de actividad que los murciélagos presentan en las primeras horas de la noche. Cada red fue revisada cada hora y los individuos capturados fueron guardados en bolsas de tela y transportados hasta un sitio base donde fueron identificados, medidos y se les determinó el sexo y estado reproductivo. Posteriormente, fueron marcados cortando una porción del pelaje y por último, liberados en los mismos sitios de captura.

Durante los muestreos en los que se implementan técnicas de captura de ejemplares y enfocados a pequeños mamíferos, usualmente se efectúan colecciones de ejemplares, ya sea por la dificultad de identificación o porque durante eventos de captura o manipulación algunos individuos fallecen. Sin embargo, para este estudio no se efectuaron colecciones debido a que no se obtuvo el permiso requerido.

Con base en información histórica (Lehmann 1967<sup>83</sup>, Granados-Díaz y Ramírez-Cuervo 1975<sup>84</sup>) y la revisión de especímenes preservados en la colección de mamíferos de la Universidad del Valle procedentes de la Laguna o áreas cercanas, y de distribución de especies (Rojas-Díaz *et al.* preparación<sup>85</sup>, Alberico 1981<sup>86</sup>, 1983<sup>87</sup>) se estableció la presencia potencial de especies no registradas con métodos de campo. También se recopiló información de pobladores mediante entrevistas informales, en las que se estableció la presencia de mamíferos. Por último, como método complementario, se efectuaron recorridos de observación de especies nocturnas - entre las 18:00-24:00 horas - y se buscaron evidencias de presencia de otras especies no detectables por métodos tradicionales de muestreo.

La determinación taxonómica de las especies listadas sigue el arreglo propuesto por Alberico *et al.* (2000)<sup>88</sup>; los nombres comunes se obtuvieron de las entrevistas y algunos fueron tomados de Rodríguez-Mahecha *et al.* (1995)<sup>89</sup>. Se definieron gremios con base a Bonacorso (1978)<sup>90</sup>, Gardner (1977)<sup>91</sup>,

<sup>83</sup>Lehmann, F.C. (1967). Fauna de la Laguna de Sonso. En: Proyecto de la Laguna de Sonso o del Chircal. Informe Técnico CVC No. 67-2. Santiago de Cali. Colombia. 13 p.

<sup>84</sup>Granados-Díaz, H y Ramírez-Cuervo, L. (1975). Reserva Natural Laguna de Sonso. Cali Colombia. 67p.

<sup>85</sup>Rojas-Díaz, V.; Reyes-G, M. y Alberico, M. Mamíferos del Departamento del Valle del Cauca. (en preparación).

<sup>86</sup>Alberico, M. (1981). Lista Preliminar de los Murciélagos del Valle. *Cespedesia* 10:223-230.

<sup>87</sup>Alberico, M. (1983). Lista Anotada de los Mamíferos del Valle. *Cespedesia* 12:57-72.

<sup>88</sup>Alberico, M; Cadena, A.; Hernández-Camacho, J. y Muñoz-Saba, Y. (2000). Mamíferos (Synapsia: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana* 1: 43-75.

<sup>89</sup>Rodríguez-M, J.V.; Hernández-Camacho, J.I.; Defler, T.R.; Alberico, M.; Mast, R.B.; Mittermeier, R.A. y Cadena, A. (1995). Mamíferos Colombianos: Sus Nombres comunes e Indígenas. Conservation International y Fundación Mario Santo Domingo. Occasional Paper No. 3.

<sup>90</sup>Bonacorso, F.J. (1978). Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. *Bulletin of the Florida State Museum, Biological Science* 24:359-408.

<sup>91</sup>Gardner, A.L. (1977). Feeding habits. Pp 293-350. En: R. J. Baker, J. K. Jones, Jr, y D. C. Carter (eds). *Biology of Bats of the New World Family Phyllostomatidae, Part II. Special*



Eisenberg (1989)<sup>92</sup>, Nowak (1994)<sup>93</sup> y Emmons (1997)<sup>94</sup>, teniendo en cuenta los principales componentes de la dieta. Los gremios son: frugívoros, insectívoros, nectarívoros, carnívoros (incluye piscívoros), herbívoros y omnívoros. Para el establecimiento de especies sensibles o vulnerables se consideran las listas de especies amenazadas a nivel mundial (UICN, 2004<sup>95</sup> y CITES, 2005)<sup>96</sup>; nacional (Franco, 1998<sup>97</sup> y Rodríguez, 1998)<sup>98</sup> y regional (CVC, 2006a)<sup>99</sup>.

### 3.3 SOCIOECONÓMICA

El componente socioeconómico involucró la caracterización y análisis de los aspectos sociales, económicos, institucionales y políticos que de alguna manera tienen incidencia sobre el ecosistema Lagunar Laguna de Sonso.

#### • Identificación de Actores y Variables Socioeconómicas

Como punto de partida fueron concertados y definidos las variables dentro del componente socioeconómico a considerar con sus respectivos indicadores (Tabla 8).

**Tabla 8. Variables Socioeconómicas**

VARIABLE	INDICADORES
Sociales	No. de habitantes, % cobertura en servicios públicos, Nivel educativo, No. de viviendas, % de hab/vivienda, Propiedad de la vivienda, Características de la vivienda.
Económicas	Nivel de Ingresos, % de pob. según ocupación.
Político Institucional	Presencia institucional, organizaciones comunitarias

En las comunidades asentadas en el área de captación de la Laguna de Sonso fueron realizados 5 talleres de socialización, donde se compartió información acerca del ecosistema, riqueza, resaltando sus mayores problemáticas, la importancia del Plan de Manejo y sus principales componentes.

Para el desarrollo de los talleres hubo coordinación con los líderes comunitarios de cada población, los cuales brindaron toda su apoyo y capacidad para la respectiva convocatoria.

Para la clasificación de actores en la Laguna de Sonso se tomó como referencia la metodología para la clasificación de actores presentada en la propuesta de categorías de áreas protegidas para el Valle del Cauca y sus directrices de manejo (CVC – Fundación Trópico, 2005)<sup>100</sup>.

Publications of the Museum, Texas Tech University. Texas, 364 p.

<sup>92</sup>Eisenberg, J.F. (1989). Mammals of the Neotropics: Vol. 1. The Northern Neotropics: Panamá, Colombia, Venezuela, Guyana, Suriname, French Guiana, The University of Chicago Press, Chicago, 449p.

<sup>93</sup>Nowak, R.M. (1991). Walker's Mammals of the World. Fifth Ed. J. Hopkins University Press, Baltimore, USA.

<sup>94</sup>Emmons, L.H. (1997). Neotropical Rainforest Mammals: a Field Guide. University of Chicago Press. 307p.

<sup>95</sup>UICN (2004). IUCN Red List of Threatened Species.

<sup>96</sup>CITES (2005). Apéndices I, II y III, en vigor desde 17 de febrero de 2005.

<sup>97</sup> Franco-M. A.M. (1998). Vertebrados Resistentes que presentan algún Riesgo de Extinción en Colombia. En: Chaves S., M. E y N. Arango (eds.). 1998.

<sup>98</sup>Rodríguez, 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.

<sup>99</sup>CVC. (2006a). Coordinación, Seguimiento y Consolidación de Resultados del Trabajo de las Mesas del 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.

<sup>100</sup> CVC – Fundación Trópico. (2005). Informe Final Contrato No. 178.



• **Recopilación y análisis de información secundaria**

Se realizó un inventario y una recopilación de información existente del área de estudio, para lo cual se consultó los estudios y proyectos de las entidades a nivel municipal, regional y nacional públicos o privados que se relacione con el área del proyecto en instituciones como CVC (POA, Estudios existentes, Planes de Manejo anteriores), Alcaldía Municipal (POT, CLOPAD, Secretaría de Agricultura, Salud y Planeación), Cámara de Comercio, INVIAS, IGAC, Aguadesonso y Gobernación del Valle.

En lo que respecta a la información primaria se realizaron reuniones con líderes comunitarios (presidentes de las Juntas de Acción Comunal de cada población), con quienes se coordinó la realización de encuestas para cada comunidad. Permitiendo así conocer las actividades socioeconómicas predominantes en el área de captación de la Laguna de Sonso.

• **Análisis Socioeconómico**

Se desarrollaron encuestas con el fin de actualizar la información socioeconómica para lo cual se contó con el apoyo de líderes

comunitarios de cada población; que permitieran conocer las actividades socioeconómicas predominantes en el área de influencia de la Laguna de Sonso, la cual incluye las poblaciones asentadas en la zona cercana al humedal (El Porvenir y Puerto Bertín), las poblaciones ubicadas en el área de influencia directa (Corregimiento El Vínculo, Zanjon Hondo y Quebrada Seca) y los propietarios colindantes (Anexo 3).

Para los parámetros poblacionales se realizó un análisis comparativo de la información secundaria con los registros levantado en las encuestas durante el año 2006 en la ejecución del presente estudio.

El análisis socio-económico se realizó de acuerdo a los criterios que se presentan en la Tabla 9. Las características culturales se realizaron de acuerdo al uso actual y tradicional de la tierra, interés público del área, presencia de comunidades y áreas de patrimonio cultural. Mientras que para las características sociales se tuvieron en cuenta aspectos demográficos, servicios, educación, salud, vivienda, servicios públicos (acueducto, alcantarillado, disposición de residuos, energía) y vías.

**Tabla 9. Criterios para Análisis Socioeconómico**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>INFORMACIÓN</b>
1. Valores estéticos, culturales, religiosos e históricos	En esta parte se describe la importancia o valor del humedal como un todo especialmente para las comunidades locales.
2. Recreación, educación e investigación	Sobre este aspecto se hace relación al potencial que presenta el sitio para el desarrollo de actividades educativas, divulgativas, investigativas y ecoturísticas que puedan contribuir a la economía local.
3. Otros bienes y servicios del humedal	En esta parte se menciona la importancia de las funciones, productos y atributos del humedal desde el punto de vista económico.





Una vez realizada la fase de descripción se procedió a la determinación de impactos y/o conflictos relacionados con el humedal desde el análisis socio-económico, es decir, los conflictos que se presentan en el humedal entre actores por la utilización de los mismos recursos del humedal o por el aspecto socio político.

### **3.4 CAPACIDAD DE CARGA**

Para el estudio de capacidad de carga se plantea realizar la determinación de la Capacidad de Carga Física, definición de la Capacidad de Carga Real y la Capacidad de Carga Efectiva, de acuerdo al esquema de Cifuentes (1999)<sup>101</sup>.

Para la identificación de la Capacidad de Carga Física, se define el espacio concreto y su extensión, el tipo de agrupación de los visitantes, su tamaño, la amenidad que realizarán y se construye con ello una prefiguración de la experiencia: distancias al interior de los miembros del grupo de visitantes, máximos de agrupación, espacios entre grupos, etc.

Con ello se obtiene la relación entre el espacio disponible y el espacio requerido, es decir, se define la relación entre el número de personas que deben permanecer simultáneamente en una extensión concreta y la realización de una experiencia igualmente particular. Es el número máximo de personas, agrupadas o no, que deben permanecer en el sitio al cual se le está definiendo la capacidad de carga.

Sin embargo, el lugar en el que se aspira estructurar esa visita tiene unas características particulares, actuales o potenciales, que deben ser tenidas en cuenta, es decir, el sitio no es un

actor pasivo y tiene sus propias exigencias para la visita. Es éste el segundo nivel de elaboración de la Capacidad de Carga y se denomina Capacidad Real.

Dicha capacidad es la resultante de corregir la cifra inicial de la Capacidad Física, es decir, hay que identificar unos factores de corrección que hagan evidente las características del sitio y sus implicaciones durante la visita.

En ese sentido algunos autores han definido unos valores estándar que permiten este cálculo cuando no existe disponibilidad para calcular todos los factores de corrección. Así se plantea que el valor del espacio promedio por visitante es 12 m<sup>2</sup> un valor intermedio es 18 m<sup>2</sup> y en áreas con bajo impacto de ecoturismo los valores son 25 m<sup>2</sup> (Pearce, 1989<sup>102</sup>, Pearce y Kira, 1986<sup>103</sup>).

En cuanto a la Capacidad Real esta resulta después de haber disminuido el porcentaje respectivo de cada factor de corrección a la Capacidad Física determinada inicialmente.

En cuanto a la Capacidad Efectiva, esta define la capacidad administrativa sobre el lugar, es decir, qué porcentaje de gobernabilidad hay sobre el lugar, durante la visita: ¿existe la infraestructura adecuada para apoyar esa visita?, ¿el grupo de visitantes es guiado en las condiciones necesarias?, ¿se presenta control o monitoreo sobre la visita?.

Así como existen condiciones ideales relacionadas con el perfil del visitante, con las actividades que se deseen realizar y con las características del sitio visitado, se deben definir unos estándares institucionales para la

<sup>101</sup> Cifuentes M. (1999). Capacidad de Carga Turística de las Areas de Uso Público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica. WWF - Centroamérica. Serie Técnica. No. 1. Turrialba, Costa Rica. 76 p.

<sup>102</sup> Pearce, D. G. (1986). In Howard, M. (year unknown) Sustainable Tourism Planning for Old Providence and Santa Catalina Islands: The Importance of Carrying Capacity Analysis. CORALINA.

<sup>103</sup> Pearce, D. G. y Kirk, R. M. (1986). Carrying Capacities for Coastal Tourism. Industry and Environment, United Nations Environment Programme.



mediación en la experiencia: número de funcionarios o guías por grupo, equipos o accesorios requeridos, especificaciones en el manejo de los grupos y el lugar, etc.

Con base en estos factores de manejo, se corrige la cifra resultante en la Capacidad Real multiplicando por el porcentaje de gobernabilidad sobre el lugar. Es decir, si se presentan todas las condiciones institucionales para manejar la visita al lugar seleccionado, el porcentaje equivale al 100%, lo que no disminuiría la cifra obtenida en la Capacidad Real; pero si el porcentaje es menor del 100%, en esa misma proporción disminuirá la cifra a corregir.

En síntesis, esta metodología se fundamenta en la identificación de los factores de corrección, físicos, biológicos, culturales e institucionales que disminuyan la relación 1:1 existente entre una persona y un metro cuadrado requerido para su permanencia.

Para los cálculos de las capacidades de carga es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- No hay valores fijos o estándar de capacidad de carga turística
- Depende de factores tales como: comportamiento del usuario, diseño de instalaciones turísticas, modalidades y niveles de manejo y dinámica del ambiente.
- Varía de acuerdo al: tipo de actividad, estacionalidad, horario, estado de conservación de los recursos, facilidades e instalaciones existentes, grado de satisfacción del usuario, etc.
- En el caso de los senderos el flujo de visitantes puede ser en dos sentidos
- Una persona para moverse requiere 1 m<sup>2</sup> de espacio (1 m lineal si el ancho del sendero es < a 2 m)
- Tiempo para visitar a cada sendero

- El horario de visita.

### **Capacidad de Carga Física (CCF)**

Es el límite máximo de visitas a un sitio en un día.

$$CCF = \frac{S}{sp} * NV$$

Donde:

S = Superficie disponible en m lineales

sp = Superficie usada por persona

NV = Número de veces que el sitio puede ser visitado por la misma persona en un día.

$$NV = \frac{Hv}{tv}$$

Donde:

Hv = Horario de visita

tv = Tiempo necesario para visitar cada sendero

### **Capacidad de Carga Real (CCR)**

Límite máximo de visitas dado por CCF modificado por los factores de corrección, definidos en función de las características propias de cada sitio (variables físicas, ambientales, ecológicas, sociales y de manejo).

$$CCR = CCF * \left(100 - \frac{FC1}{100}\right) * \left(100 - \frac{FC2}{100}\right) * \left(100 - \frac{FC3}{100}\right)$$

Donde:

FC = Factor de corrección (%)

$$FC = \frac{Mi}{Mt} * 100$$

Donde:



Mi = Magnitud de corrección

Mt = Magnitud limitante de la variable

De acuerdo con Pearce (1986)<sup>104</sup>, áreas con turismo masivo el valor del espacio promedio por visitante es 12 m, un valor intermedio es 18 m y en áreas con bajo impacto de ecoturismo los valores son 25 m.

Aplicando la formula se encuentra que:

$$CCR = CCF / 12; CCF / 18 \text{ y } CCF / 25$$

### ***Capacidad de Manejo (CM)***

En este concepto intervienen variables como: respaldo jurídico, políticas, equipamiento, dotación de personal, financiamiento, infraestructura y facilidades o instalaciones disponibles.

Se define como el mejor estado o condiciones que la administración de un área debe tener para desarrollar sus actividades y alcanzar sus objetivos.

Como a veces es difícil determinar este aspecto por insuficiente información del área, esta se puede obtener en buena parte con la metodología para medir la capacidad de atención de visitantes, la cual es explicada más adelante.

### ***Capacidad de Carga Efectiva (CCE)***

Es el número máximo de visitas que se puede permitir en el sitio.

$$CCE = CCR * CM.$$

Donde:

CCR = Capacidad de carga real

<sup>104</sup> Pearce, D. G. (1986). In Howard, M. (year unknown) Sustainable Tourism Planning for Old Providence and Santa Catalina Islands: The Importance of Carrying Capacity Analysis. CORALINA.

CM = Capacidad de manejo.

Por lo que al determinar la Capacidad de Carga Real se estará estimando la Capacidad de Carga Efectiva, debido a que lo anterior será complementado con ejercicios de Límites de Cambio Aceptable.

### **3.4.1 Límites Aceptables de Cambio (LAC)**

El proceso para establecer los LAC conduce a situaciones de uso del recurso natural donde el conflicto existe entre dos o más metas. Por ejemplo, una de las metas del desarrollo del ecoturismo puede ser proveer el acceso a atracciones naturales y culturales por parte de los visitantes y otra es preservar el medio ambiente donde el ecoturismo se basa. Ya que el ecoturismo, así sea bien manejado, impactará y resultará en una alteración, se puede decir que hay dos metas en conflicto. El proceso LAC intenta resolver el conflicto comprometiéndolo estas metas opuestas. El proceso LAC no es útil sino hay conflicto entre dos metas.

Este consiste en los siguientes pasos:

- Definición de metas
- Acordar que dos o más metas están en conflicto. Las metas están en conflicto cuando es imposible optimizar condiciones para estas metas simultáneamente. Ya que los participantes definen metas que no están en conflicto, es útil determinar condiciones deseables para estas metas y decidir como pueden ser cumplidas en tales condiciones deseables.
- Establecer que todas las metas conflictivas pueden ser comprometidas.
- Decidir cual meta es la que se opone más con otra. Esta meta es denominada la última meta más opuesta o conflictiva. Esta meta debe ser comprometida primero



hasta que el estándar se alcance (o sea la condición mínima aceptable para la meta) y en que punto la otra meta conflictiva podría ser comprometida. Es posible tener muchas metas de ese estilo pero solamente se hace sino hay conflicto entre ellas o si se puede establecer una jerarquía entre ellas.

- Desarrollar indicadores y estándares para la última meta conflictiva. Los indicadores deben referirse más a lo externo que a lo interno. Lo interno necesita ser manejada pero lo externo (como el medio ambiente y las condiciones sociales) son preocupaciones y necesitan ser monitoreadas. A este punto se necesita decidir si se desea identificar zonas de manejo prescriptivo. Estas pueden necesitarse si los estándares en ciertas áreas deben ser más altos que otros. Este podría ser el caso de áreas prístinas así como de áreas degradadas.
- Acordar las apropiadas acciones de manejo que necesitan ser tomadas si los estándares fueran violados.
- Desarrollar un programa de monitoreo para seguimiento de los indicadores.

### **3.4.2 Determinación de la Capacidad de Atención y Manejo de Visitantes**

La metodología para la determinación de la Capacidad de Atención y Manejo de Visitantes, hace necesario evaluar una serie de variables, subvariables y parámetros que se encuentran bajo un ámbito que para el caso es el administrativo y así definir un escenario de manejo de visitantes óptimo para el área, contra el cual se va a comparar la situación actual.

En el presente caso el escenario óptimo se refiere al mejor estado o mejores condiciones que un área debe tener para desarrollar un buen manejo y atención de los visitantes que lleguen al lugar. El escenario actual, por otra

parte, es una “imagen” de la situación al momento de la evaluación.

El escenario óptimo puede ser determinado a partir de la información de fuentes primarias y secundarias como documentos de actas, archivos, libros de minutas, etc.

#### **• Calificación de variables, subvariables y parámetros del ámbito administrativo**

La calificación se realiza a través de matrices específicas para cada ámbito, utilizando los cinco niveles de calificación (Tabla 10). En algunos casos los valores se asignan por relación porcentual simple entre lo existente y lo óptimo y, en otros, obedeciendo a un criterio cualitativo específico o combinaciones de criterios.

**Tabla 10. Calificación de las Variables**

Calificación	% Del Optimo	Significado
0	< 35	Insatisfactorio
1	36 – 50	Poco Satisfactorio
2	51 -75	Medianamente Satisfactorio
3	76 – 90	Satisfactorio
4	91 – 100	Muy Satisfactorio

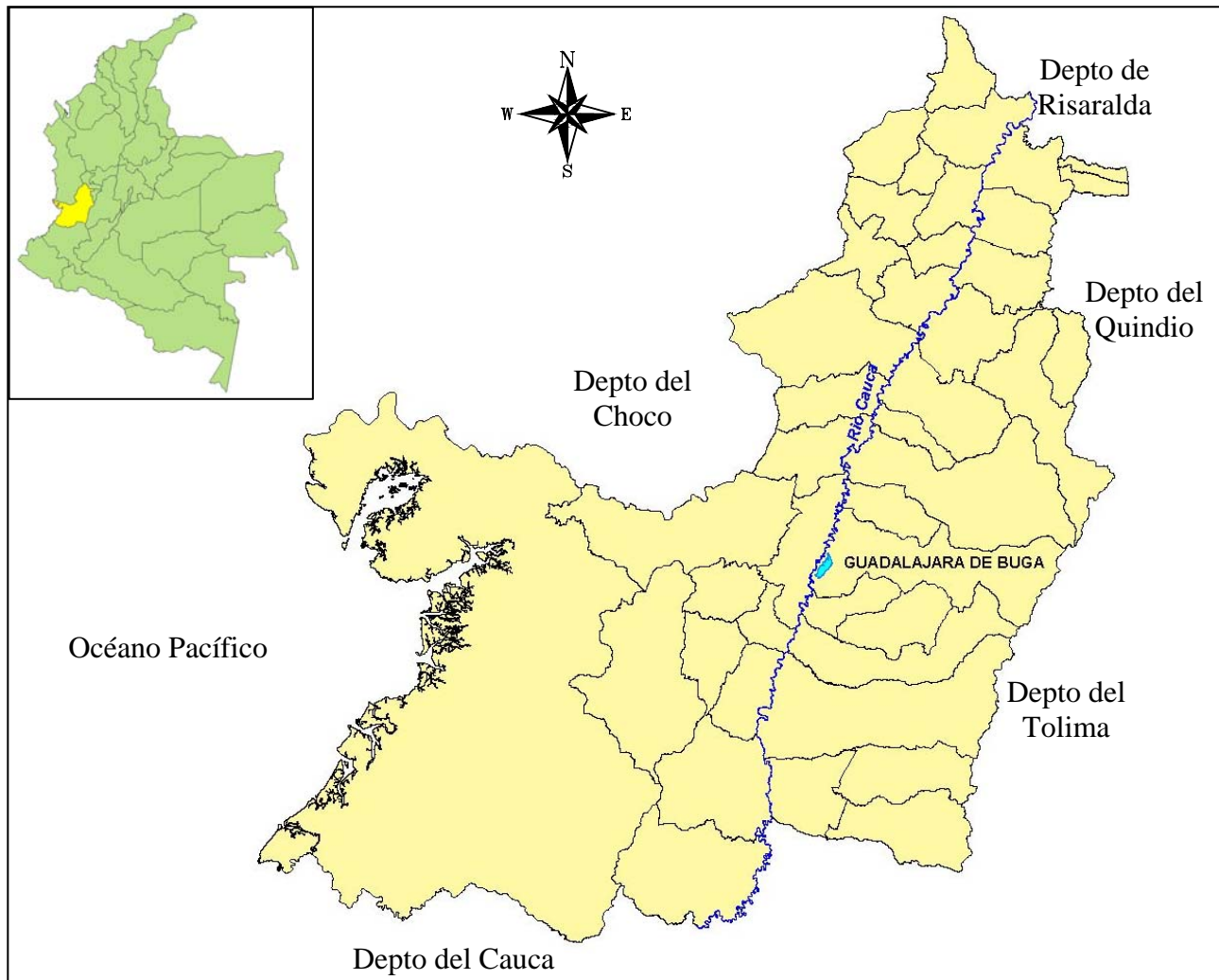
El óptimo numérico es la suma de la puntuación máxima alcanzable por las variables analizadas. En este caso el ámbito administrativo tiene 4 y su óptimo numérico sería 16, ya que cada variable puede alcanzar una calificación máxima de 4. El valor actual del ámbito corresponde a la suma de las puntuaciones alcanzadas por las variables.



## 4 CARACTERIZACIÓN GENERAL

### 4.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

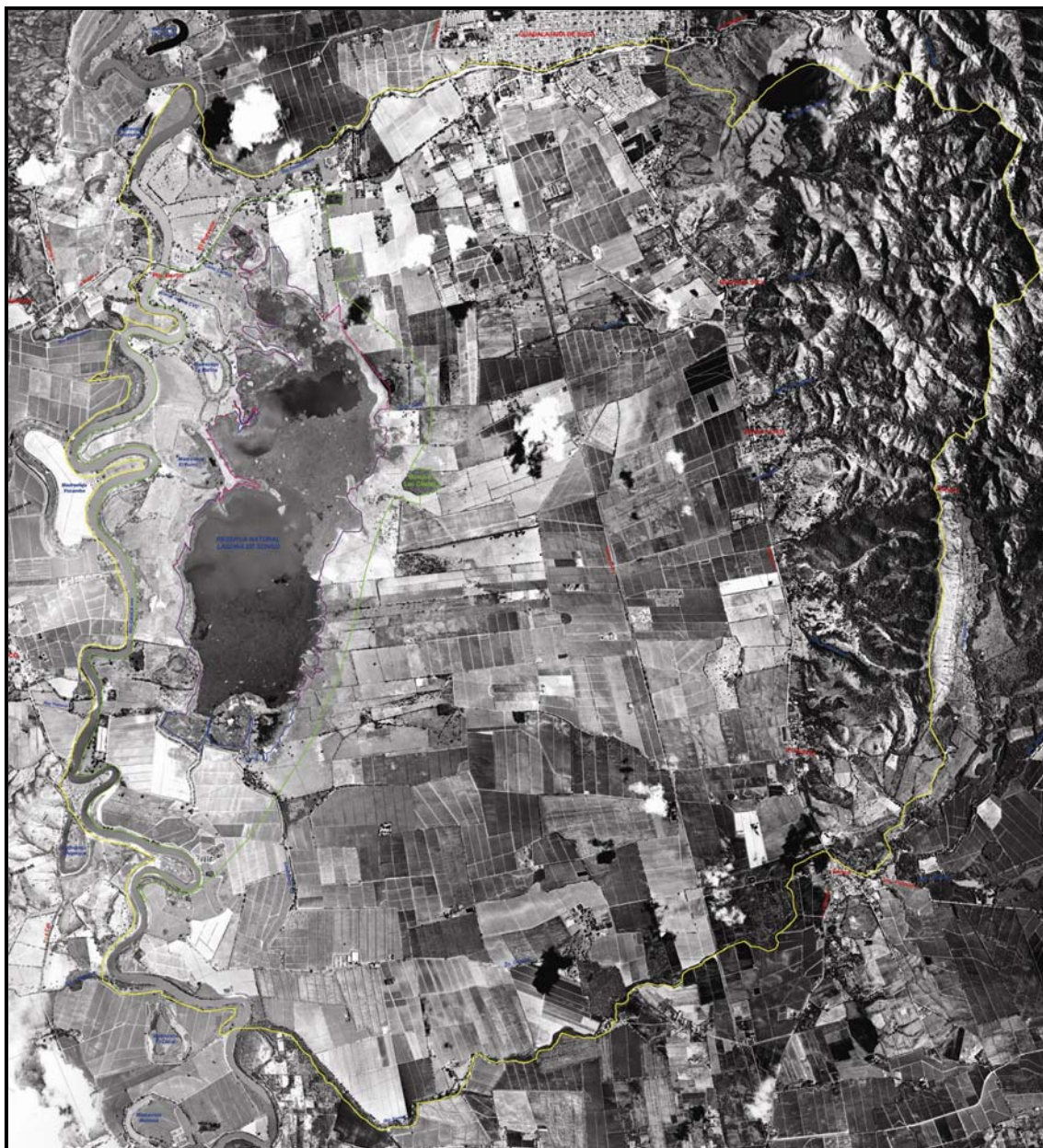
La Laguna de Sonso está ubicada sobre la margen derecha del río Cauca a 5 km al sur de la ciudad de Buga. Comprende la zona plana delimitada por los ríos Sonso y Guadalajara y desde la divisoria de aguas de estos dos ríos hasta el río Cauca, incluyendo el área de drenaje de la propia Laguna (Hernández, 2005)<sup>105</sup> (Figura 6).



**Figura 6. Ubicación de la Reserva Natural del Humedal Laguna de Sonso**

<sup>105</sup>Hernández, M.F. (2005). Estudio de la Calidad del Agua y Estado Trófico de la Laguna de Sonso. Tesis de Maestría para optar al Título de Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. Colombia. 250 p.

La cuenca de captación de la Laguna de Sonso tiene un área de 10516.73 Ha, y está definido como la superficie terrestre ocupada por el sistema de drenaje desde el cual las aguas escurren, real o potencialmente, hacia un colector común. Esta cuenca se definió por la línea parte aguas o línea divisoria de agua, la cual se estableció uniendo los puntos de mayor elevación de acuerdo con las curvas de nivel en un mosaico de fotos construidas a partir de la cartografía FALL de 1998 (Figura 7) (Romero, 2006)<sup>106</sup>.



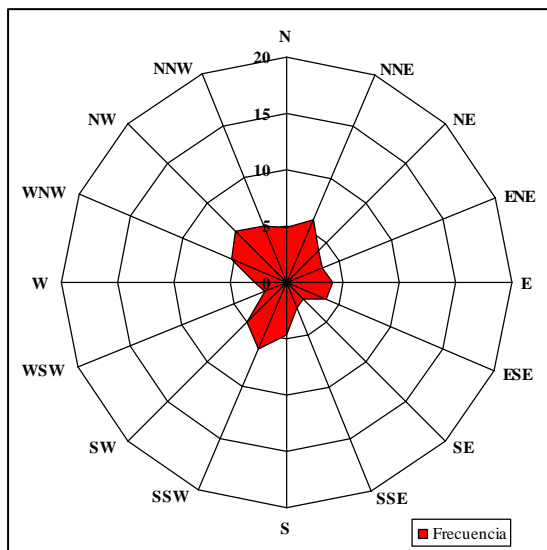
**Figura 7. Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso (Romero, 2006)<sup>100</sup>**

<sup>106</sup>Romero, G.A. (2006). Digitalización del Plano de Delimitación de la Reserva Natural de la Laguna de Sonso sobre Mosaico de Aerofotografías FAL-CVC 1998 y Levantamiento Cartográfico del Área Oriental. CVC. Cali. 13 p.

## 4.2 COMPONENTE ABIÓTICO

### 4.2.1 Climatología

El viento en la zona de estudio presenta entre 2 y 6% de frecuencia de dirección en promedio, donde la mayor frecuencia del viento es en dirección SSW (6.4%) y la menor frecuencia en dirección SE (2.1) (Figura 8).

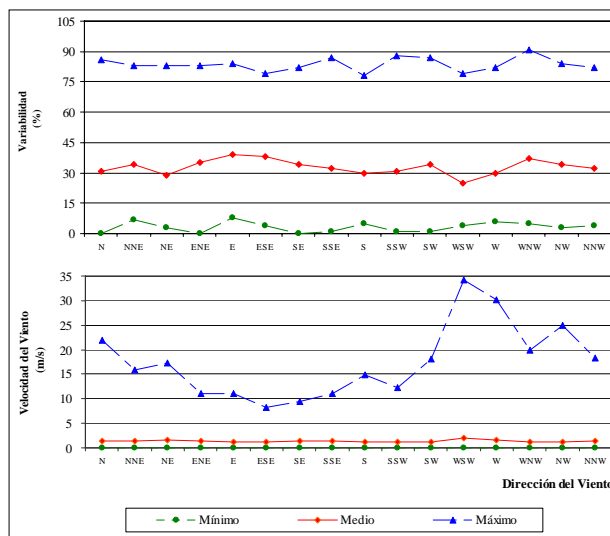


**Figura 8. Rosa de Vientos**  
Estación: Yotoco (Cenicaña) Período: 1997 - 2006

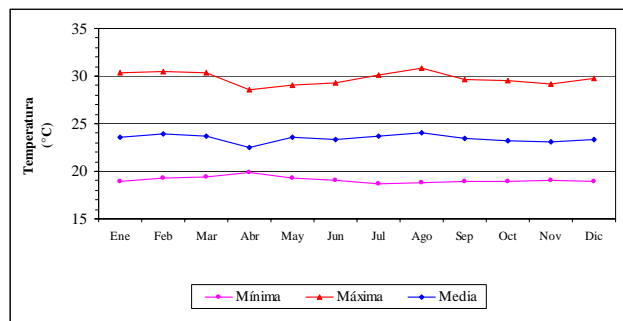
El rango de variabilidad promedio del viento se encuentra entre 29 y 39° en las direcciones NE y E respectivamente; mientras que la velocidad media del viento presenta rangos entre 1.2 y 2 m/s en las direcciones SSW - NW y WSW respectivamente (Figura 9). La hora de mayor velocidad del viento son las 6:00 pm con un valor de 2.2 m/s y la menor velocidad se presenta entre las 4:00 y las 7:00 am (0.9 m/s).

Las temperaturas mínimas oscilan entre 18.7 y 19.1°C, las medias entre 23.1 y 24.1 °C, y máximas entre 28.6 y 30.8°C. La mayor oscilación se presenta en el mes de Agosto mientras que la menor oscilación se presenta en Mayo con valores de 12 y 5°C. En términos generales, la tendencia de las temperaturas

máximas, medias y mínimas a nivel mensual multianual son uniformes en todo el año (Figura 10).



**Figura 9. Variabilidad y Velocidad del Viento**  
Estación: Yotoco (Cenicaña)  
Período: 1997 - 2006

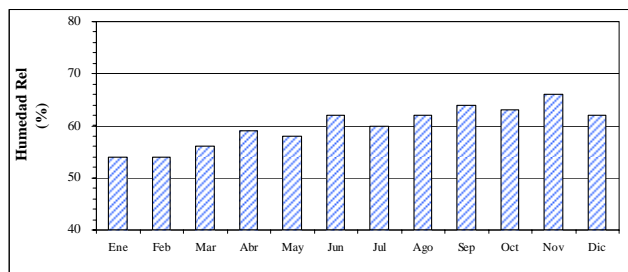


**Figura 10. Temperatura Mínima, Media y Máxima Mensual Multianual**  
Estación: Yotoco (Cenicaña) Período: 1997 - 2006

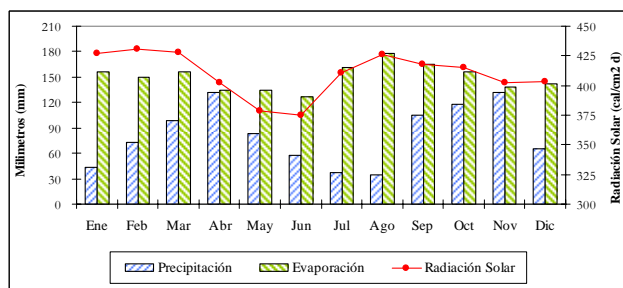
La humedad relativa promedia mensual multianual en la zona de estudio varían entre el 54 y el 66%, con un promedio anual multianual del 60% (Figura 11).

En cuanto a la precipitación, se observa una distribución bimodal con dos períodos de altas precipitaciones (Marzo - Mayo y Septiembre - Noviembre) y dos períodos de bajas

precipitaciones (Diciembre - Febrero y Junio - Agosto) (Figura 12).



**Figura 11. Humedal Relativa**  
Estación: Yotoco (Cenicaña) Período: 1997 - 2006



**Figura 12. Radiación Solar, Precipitación y Evaporación Total**  
Estación: Yotoco (Cenicaña) Período: 1997 - 2006

Los meses de mayor precipitación y menor evaporación son Abril y Noviembre, y el mes de Agosto se constituye en el más seco y de mayor evaporación. El promedio anual multianual de precipitación total es de 979.3 mm, mientras que el promedio anual multianual de evaporación total es de 1799.7 mm, existiendo un déficit de 820.4 mm.

## 4.2.2 Suelos

### 4.2.2.1 Geología y Geomorfología

El Valle del Cauca corresponde a una depresión tectónica formada desde finales del Cretácico, que está limitada por los sistemas de fallas Romeral al oriente y Cauca al

occidente. En esta depresión se conformó un espeso relleno de sedimentos provenientes de la mezcla de procesos deposicionales de los ríos que drenan el valle (en especial el río Cauca), con los procesos erosivos de las cordilleras Central y Occidental, que circunscriben la zona (Páez- Ortégón, 2005)<sup>107</sup>.

El sector occidental de la cordillera central en el Valle del Cauca se caracteriza por la heterogeneidad de sus formaciones geológicas superficiales, que ocasionan la intercalación de depósitos de diferentes orígenes y edades. Algunas de estas formaciones son los conos aluviales, generados por antiguas avenidas torrenciales de los ríos principales, que depositan materiales de mayor tamaño a los acumulados en la llanura de inundación del río Cauca.

El sector occidental de la cordillera central y en particular la zona correspondiente a los departamentos del Cauca, Valle, Risaralda, se caracterizan por la heterogeneidad de sus formaciones geológicas superficiales, que ocasionan la intercalación de depósitos de diferentes orígenes y edades. Algunas de estas formaciones son los conos aluviales, generados por antiguas avenidas torrenciales de los ríos principales, que depositan materiales de mayor tamaño a los acumulados en la llamada *Llanura de Inundación del río Cauca*, una importante zona que abarca un gran sector desde el sur-occidente hasta el norte del país. Las diversas épocas y regímenes de depositación han sobrepuesto los materiales provenientes de cada cuenca, de tal manera que los límites entre uno y otro cono son difíciles de determinar (CVC-Universidad del Valle, 2004)<sup>108</sup> (Figura 13).

<sup>107</sup>Páez-Ortégón, G.I. (2005). Evaluación de la Vulnerabilidad a la Contaminación de las Aguas Subterráneas en el Valle del Cauca Colombia. CVC. Cali. Colombia. 26 p.

<sup>108</sup> Caracterización y Modelación Matemática del Río Cauca – PMC: Tramo Salvajina – La Virginia. Fase II: Muestreo Sedimentológico del Material de Fondo del Río Cauca Principales Tributarios. Volumen II. Cali. Colombia



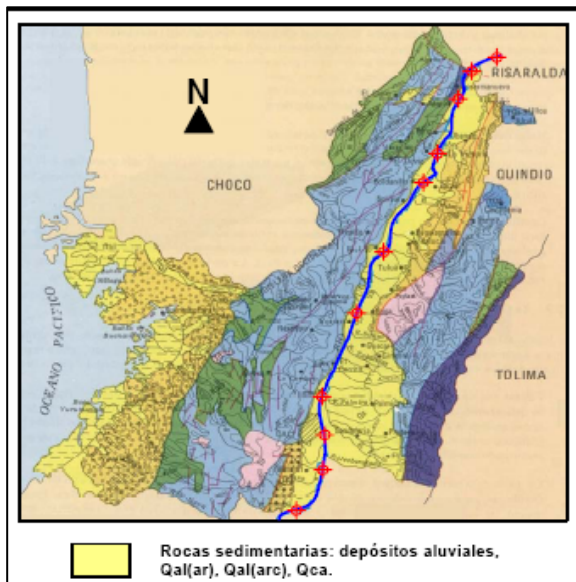


Figura 13. Geología del Valle del Cauca (CVC – Universidad del Valle, 2004)

En las márgenes del Valle del río Cauca existen conos aluviales complejos, que comprenden gravas y gravas arenosas con capas delgadas de arena. Las partes proximales a los conos carecen de estratificación interna, sin embargo, distalmente presentan un decrecimiento hacia arriba en el tamaño del grano y raramente algunas gravas arenosas bien seleccionadas de estratificación cruzada rellenan canales locales (CVC – Universidad del Valle, 2004)<sup>109</sup>.

Los depósitos de materiales estratificados de origen cuaternario que se presentan, se caracterizan por ser aluviones recientes con un importante contenido de materiales granulares (aluviones arenosos, Qal(ar)) y finos (aluviones arcillosos, Qal(arc)) presentes a todo lo largo del río Cauca (CVC – Universidad del Valle, 2004)<sup>109</sup>.

<sup>109</sup> CVC – Universidad del Valle. (2004). Caracterización y Modelación Matemática del Río Cauca – PMC: Tramo Salvajina – La Virginia. Fase II: Muestreo Sedimentológico del Material de Fondo del Río Cauca Principales Tributarios. Volumen II. Cali. Colombia

De acuerdo con CVC – Universidad del Valle (2004)<sup>103</sup>, en la estación de Mediacanoa, ubicada al lado del Puente Buga – Mediacanoa, el estrato superior está conformado, por arenas pobremente gradadas, con un contenido muy bajo de arenas finas y limos. El espesor fluctúa entre 1.35 y 2 m y presenta una compacidad variable entre suelta y media. Por debajo de esta capa de arenas se identifica un estrato conformado por arenas-limosas (Figura 14).

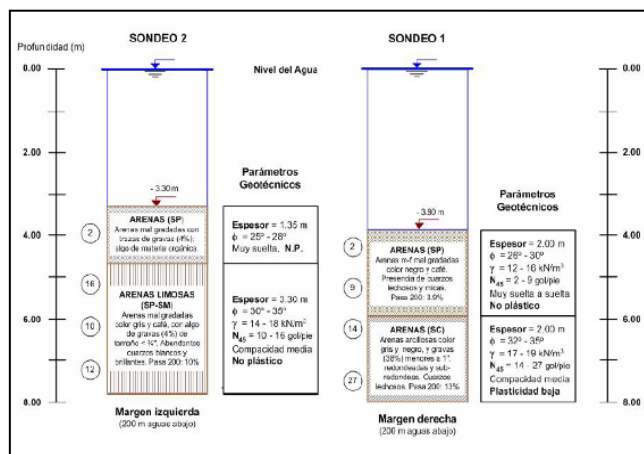


Figura 14. Columna Estratigráfica de la Estación Mediacanoa – Río Cauca (CVC – Universidad del Valle, 2004)<sup>109</sup>

Entre las principales estructuras geológicas existentes en el Valle del Cauca se encuentran las fallas geológicas, que en el Valle Geográfico del Río Cauca se encuentra surcado por las fallas Cauca-Almaguer en la cordillera Central y las fallas Cali-Patía y Dagua-Calima en la cordillera Occidental; mientras que la depresión interandina del valle del río Cauca presenta un fracturamiento menor y fallas de dirección noroccidente y nororiente (IGAC-CVC, 2005)<sup>110</sup>.

<sup>110</sup> IGAC - CVC. (2005). Levantamiento de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Valle del Cauca. Tomo I. santafé de Bogota. Colombia. 539 p.



Geológicamente la Laguna de Sonso presenta un sustrato del cuaternario constituido por sedimentos aluviales depositados por el río Cauca. Se encuentran los depósitos Q2: Pantanos aluviales y zonas pantanosas permanentes con 1315.47 Ha; Q3: Cauces antiguos abandonados a Madre viejas que corresponden a taponos arcillosos con 58.6 Ha; Q4: Albardones naturales con 542.9 Ha; Q5: Zonas resecaadas y rellenos de cauces con 82.6 Ha; Q7: Albordones semilunares con 72.9 Ha; Qal: Aluviones arenosos con 5380.5 Ha; QCa: Conos Aluviales con 810.7 Ha y TM: Depósitos coluviales con 2170.5 Ha (Plano 1). En el Plano 2 se presenta la geomorfología de la cuenca de captación de la Laguna de Sonso.

#### 4.2.2.2 Tipos de Suelos

De acuerdo con IGAC-CVC (1980)<sup>111</sup> las unidades de suelos puros (conjuntos de suelos) en la Zona de Reserva de la Laguna de Sonso pertenecen a las consociaciones Madre Vieja (MV), Canelo (CL), Juanchito (JN), Coke (CK), Río Cauca (RC), Burrigá (BU), Palma Sola (PO), y Manuelita (MN) (Tabla 11, Figura 15 y Plano 3).

##### Consociación Madre Vieja (MV)

Son suelos desarrollados a partir de sedimentos aluviales moderadamente gruesos, en relieve plano-cóncavo, pobremente drenados sin evidencias de erosión. Geomorfológicamente corresponden a cauces antiguos colmatados o madre viejas del río Cauca. La textura es franco arcillosa-arenosa en los horizontes superiores y franco arenosa en el resto del perfil.

##### Consociación Canelo (CL)

Pertencen a suelos desarrollados a partir de sedimentos aluviales moderadamente finos, en relieve ligeramente ondulado, débilmente

estructurados, superficiales y de drenaje natural pobre.

**Tabla 11. Tipos de Suelos en la Zona de Reserva Natural de la Laguna de sonso (Hernández, 2005)<sup>112</sup>**

Posición Geomorfológica	Ubicación	Conjuntos	Asociaciones*	Áreas (Ha)
Llanura Aluvial del Río Cauca	Dique	CK	CKa	14.0
			CKaNa	220.0
		RC	RCa	175.2
	Orillares	RC-SC	(RC-SC)aNa	47.3
			SC	SCaNa
	Bajos o Basines	JN	JNa	20.5
JNaNa			150.8	
	CL	CLaNa	54.0	
Planicie Lacustre	Cauces Abandonados del Río	MV	MVa	55.2
		PO	POaNaE	500.7
	Cubetas Lacustres	BU	BUaNa	75.2
		BU-PU	(BU-PO)a	4.6
Llanura Piedemonte	Diques Afluentes del Río Cauca	CU-MN	(CU-MN)aNa	60.5
Total				1384

**Nota:** \*las letras minúsculas de las asociaciones determinan las fases de los suelos: “a” = pendiente de terreno entre 0 y 3%; “Na” = suelo afectado por Sodio; “E” = terreno potencialmente encharcable.

##### Consociación Juanchito (JN)

Suelos que se desarrollaron a partir de sedimentos aluviales finos. Predominan las texturas arcillosas, encontrándose capas superficiales de textura franca. Son suelos superficiales a muy superficiales, de drenaje natural pobre a muy pobre y débilmente estructurados.

Este conjunto presenta un porcentaje elevado de microporos mayor que el de macroporos, ya que las partículas son de menor tamaño permitiendo una mayor retención de humedad y una menor aireación.

<sup>112</sup> Hernández, M.F. (2005). Estudio de la Calidad del Agua y Estado Trófico de la Laguna de Sonso. Tesis de Maestría para optar al Título de Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. Colombia. 250 p.

<sup>111</sup> IGAC - CVC. (1980). Estudio Semidetallado de Suelos del Valle Geográfico del Río Cauca. Bogota. 582 p.

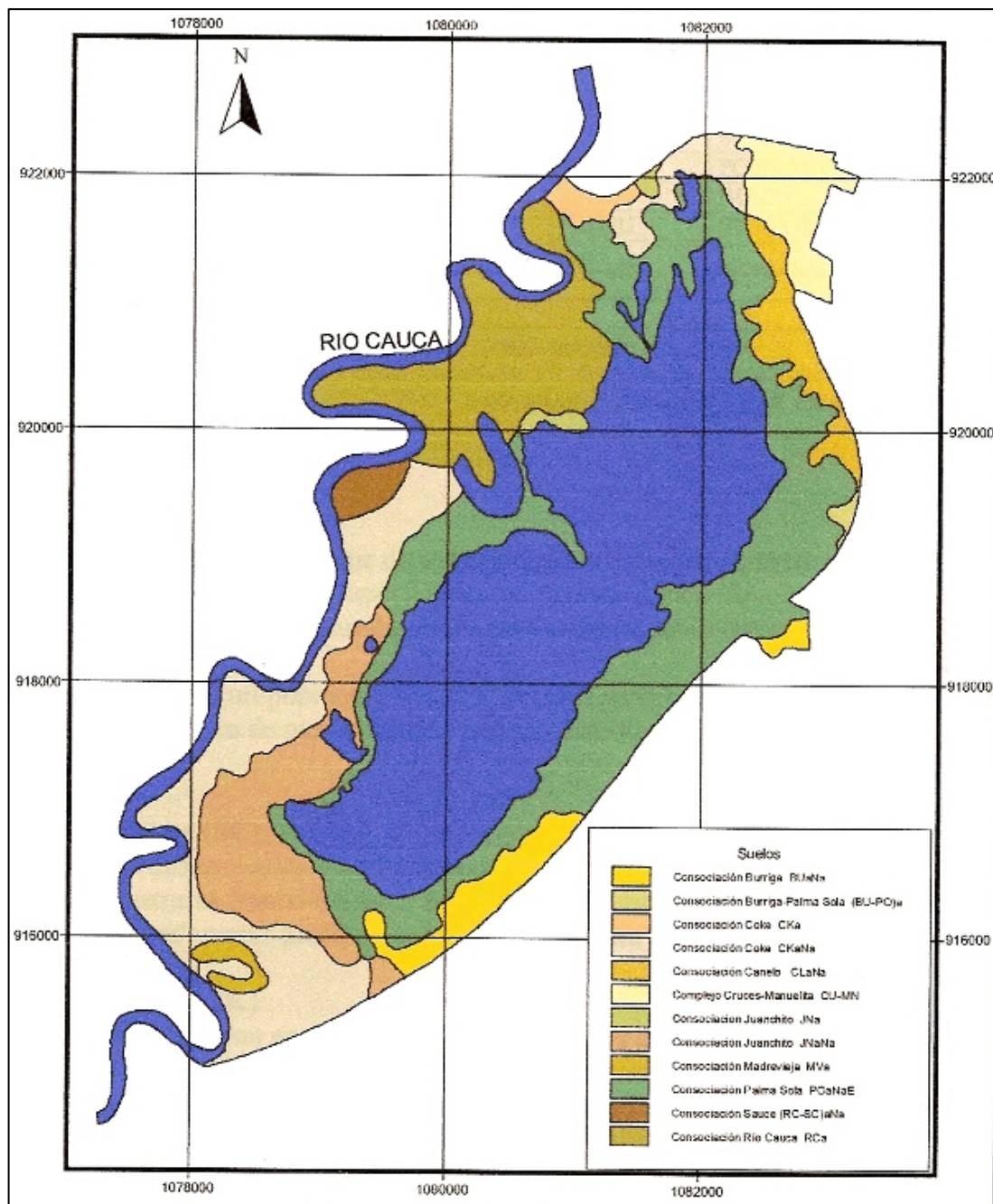


Figura 15. Mapa de Tipos de Suelos en la Laguna de Sonso (Hernández, 2005)<sup>113</sup>

<sup>113</sup> Hernández, M.F. (2005). Estudio de la Calidad del Agua y Estado Trófico de la Laguna de Sonso. Tesis de Maestría para optar al Título de Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. Colombia. 250 p.



### **Consociación Sauce (SC)**

Estos suelos son desarrollados a partir de materiales aluviales, de textura franca gruesa con dominancia de texturas franco-limosas. Son suelos débilmente estructurados en el horizonte superficial, moderadamente profundos, limitados por sales de sodio y bien drenados.

### **Consociación Coke (CK)**

Estos suelos se encuentran en el dique del río Cauca, los cuales se desarrollaron a partir de materiales aluviales finos y moderadamente finos. Tienen capas arenosas intercaladas, en relieves planos, de drenaje natural imperfecto a moderado.

Las texturas predominantes son de suelo franco grueso a franco fino (arcillo-limosas y franco arcillosas), que comparados con los anteriores tienen menor capacidad de retención de humedad, por lo cual en gran parte del año presentan escasez de agua.

### **Consociación Río Cauca (RC)**

Suelos desarrollados a partir de material aluvial en relieve plano a ligeramente plano y de drenaje natural imperfecto. Este conjunto pertenece al grupo textural franco fino, con una buena relación agua – aire por lo que no habrá exceso de humedad en épocas lluviosas, ni deficiencia en épocas secas, lo que permite un buen drenaje.

Tienen una estructura bien desarrollada debido a los altos contenidos de calcio y materia orgánica estable, lo que proporcionan una nutrición y una reacción favorable para el crecimiento de raíces y actividad de algunos microorganismos.

### **Consociación Burrigá (BU)**

Suelos evolucionados a partir de sedimentos lacustres, de textura arcillosa y relieve plano – cóncavo. Son suelos débiles a fuertemente estructurados, moderadamente profundos con drenaje natural pobre a muy pobre.

### **Consociación Palma Sola (PO)**

Geomorfológicamente, esta consociación se encuentra en la planicie lacustre, con suelos de textura arcillosa, pobremente drenados, superficiales a moderadamente profundos y débilmente drenados.

### **Consociación Manuelita (MN)**

Son suelos desarrollados a partir de sedimentos aluviales, de texturas moderadamente gruesas (francas) a moderadamente finas (franco arcillosas), el relieve es a plano a ligeramente plano. Suelos moderadamente profundos y estructurados con drenaje natural moderado a bueno.

#### **4.2.2.3 Taxonomía**

García (2005)<sup>114</sup> presenta el estudio detallado de los suelos del Ingenio Pichichí en el cual se realizó la clasificación taxonómica de los suelos, encontrando suelos de los órdenes inceptisols, vertisols, mollisols, y alfisols (Tabla 12). En el Plano 4 se presenta el tipo de suelo en la zona plana del área de captación de la Laguna de Sonso.

De acuerdo con la Tabla 12, en la zona de estudio se tiene suelos incipientes (Inceptisols); Invertidos como los vertisols donde tienen un horizonte de 25 cm o más de espesor y que tienen 30% o más de arcilla hasta 50 cm de profundidad o más y grietas que se abren y cierran periódicamente; suelos blandos que tienen un epipedón mólico u horizonte superficial que cumple los requerimientos del mólico excepto por el espesor (Molisols).

La mayoría de los suelos en la zona plana del área de captación tienen un régimen de humedad ústico como lo indica los subordenes (UST) que implica que el suelo

<sup>114</sup> García, A. (2005). Estudio Detallado de Suelos en el Ingenio Pichichí: GTT 1 y 2 – Ingenio Pichichí. Cenicaña. 47 p.

presenta condiciones adecuadas para el crecimiento vegetal durante un semestre, pero se debe tener riego para cultivar permanentemente. Además se presenta también los subordenes AQU que indica unas condiciones acuicas, que significa que el suelo se presenta saturado con agua y sin oxígeno durante un período largo.

**Tabla 12. Taxonomía de los Suelos en el Área de Captación de la Laguna de Sonso (García, 2005)<sup>115</sup>**

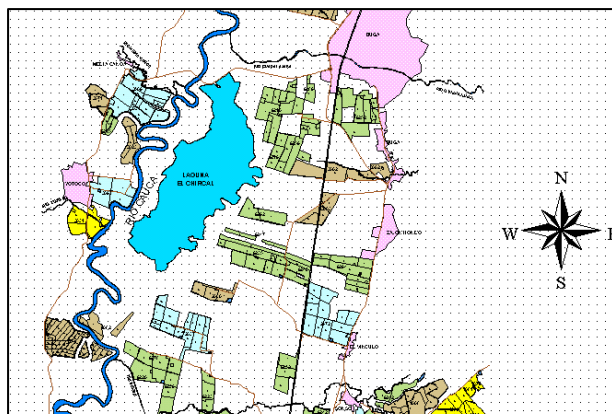
Orden	Sub-Orden	Gran Grupo	Sub-Grupo
Inceptisols (EPT)	Ustepts	Haplustepts	Typic
			Vertic
Vertisols (ERT)	Usterts	Haplusters	Typic
			Entic
		Endoaquerts	Typic
			Chromic
	Calciusterts	Typic	
Aquerts	Endoaquerts	Typic	
Mollisols (OLL)	Ustolls	Haplustolls	Fluventic
			Entic
			Cumulic
			Pachic
			Typic
			Aquic
Alfisols (ALF)	Ustalfs	Haplustalfs	Vertic

En el área de captación de la Laguna de Sonso, Ingenio Pichichí maneja 19 predios ya sea como área propia, arrendada, sembrada como cuentas en participación o sembrada por proveedores independientes, equivalente a 1564. 736 Ha (Figura 16). En la Tabla 13 se presentan las áreas de los suelos discriminados por Consociación y Subgrupos.

En términos generales, los suelos de la cuenca de captación de la Laguna de Sonso presentan una alta variabilidad en la composición textural, variando de finos a moderadamente gruesos, sin predominancia de especie mineral. Estos presentan características químicas con

<sup>115</sup> García, A. (2005). Estudio Detallado de Suelos en el Ingenio Pichichí: GTT 1 y 2 – Ingenio Pichichí. Cenicaña. 47 p.

altos contenidos de bases de intercambio, alta saturación de bases y media a alta capacidad de intercambio catiónico, lo que se ve reflejado en los pH's básicos o cercanos a la neutralidad.



**Figura 16. Predios del Ingenio Pichichí en la Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso (Ingenio Pichichí, 2005)<sup>116</sup>**

#### 4.2.2.4 *Uso del Suelo*

El hombre ha sido un actor formador de los suelos, y es así como su acción del suelo se ha orientado al mejoramiento de las condiciones de drenaje, control de inundaciones y/o abatimiento de la napa freática mediante la construcción en primera instancia de jarillones y en segunda de redes de drenajes, con lo que se ha podido integrar amplias áreas para uso agrícola y ganadero.

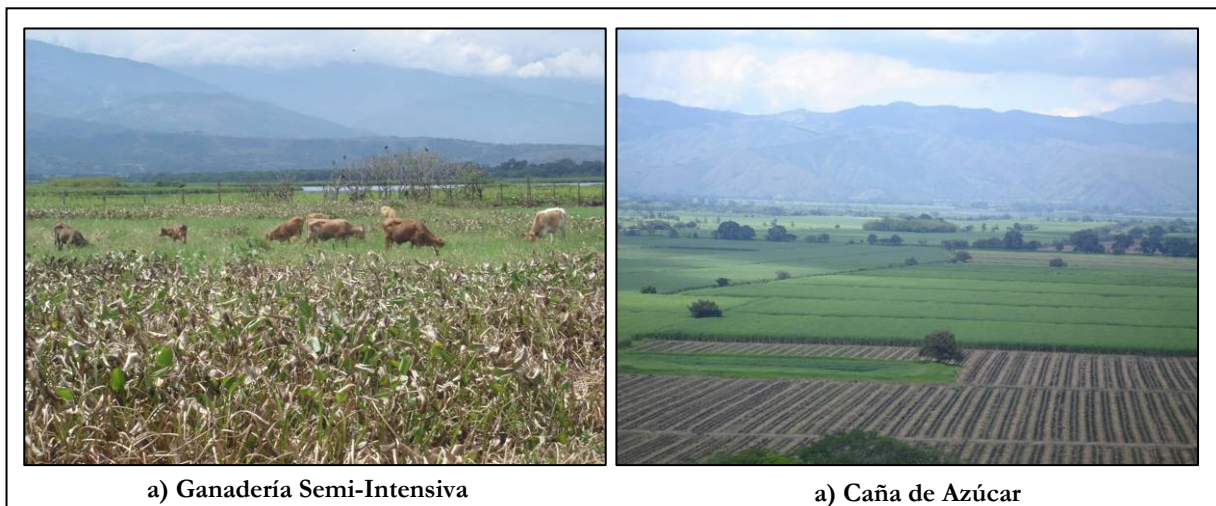
En la cuenca de captación de la Laguna de Sonso se identificaron los siguientes usos: Pasto Natural (PN), Vegetación Secundaria (VS), Bosque de Guadua (BG), Bosque Natural Secundario (BNS), Caña de Azúcar (CA) y Cultivos Transitorios (CT). Se encuentran además Producción Ganadera, Avícola y Porcicultura (Foto 2 y Plano 4).

<sup>116</sup> Ingenio Pichichí. (2005). Mapa de Ubicación de Predios manejado por el Ingenio Pichichí.



**Tabla 13. Áreas por Tipo de Suelo en la Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso manejados por el Ingenio Pichichí**

Suelo	Característica	Sigla	Área (Ha)
Corintias (CT) Typic Haplusterts	Suelos profundos y moderadamente profundos; bien drenados, texturas finas, alta capacidad de retención de humedad; reacción neutra a moderadamente alcalina, alta capacidad catiónica de cambio; bajos contenidos de carbón orgánico y fósforo.	CT8In	369.721
		CT8Ib	4.325
Manuelita (MN) Fluventic Haplustolls	Suelos profundos y muy profundos; bien drenados, texturas media y moderadamente finas; bien drenados con moderada capacidad de retención de humedad; reacción del suelo neutra, contenido de bases medio a bajo, carbón orgánico bajo, capacidad de intercambio catiónico bajo a muy bajo.	MN7In	43.633
Nuevo Pichichí (NP) Typic Haplusterts	Suelos profundos a moderadamente profundos; bien drenados, texturas finas y muy finas, alta capacidad catiónica de cambio de bases y saturación, Ca/Mg normal, carbón orgánico medio, fósforo disponible bajo, fertilidad natural alta.	NP8In	145.986
		NP9In	179.388
		NP9Ib	41.170
Burrigá (BU) Typic Endoaquerts	Moderadamente profundos drenados artificialmente; textura muy finas; pobremente drenados; alta capacidad de retención de humedad; reacción ligera a moderadamente alcalina; alta capacidad catiónica de cambio y carbón orgánico.	BU9jrn	167.072
Ballesteros (BL) Typic Endoaquerts	Moderadamente profundos; en ocasiones drenados artificialmente; texturas finas; pobremente drenados; alta capacidad de retención de humedad; reacción neutra a moderadamente alcalina, alta capacidad catiónica de cambio; en sectores afectados por sales y sodio.	BL9jrn	0.818
		BL8jrn	225.987
Galpón (GL) Typic Calcisterts	Suelos moderadamente profundos, limitados por horizontes cálcicos; texturas finas; bien drenados; capacidad catiónica, bases totales y saturación de bases altas; relación Ca/Mg estrecha en capas profundas.	GL8jn	61.965
Santa Elena Entic Haplustolls	Suelos superficiales, con abundantes fragmentos de coca en matriz arcillosa; bien drenados; capacidad catiónica alta; capacidad de retención de humedad media; reacción ligeramente ácida a neutra; fertilidad alta.	SE	0.618
Tíbet (TB) Chromic Endoaquerts	Moderadamente profundos, artificialmente drenados; texturas finas; pobre a imperfectamente drenados; reacción neutra a moderadamente alcalina; alta capacidad de intercambio y de saturación de bases; bajo contenido de CO <sub>2</sub> ; fertilidad alta.	TB8jrn	44.225
Argelia (AR) Vertic Argiustolls	Moderadamente profundos a superficiales, bien drenados, texturas finas, con características vérticas, saturados, reacción neutral a ligeramente alcalina, Ca/Mg estrecha, carbon orgánico y fósforo bajo; fertilidad natural alta.	AR7hn	6.356
		AR7In	26.567
Franciscano (FR) Aquic Haplustolls	Moderadamente profundos y drenados; texturas medias; reacción neutra a moderadamente alcalina; alta capacidad catiónica de cambio; alta saturación de bases; fertilidad alta.	FR7jn	11.606
Guadalito-Genovez Fluvanquentic Haplustolls-Pachic Haplustolls	No hay descripción	(GUj-GVI)7n	69.754
Palmira (PL) Pachic Haplustolls	Suelos profundos y muy profundos, de texturas medias y moderadamente finas; bien drenados, con moderada capacidad de retención de humedad; reacción del suelo ligera a fuertemente alcalina; capacidad de cambio catiónico medio; contenidos de bases medio.	PL7In	41.311
Refugio (RF) Pachic Haplustolls	Suelos moderadamente profundos, bien drenados, de texturas franco limosas y franco arenosas, alta saturación de bases, permeabilidad rápida y fertilidad natural alta.	RF8jn	0.956
Esneda (ES) Typic Haplusterts	Suelos moderadamente profundos, limitados por abundantes fragmentos de roca; bien drenados; texturas finas; reacción ligeramente ácida a neutra; alta a muy alta capacidad de cambio; alta saturación de bases; algunos sectores con pedregosidad superficial.	ES8jpn	4.25
		ES8jn	4.34
Brisas (BB) Aquic Haplustepts	Moderadamente profundos y bien drenados de texturas moderadamente gruesas; Ca/Mg normal; capacidad de cambio media y saturación de bases alta; reacción ligeramente ácida a neutra; contenidos de CO <sub>2</sub> y de fósforo bajos; fertilidad moderada.	BB6jn	18.957
Villa (VI) Typic Haplustepts	Suelos profundos, texturas medias y moderadamente finas; bien drenados; reacción ligera a fuertemente alcalina; capacidad de cambio media; bases y saturación de bases altas; carbono orgánico bajo; fertilidad alta.	VI7In	12.770
Narino (NA) Typic Haplustolls	Suelos profundos; texturas moderadamente gruesas; bien drenados; reacción neutra a moderadamente alcalina; media capacidad de cambio; alta saturación de bases; altas bases totales; bajo carbón orgánicos; fertilidad alta.	NA7In	8.367
Pasoancho (PH) Pachic Haplustolls	Moderadamente profundos, bien drenados, texturas moderadamente finas sobre gruesas; reacción neutral a moderadamente alcalina; media a alta capacidad catiónica de cambio; saturación de bases alta; carbon orgánico medio a bajo; fertilidad alta a muy alta.	PH7jn	21.602
		PH7jpn	12.427
Tesoro (TE) Entic Haplustolls	Suelos profundos, bien drenados, de texturas franco limosas y franco arenosas, alta saturación de bases, permeabilidad rápida, fertilidad natural alta.	TE6In	12.132
Galpón-Palmeras Vertic Haplustolls	No hay descripción	(GLj-PMI)8n	0.288
Palmeras (PM) Vertic Haplustolls	Profundos y muy profundos, de texturas medias; bien drenados, con moderada capacidad de retención de humedad; reacción del suelo neutra a ligeramente alcalina; contenidos de bases medio a alto y carbón orgánico alto en superficie y bajo en profundidad.	PM8In	6.202
Santa Rosa (SH) Entic Haplusterts	Suelos moderadamente profundos, bien drenados, de texturas finas y medias, alta saturación de bases en superficie y baja en profundidad, y fertilidad alta.	SH8jn	21.711
Génova (GN) Entic Haplustolls	Suelos superficiales, limitados por pedregosidad en el ferfil; texturas muy finas, altas capacidad catiónica de cambio de bases totales y saturación alta, Ca/Mg normal, carbón orgánicos medio, fósforo disponible es bajo, fertilidad natural alta.	GN7hn	0.232



**Foto 2. Uso Actual del Suelo en el Área de Captación de la Laguna de Sonso**

En términos generales, el paisaje está dominado por ganaderías en los predios inundables y cañaduzales en tierras firmes. Los ingenios Pichichí, Providencia y Manuelita aprovechan la caña con el compromiso de producción limpia mediante la certificación ISO14000 en un área de 4947 ha. En el pie de monte el uso es predominantemente de ganaderías extensivas, café y algunos cultivos de pan coger.

Dentro del área de la Reserva el suelo está destinado a Pasto Natural (PN), Vegetación Secundaria (VS), Bosque de Guadua (BG), Bosque Natural Secundario (BNS) y Cultivos Transitorios (CT). Además se encuentra producción ganadera orientada al levante y ceba de ganado, con potreros sembrados con *pasto estrella* en tierra firme y *pasto pará* en tierras inundables. En algunos predios se tienen cercos vivos y un número reducido de árboles para sombra del ganado (Plano 5).

En los predios alrededor y dentro del área de reserva, se realizan actividades de tipo agropecuario y aunque los tipos de cultivos van acorde con lo estipulado en el Acuerdo

No. 16 de 1979<sup>117</sup>, que reglamenta las actividades en la zona de la Reserva Natural de la Laguna de Sonso, no se está cumpliendo en la zona sur-oeste de la Laguna con una franja de 40 m a partir del límite de la película de agua para plantaciones de protección con especies nativas, sino que por el contrario están extendiendo sus cultivos hasta el límite mismo del área lagunar; así como la utilización de motores fuera de borde en el espejo lagunar (Foto 3); estas dos actividades impactan de manera significativa las características y funciones ambientales del espejo de agua .

En términos generales, hoy en día prácticamente no se cumple con lo estipulado en el Decreto 16/79 en cuanto a actividades permisibles en la Zona de Reserva de Laguna de Sonso. (Plano 6).

<sup>117</sup> CVC. (1979). Acuerdo No. 16 de 1979.



**Foto 3. Utilización de Motores Fuera de Borda en la Laguna de Sonso**

### 4.2.3 Hidrología e Hidráulica

#### 4.2.3.1 Descripción del Sistema

Debido a los frecuentes desbordamientos del río Cauca en el departamento del Valle del Cauca en períodos invernales, la CVC desarrolló el Proyecto de regulación del Río Cauca dentro del cual se construyó la represa de La Salvajina (finalizada en enero de 1985) y se han venido construyendo diques marginales de protección a lo largo del río Cauca y sus principales tributarios.

La regulación del río Cauca ha modificado el régimen de caudales, reduciendo los caudales máximos durante el invierno e incrementando los caudales mínimos durante los períodos de verano o estiaje. Por lo que la frecuencia de los desbordamientos del río Cauca y de inundación de las planicies adyacentes al río ha disminuido. Estas variaciones han afectado el ciclo o régimen hidrológico de la Laguna de Sonso y la dinámica natural del ecosistema considerado como un factor de cambio de

orden de magnitud 1 de transformación total (Naranjo et al., 1999)<sup>118</sup>.

La hidrología del sistema ha estado sujeta a varios cambios a través del tiempo. De acuerdo a diferentes autores en épocas anteriores varios canales comunicaban el río Cauca con la laguna (1 en la parte sur y varios en la parte norte), sin embargo, de acuerdo con las fotografías aéreas disponibles la hidrología del sistema es diferente.

En la fotografía aérea del año 1944 que se muestra en la Figura 17, y el plano del Ministerio de Obras Públicas (1967)<sup>119</sup>, se observa que por el costado sur no existía comunicación con el río Cauca, solo tenía una entrada de agua correspondiente al Zanjón Garzonero que al igual que la Laguna no se conectaba con el río, por lo que la entrada de agua en este costado, de acuerdo con habitantes de la zona, se debía al represamiento del río Sonso y Cauca en épocas de invierno que llegaban hasta la Laguna como lo afirma Patiño (1970)<sup>120</sup> (Figura 18).

En el costado noroccidental, se observa una sola salida de agua de la Laguna de Sonso denominada caño Carlina que entregaba directamente al río Cauca y de acuerdo a los pescadores de la zona a través de la antigua carretera Buga-Mediacanoa existían seis puentones por los que en época de crecientes se evacuaba buchón de agua hacia el río Cauca; y el río Guadalajara que para entonces

<sup>118</sup> Naranjo, L.G; Andrade, G. I. y Ponce de León, E. (1999). Humedales Interiores de Colombia: Bases Técnicas para su Conservación y Uso Sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humbolt, Ministerio de Medio Ambiente. Santafe de Bogota. Colombia. 78 p

<sup>119</sup> Ministerio de Obras Públicas. (1967). Desagüe de la Laguna de Sonso, Localización General. Dibujo No. 301A-01. Cali. Colombia.

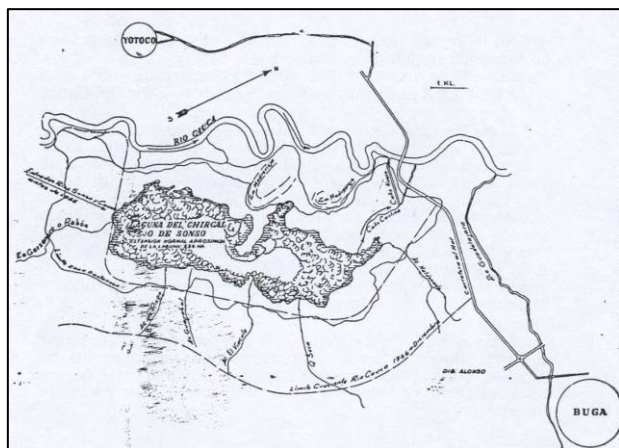
<sup>120</sup> Patiño, A. (1970). Una Batalla Ecológica: el Recate de la Laguna de Sonso. Boletín Universidad del Valle. Departamento de Biología. 38 p.



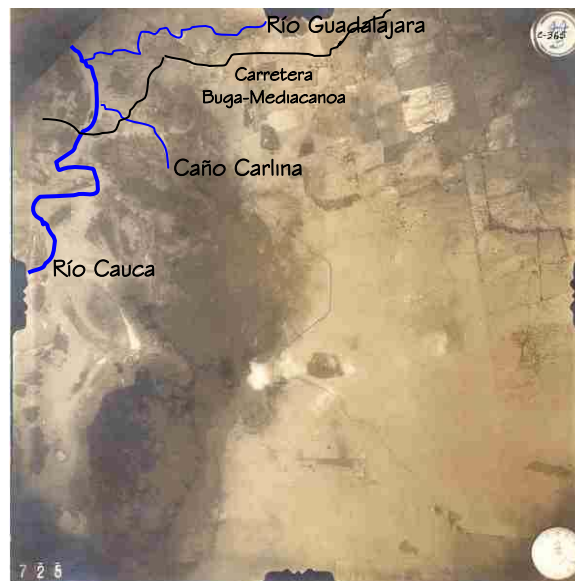
era meándrico y desembocaba al río Cauca un poco más al norte (Figura 19).



**Figura 17. Fotografía Aérea del Costado Sur de la Laguna de Sonso (1944)**<sup>121</sup>



**Figura 18. Trazado de Caño Nuevo (Patiño, 1973)**<sup>122</sup>



**Figura 19. Fotografía Aérea del Costado Norte de la Laguna de Sonso (1944a)**<sup>123</sup>

Posteriormente, con la construcción y rectificación de la vía de acceso para comunicar a Buga con Buenaventura, se taponó y se deshabilitó el caño Carlina y las cinco salidas por los puentes de la Laguna y se construyó el caño Nuevo. Simultáneamente los propietarios de los predios ubicados entre el río Cauca y la Laguna construyeron diques de protección contra las inundaciones del río. Adicional a esto en las fotografías aéreas del año 1976 se observa la desembocadura del río Guadalajara un poco más al norte, el cual se denota un cambio en la modificación de su antiguo cauce por uno más corto y recto, ocurrido probablemente por la presión de los propietarios del área aledaña (Figura 20).

De acuerdo con el levantamiento topográfico realizado por CVC (1998a)<sup>124</sup>, el caño Carlina tiene una longitud de 778.9 m desde su lugar

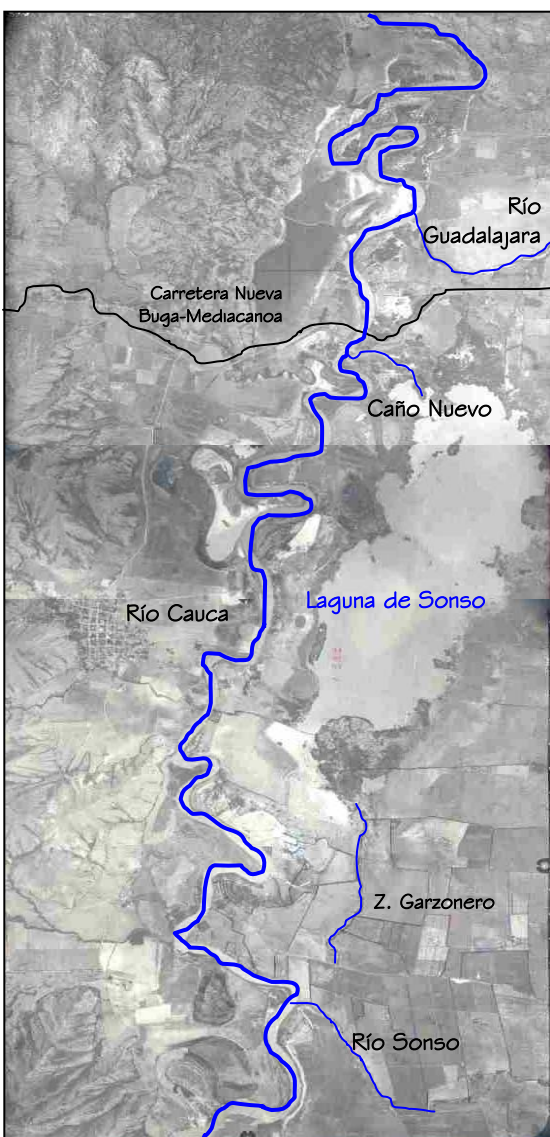
<sup>121</sup>Fotografía Aérea. (1944). Sobre 915. Vuelo C365. Escala 1:33000.

<sup>122</sup> Patiño, A. (1970). Una Batalla Ecológica: el Recate de la Laguna de Sonso. Boletín Universidad del Valle. Departamento de Biología. 38 p.

<sup>123</sup>Fotografía Aérea. (1944a). Sobre 912. Vuelo 365. Escala 1:33000.

<sup>124</sup> CVC. (1998a). Planos de Levantamiento Topográfico Pasos de la Laguna de Sonso a través de la Carretera Buga-Buenaventura. Conservación Ecosistema Laguna de Sonso. Buga. Colombia.

de taponamiento hasta la desembocadura con el río Cauca, distribuidas en dos ejes que están interrumpidos por el barrio El Porvenir y tiene un paso carretera.



**Figura 20. Fotografía Aérea de la Laguna de Sonso en el Año de 1976<sup>125</sup>**

El Eje 2, Caño Carlina Norte, va desde el río Cauca hasta el Paso con una longitud de 460.4

<sup>125</sup>Fotografía Aérea. (1976). Sobre 356. Vuelo C1641. Escala 1:33000.

m, y el Eje 1, Caño Carlina Sur, va desde el Paso hasta donde se taponó con una longitud de 316.5 m. A partir del lugar donde se taponó que tiene una cota de 938.51 se encuentra el caño Nuevo que toma el resto del recorrido del antiguo caño Carlina hasta la Laguna de Sonso.

En promedio para el año de 1998, el Caño Carlina Sur tiene una cota promedio de 935.7 y el Caño Carlina Norte 938.7. Esta diferencia de altura es consecuencia de los procesos de sedimentación del río Cauca, rellamamiento del canal para la actividad ganadera en la zona norte. Actualmente la Laguna de Sonso está comunicada con el río Cauca a través del caño Nuevo por el que existe intercambio de agua en ambos sentidos dependiendo de los niveles de agua. Además, la Laguna recibe aportes de aguas subterráneas, precipitación, y acequias o canales por el costado oriental.

Es importante aclarar que donde caño Nuevo llega a la Laguna no existe un trincho, como lo afirman algunos trabajos recientes (Ramírez, 1995<sup>126</sup>; Martínez y Posso, 2004<sup>127</sup>; y Vélez 2006<sup>128</sup>), sino que cuando el verano era muy intenso se colocaba un trincho para evitar que la Laguna bajara su nivel, pero era una solución esporádica. Actualmente existe una barra de sedimento que bajó la profundidad en el punto norte debido a la acumulación de buchón que no alcanza a salir y a los sedimentos transportados por el río Cauca (Foto 4).

<sup>126</sup> Ramírez, J. (1995). Estudio Hidráulico y de Sedimentos de la Laguna de Sonso. CVC. Cali – Valle. 49p.

<sup>127</sup> Martínez, J. y Posso, J.A. (2004). Balance Hidrológico Preliminar del Humedal Laguna de Sonso y Caracterización de sus Procesos Hidrodinámicos a través de la Simulación Numérica. Tesis de Pregrado para optar al título de Ingeniero Sanitario. Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente – EIDENAR. Universidad del Valle. Cali. Colombia.

<sup>128</sup> Vélez, C.A. (2006). Integrated Water Quality and Ecosystem Modelling a Case Study for Sonso Lagoon, Colombia. MSc Thesis Water Science and Engineering – Hydroinformatics. UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, the Netherlands. 125. p.



Verano: Julio 2006



Invierno: Noviembre 2004

Foto 4. Punto de Comunicación entre Canal Nuevo y la Laguna de Sonso

Las acequias del costado oriental de la Laguna de Sonso provienen de derivaciones reglamentadas por la CVC de los ríos Guadalajara y Sonso. En el río Guadalajara existen 8 derivaciones de agua, de las cuales tres derivaciones, El Albergue, La Julia y El Chircal, van al área de captación de la Laguna de Sonso y drenan en las acequias conocidas como Sepulturas, Guayamaral y Guayabito, y el zanjón Maldonado (Figura 21).

El río Sonso tiene 9 derivaciones de agua por medio de bocatomas, de las cuales 5 derivaciones conocidas como San Rafael, Niza, Holanda, El Recuerdo y La Palma

drenan a la Laguna de Sonso por medio de la acequia El Guayabito y el zanjón Garzonero (Figura 22).

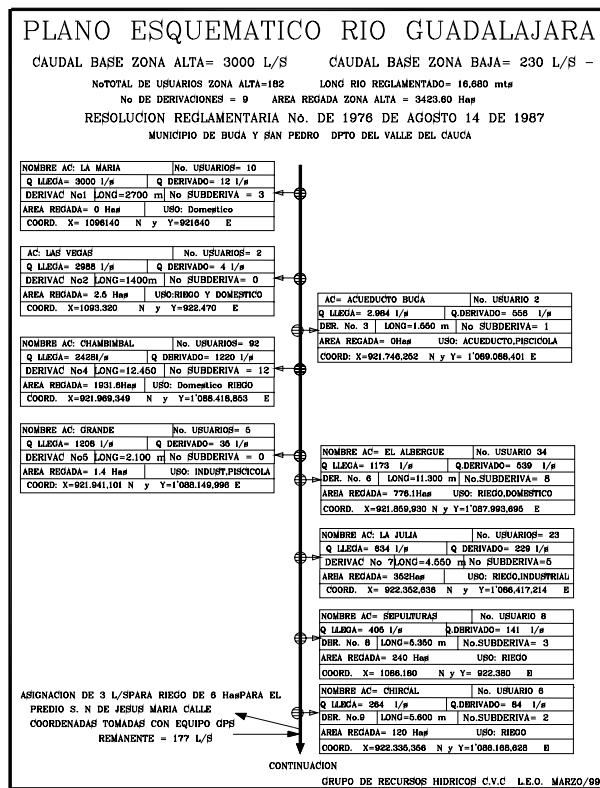
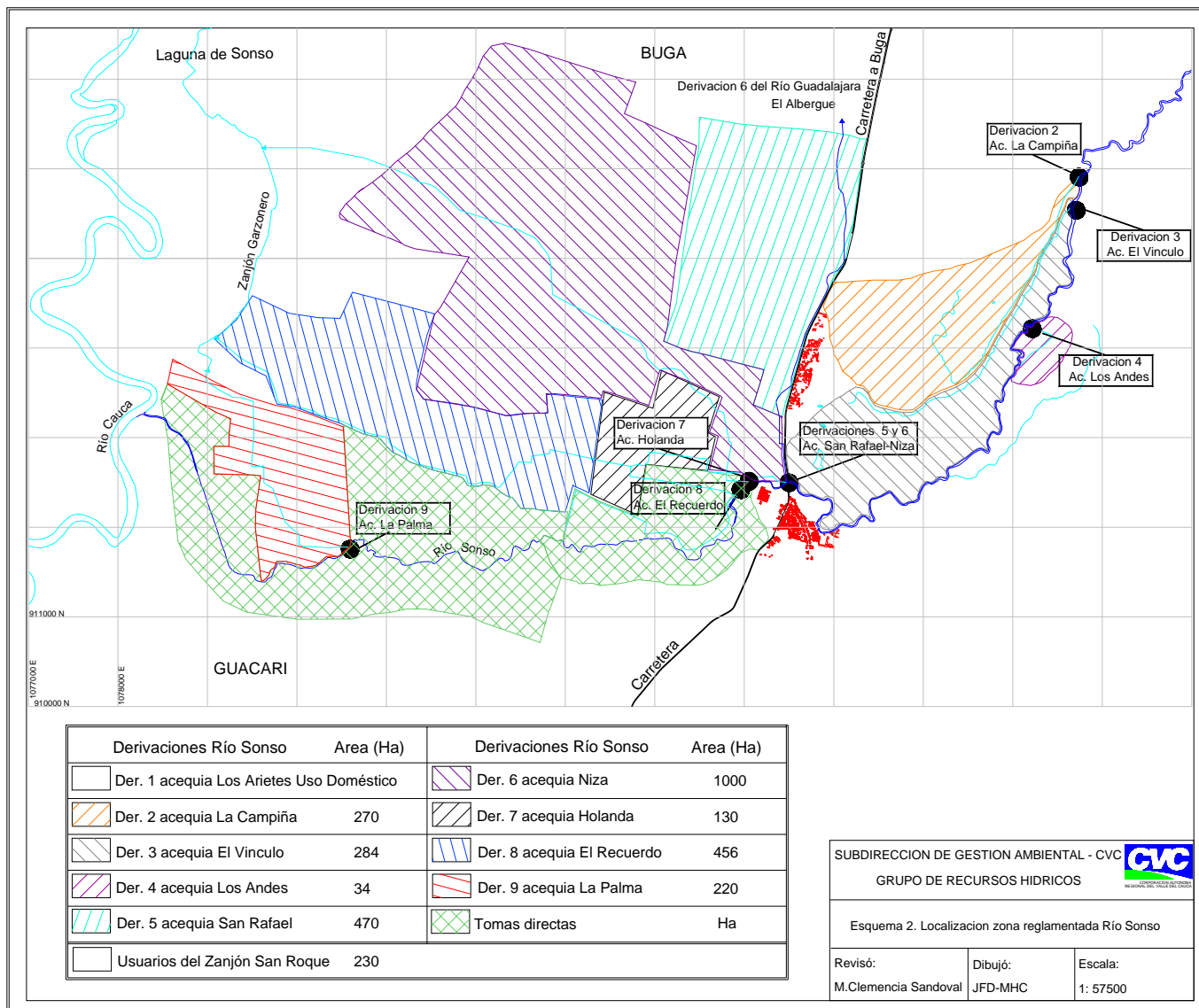


Figura 21. Derivaciones de Agua del Río Guadalajara (CVC, 1999)<sup>129</sup>

La Acequia San Rafael entrega sus aguas a la Derivación No 6 del río Guadalajara conocida como El Albergue en la Hacienda Guadalajara. La acequia San Rafael y la subderivación 6-1 del río Sonso conocida como acequia Guayabito de la Derivación 6, acequia Niza, van a lo que se conoce hoy en día como acequia Guayabito. El resto de derivaciones entregan al zanjón Garzonero.

<sup>129</sup> CVC. (1999). Resolución No SGA 415 de 1999. Cali. Colombia. 9 p.



**Figura 22. Reglamentación de Agua del Río Sonso (CVC, 2003)<sup>130</sup>**

La quebrada Seca y la acequia El Vínculo son las únicas corrientes tributarias a la Laguna de Sonso que provienen de la cordillera Central. La acequia El Vínculo se forma después de la carretera Panamericana Guacarí – Buga por la unión de las corrientes zanjón Hondo y quebrada Las Aguilas. Las corrientes

provenientes de la cordillera Central son atravesadas por la acequia El Albergue.

En la Figura 23 se presenta un mapa esquemático resultado del reconocimiento de campo donde se muestra la relación hidrológica de las cuencas de los ríos Guadalajara y Sonso en el área de captación de la Laguna de Sonso (Plano 7).

<sup>130</sup> CVC. (2003). Resolución No SGA 106 de 2003. Cali. Colombia. 17 p

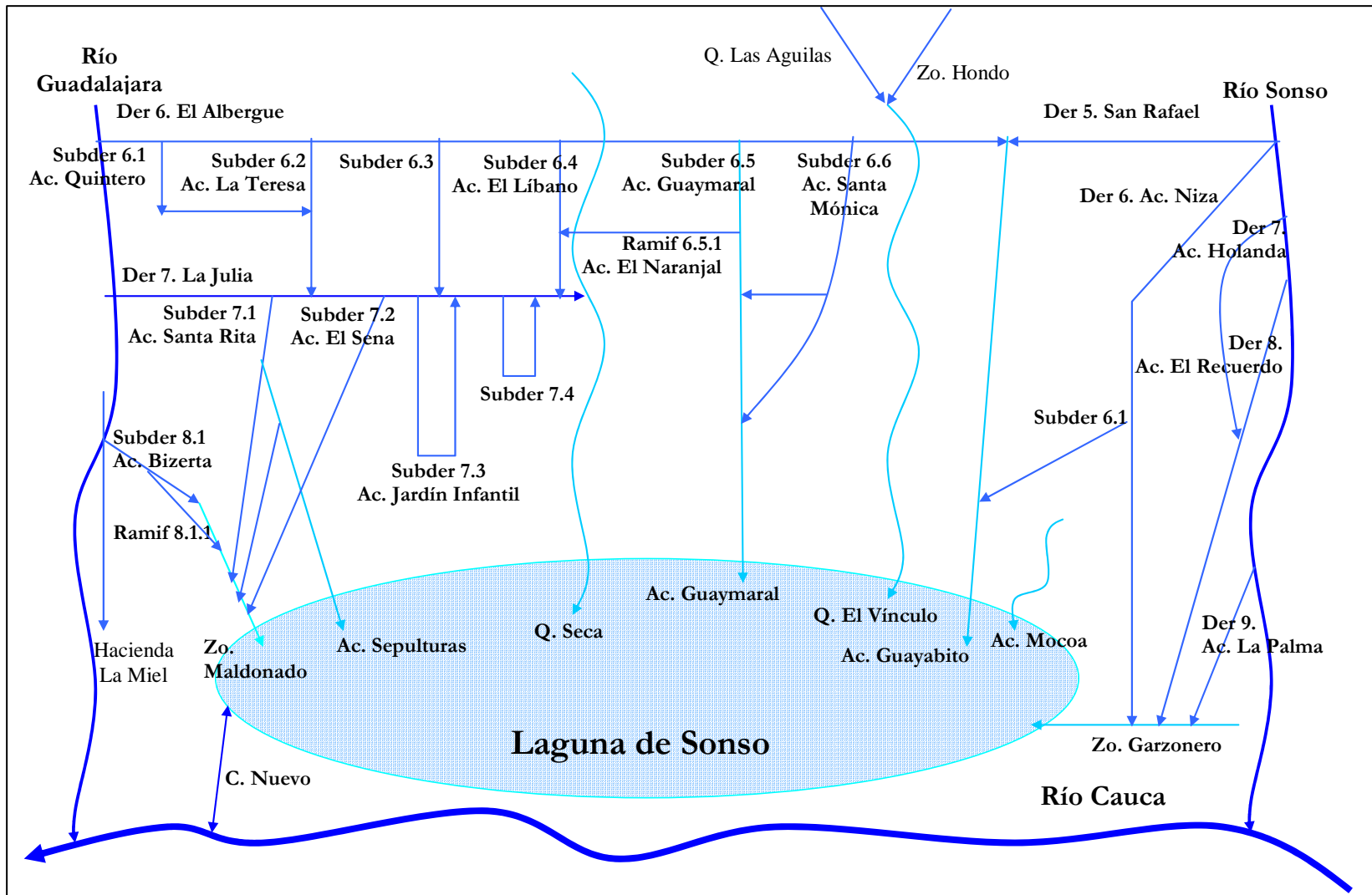


Figura 23. Esquemmatización Hidrológica de la Laguna de Sonso los Ríos Guadalajara y Sonso

En los recorridos de campo se encontró que la derivación Selputuras no es una derivación del río Guadalajara sino una ramificación de la derivación La Julia. El total de agua derivado por los ríos Guadalajara y Sonso son de 975 y 611 l/s.

En los caudales de agua derivados del río Guadalajara se tuvieron en cuenta los pozos profundos construidos en su gran mayoría para agricultura. Para los predios que tienen pozos profundos se determinó el establecimiento de un uso conjunto de agua superficial y subterránea teniendo en cuenta un riego con agua subterránea a razón de 2.0 l/s/Ha en 10 horas de bombeo al día. En la Tabla 14 se presenta el inventario de pozos en la zona de influencia del río Guadalajara (CVC, 1999)<sup>131</sup>.

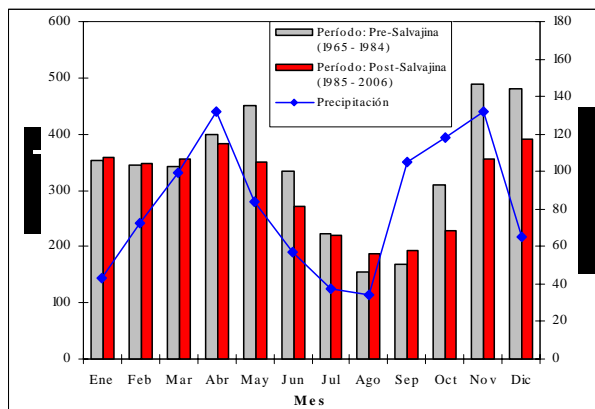
Existe un conflicto por uso y manejo inadecuado del agua: alta demanda para uso doméstico, agropecuario e industrial que en época de verano se ve afectada por la disminución de la oferta hídrica. Razón por la que los usuarios mostraron su inconformidad por el cobro de uso de agua que de igual forma no hacen provecho porque existe un déficit en la cuenca.

• **Río Cauca: Estación Mediacanoa**

Sobre el río Cauca en el tramo Salvajina – La Virginia, la CVC tiene 11 estaciones hidrométricas. La estación Mediacanoa, se encuentra ubicada en la abscisa 226.4 km sobre el río Cauca (distancia desde Salvajina) y aproximadamente a 5 m al norte del canal de conexión entre la Laguna de Sonso y el río Cauca (caño Nuevo).

El río Cauca en esta estación presenta un régimen de caudales bimodal, con dos

períodos secos o de caudales bajos (Enero-Marzo y Julio-Septiembre) y dos de invierno o de caudales altos (Abril-Junio y Octubre-Diciembre) acorde con el régimen de lluvias en la zona de estudio (Figura 24).



**Figura 24. Histograma de Caudales y Precipitación Media Mensual Multianual Estación: Mediacanoa – Río Cauca Período: 1965 - 2006**

La variación de los caudales medios mensuales multianuales para el período Post-Salvajina es menor a la variación del período Pre-Salvajina. Por el efecto de regulación del embalse durante el período seco, correspondiente a los meses de Agosto y Septiembre, los caudales del período Post-Salvajina son superiores a los caudales del período Pre-Salvajina, y durante la época de invierno en los meses de abril – mayo y octubre- diciembre se da la situación contraria.

Los caudales máximos y medios anuales en el período Post-Salvajina han disminuido en promedio 118.4 y 34 m<sup>3</sup>/s respectivamente con relación al período Pre-Salvajina, mientras que los caudales mínimos han aumentado 32.1 m<sup>3</sup>/s. La hidrología del río Cauca en el período Post-Salvajina es más homogénea debido a la regulación de caudales del embalse Salvajina (Figura 25).

<sup>131</sup> CVC. (1999). Resolución No SGA 415 de 1999. Cali. Colombia. 9 p.



**Tabla 14 Pozos en el Zona de Influencia del Río Guadalajara (CVC, 1999)**

Pozo No.	Año de Construc.	Propietario	Predio	Caudal (L/S)	Uso	Tipo de Cultivo	Área (Ha)
Vb- 2	-	Luis Enrique Aulesti	Hda. El Palmar	40.7	Agrícola	Transitorio	90
Vb-62	-	Victor Cabal Concha	Hda. El Rosario	83		Semiperm	44.8
Vb-105	1970	Hernán Ríos A.	Hda. Guaymaral 2	60	Agrícola	Semiperm	54.4
Vb-106	1970	Lantas & Follajes S.A.	Hda. El Guineal	-		Transitorio	32
Vb-109	1972	Fonrodona Rios & Cia.	Hda. La Gloria	66		Transitorio	76.8
Vb-110	1973	Alfredo Ríos A.	Hda. Santa Mónica	-		Semiperm	96
Vb-115	1986	Hernán Ríos A.	Hda. Japón	74		Semiperm	50
Vb-118	1976	Rosa Carvajal de Castro	Hda. Guayabito	106		Semiperm	62.1
Vb-119	1977	Isaac Soto Rengifo	Hda. El Recuerdo	56.8		Semiperm	140
Vb-121	1978	Margarita Campo de Ortega	Hda. La Ramada	76		Transitorio	34
Vb- 122	1978	Ingenio Pichichí S.A	Hda. San Rafael	82		Semiperm.	110
Vb- 126	1979	José Manuel Ocampo	Hda. La Palma	106		Transitorio	74
Vb- 128	1979	Azcarate Riveros e Hijos Ltda.	Hda. San Felipe	73.5		Semestral	
Vb- 130	1981	Carlos Alberto Rentería	Hda. Mérida	83		Caña	100
Vb- 131	1982	Sociedad Epoca S.A.	Hda. Santa Ana	71		Permanent	273
Vb- 132	1982	Jaime Eduardo Ortega Campo	Hda. La Chepa	59		Semiperm	69.4
Vb- 134	1984	Soc. Agrícola Santa Mariana	Hda. Santa Martha	126.1		Caña	76
Vb- 135	1984	Berta Nelly Salazar	Hda. La Palmita	80		Caña	75
Vb- 136	1985	Angel Alberto Jarrim Sucesore	Hda. San Pablo	78		Semestral	63.5
Vb- 137	1985	Sociedad El Vínculo	Hda. San Felipe	77		Semestral	310
Vb- 153	-	Guido Parra Salazar	Hda. Sevilla	69		Transitorio	90
Vb- 161	-	Ara Ltda.	Santa Mónica	95		Caña	120
Vb- 170	-	Agrodec S.A	La Palma	73		Caña	60.5
Vb- 173	-	Bertha Azcárate Rivera	Hda. Andalucía I	101		Caña	81
Vb- 174	-	Azcárate Rivera e Hijos Ltda.	Hda. San Felipe	99		Caña	167
Vb- 179	-	Antonio Garcés Sinisterra	Hda. San José	94		Caña	-
Vb- 77	-	Francesca Trimarch	Piccolo Mondo	-		Doméstico	-
Vb- 103	-	Fundación Unidad Campesina	Inst. Mayor Campesin.				

Los caudales medios multianuales del período Post-Salvajina han disminuido en un 13% con relación al período Pre-Salvajina. Por lo tanto la frecuencia de inundaciones del río Cauca en su valle ha disminuido por el efector regulador del embalse Salvajina. Esto lógicamente ha afectado el sistema lagunar, por cuanto los

volúmenes de agua aportados por el río a la Laguna son menores (Hernández, 2005)<sup>132</sup>.

En cuanto a los niveles, los máximos anuales promedios han disminuido 0.27 m con relación al período Pre-Salvajina, mientras que

<sup>132</sup>Hernández, M.F. (2005). Estudio de la Calidad del Agua y Estado Trófico de la Laguna de Sonso. Tesis de Maestría para optar al Título de Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. Colombia. 250 p.



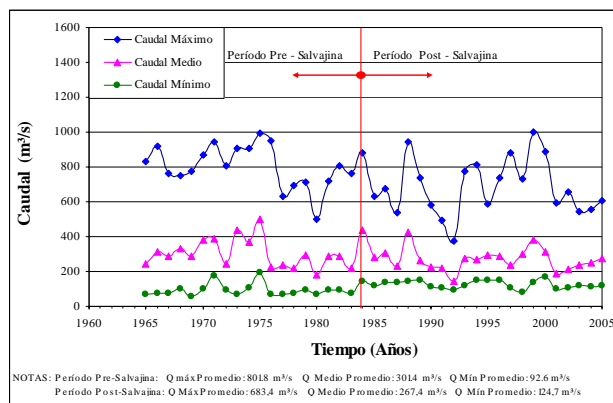
los niveles medios y mínimos han aumentado 0.02 y 0.53 m, respectivamente. La disminución de niveles y caudales máximos y medios, así como el aumento de niveles y caudales mínimos evidencian nuevamente el efecto regulador que ejerce el embalse de Salvajina sobre el río Cauca (Figura 26).

● **Caño Nuevo: Estación Caño Carlina**

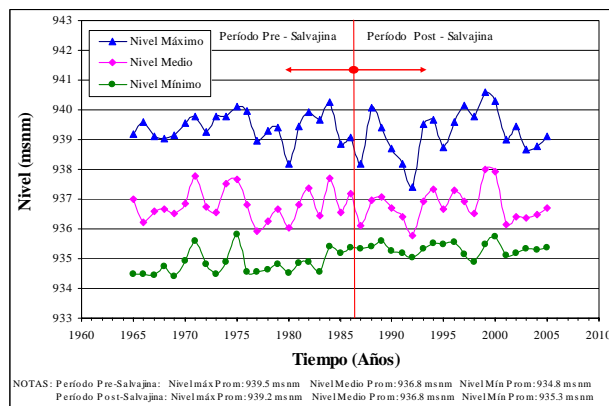
Actualmente, el caño Nuevo es la única conexión entre el río Cauca y la Laguna de Sonso, y dependiendo de los niveles de agua en ambos cuerpos de agua, el flujo sobre el mismo puede ocurrir desde el río hacia la Laguna y viceversa.

En el caño Nuevo, la CVC tiene instalada una estación limnimétrica llamada Caño Carlina donde se miden los niveles sobre el mismo, por lo que existen registros de niveles diarios a cuatro horas diferentes del día desde 1984. A pesar de esta información no se puede establecer una curva de calibración Nivel – Caudal en esta estación debido a la bidirección del flujo de agua en este caño y es por esta razón que la información sobre los caudales es mucho más limitada.

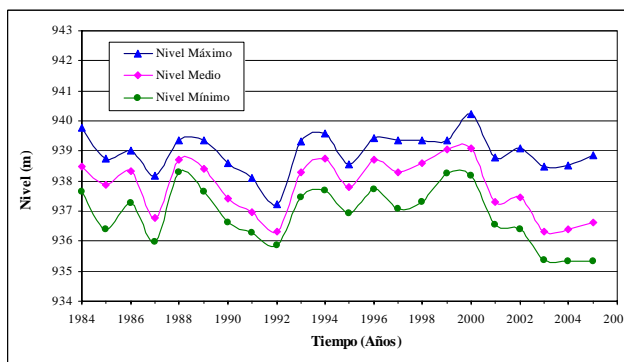
De acuerdo con la Figura 27 Los niveles anuales fluctúan entre 938.99 y 937.04 msnm, aunque el 50% del tiempo los niveles diarios exceden el nivel 936.5 msnm (cota mínima establecida en la laguna para evitar que esta se desagüe).



**Figura 25. Variación de Caudales Máximos, Medio y Mínimos Anuales Estación: Mediacanoa – Río Cauca Período: 1965 - 2005**



**Figura 26. Variación de Niveles Máximos, Medio y Mínimos Anuales Estación: Mediacanoa – Río Cauca Período: 1965 – 2005**



**Figura 27. Niveles de Agua Máximos, Medios y Mínimos Anuales Estación: Caño Carlina – Caño Nuevo Período: 1984 - 2005**





Ramírez (1995)<sup>133</sup>, reportó que este caño tiene una longitud de 1.3 km y una pendiente promedio hacia el río Cauca de 0.00385 m/m y de acuerdo a CVC - Universidad del Valle (2005)<sup>134</sup> la pendiente de este caño en la misma dirección es de 0.0002 m/m, lo que implica una disminución de pendiente probablemente debido al transporte de sedimentos en suspensión provenientes del río Cauca.

De acuerdo con las batimetrías existentes, el promedio de sedimentación es de 0.1 m/año, como resultado de deposición de sedimentos provenientes del río Cauca, sedimentos que tienen características de material en suspensión muy fino y corresponde a lo que se conoce como carga de lavado (Hernández, 2005)<sup>135</sup>.

• **Laguna de Sonso: Estación Laguna de Sonso**

En la Figura 28 se observa que a nivel mensual multianual, el nivel de la Laguna está por encima de la cota 936.5 msnm y aunque se aprecia un comportamiento bimodal, este es muy leve, puesto que en los 5 primeros meses los niveles de la Laguna están por encima de los 937.4 msnm. Además se observa como los niveles de la Laguna dependen del comportamiento climatológico, donde los niveles más altos se presentan con la mayor precipitación.

Se presentan dos picos de niveles durante los meses de Abril y Diciembre con registros de 937.7 y 937.6 msnm respectivamente, mientras

que el mes más seco corresponde a Agosto (936.7 msnm).

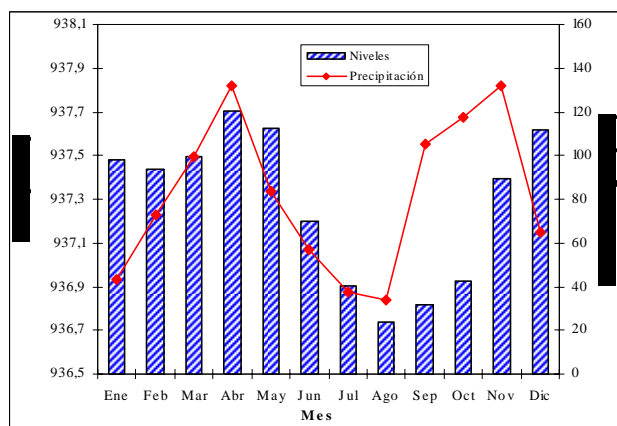


Figura 28. Niveles Medios y Precipitación Total Promedio Mensual Multianual

Actualmente en la Laguna de Sonso se tiene las curvas Nivel – Área – Volumen con base en la información batimétrica de 1983 y 1987 (Figura 29). Sin embargo a través del tiempo se ha observado cómo avanza el proceso de sedimentación y de acuerdo con diferentes informes se tiene conocimiento de que la profundidad de agua en la laguna ha ido disminuyendo como consecuencia de los avanzados procesos de sedimentación.

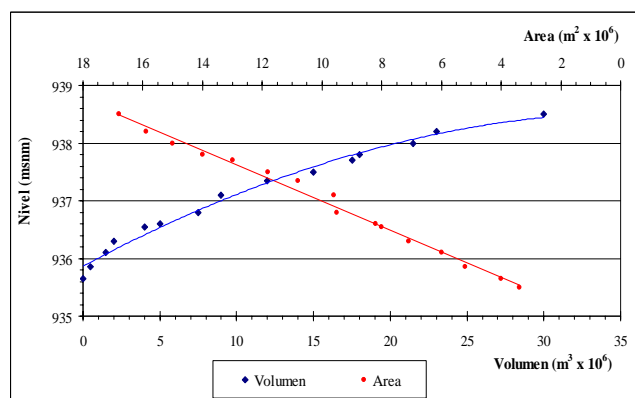


Figura 29. Curvas Nivel – Área – Volumen de la Laguna de Sonso (Hernández, 2005)<sup>135</sup>

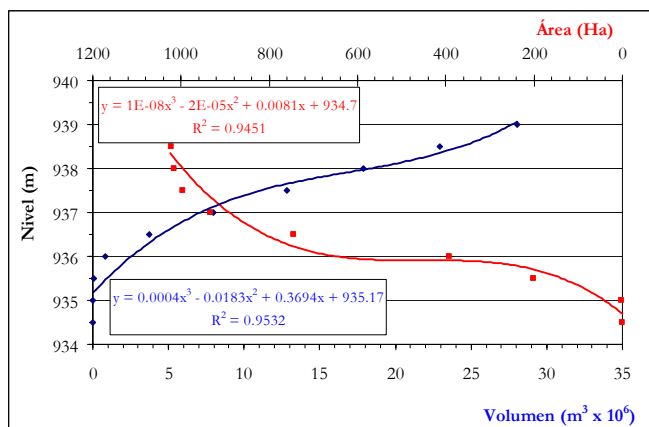
<sup>133</sup> Ramírez, J. (1995). Estudio Hidráulico y de Sedimentos de la Laguna de Sonso. CVC. Cali – Valle. 49p.

<sup>134</sup> CVC – Universidad del Valle. (2005). Caracterización y Modelación Matemática del Río Cauca – PMC Fase II. Cali. Colombia

<sup>135</sup> Hernández, M.F. (2005). Estudio de la Calidad del Agua y Estado Trófico de la Laguna de Sonso. Tesis de Maestría para optar al Título de Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. Colombia. 250 p.



Como se observa a través del tiempo ha ocurrido una disminución en la capacidad de almacenamiento y por lo tanto en el área de almacenamiento. En la Figura 30 se presenta las curvas actuales de Nivel-Área-Volumen que se obtuvieron con el presente trabajo. La delimitación del espejo lagunar establecida en la cota 936.5 por el Decreto 16/79 en las curvas de Nivel-Área-Volumen anterior (1987) se tiene un almacenamiento de  $6 \times 10^6$  m<sup>3</sup> para un área de 800 ha, mientras que actualmente se tiene  $4 \times 10^6$  m<sup>3</sup> de almacenamiento y un área de 745 Ha como consecuencia del aporte de sólidos del río Cauca, tributarios y sedimentación del buchón que en su proceso de extracción se saca a los bordes y se sedimenta con la consecuente disminución en la capacidad de almacenamiento de la Laguna.



**Figura 30. Curvas Nivel – Área – Volumen de la Laguna de Sonso (2006)**

En la Tabla 15 se presenta los volúmenes y áreas para diferentes niveles de almacenamiento de la campaña de campo realizada en el presente trabajo. Y en el Plano 8 se presentan la batimetría de la Laguna de Sonso, donde se observa que la profundidad mínima es de 934.5 que se observa en el sector sur oriental al frente de la Hacienda Guayabito.

**Tabla 15. Volúmenes y Área de la Capacidad de Almacenamiento de Agua**

Nivel	Volumen (m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup> )	Área (Ha)
934.5	0.00008	0.09
935.0	0.00568	2.63
935.5	0.0498	200.47
936.0	0.88	391.25
936.5	3.74	744.92
937.0	7.97	934.62
937.5	12.82	995.46
938.0	17.86	1015.76
938.5	22.96	1022.19
939.0	28.08	1024.55

Actualmente, en términos generales la zona sur se observa como la más profunda dentro de toda la Laguna y en la zona norte la máxima profundidad observada es de 935.75; por lo que en la zona sur se tendrán profundidades de aproximadamente 2 m y en la zona norte de por lo menos 0.75 m teniendo en cuenta como cota de referencia la cota 936.5 como delimitación de la Laguna.

En la Figura 31 se observa que la mayor parte del tiempo (94.7%) durante el período 1988 – 2004 los niveles están por encima de la cota 936.5 msnm, cota establecida por el Acuerdo No. 16 de 1979 de la CVC como la cota de la laguna para su capacidad de llenado óptimo. Los niveles diarios en la Laguna no presentan un patrón de comportamiento establecido. Sin embargo, los niveles de este ecosistema en algunos años está asociado a los fenómenos climáticos del Niño en los años 1991, 1992, 1997 y la Niña en los años 1988, 1999, 2000 en nuestro territorio (Ministerio del Medio Ambiente – IDEAM, 2002<sup>136</sup>; IDEAM, 2000<sup>137</sup>).

<sup>136</sup>Ministerio del Medio Ambiente – IDEAM. (2002). Efectos Naturales y Socioeconómicos del Fenómeno del Niño en Colombia. Bogotá. Colombia. 58 p.

<sup>137</sup>IDEAM. (2000). Movimientos en Masa Dañinos ocurridos en Colombia durante el Fenómeno Frío del Pacífico (La Niña) 1999 – 2000. Bogotá. Colombia. 22 p.

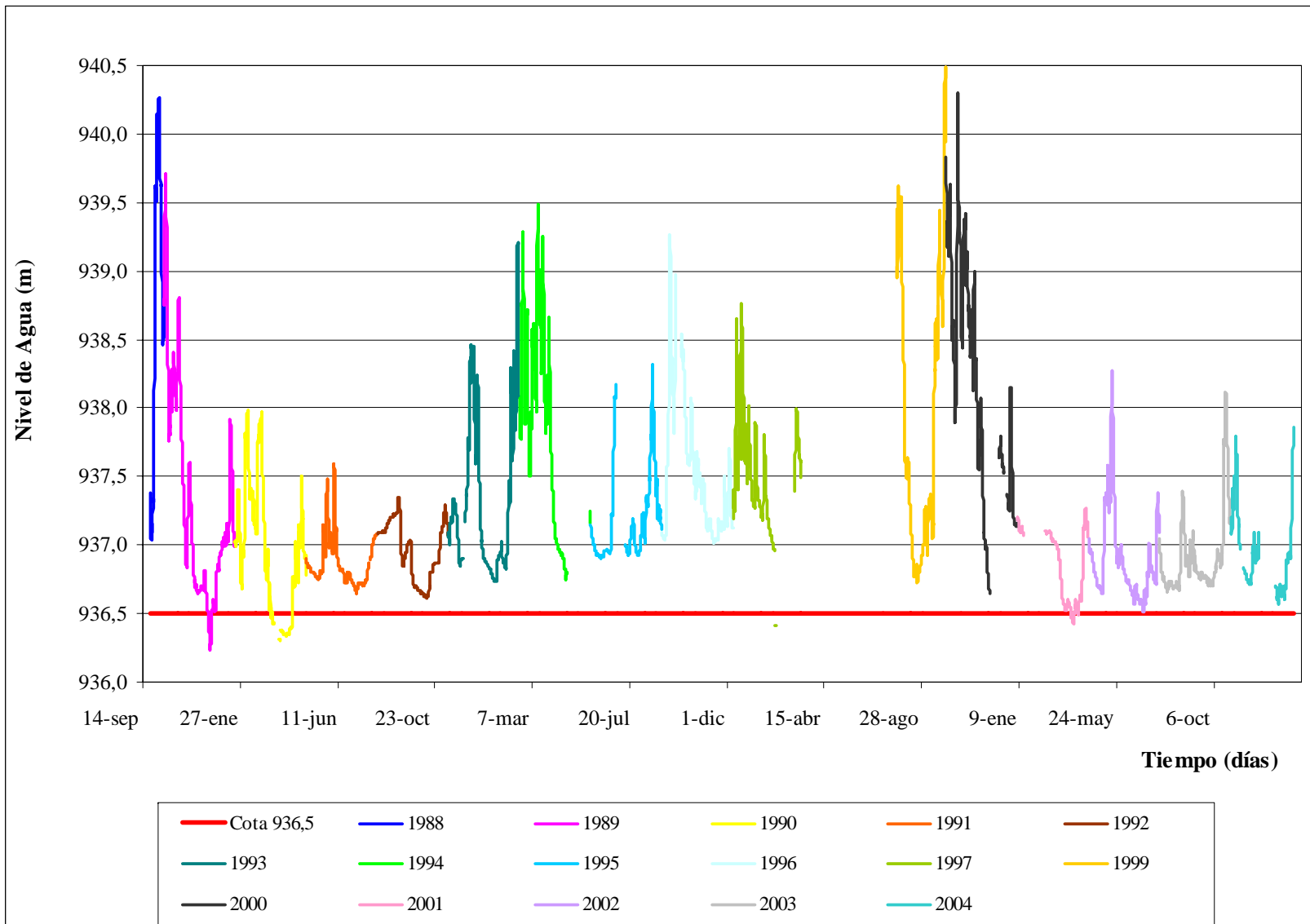


Figura 31. Variación de Niveles por Año en la Laguna de Sonso (Período: 1988 – 2004)

Los niveles diarios de los años 1988, 1989, 1994, 1993, 1996, 1999 y 2000 superan la cota 939.0 msnm. Los años 1991, 1992 y 2001 han presentado niveles por debajo de los 937.5 msnm, siendo estos los niveles más bajos presentados en el período de estudio, años que fueron considerados de acuerdo a los boletines de clima de Cenicaña como años secos para el Valle del Río Cauca. El resto de los años se considera como años con un comportamiento medio de niveles, que no superan los 938.5 msnm.

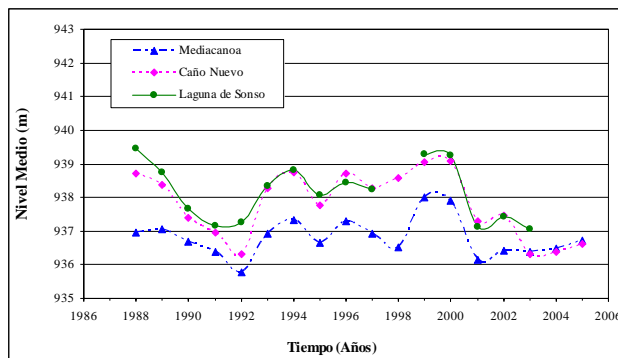
Los niveles promedio máximos, medios y mínimos mensuales multianuales durante el período 1988 – 2004 en la Laguna de Sonso son de 937.7, 937.3 y 936.7 msnm respectivamente; mientras que los niveles anuales promedio fluctúan entre 938.89 y 937.74 msnm.

- **Relación Río Cauca – Caño Nuevo – Laguna de Sonso**

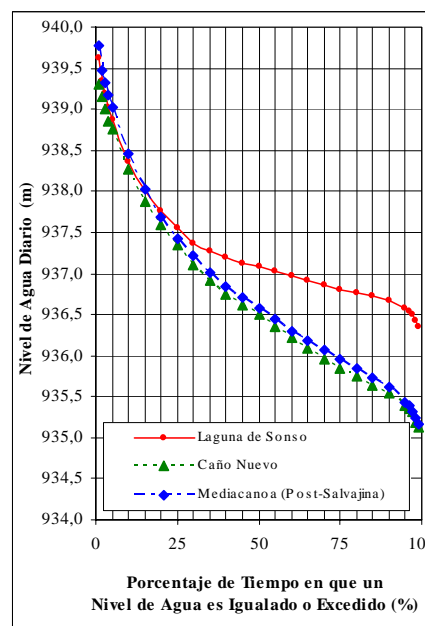
De acuerdo con la Figura 32, los niveles medios anuales de la Laguna siempre están por encima de los niveles medios anuales de Caño Nuevo y del río Cauca en la estación Mediacanoa, sugiriendo que existe un probable aporte de aguas subterráneas a la Laguna, corroborando lo establecido por Hernández (2005)<sup>138</sup>.

El 15% del tiempo, el río Cauca supera los niveles de la Laguna, mientras que el 50 y el 97% de las veces se exceden el nivel de 936.5 m en Caño Nuevo y la Laguna de Sonso respectivamente. Este nivel de 936.5 corresponde a la cota establecida para delimitar el área lagunar de la Laguna de Sonso por el Acuerdo No. 16 de 1979 de la CVC. (Figura 33). Mientras que el 55% del tiempo, la Laguna de Sonso sobrepasa la cota 937 correspondiente a la cota del área pantanosa

de delimitación de la Laguna de acuerdo con el Acuerdo 16/79.



**Figura 32. Niveles Medios Anuales en Río Cauca, Caño Nuevo y Laguna de Sonso**



**Figura 33. Curvas de Duración de Niveles Diarios (Hernández, 2005)<sup>138</sup>  
Periodo: 1985 – 2003**

<sup>138</sup> Hernández, M.F. (2005). Estudio de la Calidad del Agua y Estado Trófico de la Laguna de Sonso. Tesis de Maestría para optar al Título de Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. Colombia. 250 p.



Durante el período 1988 – 2004, los niveles del río Cauca sobrepasan en un 54.6% la cota 936.5 msnm; y el 22.5% de las veces el río Cauca presenta niveles más altos que la Laguna de Sonso, lo que indica que el resto del tiempo la Laguna se convierte en un tributario más del río Cauca (Figura 34).

• **Agua Subterránea**

En el valle geográfico del río Cauca se encuentra localizado el principal acuífero de la zona sur-occidental de Colombia. Los estudios

realizados por la CVC han permitido establecer tres unidades hidrogeológicas con tres clases catalogadas en el área de captación de la Laguna de Sonso de acuerdo a criterios regionales establecidos por la CVC (CVC, 2002) (Tabla 16).

Es de vital importancia mencionar que en el área de zona de Reserva de la Laguna de Sonso no se han realizado estudios de agua subterránea con el fin de conocer su composición química ni relación en cantidad con el ecosistema.

**Tabla 16 Agua Subterránea en la Laguna de Sonso (CVC, 2002)**

Clase	Dureza (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	CE (µmho/cm)	FE+Mn (mgr/l)	CO <sub>2</sub> (mgr/l)	Calificación
1	0-100	200-300	0.0-0.3	< 10	Excelente
2	100-200	300-400	0.3-0.6	10-20	Muy Buena
3	200-300	400-500	0.6-1.0	20-40	Buena

**4.2.3.2 Sedimentos**

De acuerdo con los resultados obtenidos por CVC (1988b)<sup>139</sup> se había perdido una altura media de 40 cm equivalente a un tasa media anual de 2.7 cm, un volumen sedimentado de 144.000 m<sup>3</sup>/ año. El proceso de sedimentación realizado en dicho estudio, se determinó que en el período 1972-1987, el 92% de los sedimentos era aportado por el río Cauca, razón por la que en la zona Norte se encontró la mayor sedimentación. En la Figura 35 se presenta el Plano de Sedimentos realizados en el año 1988 por la CVC, donde se observa que la mayor sedimentación se presenta en la zona norte de hasta 80 cm.

Tabla 17 y el Plano 9 se presentan las isobatas y registros de sedimentación. De acuerdo con la metodología realizada para determinar los

lodos en cada punto, en la cota 936.5 existe actualmente 6.5 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> de sedimentos almacenados, que corresponden a sedimentos no consolidados.

**Tabla 17. Volúmenes y Área de Almacenamiento de Lodos**

Nivel	Volumen (m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup> )	Área (Ha)
934.5	0.0003	0.37
935.0	0.053	53.09
935.5	1.051	351.86
936.0	3.28	533.17
936.5	6.50	765.61
937.0	10.79	935.70
937.5	15.65	997.06
938.0	20.70	1018.65
938.5	25.81	1026.60
939.0	30.95	1029.67

<sup>139</sup> CVC. (1988b). Estudio Hidrológico y Sedimentológico. En: Evaluación de la Situación Actual de la Laguna de Sonso. Subdirección de Recursos Naturales. Cali. Colombia. 26 p.

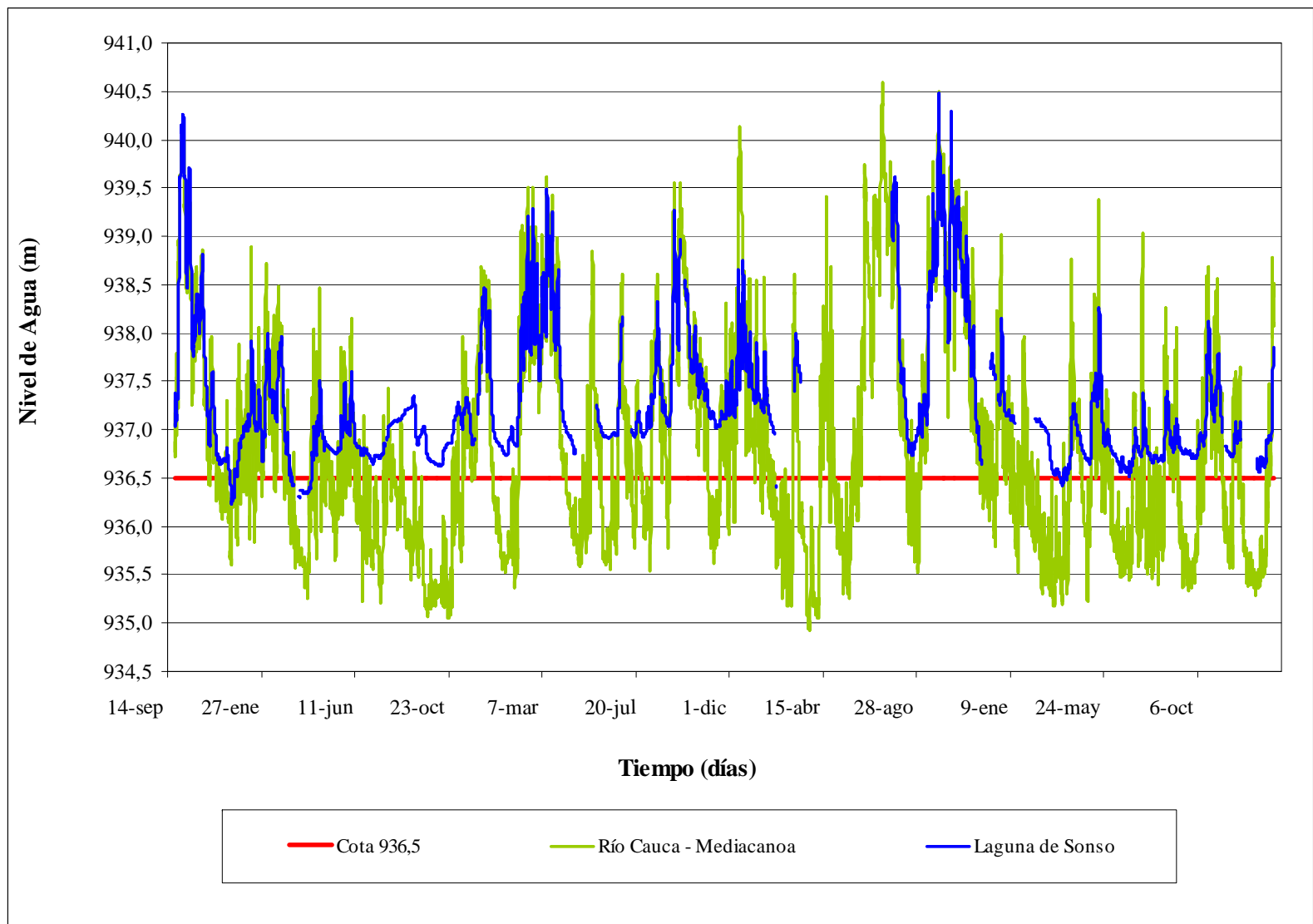


Figura 34. Variación de Niveles en la Laguna de Sonso y el Río Cauca -Estación Mediacanoa (Período: 1988 – 2004)

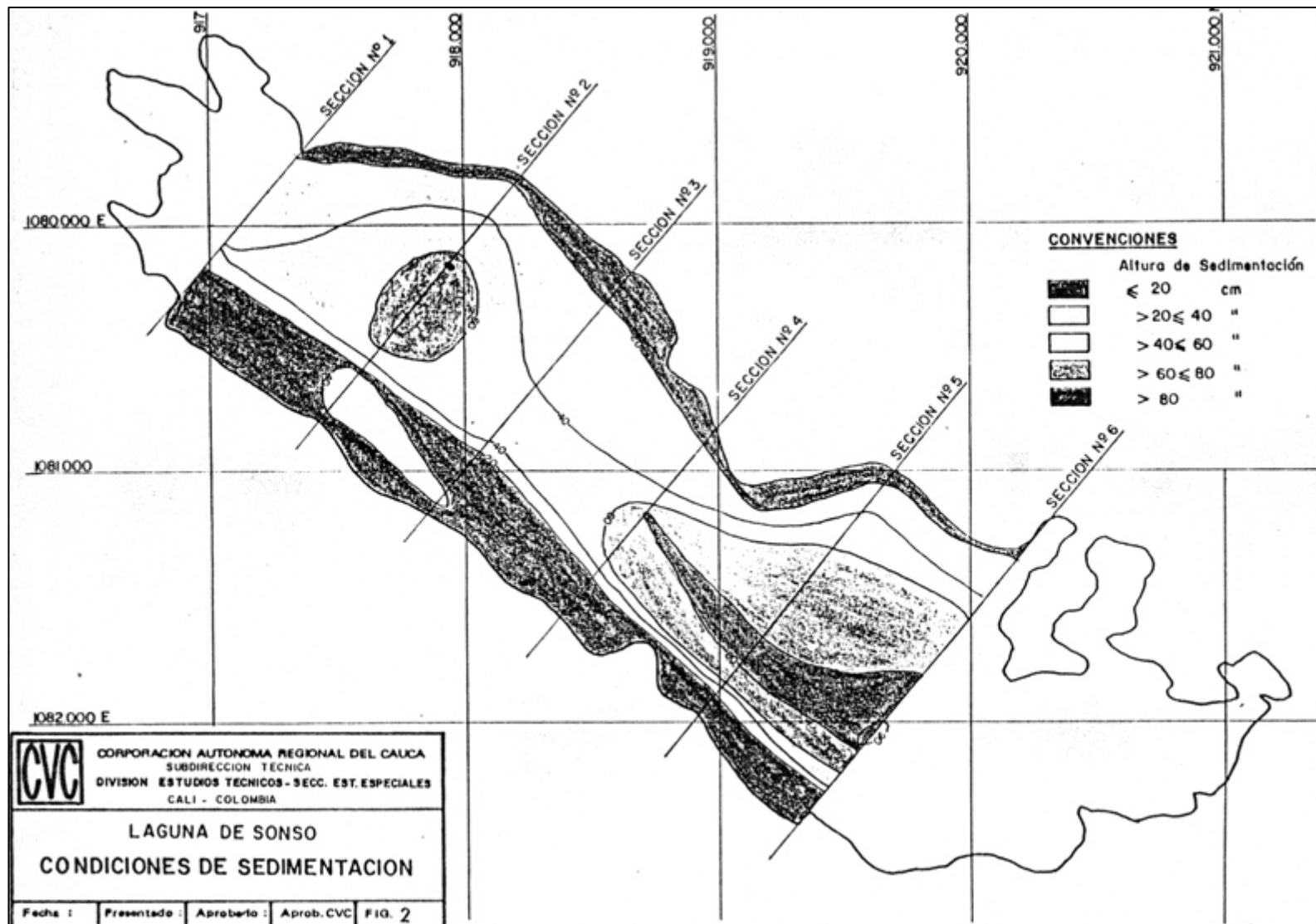


Figura 35 Sedimentación en 1987



En las Figuras 36 a 41 se presentan las secciones transversales que fueron materializadas en 1987 para tener una referencia para el monitoreo de sedimentos y en la Figura 42 se presenta una sección longitudinal de la Laguna de Sonso. En estas figuras se observa el fondo de la Laguna y el fondo del lodo no consolidado determinado en este estudio.

En las Figuras 43 a 48 se presentan las secciones transversales registradas en el presente estudio y presentadas en los años 1987 y 1995. En estas se observan que no hay una tendencia clara y que en las secciones 1 y 2, el fondo de la Laguna presentado en el año 1995 está por encima del fondo del año 2006. Las secciones no se encontraban digitalizadas en plano y no mostraban donde comenzaban las secciones, esto quiere decir que el inicio no esta referenciado y se aproximó lo mejor posible la supersposición de ellas, pero como se observa existen en algunos casos grandes diferencias. En la Tabla 18 se presenta las alturas máximas encontradas de sedimentos para los años 1987 y 1995.

**Tabla 18. Altura de Sedimentación en las Secciones de Control Implementadas por la CVC**

Sección	Altura de Sedimentación (m)	
	1987	1995
1	0.37	-0.11
2	0.56	-0.24
3	0.78	0.42
4	1.01	0.17
5	0.95	0.08
6	1.69	0.89

De acuerdo a estos resultados, se perdió por sedimentación una altura promedio de 40 y 89 cm en 1987 y 1995 respectivamente, lo que implica una tasa de sedimentación de 3.6 y 4.6 cm/año para 1995 y 1987 respectivamente. Es

de resaltar que para la determinación de la tasa de sedimentación calculada para el año 1995 no se tomó en cuenta los valores de las dos primeras secciones.

Estos resultados indican que la tasa de sedimentación por año a aumentado con respecto a al calculada en 1987 de 2.7 cm/año (CVC, 1988)<sup>140</sup>, y que la zona con mayor sedimentación es la Norte.

#### **4.2.3.3 Balance Hídrico Año 2002**

##### **• Precipitación y Evapotranspiración**

Durante el año 2002 se presentó una precipitación media mensual de 68.46 mm y una precipitación total anual de 821.5 mm. El mes con la menor precipitación fue Enero (20.3 mm), y la mayor precipitación se registró en el mes de Marzo (211.7 mm) La evapotranspiración se calculó asumiendo que la Laguna de Sonso esta cubierta completamente de Buchón de Agua. A lo largo del año 2002 la evapotranspiración varía entre 140 y 200 mm. Los mayores valores se presentan en los períodos secos y los menores valores en los períodos húmedos. La máxima evapotranspiración se presentó en Septiembre (200.2 mm) y la mínima en Junio (140.76 mm) (Figura 49). Solamente en el mes de Marzo, la precipitación excede a la evapotranspiración.

En la Figura 50 se presenta la precipitación y evapotranspiración mensual total bajo la condición de tener la laguna completamente cubierta de buchón, equivalente a tener la condición más crítica para el ecosistema.

<sup>140</sup> CVC. (1988b). Estudio Hidrológico y Sedimentológico. En: Evaluación de la Situación Actual de la Laguna de Sonso. Subdirección de Recursos Naturales. Cali. Colombia. 26 p.





**Figura 36 Sección Transversal 1**

**Figura 37 Sección Transversal 2**

**Figura 38 Sección Transversal 3**

**Figura 39 Sección Transversal 4**

**Figura 40 Sección Transversal 5**

**Figura 41 Sección Transversal 6**

**Figura 42 Sección Transversal 7**

**Figura 43 Secciones TRanversales 1 (1987, 1995, 2006)**

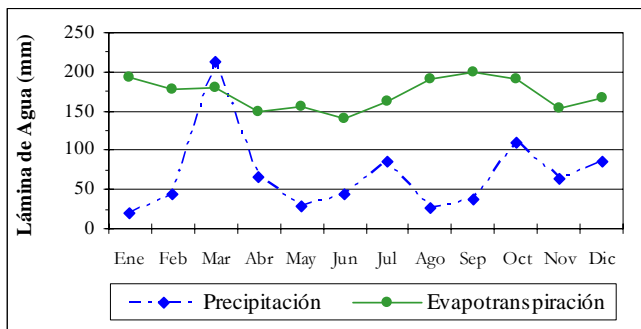
**Figura 44 Secciones TRanversales 2 (1987, 1995, 2006)**

**Figura 45 Secciones TRanversales 3 (1987, 1995, 2006)**

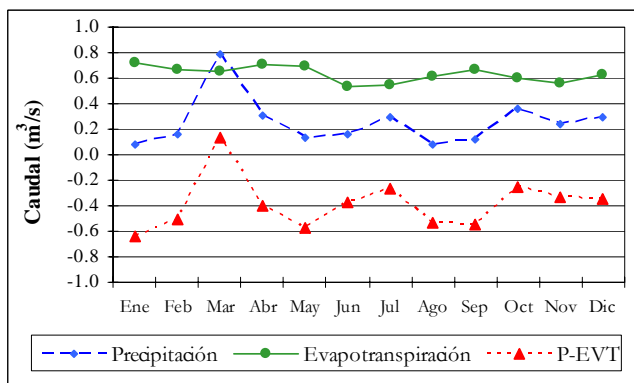
**Figura 46 Secciones TRanversales 4 (1987, 1995, 2006)**

**Figura 47 Secciones TRanversales 5 (1987, 1995, 2006)**

**Figura 48 Secciones TRanversales 6 (1987, 1995, 2006)**



**Figura 49. Precipitación y Evapotranspiración en la Laguna de Sonso (Año: 2002)**

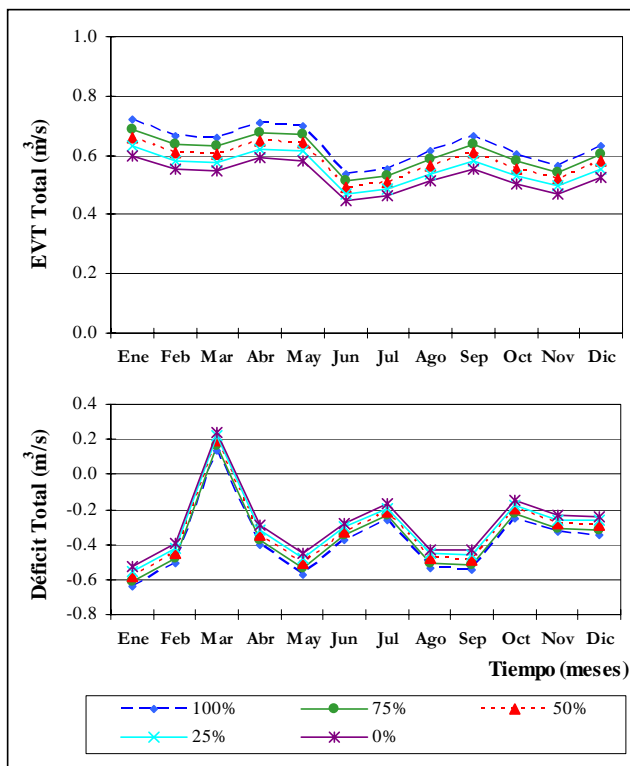


**Figura 50. Caudales Estimados por Precipitación y Evapotranspiración en la Laguna de Sonso (Año: 2002)**

En términos de caudal, la precipitación anual para el año 2002 aportó  $0.25 \text{ m}^3/\text{s}$  y la evapotranspiración evacuó  $0.63 \text{ m}^3/\text{s}$ ; esto muestra que las pérdidas de caudal por evapotranspiración son mayores al aporte por precipitación para el año 2002, existiendo un déficit total anual de  $0.38 \text{ m}^3/\text{s}$ . El mes de Marzo, corresponde al único mes que no existe déficit de agua ( $0.13 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

La evaluación de tener diferentes porcentajes de cobertura de buchón sobre el espejo lagunar durante el año 2002 de 75, 50, 25 y 0% (Figura 51), muestra que el déficit de agua disminuye a  $0.36, 0.33, 0.30$  y  $0.28 \text{ m}^3/\text{s}$ ,

respectivamente, lo que equivalente a una reducción del 0.03, 0.05, 0.08 y 0.11% respectivamente.



**Figura 51. Evapotranspiración y Déficit de Agua para diferentes Porcentajes de Buchón de Agua en la Laguna de Sonso (Año: 2002)**

Aunque el déficit de agua disminuye con la disminución en el porcentaje de cobertura del buchón sobre el espejo lagunar, hay que tener en cuenta que el buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) es una planta acuática que si bien afecta notablemente la calidad del agua por el aporte de materia orgánica en descomposición y la consiguiente disminución del oxígeno disuelto en el agua, es además una especie acuática con características depuradoras puesto que esta planta obtiene del agua todos los nutrientes que requiere para su metabolismo.

De acuerdo con Celis-Hidalgo et. al. (2005)<sup>141</sup> estas plantas son capaces de retener en sus tejidos una gran variedad de metales pesados (como cadmio, mercurio y arsénico). Además de remover algunos compuestos orgánicos, tales como fenoles, ácido fórmico, colorantes y pesticidas, y disminuir niveles de DBO (demanda biológica de oxígeno), DQO (demanda química de oxígeno), y sólidos suspendidos (Metcalf y Eddy, 1995)<sup>142</sup>. Razones por las que se le debe dar un manejo adecuado y utilizarlas como una herramienta útil de autopurificación dentro del mismo ecosistema.

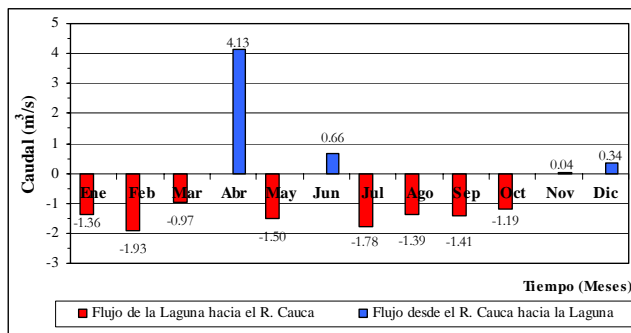
• **Aportes del río Cauca**

La Laguna de Sonso está comunicada al río Cauca a través de caño Nuevo, por el cual existe una interacción de agua en ambos sentidos dependiendo de los niveles de agua en éstos y por lo tanto del gradiente hidráulico existente en cada instante de tiempo.

Durante el año 2002, el río Cauca aportó un caudal promedio de 7.34 m<sup>3</sup>/s a la Laguna durante 66 días (18.1% del tiempo) y el resto del tiempo (81.9%) la Laguna entregó al río Cauca un caudal promedio de 2.27 m<sup>3</sup>/s (Figura 52). Aunque el mayor porcentaje del tiempo la Laguna entrega sus aguas al río Cauca, los caudales aportados por este a la Laguna son superiores a los aportados por la Laguna al río.

En la Figura 53 se observa que los niveles de agua en la Laguna de Sonso se encuentran por encima de los niveles de agua en el río Cauca (estación Mediacanoa) y solo durante

intervalos de tiempo corto, correspondientes a los períodos de invierno, los niveles en el río Cauca exceden los niveles en la Laguna, con el consecuente aumento de nivel en la Laguna de Sonso debido a su caudal aportante.



**Figura 52. Régimen Mensual de Caudales en Caño Nuevo (Año: 2002)**

• **Almacenamiento Laguna de Sonso**

De acuerdo con la Figura 54, los niveles de la Laguna presentan un comportamiento bimodal opuesto con el régimen de precipitación: niveles bajos durante enero - febrero y julio - octubre, y niveles altos durante los meses marzo – junio y noviembre – diciembre; registrándose el valor mínimo en el mes de Octubre (936.61 m) y el valor máximo en el mes de Abril (937.44 m).

Cuando el flujo en caño Nuevo es en la dirección río Cauca – Laguna, la Laguna de Sonso aumenta su nivel de agua, alcanzando los máximos niveles durante los meses de mayo y diciembre (Figura 54). Por lo que la respuesta de los niveles en la Laguna está influenciada de forma directa por el régimen hidrológico del río Cauca; el cual es irregular y con una baja frecuencia a lo largo del año 2002.

<sup>141</sup> Celis-Hidalgo, J.; Junod, J. y Sandoval, M. (2005). Recientes Aplicaciones de la Depuración de Aguas Residuales con Plantas Acuáticas.. *Theoria*, Vol. 14 (1): 17-25.

<sup>142</sup> Metcalf y Eddy Inc. (1995) *Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización*. McGraw-Hill/interamericana de España S.A.. 1485 pp.

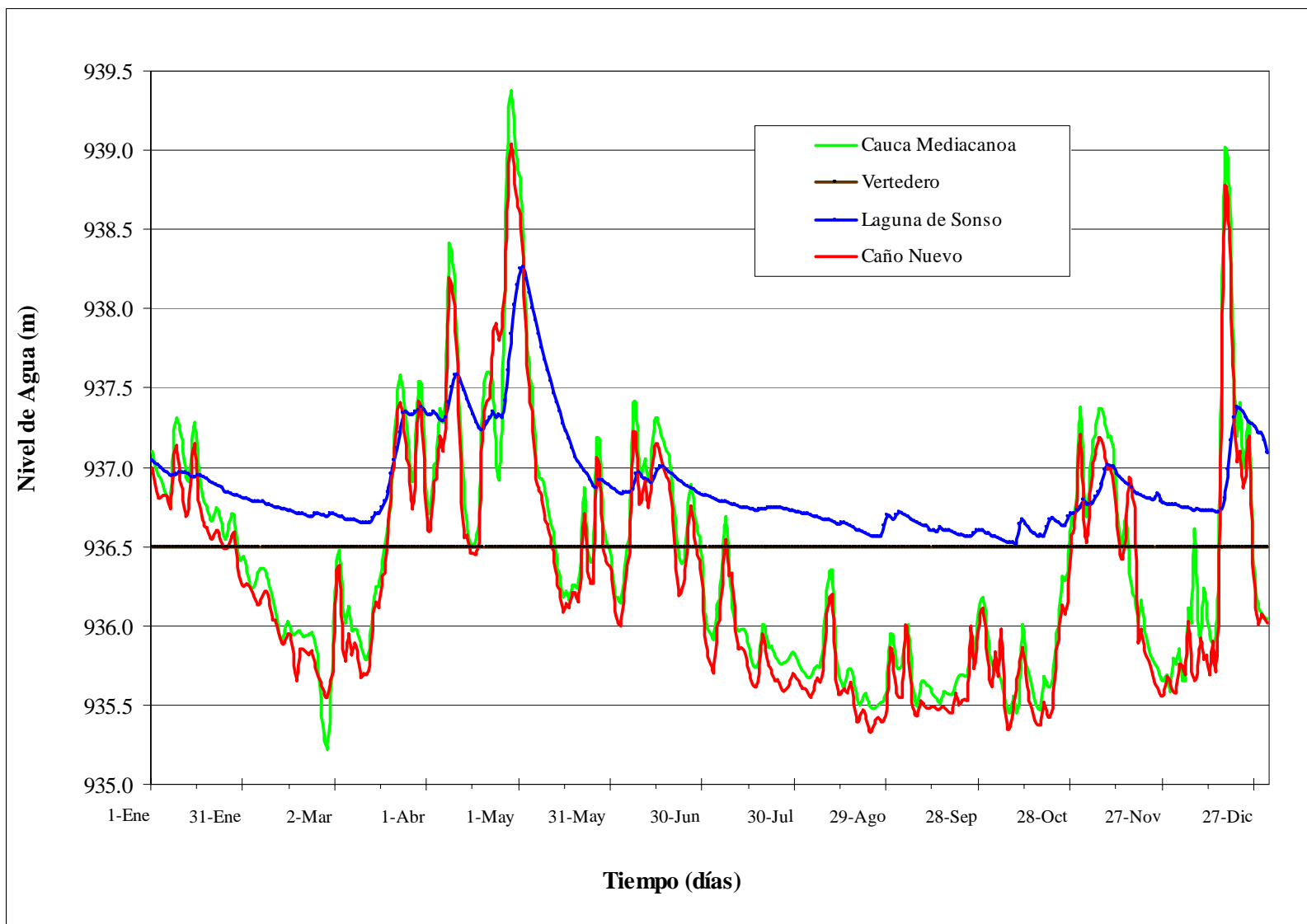
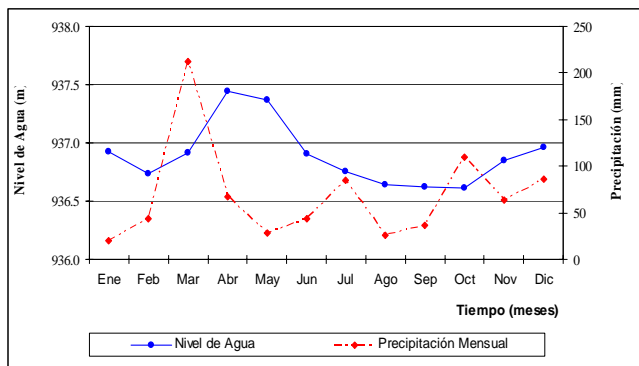


Figura 53. Régimen Diario de Niveles de Agua en Río Cauca (Mediacanoa), Caño Nuevo y Laguna de Sonso (Año 2002)



**Figura 54. Nivel de Agua y Precipitación Media Mensual en la Laguna de Sonso (Año: 2002)**

Aunque la fluctuación de los niveles en la Laguna de Sonso esta influenciado por la dinámica Laguna – Río Cauca a través del caño Nuevo, en la Figura 55 se observa que la baja pluviosidad y la fuerte evapotranspiración ocasionado por el buchón de Agua juegan un papel importante en el almacenamiento de agua en la Laguna.

A lo anterior se suma la regulación del río Cauca a partir de la construcción y operación de la represa de Salvajina y los diques marginales a lo largo del río Cauca, sin considerar la importancia de los procesos de desbordes para los intercambios de energías entre las corrientes fluviales y sus planicies de inundación. En la actualidad la dinámica Laguna – río Cauca se limita a los flujos y reflujos a través de caño Nuevo.

La pérdida de la conexión que existió años atrás entre la Laguna de Sonso y los ríos que la rodean, ocasionan la residencia prolongada de las aguas de los desbordes y, por la tanto, una disminución en la recirculación de sus aguas y

la capacidad de la corriente para generar arrastre y lavados.

Aunque los factores anteriormente mencionados tienen una gran influencia sobre el almacenamiento, es de gran importancia tener en cuenta que cuando los niveles de río Cauca sobrepasan los de la Laguna, este entra al humedal aportando no solo caudal sino una importante carga de sedimentos en suspensión que debido a las bajas velocidades en el interior de la Laguna finalmente se decantan con la consecuente disminución en la capacidad de almacenamiento.

Este proceso de sedimentación en la Laguna ha ido disminuyendo paulatinamente su capacidad de almacenamiento de agua, afectando el ciclo hidrológico en la misma, por cuanto se tiene menores profundidades de agua disponible y una menor capacidad de amortiguamiento. Este proceso de comaltación progresiva en la Laguna debe investigarse, para así poder plantear y evaluar diferentes alternativas de solución a este problema.

- **Tributarios y Aguas Subterráneas**

De acuerdo con el cierre de la ecuación de balance hídrico, el aporte de los tributarios y las aguas subterráneas durante el año 2002 se estima que varían entre 16.8 y  $-13.9 \text{ m}^3/\text{s}$  y teniendo en cuenta que los registros históricos de aforos en acequias y canales tributarios a la Laguna de Sonso máximo pueden alcanzar  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ , por lo que el mayor aporte en caudal a la Laguna de Sonso proviene del agua subterránea (Figura 56).

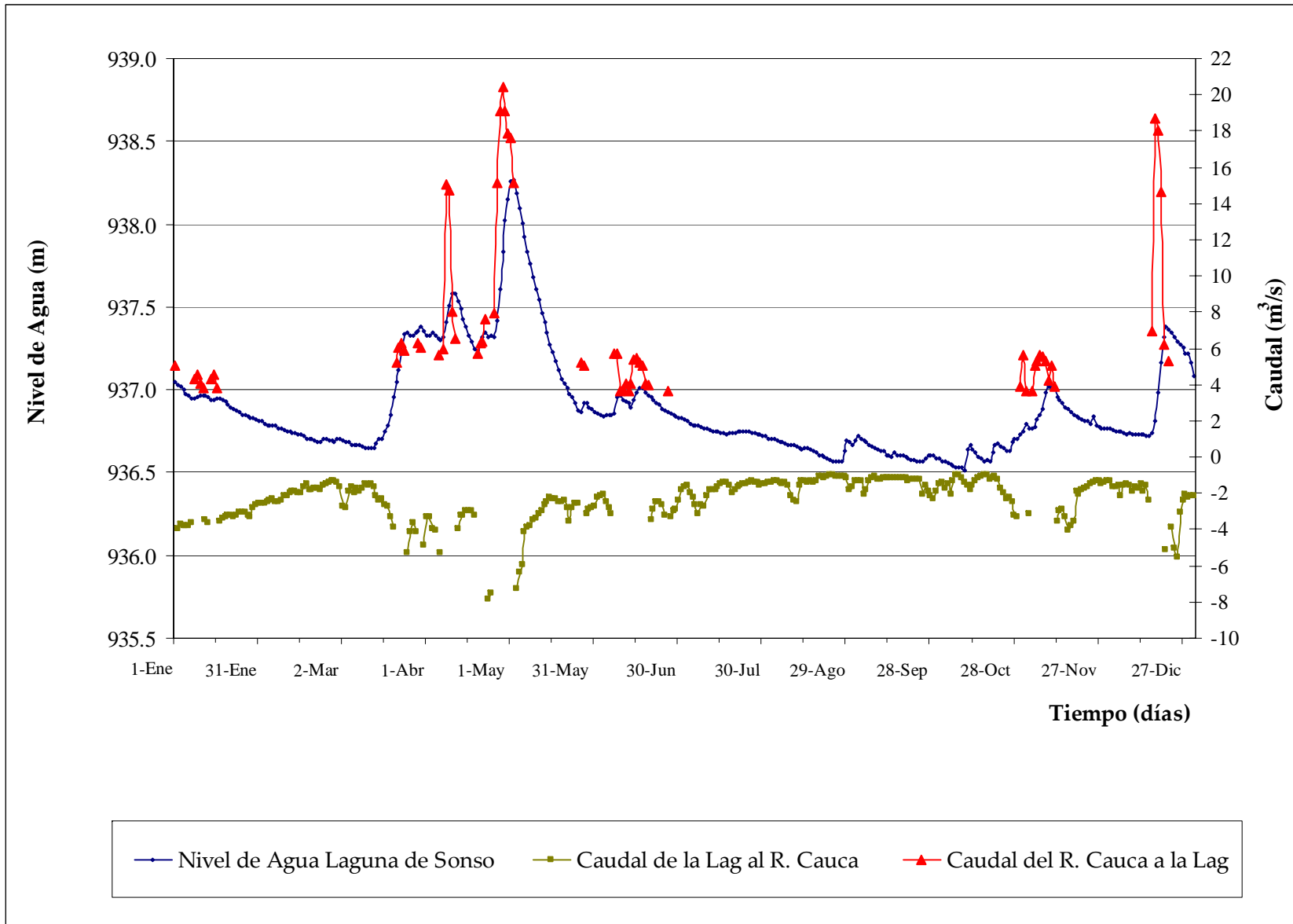


Figura 55. Incidencia del Río Cauca en los Niveles de la Laguna de Sonso (Año: 2002)

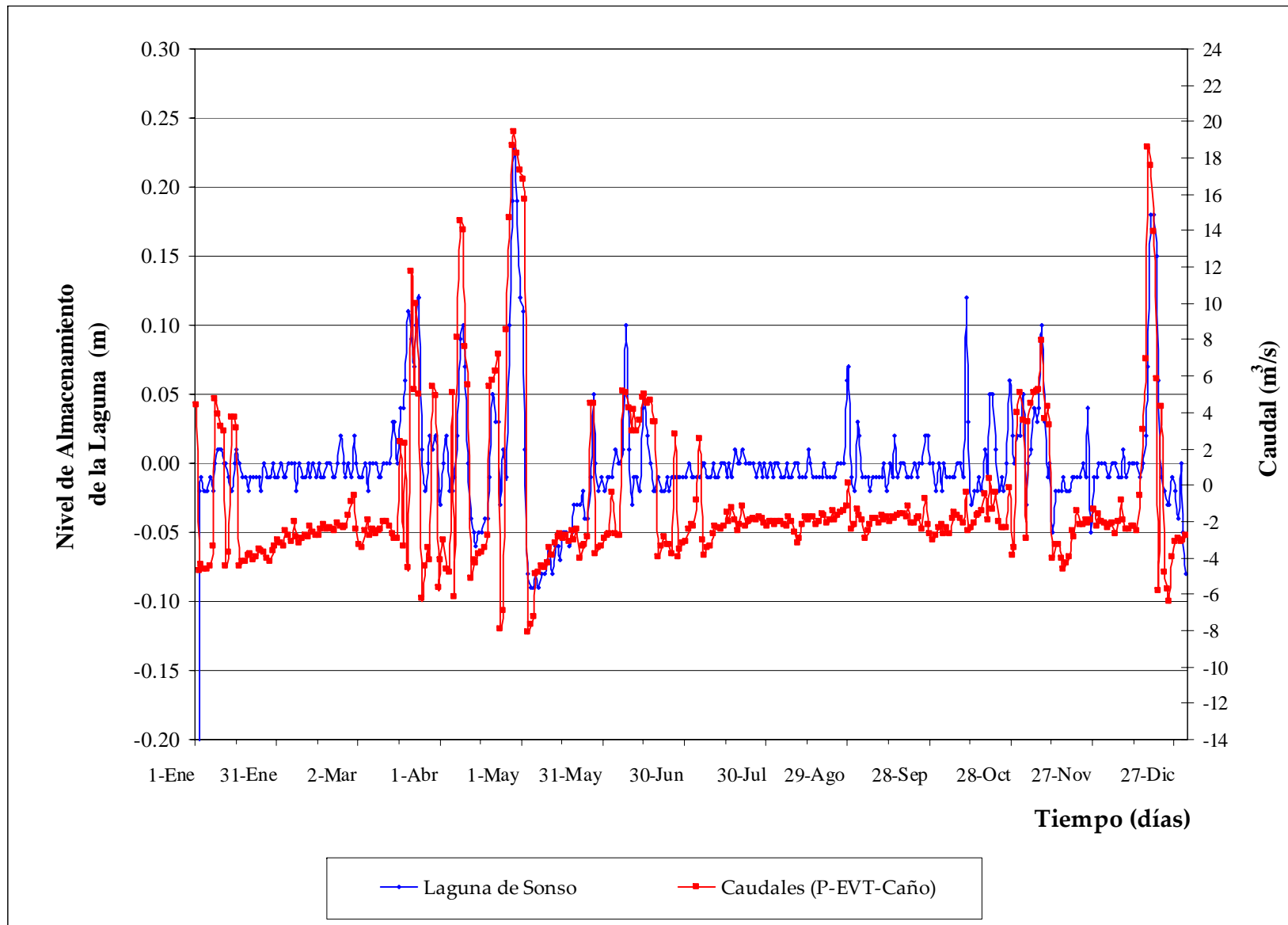


Figura 56. Incidencia de la Precipitación, Evapotranspiración y Condición de Flujo en el Caño en el Volumen de Almacenamiento de la Laguna de Sonso (2002)

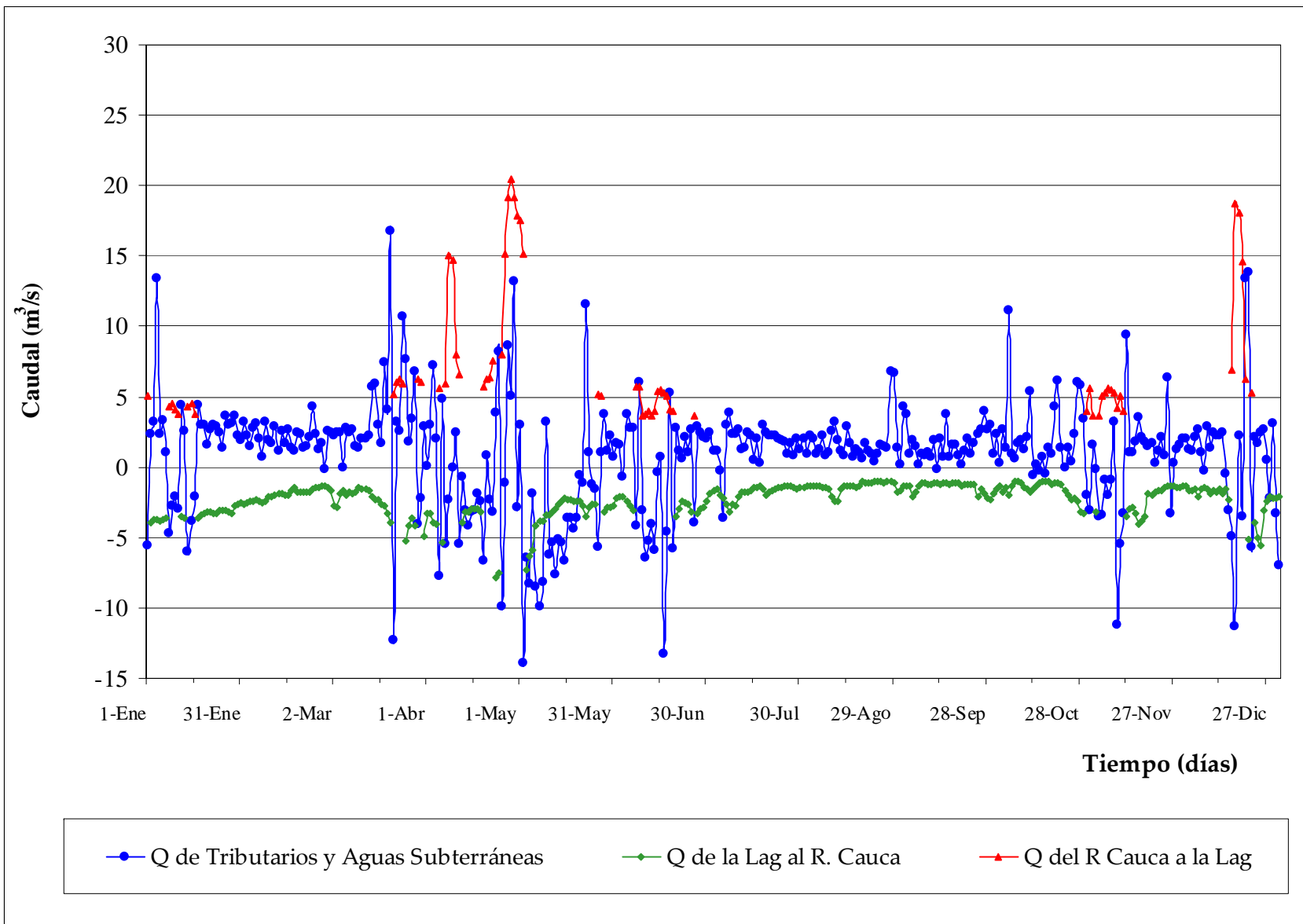


Figura 57. Aporte en Términos de Caudal de Aguas Subterráneas y Tributarios a la Laguna de Sonso (2002)



Esto se confirma con estudios sin publicar realizados por el grupo de hidrología de la CVC, donde se tiene evidencia que la Laguna de Sonso es un punto de descarga de agua subterránea como se muestra en la Figura 58 (Azcuntar, 2005)<sup>143</sup>.

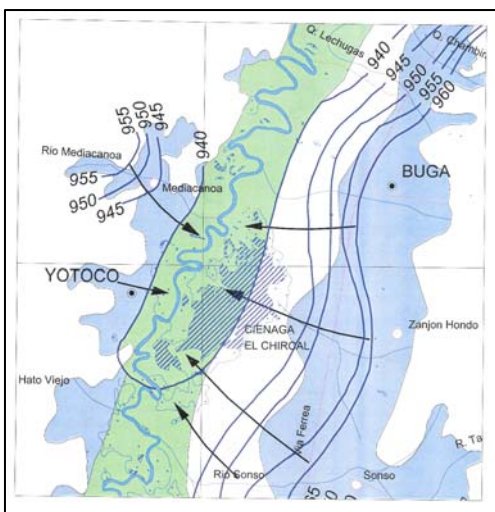


Figura 58. Aporte de Agua Subterránea a la Laguna de Sonso (Azcuntar, 2005)<sup>143</sup>

#### 4.2.3.4 Balances Hídricos en la Laguna de Sonso

En la Laguna de Sonso se han realizado otros estudios de la hidrología de la Laguna, donde se han obtenido balances hídricos en diferentes años y por diferentes metodologías. De acuerdo con la Tabla 19 existen diferencias de resultados entre el presente estudio y el reportado por Vélez (2005)<sup>145</sup>, como resultado de la asunción de que el agua subterránea no es un componente importante en el ecosistema Laguna de Sonso y el  $\Delta t$  del balance para este año fue mensual multianual; por lo tanto el resultado 55% de aporte por tributarios a la Laguna.

<sup>143</sup> Azcuntar, O. (2005). Mapa de Descarga de Agua Subterránea a la Laguna de Sonso. CVC. Grupo de Hidrología. Sin publicar.

Tabla 19. Balances Hídricos Efectuados

Componente (m <sup>3</sup> )	2002 <sup>144</sup>	2002 <sup>145</sup>	2003 <sup>146</sup>
<b>Entradas</b>			
Río Cauca	4'069.654	18'050.000	3'371.164
Precipitación	7'933.237	8'238.000	12'657.780
Tributarios	13'849.317	21'966.000	7'718.730
Agua Subterránea		0	
<b>Salidas</b>			
Laguna	5'706.168		6'850.596
Evapotranspiración	20'010.699	24'677.000	15'517.443

Los resultados del presente estudio, balance hídrico para el año 2002 y los del año 2003 por Hernández (2005)<sup>146</sup>, muestran resultados similares evidenciándose que el año 2003 fue un poco más húmedo que el 2002.

#### 4.2.3.5 Modelaciones Anteriores

De acuerdo con Ramírez (1995)<sup>147</sup>, el esquema hidráulico actual de la Laguna con una entrada y salida del sistema por el caño Nuevo, demostró no ser eficiente porque el flujo se restringe exclusivamente al área próxima a caño Nuevo manteniendo zonas muertas o caudales muy bajos en la zona sur de la Laguna, favoreciendo la deposición de los sedimentos en el interior de la misma.

<sup>144</sup> Presente estudio.

<sup>145</sup> Vélez, C.A. (2006). Integrated Water Quality and Ecosystem Modelling a Case Study for Sonso Lagoon, Colombia. MSc Thesis Water Science and Engineering – Hydroinformatics. UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, the Netherlands. 125 p.

<sup>146</sup> Hernández, M.F. (2005). Estudio de la Calidad del Agua y Estado Trófico de la Laguna de Sonso. Tesis de Maestría para optar al Título de Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. Colombia. 250 p.

<sup>147</sup> Ramírez, J. (1995). Estudio Hidráulico y de Sedimentos de la Laguna de Sonso. CVC. Cali – Valle. 49 p.



Martínez y Posso (2004)<sup>148</sup> encontraron que cuando el sentido del flujo va de la Laguna al río Cauca, correspondiente a la condición climática de verano, en las zonas sur y centro aparecen velocidades del orden de 0.002 m/s mientras que en la zona norte las velocidades son del orden de 0.001 m/s. En la condición de lluvia, que ocasiona que la dirección de flujo en caño Nuevo sea del río Cauca hacia la Laguna, la zonas centro y sur presenta velocidades de 0.005 m/s, y en la zona norte de 0.02 m/s.

Buscando dar una solución a la problemática existente en la Laguna de Sonso, Ramírez (1995)<sup>149</sup> realizó un estudio hidráulico mediante modelos matemáticos unidimensionales donde se esquematizó el sistema río Cauca – Laguna mediante 2 modelos. En el primero se representó a la Laguna como 3 canales asumiendo un nivel de fondo uniforme constante de 935.7 m para todas las secciones, y el caño Nuevo como un canal de sección variable de 1.3 km con una pendiente promedia hacia el río Cauca de 0.000385 m/m. La conexión entre estos sistemas lo esquematizó por medio de un vertedero con longitud variable dependiendo del sentido del flujo. Esta última se realizó por la creencia de que los pescadores tenían un trincho instalado para evitar el vaciado de la Laguna en verano.

Los resultados del anterior estudio arrojó que la generación de un flujo continuo en el sentido sur-norte por sectores opuestos mejoraba el comportamiento hidráulico de la laguna en donde se lograba homogenizar el flujo en todos los sectores de la Laguna;

<sup>148</sup> Martínez, J. y Posso, J.A. (2004). Balance Hidrológico Preliminar del Humedal Laguna de Sonso y Caracterización de sus Procesos Hidrodinámicos a través de la Simulación Numérica. Tesis de Pregrado para optar al título de Ingeniero Sanitario. Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente – EIDENAR. Universidad del Valle. Cali. Colombia.

<sup>149</sup> Ramírez, J. (1995). Estudio Hidráulico y de Sedimentos de la Laguna de Sonso. CVC. Cali – Valle. 49 p.

aunque este esquema de corriente sur-norte en la laguna no removería el material depositado si removería el material suspendido conocido como carga de lavado y el buchón. Por lo que recomendó que la alternativa más apropiada fuera 1 entrada por el costado sur y 3 salidas por el norte contemplado caño Nuevo, rehabilitación de caño Carlina y una salida más al norte. Los resultados de esta alternativa en términos de caudales y velocidades se presentan en la Tabla 20.

**Tabla 20. Resumen o Resultados de la Propuesta Recomendada (Ramírez, 1995)<sup>149</sup>**

		Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Velocidad Máxima (m/s)
Canal de Entrada		71.6	1.49
Ramales de Entrada	1	20.5	0.84
	2	24.0	0.98
	3	27.0	1.10
Interior de la Laguna	Sur	28.0	0.01
	Medio	42.1	0.01
	norte	29.6	0.01
Salidas	Caño Carlina	28.9	0.55
	Caño Nuevo	13.8	0.60
	Salida #3	29.8	0.60
Río Cauca	Antes de la Laguna	654.0	1.21
	Paralelo a la Laguna	582.5	1.03
	Después de la Laguna	625.0	1.07

Buscando contribuir al manejo integrado del buchón de agua en la Laguna de Sonso, Vélez (2006)<sup>150</sup> esquematiza los procesos de contaminación por nutrientes y su relación con el buchón de agua en la Laguna de Sonso, mediante el desarrollo de modelos de calidad de agua y de ecosistemas integrados, para lo

<sup>150</sup> Vélez, C.A. (2006). Integrated Water Quality and Ecosystem Modelling a Case Study for Sonso Lagoon, Colombia. MSc Thesis Water Science and Engineering – Hydroinformatics. UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, the Netherlands. 125. p.



que requirió un modelo hidrodinámico (SOBEK en 1 dimensión para el río Cauca y 2 dimensiones para la Laguna), otro para los procesos químicos y bioquímicos de los nutrientes (DELWAQ-WL Delft Hydraulics software) y otro para el crecimiento del buchón de agua, este último basado en el crecimiento del buchón y sus factores de crecimiento (nutrientes, temperatura, radiación solar, pH y densidad de la biomasa). Pero esta modelación no tiene el intercambio de agua entre la laguna de sonso y el agua subterránea, aporte de los tributarios en  $9 \text{ m}^3/\text{s}$  en invierno aunque no se ha registrado más de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  en los monitoreos realizados por CVC.

#### **4.2.4 Calidad del Agua**

La calidad del agua en la Laguna de Sonso se ve influenciada por el régimen hidrológico representado en el aporte del agua subterránea, la escorrentía del riego de caña de azúcar, agua residual doméstica de más de 1500 familias sin tratamiento previo, tributarios, la poca circulación del agua dentro del humedal y el aporte del río Cauca en épocas de crecientes por gradiente hidráulico.

##### **4.2.4.1 Río Cauca**

En términos generales, la calidad del agua del río Cauca se ve afectada por el uso inadecuado del suelo, descargas de aguas residuales domésticas e industriales, explotación minera, deforestación e inadecuada disposición de basuras.

Desde los primeros estudios de calidad de aguas realizados por la CVC en el río Cauca se encontró que de acuerdo con los niveles de oxígeno disuelto el río se puede dividir en tres tramos: Salvajina – Hormiguero, Hormiguero – Mediacanoa y Mediacanoa – La Virginia, lo cual sirvió de base para la definición de estándares de calidad en el Acuerdo CVC 014 de 1976.

De acuerdo con Hernández (2005)<sup>151</sup>, durante el período 2000 - 2003, entre Salvajina y el Hormiguero se encontraron concentraciones de oxígeno disuelto por encima de los  $5.0 \text{ mg/l}$ , y bajas concentraciones de  $\text{DBO}_5 (< 3.0 \text{ mg/l})$ ; mientras que en el tramo Hormiguero – Mediacanoa se presentó la mayor contaminación por materia orgánica, puesto que recibe las cargas contaminantes de los municipios de Cali y Vijes, los aportes de los ríos Guachal, Cali, Desbaratado, Yumbo, Cerrito y Sonso, y las industrias que tributan directamente al Río Cauca, donde se destacan las empresas del sector paplero.

En este tramo se presenta un descenso marcado en la concentración de oxígeno disuelto desde  $6.0 \text{ mg/l}$  en la estación Hormiguero en las condiciones del período húmedo y verano, hasta  $1.5 \text{ mg/l}$  en la estación Mediacanoa en el período seco, y  $1.7 \text{ mg/l}$  en el período húmedo. A su vez, la  $\text{DBO}_5$ , presenta un incremento de  $3$  a  $5 \text{ mg/l}$ , alcanzando un máximo de  $8.0 \text{ mg/l}$  a su paso por Vijes, para posteriormente en la estación de Mediacanoa disminuir hasta  $5.8 \text{ mg/l}$  para el período seco y  $4.7 \text{ mg/l}$  en el período húmedo (Hernández, 2005)<sup>151</sup>.

En el tramo Mediacanoa – La Virginia, el río Cauca no presenta descargas directas de contaminantes, observándose una leve recuperación natural por procesos naturales e intercambio de oxígeno con la atmósfera.

Los parámetros críticos de calidad del agua de acuerdo con CVC – Universidad del Valle (2005)<sup>152</sup> en el tramo Hormiguero – Mediacanoa son OD,  $\text{DBO}_5$ , DQO, Sólidos

<sup>151</sup>Hernández, M.F. (2005). Estudio de la Calidad del Agua y Estado Trófico de la Laguna de Sonso. Tesis de Maestría para optar al Título de Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. Colombia. 250 p.

<sup>152</sup> CVC – Universidad del Valle. (2005). Caracterización y Modelación Matemática del Río Cauca – PMC Fase II. Identificación de Parámetros Críticos en el Río Cauca y sus Principales Tributarios. Cali. Colombia.



Suspendidos, Turbiedad, Color, Fosfatos, Nitrógeno Amoniacal, Hierro, Manganeso y Coliformes Totales y Fecales.

De acuerdo a lo anterior, este tramo presenta un gran número de parámetros limitantes, asociados principalmente con contaminación orgánica e inorgánica, debido al impacto que sufre el río por las descargas de los principales colectores de aguas residuales domésticas y canales de aguas lluvias de la ciudad de Cali, los vertimientos de las diferentes industrias ubicadas en la zona Industrial Acopi – Yumbo y de los ríos tributarios altamente contaminados por vertimientos domésticos, industriales y agropecuarios (ASOYOTOCO et al., 2006)<sup>153</sup>.

En la Figura 59 se presenta los ríos tributarios y las descargas de aguas residuales domésticas e industriales que de forma directa e indirecta llegan al río Cauca entre las estaciones Paso de La Torre y Mediacanoa.

#### **4.2.4.2 Tributarios**

Los tributarios de la Laguna de Sonso están rodeados de aproximadamente 4947 ha de cultivo de caña en la zona baja o plana de la cuenca de captación, por lo que es de esperarse que la aplicación de fertilizantes inorgánico y orgánicos como la vinaza, combinada con el riego genere una serie de vertimientos no puntuales tanto por infiltración de las aguas freáticas como por escorrentía. Además de la existencia de 4 centros poblados con más de 1500 familias e industrias tecnificadas y no tecnificadas de tipo avícola, porcícola, ganadería extensiva, entre otras, ubicadas en la zona de captación que no cuentan con un adecuado manejo de sus vertimientos.

<sup>153</sup> ASOYOTOCO-CVC-Ingenio Pichichí. (2005). Plan de Manejo Ambiental Humedal El Cocal, Municipio de Yotoco. Cali. Colombia 140 p.

Dentro de las labores de mantenimiento del cultivo de caña se encuentra el abono de los suelos con nitrógeno y fósforo. El elemento que más limita la producción de caña es el nitrógeno y varía de acuerdo con los suelos y la cantidad de materia orgánica que estos poseen.

La caña se abona con diferentes fuentes de nitrógeno: urea con 46% de ingrediente activo y sulfato de amonio aplicado en suelos alcalinos como los que se encuentra en la Laguna de Sonso. Las fuentes de fósforo más utilizadas son el superfosfato triple al 20% de fósforo y 14% de calcio, fosfato diamónico al 18% de nitrógeno y 20% de fósforo (DAP), y la roca fosfórica (Ministerio del Ambiente et al., 2002)<sup>154</sup>.

De acuerdo con Ambiotec y Asocaña (1998)<sup>155</sup>, la absorción de la urea como fertilizante de la caña está por el orden de un 30% del total aplicado y las pérdidas por volatilización son superiores al 50%, por lo que el resto es absorbido por el suelo y arrastrado hacia los cuerpos de agua. En algunos casos, con el propósito de lograr mayores rendimientos de biomasa, se aplican excesivas dosis de abonos que conlleva a la contaminación de aguas freáticas y de escorrentía, salinización del suelo y la transformación de las formas nitrogenadas amoniacales a nitritos y finalmente a nitratos, y es por esta razón que se presentan dichas formas del nitrógeno en los tributarios a la Laguna de Sonso.

<sup>154</sup> Ministerio de Medio Ambiente, Sociedad de Agricultores de Colombia – SAC y Asocaña. (2002). Guía Ambiental para el Subsector de Caña de Azúcar. Santafé de Bogotá. 120 p.

<sup>155</sup> Ambiotec y Asocaña. (1998). Diagnóstico Ambiental del Sector Azucarero. Informe Final – Rev. 2.0. Santafé de Bogotá D.C. 159 p.

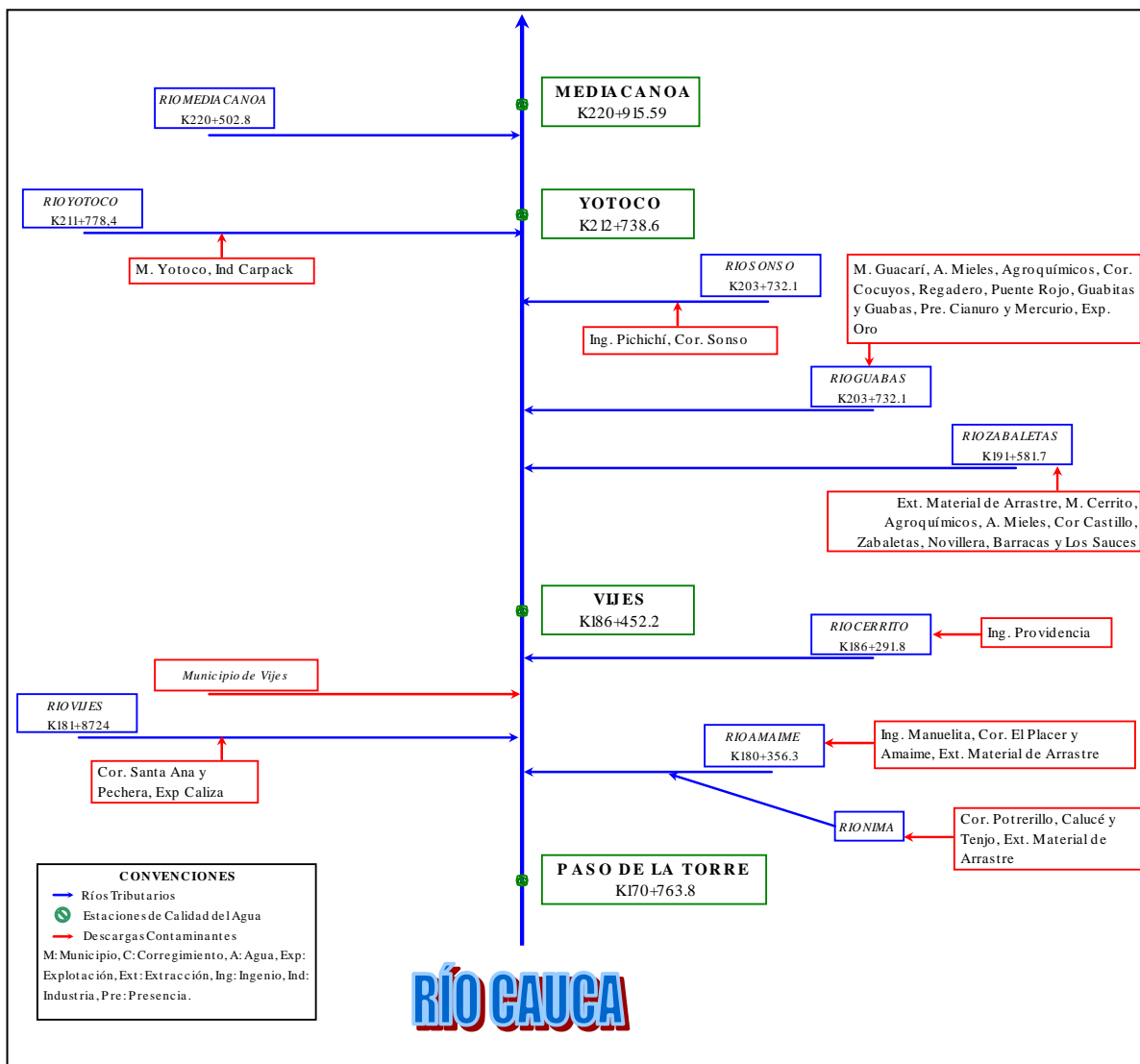


Figura 59 Esquema de Tributarios al Río Cauca entre las Estaciones de Calidad del Agua Paso de La Torre y Mediacanoa (ASOYOTOCO et al., 2006)<sup>156</sup>

De acuerdo con el análisis de los diferentes parámetros de calidad del agua realizados por Hernández (2005)<sup>157</sup>, la acequia Mocoa que entrega sus aguas al zanjón Garzonero,

tributario directo de la Laguna de Sonso, presenta los mayores niveles de nitratos, originados por el arrastre de fertilizantes aplicados en exceso probablemente desde los campos de cultivo de caña de azúcar. Guayabito y Mocoa presentan los menores aportes de contaminación por materia orgánica y nutrientes, excepto los nitratos como se indicó anteriormente.

El Zanjón Maldonado (Canadá) es el tributario con mayor contribución de color, turbiedad y

<sup>156</sup> ASOYOTOCO-CVC-Ingenio Pichichí. (2006). Plan de Manejo Ambiental Humedal El Cocal, Municipio de Yotoco. Cali. Colombia 140 p.

<sup>157</sup> Hernández, M.F. (2005). Estudio de la Calidad del Agua y Estado Trófico de la Laguna de Sonso. Tesis de Maestría para optar al Título de Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. Colombia. 250 p.

nitritos, indicando contaminación orgánica reciente por la descarga de aguas residuales de la explotación porcícola en la Hacienda Canadá y compostadora manual Pronavícola S.A. que fue temporalmente clausurada por el grupo de seguimiento de vertimientos de la CVC en el 2006. La acequia el Vínculo

presenta el mayor aporte de fosfatos, fósforo total y nitrógeno total a la Laguna de Sonso, nutrientes descargados con las aguas residuales en la quebrada Las Aguilas y zanjón Hondo (Foto 5).



**Foto 5. Descarga de Aguas Residuales en la cuenca de Captación de la Laguna de Sonso**

#### **4.2.4.3 Laguna de Sonso**

La calidad del agua de la Laguna se ve afectada por factores como la geología y el tipo, el uso actual y potencial de los suelos, el balance hídrico (las proporciones de entradas y salidas de flujos y la capacidad de almacenamiento), la calidad del agua de los tributarios y del río Cauca, y la actividad humana alrededor y cerca de la Laguna.

Para la evaluación de la calidad del agua la CVC ha venido realizando desde el año de 1985 monitoreos periódicos de agua en tres puntos de muestreo sobre la Laguna denominados Norte, Centro y Sur, y en 6 corrientes tributarias: Canadá (equivalente a Maldonado), Guaymaral (quebrada Seca), El Vínculo, Guayabito, Mocoa y Garzonero.

Además, se han realizado diferentes estudios con la colaboración del Laboratorio de Aguas



de la CVC para determinar el estado de la Laguna en términos de calidad del agua; aunque en algunos de ellos se han realizado análisis de la información de los puntos de muestreo de la Laguna sin tener en cuenta la calidad del agua del río Cauca, que en época de invierno se convierte en un gran aporte en términos de caudal y por lo tanto ejerce una gran influencia en la calidad del agua de la Laguna de Sonso.

CVC (1988a)<sup>158</sup> reporta la parte sur de la Laguna como la más contaminada debido a que en este punto, el agua tiende a represarse y por lo tanto la mezcla es mínima; se observó además una diferencia de la calidad del agua en la condición climatológica de invierno, presentando esta un deterioro.

En 1988 la CVC<sup>158</sup> indicó que los tributarios presentaron valores de oxígeno disuelto entre 3.6 y 7.0 mg/l, pH neutro (7.1 – 7.4 unidades), DQO entre 11 y 60 mg/l, y una DBO<sub>5</sub> entre 0.3 y 8.25 mg/l, valores considerados normales para aguas superficiales, aunque se presentaron altas cargas de sólidos totales, especialmente en la acequia Mocoa (161998.3 kg/día).

Para este mismo año la CVC reporta diodrín, lindano, aldrín y DDT, pesticidas organoclorados y organofosforados en los tributarios de la zona oriental de la Laguna de Sonso, especialmente de las acequias Maldonado y Mocoa, esto muy probablemente como resultado de fumigaciones de cultivos de algodón que existían por aquella época.

Monitoreos realizados por la CVC en diciembre 11 de 2002 en las acequias Maldonado, San Isidro, La Esperanza, Quebrada Seca, Santa Mónica y la Gloria de 16 pesticidas, arrojaron análisis positivos para

<sup>158</sup> CVC. (1988a). Evaluación Preliminar de la Calidad del Agua de la Laguna de Sonso. División de Aguas. Sección de Control de la Contaminación. Laboratorio de Agua. Cali. Colombia. 10 p.

diazinon y Heptacloro en todos los tributarios monitoreados.

El Índice de Calidad del Agua que tiene en cuenta 9 parámetros (OD, DBO<sub>5</sub>, Coliformes fecales, temperatura, pH, nitrógeno y fósforo total, sólidos totales y turbiedad) presentó una calidad del agua buena en los puntos norte y centro, y una calidad del agua aceptable en la zona sur (CVC, 1988a)<sup>158</sup>.

CVC (1988)<sup>159</sup> reporta que la calidad del agua en la Laguna de Sonso fluctúa de acuerdo con la condición estacional, observándose la incidencia del río Cauca en términos de oxígeno disuelto. Indica además que se observó la presencia de pesticidas en la Laguna que probablemente se deba a los afluentes y al río Cauca, aunque estos están por debajo de los límites permisibles de acuerdo al Decreto 1594/84.

Estudios realizados por la CVC (1991)<sup>160</sup> indican que el río Cauca tiene una gran influencia en la calidad del agua del punto de muestreo Norte, donde registros como pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y turbiedad para caudales altos son similares a los del río Cauca, por lo que en invierno en este punto de muestreo se encontraron 7.0 - 7.5 unidades de pH y OD alrededor de los 2.0 mg/l; mientras que en la condición estacional de verano los puntos de muestreo Norte, Centro y Sur presentan concentraciones similares.

<sup>159</sup> CVC. (1988). Evaluación de la Situación Actual de la Laguna de Sonso. Subdirección de Recursos Naturales. Cali. Colombia. 54 p.

<sup>160</sup> CVC. (1991). Estudio de Impacto Ambiental al Proyecto de Dragado y Disposición Final de Lodos de la Laguna de Sonso. Subdirección de Recursos Naturales. Grupo de Gestión Ambiental. Cali. Colombia. 47 p.



Hernández y Ospina (1995)<sup>161</sup> reporta que la calidad del agua de la Laguna permite la preservación de flora y fauna de acuerdo con el Decreto 1594/84 para los registros del período de muestreo (1993 – 1994), pues los resultados del ICA para la Laguna en invierno y verano fueron buenos excepto para verano en el punto Sur donde la calidad fue aceptable; y que el abundante afloramiento algal presente en la Laguna aumenta la posibilidad de producción de material orgánico biodegradable lo que probablemente es la causa de los altos niveles de  $DBO_5$  y las bajas concentraciones de oxígeno disuelto.

De acuerdo con los registros de  $DBO_5$ , DQO y sólidos totales, se reportó que la acequia El Vínculo, es el tributario que mayor carga combinada aporta a la Laguna con 243.71 kg/día en verano y 1901.07 kg/día en invierno durante el período 1993 – 1994. Teniendo en cuenta el período 1987 – 1994 los tributarios que mayor carga combinada aportan son Maldonado (827.08 kg/día) y Garzonero (1484.64 kg/día) en verano e invierno respectivamente (Hernández y Ospina, 1995).

La CVC – Universidad del Valle (1998)<sup>162</sup>, realizaron análisis de la calidad del agua en 4 fechas de muestreo durante los años 1997 y 1998 en 6 estaciones de muestreo, 4 en el interior de la Laguna (La Draga - frente de la draga, La Península - frente al limnigrafo, El Bosque de Las Chatas, El Rincón de los Abuelos -zona Sur), 1 en caño Nuevo (canal de conexión con el río Cauca) y el Río Cauca.

El anterior estudio indica que la zona media y norte de la Laguna presenta una alta

contaminación por coliformes fecales, donde el agua no es apta ni para contacto primario (natación) ni para contacto secundario (actividades náuticas). El río Cauca se determinó como el principal aportante de contaminación orgánica, turbiedad y color a la laguna y por lo tanto la incidencia en bajos niveles de OD y sólidos en la zona norte.

Para evaluar el efecto del dragado de la Laguna en la Calidad del Agua, la CVC realizó monitoreos durante los meses de Noviembre, Diciembre de 1997 y Enero de 1998, se observó que los valores de pH se mantuvieron constantes, mientras que la turbiedad y el oxígeno disminuyó durante el dragado y posteriormente la turbiedad aumento levemente y el oxígeno disuelto recuperó su concentración inicial, aunque no se realizaron análisis de sólidos suspendidos y totales que hubieran dado información adicional sobre los efectos del dragado (Baena, 1998)<sup>163</sup>. Resultados que indican que aparente no existió una influencia del dragado sobre la calidad del agua en la Laguna. Aunque de acuerdo con CVC (1991)<sup>164</sup> la operación de dragado no era conveniente debido a la resuspensión del lodo y por lo tanto el aumento de materia orgánica que podría aumentar las concentraciones de  $DBO_5$  con la consecuente disminución de oxígeno disuelto en el espejo lagunar, ocasionando un desbalance químico durante el dragado.

De acuerdo con los estudios de calidad del agua en la Laguna de Sonso durante el período 1985 – 2003 realizados por Hernández (2005) se encontró que:

<sup>161</sup> Hernández, J.C. y Ospina, J.E. (1995). Calidad de las Aguas de la Laguna de Sonso: Diagnóstico y Recomendaciones para su Control y Vigilancia. Tesis de Pregrado para optar al título de Ingeniero Sanitario. Departamento de Procesos Químicos y Biológicos. Universidad del Valle. Cali. Colombia. 126 p.

<sup>162</sup> CVC – Universidad del Valle. (1998). Estudio Hidrobiológico de la Laguna de Sonso. Cali. Colombia. 165 p.

<sup>163</sup> Baena, L.M: (1998). Resultados de Monitoreo de la Laguna de Sonso. CVC. Subdirección de Gestión Ambiental. Grupo de Calidad Ambiental Memorando SGA-CA-2276. Cali. Colombia. 7 p.

<sup>164</sup> CVC. (1991). Estudio de Impacto Ambiental al Proyecto de Dragado y Disposición Final de Lodos de la Laguna de Sonso. Subdirección de Recursos Naturales. Grupo de Gestión Ambiental. Cali. Colombia. 47 p.





- Estadísticamente la temperatura no varía, ni por condición estacional ni por punto de muestreo, y los valores medios de temperatura en la superficie de la Laguna se encuentran entre 25.0 y 27.8°C. No se presenta estratificación térmica en la Laguna de Sonso.
- El pH en la estación Mediacanoa se encuentra entre 6.5 y 7.5 unidades, valores acordes con los límites admisibles para el río Cauca según el Acuerdo 014/76 de la CVC, el Decreto 1594/84 para uso del agua con destino a preservación de flora y fauna, y la UNESCO (1996).
- El color en la Laguna de Sonso presenta variaciones entre 20 y 188 unidades y un promedio de 53.8 unidades. En el período húmedo se presenta una mayor variación que el período seco; encontrándose las mayores concentraciones (188 unid) en el punto Norte debidas a los aportes del río Cauca y la acequia Canadá.
- La turbiedad se encuentra entre 5 y 91 UNT con desviaciones estándar altas, lo que muestra una gran variabilidad entre los puntos de muestreo. Esta es causada por la presencia de materia orgánica finamente dividida y material suspendido, presente en los sedimentos aportados por los tributarios, y en la zona norte por el río Cauca en periodo de lluvias.
- En la Laguna de Sonso los mayores registros de conductividad eléctrica se presentan en el período seco, con valores entre 277 y 605  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que en el período húmedo se encuentran valores de 190 y 587  $\mu\text{S}/\text{cm}$  debido al efecto dilusor del aporte de agua proveniente del río Cauca. Evidenciándose así un comportamiento bimodal relacionado con los períodos climáticos.
- Para las condiciones de altitud y temperatura de la Laguna de Sonso, presión barométrica de 683 mm Hg y temperatura promedio de 25°C, se espera una concentración de saturación de

oxígeno en el agua de 7.5 mg/l. La máxima concentración encontrada de OD en el agua de la Laguna ha sido del 76% de la concentración máxima esperada (5.7 mg/l), indicando presencia de material orgánico biodegradable y otros compuestos, además del consumo de oxígeno por organismos acuáticos.

De acuerdo con estos resultados, la evaluación fisicoquímica realizada, indica que este es un ecosistema que no presenta estratificación térmica, aunque los niveles de OD en la superficie de la Laguna presentan valores por encima de los 4 mg/l, ésta disminuye conforme aumenta la profundidad de la masa de agua, hasta llegar incluso en algunas ocasiones a condiciones anóxicas.

La Laguna se ve afectada por los sedimentos aportados por los tributarios, y en la zona norte por el río Cauca en periodo de lluvias ocasionando una gran variabilidad de la Turbiedad debido a la presencia de materia orgánica finamente dividida y material suspendido y generando una disminución en la penetración de luz solar en la columna de agua y afectando los procesos bioquímicos. Además se evidencia el aporte de agua subterránea reflejado en las concentraciones de conductividad específica que varían de acuerdo con las condiciones estacionales y más específicamente el efecto dilusor que ejerce el río Cauca en época de crecientes.

De acuerdo a Hernández (2005)<sup>165</sup>, el contenido de fósforo y nitrógeno que se encuentra en la Laguna es el resultado de la escorrentía directa e indirecta de las áreas cultivadas, el aporte de río Cauca y la resuspensión del lodo a la columna de agua, además de las descargas de agua residual de las

<sup>165</sup> Hernández, M.F. (2005). Estudio de la Calidad del Agua y Estado Trófico de la Laguna de Sonso. Tesis de Maestría para optar al Título de Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. Colombia. 250 p.



urbanizaciones subnormales asentadas en la cuenca.

Estos nutrientes produce un crecimiento excesivo de vegetación acuática que interfiere con el crecimiento de peces limitándolo para la pesca y por lo tanto reduciendo el valor del humedal como hábitat de vida silvestre. Y de acuerdo al pH encontrado en este ecosistema, el lugar es propicio para el crecimiento de *Eichhornia crassipes*, puesto que crecimiento óptimo se encuentra en el rango de pH de 6.9 a 7.0 (Chadwick y Obeid, 1966)<sup>166</sup>, y domina sobre otras macrófitas en pH entre 4.7 y 9.0 (Seed, 1978)<sup>167</sup>.

El principal fertilizante utilizado en los cultivos de caña es la urea y en algunos casos se adiciona en exceso para aumentar la productividad del cultivo, excedentes de este compuesto llegan a la Laguna por medio de los tributarios y por escorrentía. Shiralipour et al (1981)<sup>168</sup> reporta que el buchón de agua obtiene una mayor biomasa cuando toma como fuente el nitrógeno proveniente de la urea, por lo que los sobrantes de este compuesto que llegan a la Laguna están cumpliendo un papel importante en el crecimiento de esta macrófita, que como se ha observado en los últimos años cubre cerca del 75% del espejo lagunar.

En el Anexo 3 se presentan el análisis de calidad del agua para el período 1985 – 2006 en el río Cauca, Tributarios monitoreados por la CVC y la Laguna de Sonso.

<sup>166</sup> Chadwick, M.J. y Obeid, M. (1966). A Comparative Study of the Growth of *Eichhornia crassipes* Solms and *Pistia stratiotes*. Water Culture J. Ecol. 54: 563-575.

<sup>167</sup> Seed, M.T.E. (1978). The Nature of Competition Between *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms and *Pistia stratiotes*. J. Aquatic Plant Manage. 16: 53-57.

<sup>168</sup> Shiralipour, A.; Garrand, L.A.; y Maller, W.T. (1981). Nitrogen Source, Biomass Production and Phosphorus Uptake in Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*). J. Aquat. Plant Manage. 19(0): 40-43.

#### **4.2.4.4 Inventario de Vertimientos**

La DAR Centro Sur de la CVC hace monitoreo periódicos a los alcantarillados de las comunidades asentadas en la cuenca de captación de la Laguna de Sonso. En la Tabla 21 se presenta la caracterización del agua residual de los alcantarillados de El Vínculo y Zanjón Hondo del municipio de Buga, y Guacas y Sonso del municipio de Guacarí (CVC, 2006)<sup>169</sup>.

Estos municipios actualmente no cuentan con sistema de tratamiento de aguas residuales, vertiendo directamente a los canales que se usan para riego de cultivo y su excedente llega a la Laguna.

En la Tabla 21 se observa que Guacas y Sonso excede la norma del Acuerdo 014 de 1976 de sólidos suspendidos totales; y Guacasy Sonso excede el límite permisible de DBO; y en cuanto a grasas y aceites, Zanjón Hondo.

El criterio técnico empleado por la CVC para el seguimiento de vertimientos de residuos líquidos son los establecidos en la legislación ambiental vigente por medio de las concentraciones máximas permisibles en la zona de la cuenca del río Cauca de acuerdo con lo establecido en el acuerdo 014 de 1976<sup>170</sup>, donde indica que la concentración máxima permitida de DBO<sub>5</sub>, sólidos suspendidos totales (SST) y grasas debe ser 200 mg/l; y en el caso de tener planta de tratamiento, el Decreto 1594 establece porcentajes mínimos de remoción en términos de carga para DBO y SST del orden del 80%.

<sup>169</sup> CVC. (2006). Caracterización de Aguas Residuales. Laboratorio Ambiental. Dirección Técnica Ambiental. Cali. Colombia.

<sup>170</sup> CVC. (1976). Acuerdo 014 de 1976. Cali. Colombia.



Tabla 21. Caracterización de las Aguas Residuales Domésticas de los Alcantarillados de El Vínculo, Zanjón Hondo, Guacas y Sonso (CVC, 2006)<sup>172</sup>

Parámetro	El Vínculo	Zanjón Hondo		Guacas	Sonso
		1	2		
Caudal medio (l/s)	14.74	24.62	15.92	2.5	13.66
pH (unidades)	7.11	7.12	7.14	7.02	7.06
Temperatura (°C)	20-21	21	21	19-22	22
Sólidos Suspendedos Totales (mg/l)	136.0	442.5	536.7	545.0	640.0
DBO (mg/l)	198.9	168.8	198.3	206.1	418.0
DQO (mg/l)	267.3	386.3	425.5	480.8	588.7
Grasas y/o Aceites (mg/l)	28.18	1155.7	25.1	12.7	92

En términos de carga, los municipios evaluados más contaminantes en términos de DBO, DQO y SST son Z. Hondo y Sonso; y el menos contaminante es Guacas debido a que esta vereda es pequeña y solo tiene 20 viviendas (Tabla 22).

Tabla 22. Carga de Contaminantes de los Alcantarillados de Zanjón Hondo, Sonso, El Vínculo y Guacas (CVC, 2006b)<sup>171</sup>

Carga (kg/d)	Zanjón Hondo	Sonso	El Vínculo	Guacas
DBO	631.83	493.33	253.31	44.52
DQO	1406.99	694.74	340.35	103.84
SST	1679.5	755.34	173.20	117.72

En la Tabla 23 se presentan las principales fuentes de contaminación de los municipios de Buga y Guacarí al área de captación de la Laguna de Sonso de acuerdo con CVC.

Las residuos líquidos de el corregimiento de El Manantial y Pollos Piku, no cumple con la norma de remoción del 80% en DBO y SST de acuerdo al Decreto 1594/84, por lo que los sistemas de tratamiento no están funcionando correctamente; mientras que la porcícola La Severa el residuo que entrega después del

STAR está más contaminado que el que entra al sistema, por lo que la planta no está funcionando bien y probablemente está sobrecargada; actualmente tienes 800 cerdos entre cría y levante, y realiza un solo lavado al día..

El matadero municipal de Guacarí que entrega sus residuos al río Guabas y posteriormente al río Sonso, remueve el 92% de DBO y 33% en SST, cumpliendo así en DBO más no en SST de acuerdo con el Decreto 1594/84. Estematadero tien un sacrificio total semanal de 35 reses y 22 cerdos, donde el vertimiento semanal es de 13 horas.

No se pudo realizar un análisis de remoción de carga en las demás fuentes, debido a que no existen datos a la entrada del sistema.

En la Tabla 23 se observa que a pesar de identificar las fuentes de contaminación a la Laguna, el sector porcícola se encuentra en pequeñas explotaciones que no superan en algunos casos los 30 individuos y no se desarrolla de forma permanente, por lo que la CVC ha establecido en forma prioritaria el registro y control de las explotaciones con más de 50 individuos, y es por esta razón que no se dispone de información en la mayoría de ellas, aunque en el recorrido por la cuenca se observaron porcícolas con precarias condiciones de funcionamiento.

<sup>171</sup> CVC. (2006b). Caracterización de Aguas Residuales. Laboratorio Ambiental. Dirección Técnica Ambiental. Cali. Colombia.

Tabla 23 Principales Fuentes de Aporte de Carga Contaminante

MUNICIPIOS	FUENTE	TIPO DE SISTEMA	PUNTO DE DESCARGA	FUENTE RECEPTORA	CAUDAL (l/sg)	DBO (Kg/DIA)		SST (Kg/DIA)	
						E	S	E	S
GUADALAJARA DE BUGA	<b>INDUSTRIAS</b>								
	Gaseosas del Valle S.A	STAR	Acequia La Julia	Laguna de Sonso			11.85		28.38
	Pollo Señorial	STAR	Quebrada Zanjon Hondo	Laguna de Sonso			21.01		8.78
	Frigorifico del Valle	STAR	Quebrada Zanjon Hondo	Laguna de Sonso			5.60		6.65
	<b>SECTOR PECUARIO</b>								
	SENA Buga	STAR	Acequia Maldonado	Laguna de Sonso					
	Hato Canada Porcicola	Vertimiento directo	Acequia Maldonado	Laguna de Sonso					
	Hacienda La Esperanza								
	Porcicola San Jose	Biodigestor	Riego de potreros						
	<b>CENTROS POBLADOS</b>								
	El Manantial	STAR	Quebrada Seca	Laguna de Sonso	8.57	215	152.83	410.95	187
	El Vinculo	Vertimiento directo	Acequia de riego	Laguna de Sonso	14.74		253.31		173.2
	Quebrada Seca	Vertimiento directo							
	Zanjon Hondo	Vertimiento directo	Quebrada Zanjon Hondo	Laguna de Sonso	40.54		631.83		1680

Tabla 23. Principales Fuentes de Aporte de Carga Contaminante (Continuación)

MUNICIPIOS	FUENTE	TIPO DE SISTEMA	PUNTO DE DESCARGA	FUENTE RECEPTORA	CAUDAL (l/sg)	DBO (Kg/DIA)	SST (Kg/DIA)		
GUACARI	<b>INDUSTRIAS</b>								
	Matadero Municipal	STAR	Alcantarillado	Río Guabas	2.93	435.8	32.87	114.71	76.76
	Pollos Piku	STAR		Río Guabas	3.84	48	46.65	69.52	20.61
	Ingenio Pichichi	STAR	Acequia el Guayabito	Río Sonso			1903		856.56
	<b>SECTOR PECUARIO</b>								
	Porcicola San Felipe	Biodigestor	Acequia el Guayabito	Río Sonso	0.677		1.84		2.51
	Porcicola la Palma	Vertimiento directo	Río Sonso	Río Guabas					
	Porcicola La Severa	STAR	Río Sonso	Río Sonso	1.21	26.36	46.30	58.54	67.74
	Porcicola el Milagro	STAR	Acequia el Guayabito	Río Sonso					
	Porcicola Caracoli	STAR	Acequia el Guayabito	Río Sonso					
	Porcicola Arcilla	Biodigestor	Acequia el Guayabito	Río Sonso					
	Porcicola el Pencil								
	Granja Porcicola la Loma		Río Sonso	Río Sonso					
	Porcicola Casa Amarilla	Vertimiento directo	Río Sonso	Río Sonso	0.815		28.95		51.05
	Granja Porcicola la Milagrosa	Vertimiento directo	Acequia de riego	Río Sonso					
	<b>CENTROS POBLADOS</b>								
	Municipio de Guacari	STAR	Acequia La Chamba	Río Sonso					
	Guacas	Vertimiento directo	Río Sonso		2.5		44.52		117.7
	Sonso	Vertimiento directo	Río Sonso	Río Sonso	13.66		493.33		755.3



La porcícola Casa Amarilla con 433 cerdos realiza lavado dos veces al día con una duración de dos horas cada uno y no tiene tratamiento. La granja San Felipe tiene 520 cerdos.

El sector avícola es uno de los principales sectores de producción pecuaria establecidos en la zona de influencia de la DAR Centro Sur, por lo que se ha establecido un convenio con el fin de reducir la generación de vertimientos y se han establecido prácticas de producción en seco sustituyéndose las actividades de lavado de galpones por las de barrido, desinfección por aspersión y flameo de los galpones. Aunque en los recorridos se observó efluentes líquidos a los canales y residuos sólidos en los mismos, que finalmente van a la Laguna de Sonso.

La CVC considera estos residuos como domésticos ya que corresponden a los efluentes de las baterías sanitarias y áreas de servicio de las instalaciones. No obstante, se ha requerido a las granjas avícolas para la tramitación del permiso de vertimientos ante la CVC.

En términos generales existe un manejo y disposición inadecuada de aguas residuales, industriales y domésticas. Carencia de plantas de tratamiento de aguas residuales en la cuenca de captación de la Laguna de Sonso.

#### 4.2.4.5 Metales Pesados

Los residuos de las actividades industriales, agrícolas y mineras son el responsable del aporte de metales pesados en las corrientes superficiales. Estos elementos son muy contaminantes debido a que no son biodegradables, son bioacumulables en formas orgánicas e inorgánicas y permanecen en el ambiente por largos períodos de tiempo. Su toxicidad radica en el grado de solubilidad, puesto que es la forma soluble la que ejerce

principalmente efectos adversos en las especies vivientes.

Mediante el Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Agricultura, en Colombia se reglamentan los criterios máximos admisibles de metales pesados para diferentes usos del agua (Tabla 24).

**Tabla 24. Criterios de Metales Pesados Admisible en Diferentes Usos del Agua (Ministerio de Agricultura, 1984<sup>172</sup>).**

Referencia	Expresado como	Valor (mg/l)		
		Consumo Humano y Doméstico	Uso Agrícola	Uso Pecuario
Cadmio	Cd	0.005	0.01	0.05
Zinc	Zn	15.0	2.0	25.0
Cobre	Cu	1.0	0.2	0.5
Cromo	Cr <sup>+6</sup>	0.05	0.1	1.0
Mercurio	Hg	0.001	---	0.01
Plomo	Pb	0.05	5.0	0.1
Níquel	Ni	---	0.2	---
Boro	Bo	---	0.3 – 4.0	---

Estudios realizados por Martínez (1989)<sup>173</sup> y García et al., (1992)<sup>174</sup> reportan que el río Cauca en el departamento del Valle del Cauca sobrepasa los límites de calidad admisibles de cadmio, cromo, níquel, hierro y manganeso para uso humano y doméstico, agrícola y pecuario, pero que ni los suelos ni el agua subterránea presentan problemas por metales pesados.

De acuerdo con García et al., (1992)<sup>175</sup>, los suelos del Valle del Cauca adsorben cadmio a

<sup>172</sup> Ministerio de Agricultura (1984). Decreto 1594 de 1984. Santafé de Bogotá. República de Colombia. 62 p.

<sup>173</sup> Martínez, J.C. (1989). Diagnóstico Preliminar de la Calidad de Aguas para Riego en el Valle del Cauca y su Impacto en la Agricultura. Tesis de Grado para optar al Título de Ingeniero Agrícola. Universidad del Valle – Universidad Nacional de Colombia. Plan Integrado de Ingeniería Agrícola. Palmira. Colombia. 119 p.

<sup>174</sup> García, A., Bonilla, C.R. y Martínez, J.C. (1992). Contaminación de Aguas para Riego en la Cuenca del Río Cauca. En: Seminario de Manejo Integral de Suelos para una Agricultura Sostenida. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Comité Regional del Valle. Agosto 26 – 28 de 1992. Palmira. Colombia. Pag 67-81.



valores de pH neutro a alcalino, mientras que el cromo y mercurio a pH ácidos, pero los suelos evaluados presentan rangos de pH entre 6.4 y 6.6 evitando así su disponibilidad para las plantas.

Los registros presentados por CVC-Universidad del Valle (1998)<sup>175</sup> muestra que las concentraciones encontradas de mercurio, plomo y cadmio en agua y sedimentos superan la norma establecida; y que el cromo tanto en el agua como en los sedimentos si superan la norma. En este mismo estudio se realizaron análisis del buchón, conde se encontró que existe una baja contaminación, por lo cual no se recomienda el aprovechamiento del buchón como compost o alimento para animales aunque se deben realizar estudios más profundos al respecto.

En la Tabla 25 se presenta los límites permisibles de algunos metales pesados en agua y sedimentos, y en la Tabla 26 se presentan los resultados de los análisis de metales pesados en agua, sedimentos y buchón en la Laguna de Sonso.

**Tabla 25. Límites Permisibles de Metales Pesados en Agua y Sedimentos**

Metal	Agua Dec 1594/84	Sedimento Norma Europea
Mercurio	10 µg/l	---
Plomo	0.01 mg/l	10-100 ppm
Cadmio	0.01 mg/l	0.5 – 2.0 ppm
Cromo	0.01 mg/l	1 – 20 ppm

Méndez (2003)<sup>176</sup> investigó la presencia de metales pesados en anuros en los humedales

<sup>175</sup> CVC – Universidad del Valle. (1998). Estudio Hidrobiológico de la Laguna de Sonso. Cali. Colombia. 165 p.

<sup>176</sup> Mendez, MF. (2003). Diagnóstico de la Acumulación de Metales Pesados en dos Especies de Anuro (*Rana catesbeiana*) y (*Bufo marinus*) en Músculo y Piel en los Humedales del Valle del Cauca. Tesis para optar al Título de Bióloga. Universidad del Valle. Facultad de Ciencias. Cali. Colombia. 50 p.

Cocal, Canal Las Mellizas, Portachuelo, Agua Salada y Videles ubicados en el Valle del Cauca, mostrando que en la piel es la matriz de mayor bioacumulación de cadmio, plomo y cromo. En *Rana catesbeiana* se encontró valores de cadmio entre 0.148 y 0.178 mg/kg y de plomo entre 0.249 y 0.330 mg/kg; y *Bufo marinus* presentó concentraciones de plomo entre 0.456 y 2.69 mg/kg.

**Tabla 26. Metales Pesados en la Laguna de Sonso (CVC – Universidad del Valle, 1998)<sup>177</sup>**

	Agua (mg/l)	Sedimentos (ppm)	Buchón (ppm)
Mercurio	<0.0001	230.5	0.011
Plomo	0.016	7.1	0.110
Cadmio	0.001	144.1	0.1000
Cromo	0.025	0.1	0.647

**Nota:** Los valores en rojo sobrepasan la norma presentada en la Tabla 15.

En la Tabla 27 se presenta los resultados de las investigaciones de metales pesados en sedimentos en 6 humedales en el Valle del Cauca. Donde se observa que los metales pesados en los diferentes humedales no presentan igual dinámica de movilidad, solubilidad y disponibilidad, y esto puede atribuirse a la calidad del agua en cada uno de los ecosistemas (ASOYOTOCO et al., 2006)<sup>178</sup>.

De acuerdo con la guía para la clasificación de sedimentos adaptados de la USEPA en 1977, los valores de metales pesados encontrados en estos ecosistemas reflejan poca contaminación (Méndez, 2003)<sup>177</sup>. Y de acuerdo con las normas de la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (EPA), la Laguna de

<sup>177</sup> CVC – Universidad del Valle. (1998). Estudio Hidrobiológico de la Laguna de Sonso. Cali. Colombia. 165 p.

<sup>178</sup> ASOYOTOCO-CVC-Ingenio Pichichí. (2005). Plan de Manejo Ambiental Humedal El Cocal, Municipio de Yotoco. Cali. Colombia. 140 p.



Sonso presenta concentraciones como en sedimentos que indican una alta contaminación (Tabla 27).

**Tabla 27. Análisis de Metales Pesados en Sedimentos de Humedales**

Humedal	Cd	Pb	Hg	Cr
	(mg/kg)			
Videles <sup>(1)</sup>	0.730	0.280		
Cocal <sup>(1)</sup>	0.397	0.151		
Agua Salada <sup>(1)</sup>	1.151	0.176		
Canal Mellizas <sup>(1)</sup>	0.532	0.119		
Hacienda Portachuelo <sup>(1)</sup>	0.909	0.194		
Laguna de Sonso <sup>(2)</sup>	2.0	25.0		58
Laguna de Sonso <sup>(3)</sup>			0.903	395.08
Laguna de Sonso Sur <sup>(4)</sup>	---	6.950	0.156	128.4
Laguna de Sonso centro <sup>(4)</sup>	---	10.670	0.267	121.2

**Nota:** Cd = cadmio; Pb = plomo; Hg = mercurio; Cr = cromo

(1) Méndez (2003)<sup>150</sup> (2) CVC (1991)<sup>179</sup>; (3) CVC-Universidad del Valle (1998)<sup>149</sup> (4) Gischler (2005)<sup>151</sup>. Los valores en rojo indican que sobrepasan la norma de la EPA.

Gischler (2005)<sup>180</sup> identificó las vías de migración de metales pesados (mercurio, plomo y cromo) hacia la Laguna de Sonso por el río Cauca. En este estudio se encontró que el mercurio y el plomo en la columna de agua no sobrepasaban los estándares establecidos para los diferentes usos en el Decreto 1594/84 del Ministerio de Agricultura, e identificaron dos focos de contaminación por cromo: 1) el complejo industrial Yumbo-Cali-Palmira y 2) las curtiembres del municipio de Cerrito. El primero arroja al río Cauca 0.04 mg/l y el

segundo aporta más de 5000 mg/kg de cromo en sedimento superando la norma de contaminación severa de la EPA establecido en 75 mg/kg.

Esta contaminación se debe a actividades de hierro, manufacturas de aluminio, plantas de papel y pinturas localizadas en el municipio de Yumbo; actividades mineras (hierro, bauxita y aluminio) en el municipio de Jamundí; y las curtiembres del municipio de Cerrito entre otros, que migran a través del río Cauca y entran a los sistemas lénticos y generan de acuerdo a las características propias de los humedales una sedimentación en el lodo o una absorción en los tejidos animales (ASOYOTOCO et al., 2006)<sup>181</sup>.

En este estudio se registró plomo en peces, caracoles y en sangre humana de los pescadores de Puerto Bertín y El Porvenir cuya dieta se basa en el pescado proveniente de la Laguna de Sonso y sus alrededores (Tabla 28). Aunque se presentaron registros altos del orden de 159 µg/l en sangre no presentan niveles para ocasionar daños gastrointestinales o neurológicos (Gischler, 2005)<sup>181</sup>. Es de resaltar que estos resultados fueron puntuales y no continuos en el tiempo.

**Tabla 28. Metales Pesados en Diferentes Especies (Gischler, 2005)<sup>181</sup>**

Especie	Mercurio (mg/g)	Plomo (mg/g)	Cromo (mg/g)
Tilapia	<0.062	0.16-0.28	<0.0018
Corroncho	<0.062	0.22-0.47	<0.0018
Guramis	<0.062	0.4-0.8	<0.0018
Caracoles	<0.062	0.45	<0.0018
Humanos Puerto Bertín	---	159±3	---

<sup>179</sup> CVC. (1991). Estudio de Impacto Ambiental al Proyecto de Dragado y Disposición Final de Lodos de la Laguna de Sonso. Subdirección de Recursos Naturales. Grupo de Gestión Ambiental. Cali. Colombia. 47 p.

<sup>180</sup> Gischler, C. (2005). Pathways of Heavy Metals and Implications for Stakeholders, Sonso Lagoon, Colombia. Trita-LWR Master Thesis 05-13. KTH Architecture and the Built Environment. Suecia. 76 p.

<sup>181</sup> ASOYOTOCO-CVC-Ingenio Pichichí. (2005). Plan de Manejo Ambiental Humedal El Cocal, Municipio de Yotoco. Cali. Colombia. 140 p.





De acuerdo con los límites permisibles de metales en pescado presentados en la Tabla 29 se observa que los peces y caracoles en la Laguna de Sonso presentan una contaminación por plomo, por lo cual no son aptos para consumo. En cuanto a mercurio y cromo no se puede evaluar porque el límite de detección es mayor a la normativa.

**Tabla 29. Límites Permisibles de Metales Pesados en Pescados**

Referencia	Cd	Pb	Hg
	(mg/kg)		
FAO/OMS (2000) <sup>182</sup>	0.1	0.2-0.4	---
España (Méndez, 2003) <sup>183</sup>	1	5	---
TECNOCENCIA (2004) <sup>184</sup>	0.1	0.2-0.4	0.3 a 1

Aunque no se encontraron registros de mercurio y cromo en diferentes especies de fauna, si se encontró concentraciones considerables de estos metales en el sedimento, los cuales lo cualifican como altamente contaminante; además de evidenciarse concentraciones considerables de cadmio, plomo y cromo en rana toro, especie exótica, la cual ha sido considerada una plaga y se ha plantaeado como estrategia de disminución en el medio el consumo de su carne.

Para poder hacer una evaluación de metales pesados en el ecosistema de la Laguna de Sonso se debe contar con los protocolos de los laboratorios debidamente certificados para evitar así dar registros erróneos. Los estudios

<sup>182</sup> FAO-OMS. (2000). Informe de la 24ª Reunión del Comité del CODEX Sobre Pescado y Productos Pesqueros. Aalesund, Noruega. 116 p.

<sup>183</sup> Mendez, MF. (2003). Diagnóstico de la Acumulación de Metales Pesados en dos Especies de Anuro (*Rana catesbeiana*) y (*Bufo marinus*) en Músculo y Piel en los Humedales del Valle del Cauca. Tesis para optar al Título de Bióloga. Universidad del Valle. Facultad de Ciencias. Cali. Colombia. 50 p.

<sup>184</sup> TECNOCENCIA. (2004). Seguridad Alimentaria: Especial Seguridad Alimentaria. En:[http://www.tecnociencia.es/especiales/seguridad\\_alimentaria/2.htm](http://www.tecnociencia.es/especiales/seguridad_alimentaria/2.htm)

aquí realizados aunque brindan una línea base, son aislados y puntuales.

Para relizar una evaluación de metales pesados en el ecosistema de la Laguna de Sonso, se debe realizar un estudio de toxicología ambiental, el cual estudia los daños causados al organismo por la exposición a los tóxicos que se encuentran en el medio ambiente. El objetivo principal de la toxicología ambiental es evaluar los impactos que producen en la salud pública la exposición de la población a los tóxicos ambientales presentes en un sitio contaminado. Es conveniente recalcar que se estudian los efectos sobre los humanos, aunque pudieran existir, en el sitio de estudio, otros blancos de los tóxicos tales como microorganismos, plantas, animales, etc. (Peña et al., 2001)<sup>185</sup>.

Actualmente se estan realizando monitoreos de evaluación de la posible problemática de metales pesados por parte de la CVC y la Gobernación del Valle del Cauca con el fin de determinar la existencia y probable incidencia de los metales pesados en el ecosistema Laguna de Sonso, en agua, sedimentos, buchón durante el año 2007 a nivel mensual.

#### 4.2.5 Eutroficación

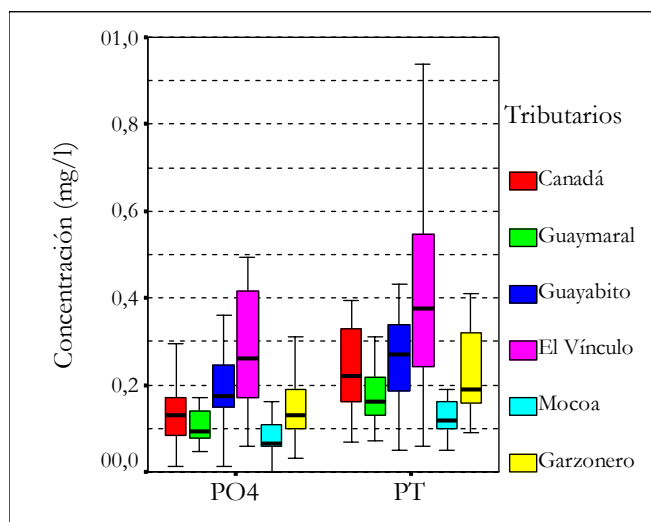
##### • Fosfatos y Fósforo Total

De acuerdo con Hernández (2005), en la estación Mediacanoa los fosfatos y el fósforo total no presentan diferencias entre las condiciones estacionales. Los fosfatos se encuentran en un rango entre 0.23 y 0.0001 mg/l con un promedio de 0.07 mg/l, donde el 73% de las veces superan el rango típico en corrientes superficiales de 0.005 a 0.02 mg/l sugerido por la UNESCO (1996), debido

<sup>185</sup> Peña, C.E.; Carter, D.E. y Ayala-Fierro, F. (2001). Toxicología Ambiental: Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental. Distributed on the Internet via the Southwest Hazardous Waste Program website at <http://superfund.pharmacy.arizona.edu/toxamb/>.

principalmente a las descargas de aguas residuales de origen doméstico y a escorrentía agrícola. El fósforo total se encuentra en 0.63 y 0.022 mg/l con un promedio de 0.26 mg/l, cuyo comportamiento se asocia al arrastre de material de los suelos, escorrentía agrícola y a vertimientos de aguas residuales domésticas.

En cuanto a los tributarios, El Vínculo es el tributario que presenta los valores más altos en concentraciones de fosfatos (0.0 a 0.8 mg/l) y fósforo total (0.06 a 3.8 mg/l), esto como consecuencia de las descargas de aguas residuales sin tratamiento de los caseríos de la parte alta de la cuenca; y Mocoa los más bajos, entre 0.0 y 0.26 mg/l de fosfatos, y 0.0 y 0.15 mg/l de fósforo total (Figura 60).



**Figura 60. Variabilidad de Fosfatos y Fósforo Total en los Tributarios a la Laguna de Sonso (1985 – 2006)**

En la Laguna de Sonso se presentan concentraciones de fosfatos inferiores a 0.38 mg/l en el período seco, y en el período húmedo se incrementan hasta 0.12 mg/l. El fósforo total presenta valores entre 0.02 y 0.24 mg/l para el período seco y entre 0.04 y 0.37 mg/l en el período húmedo. Las concentraciones más altas de fosfato y fósforo

total se presentan en el punto Norte en invierno, mientras que en verano se presentan concentraciones homogéneas en toda la Laguna. Las concentraciones de fosfatos son muy bajas comparadas con las concentraciones de fósforo total, debido a que los fosfatos es la forma disponible del fósforo por los organismos acuáticos (Figura 61).

• **Nitrógeno**

En el río Cauca el nitrógeno total y amoniacal no presentan diferencias entre los períodos secos y húmedos (Hernández, 2005). El nitrógeno total se encuentra entre 1.1 y 7.5 mg/l con un promedio de 2.46 mg/l. El nitrógeno amoniacal presenta registros entre 0.0 y 1.9 mg/l con un promedio de 0.45 mg/l, valor que supera lo reportado por la UNESCO (1996) de 0.2 mg/l como valor típico para corrientes superficiales. Estas concentraciones en la estación Mediacanoa se deben a descargas de aguas residuales domésticas y a escorrentía agrícola.

Los nitritos presentan valores entre 0.002 y 0.63 mg/l con promedio de 0.11 mg/l, donde el 99% de las veces se supera el valor límite reportado por la UNESCO (1996) de <0.001 mg/l en corrientes superficiales. Los nitratos presentan diferencias significativas entre los períodos secos y húmedos de acuerdo con Hernández (2005), observándose en el período de lluvias los registros más altos, consecuencia del arrastre de nutrientes del suelo y por escorrentía agrícola. Los nitratos presentan registros entre 0.02 y 0.75 mg/l y promedio de 0.19 mg/l. En términos generales las concentraciones de nitritos y nitratos en la estación Mediacanoa son inferiores a 1.0 y 10 mg/l respectivamente, valores requeridos para los usos reglamentados en el Decreto 1594/84.

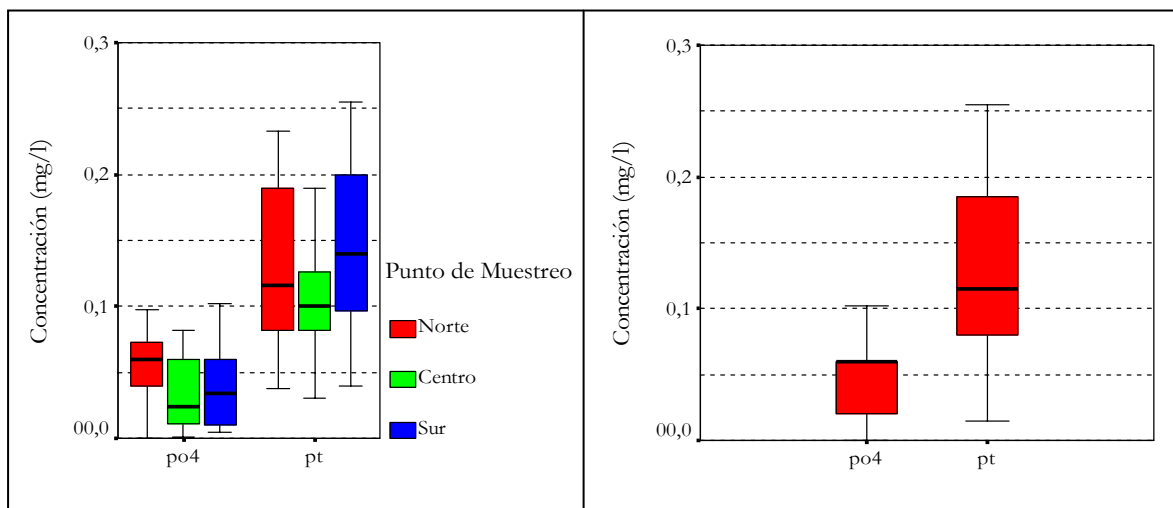


Figura 61. Variabilidad de Fosfatos y Fósforo Total en la Laguna de Sonso (1985 – 2006)

Los registros de los tributarios, indican que El Vínculo presenta las concentraciones más altas de nitrógeno total (5.8 mg/l) y Guayabito los valores más bajos en verano (< 4.89 mg/l) y en el período húmedo en Guaymaral (0.0 y 1.85 mg/l). El Vínculo presenta los registros más altos de nitritos (0.0 y 0.7 mg/l), y

Guaymaral y Guayabito los más bajos (0 – 0.32 mg/l). En cuanto a nitratos, Mocoa presenta los valores más altos (0.0 y 13.45 mg/l) y Garzonero los más bajos (0.0 y 3.0 mg/l) (Figura 62).

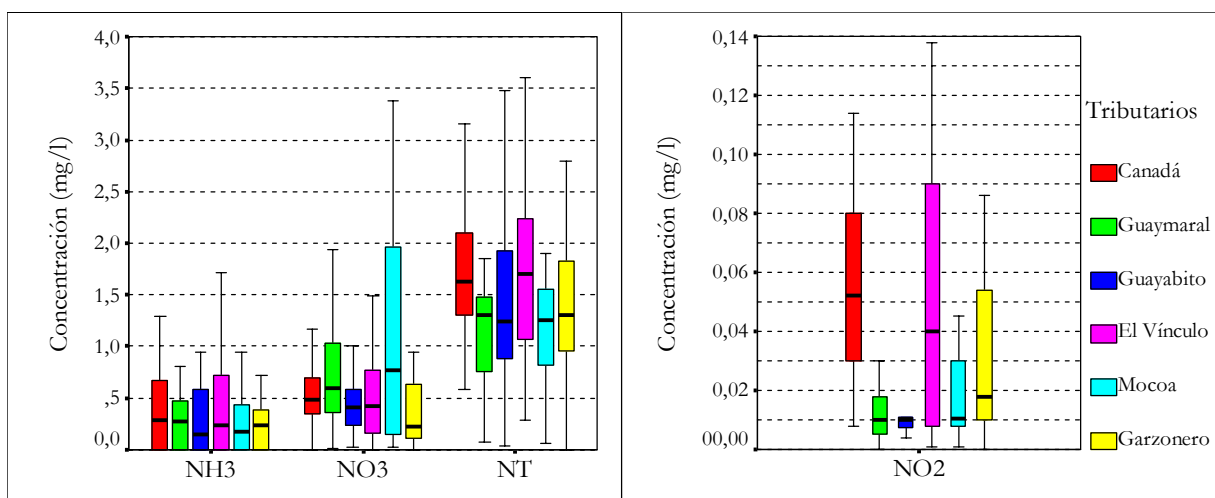
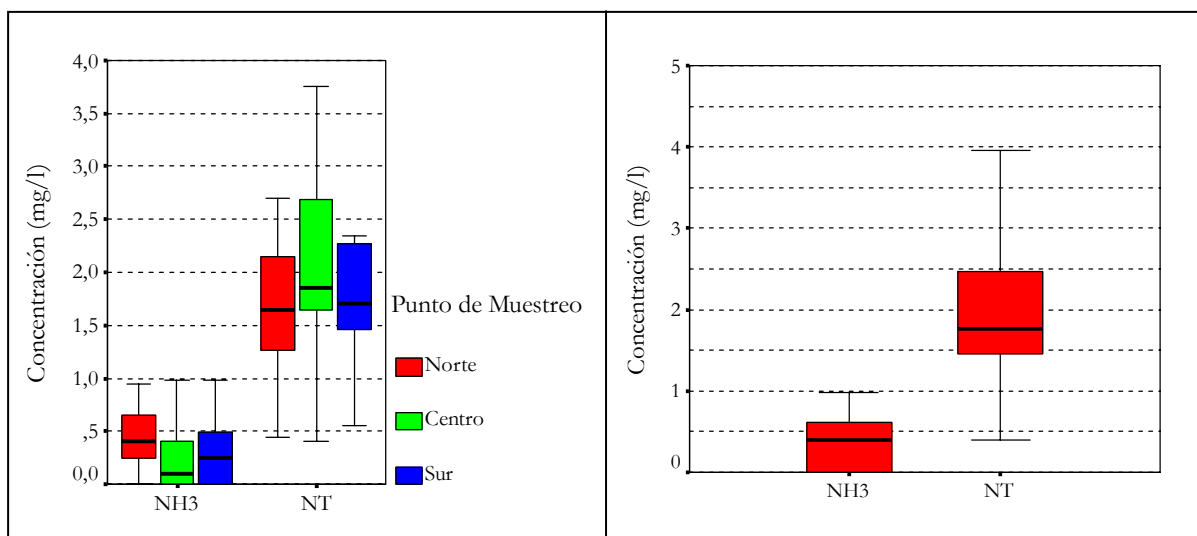


Figura 62. Concentración de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NT}$ ,  $\text{NO}_2$  y  $\text{NO}_3$  en los Tributarios de la Laguna de Sonso (1985 – 2002)

En la Figura 63 se observa que las mayores concentraciones de nitrógeno amoniacal y total corresponden a los puntos norte y centro respectivamente; pero en términos generales, la Laguna de Sonso presenta valores de nitrógeno total inferiores a 5.8 mg/l. El nitrógeno amoniacal en promedio se encuentra por debajo de 1.73 mg/l aunque con una gran variabilidad en los últimos 2

años. La concentración de nitrógeno amoniacal es alta, por lo que este recurso no es óptimo para preservación de flora y fauna según el Decreto 1594/84, debido a que su transformación demanda una gran concentración de OD afectando la población de peces en la Laguna.



**Figura 63. Concentración de NH<sub>3</sub> y NT en la Laguna de Sonso (1985 – 2006)**

El contenido de nitritos es inferior a 0.01 mg/l, presentándose las menores concentraciones en el período seco. Los registros para nitratos se encuentran entre 0.1 y 0.5 mg/l (Figura 64). Los valores de nitratos encontrados en el sistema son muy bajos de acuerdo al Decreto 1594/84. Teniendo en cuenta las altas concentraciones del nitrógeno amoniacal, se deduce que el nitrato es consumido por las plantas acuáticas y el fitoplancton para la síntesis de proteínas.

Fernández (1990) encontró que existe una relación inversamente proporcional entre la biomasa y la concentración de fosfatos y nitratos libre en el agua en la Laguna de

Sonso, lo que indica que la vegetación acuática presente en la Laguna incide sobre los nutrientes disponibles en el agua.

- **Carga de Nutrientes**

La carga de nutrientes de los tributarios muestra una tendencia a aumentar en el tiempo hasta alcanzar un máximo en el año 2006, con valores de 45.49 y 374.84 kg/d de fósforo y nitrógeno total (Figura 65).

El Vínculo, es el tributario que mayor carga de fósforo y nitrógeno total aporta a la laguna (Figura 66). Como consecuencia del aumento

de poblaciones en el pie de monte que en el año 2006 alcanza cerca de 1000 familias que llegan a la Laguna y además de que otras 1000 familias del cacero de Sonso que vierten sus

aguas residuales al río Sonso que posteriormente es utilizado para riego en el área de captación de la Laguna.

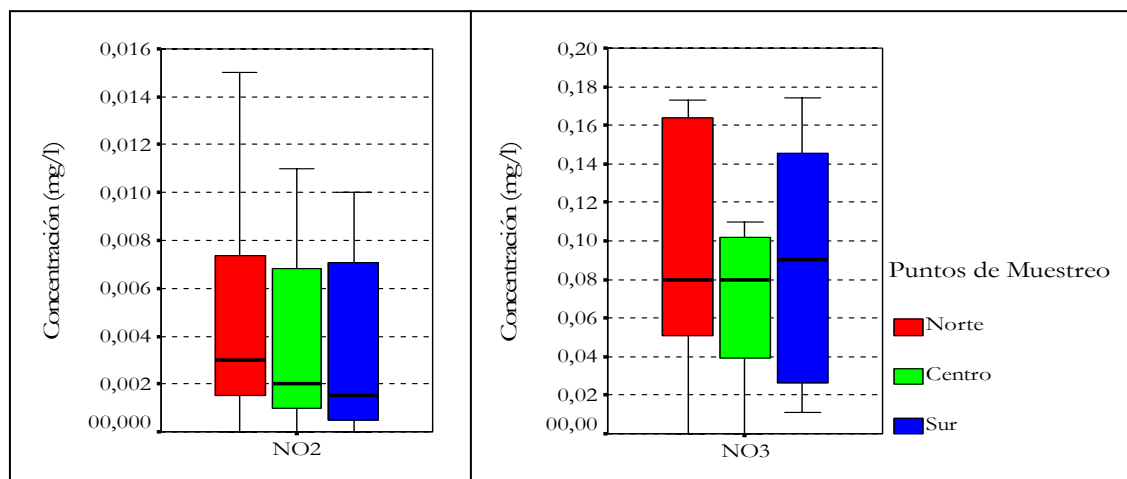


Figura 64. Concentración de  $\text{NO}_2$  y  $\text{NO}_3$  en la Laguna de Sonso (1985 – 2006)

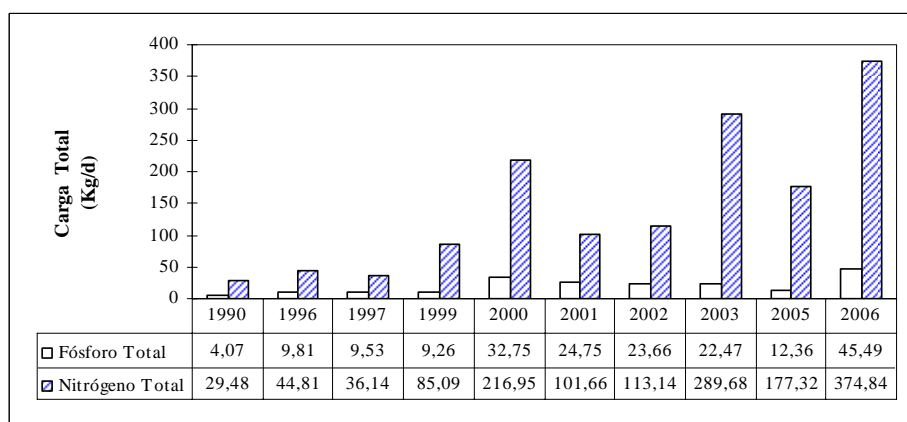


Figura 65 Carga de Fósforo y Nitrógeno Total de Tributarios a la Laguna de Sonso

En la estación Centro de la Laguna de Sonso el 100% de las veces en verano e invierno se sobrepasa la relación 9N:1P, mientras que en la estación Sur solo el 67% de las veces se supera dicho valor. La estación Norte supera el valor de referencia (9) en verano y en el período húmedo el 50 y 100% de las veces respectivamente.

Teniendo en cuenta que estadísticamente no existen diferencias significativas entre los datos de nitrógeno ni los de fósforo total en los puntos de muestreo sobre la Laguna, la relación N/P está entre 4.9 y 119.3, con el 90% de las veces limitación por fósforo (Figura 67).

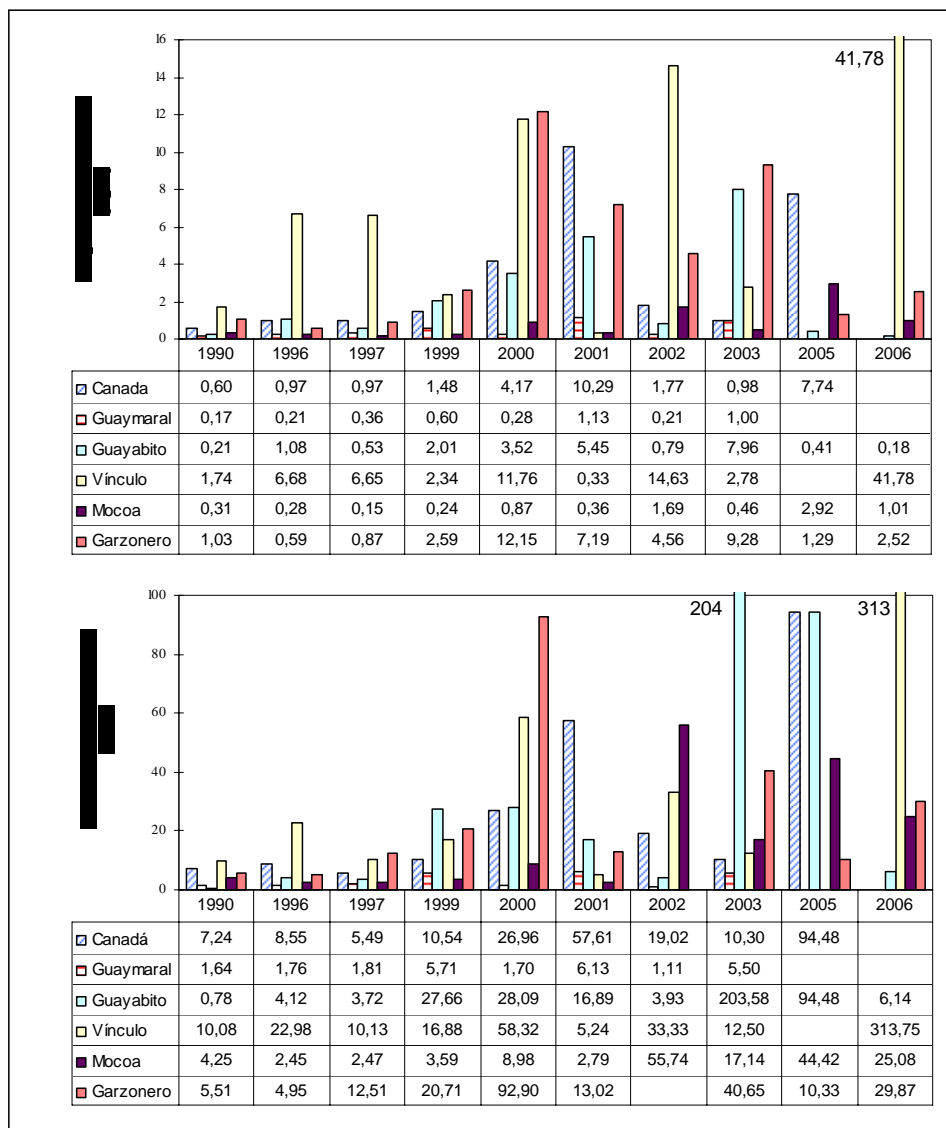


Figura 66. Carga de Fósforo y Nitrógeno Total de Tributarios a la Laguna de Sonso

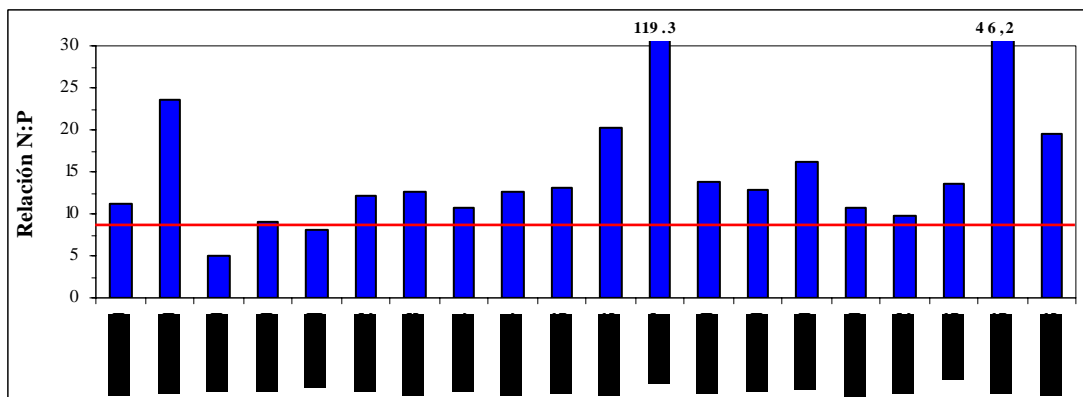


Figura 67. Variación de la Relación N:P en la Laguna de Sonso



Los resultados de la modelación con LACAT indican que la Laguna de Sonso en el período de estudio (1989 – 2003) tiene una probabilidad mayor al 66% de presentar estado eutrófico, alcanzado la hipereutrofia en los años 1989, 1991, 1994 y 1995 (Tabla 30).

El IET para fósforo total (PT) según Carlson (1977), aplicado a la Laguna de Sonso, oscila entre 43 y 88 unidades, indicando que el 95% de las veces se presenta un estado

hipereutrófico (Figura 68). Las características observadas en la Laguna de Sonso corresponden a la descripción del estado hipereutrófico de Carlson (1984): someridad, carencia de estratificación, fluctuaciones estacionales en los niveles de nutrientes, producción pesquera (aunque puede ser alta está sujeta a la posibilidad de mortandades excesivas) e invasión del espejo lagunar y el litoral por macrófitas.

Tabla 30. Porcentaje de Probabilidad del Estado Trófico de la Laguna de Sonso

	AÑO							
	1990	1996	1997	1999	2000	2001	2002	2003
Lp (g/m <sup>2</sup> año)	0,84	1,60	1,66	1,24	4,41	6,25	5,30	5,84
Tw (años)	0.718	0.718	0.718	0.718	0.718	0.718	0.718	0.718
Z (m)	1,21	1,76	1,78	2,12	2,40	1,08	1,13	1,14
Probabilidad de Estado Trófico	63.09	57.89	60.13	74.23	94.54	99.92	99.84	99.88
Estado Trófico	E	H	H	E	H	H	H	H

Nota: H = Hipereutrófico, E = Eutrófico

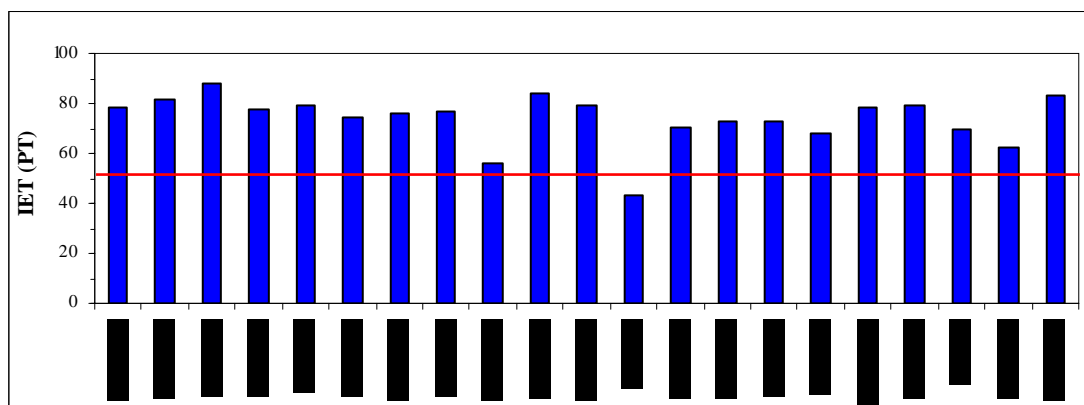


Figura 68. Índice de Estado Trófico de Carlson para Fósforo Total (1989 – 2006)

Si los aportes de nutrientes son excesivos con respecto a la capacidad de reciclado del ecosistema, empiezan a ocurrir cambios en el mismo como síntoma de eutrofización creciente. Aunque estos procesos pueden ser estimulados por la disminución de las tasas de renovación del agua en los ecosistemas como ha ocurrido en la Laguna de Sonso.

Desde el taponamiento del caño Carlina y sus otras 5 conexiones con el río Cauca por la construcción de la carretera Buga – Buenaventura, además de los proyectos de regulación del río Cauca, se produce unas condiciones favorables para la acumulación de nutrientes y por lo tanto un nicho propicio



para el crecimiento del buchón y la eutroficación del ecosistema.

### 4.3 COMPONENTE BIÓTICO

#### 4.3.1 Hidrobiología

Los organismos limnéticos hacen parte de la estructura biológica de los sistemas acuáticos y están constituidos por organismos que viven en suspensión y que por su tamaño son transportados pasivamente por los movimientos del agua. Estos organismos son los planctónicos, que por su gran abundancia y diversidad de especies coexisten y se superponen, y en donde cada una de ellas alcanza una densidad máxima en puntos particulares del espacio o tiempo, decreciendo su abundancia al apartarse de las condiciones que se pueden considerar óptimas (Molina-Astudillo et al., 2005)<sup>186</sup>.

La importancia de la comunidad planctónica (fito y zooplancton), radica en que son la base de la red trófica sirviendo de alimento a las especies susceptibles de cultivo que interaccionan interespecíficamente con ellas como competidoras, parásitas, comensales etc., así también reflejan los cambios fisicoquímicos y biológicos que determinan la calidad del agua en estos sistemas (Gómez y Martínez, 1998)<sup>187</sup>.

Estas comunidades presentan cambios en su composición debido a factores ambientales (temperatura, fotoperíodo y cambios estacionales) y biológicos (depredación, competencia, crecimiento, mortalidad y tasas

de migración) (Schwartz y Ballinger, 1980)<sup>188</sup>. Los cuales responden con conductas de migración y/o desplazamiento a través del tiempo y el espacio.

#### 4.3.1.1 Fitoplancton

En la Tabla 31 se presentan los inventarios de fitoplancton realizados en la Laguna de Sonso en diferentes años. De acuerdo con CVC (1988)<sup>189</sup>, el fitoplancton presenta variaciones por condición estacional. En invierno se registró mayor cantidad de algas filamentosas (Cyanophyceae) y en verano diatomeas bénticas (Bacillariophyceae). La presencia de algunas especies de plancton presentes en la Laguna (*Fragilaria*, *Pediastrum*, *Scenedesmus* y *Anabaena*), permiten corroborar la distrofia del sistema en este año.

CVC – Universidad del Valle (1998)<sup>190</sup> reportó en su estudio, *Anabaenopsis*, taxón que forma parte ecosistemas lacustres tropicales y subtropicales. La mayoría de sus especies habitan aguas básicas y reductoras en lagos y lagunas con alta concentración de sales (Ramírez, 1994)<sup>191</sup>. Características que permiten suponer una adaptación a condiciones de poca luz y alta disponibilidad de nutrientes (Margalef, 1983)<sup>192</sup>.

<sup>186</sup> Molina-Astudillo, F I; Quiroz-Castelán, H; García-Rodríguez, J y Díaz-Vargas, M. (2005). Distribución Vertical del Plancton en un Estanque Rústico de Producción Piscícola en el Municipio de Cuautla, Morelos, México. REDVET. 6:4. 18 p.

<sup>187</sup> Gómez, A.S. y Martínez, C.L.R. (1998). Fertilización en los Sistemas Acuáticos. En: C.J.L.R. Martínez (Ed.). 1988. Ecología de los Sistemas Acuáticos. AGT., México. pp. 77-94.

<sup>188</sup> Schwartz, S.S. y Ballinger, R.E. (1980). Variations in Life History Characteristics of *Daphnia pulex* Fed Different Algal Species. Oecologia (Berlin), 44:181-184.

<sup>189</sup> CVC. (1988). Evaluación de la Situación Actual de la Laguna de Sonso. Subdirección de Recursos Naturales. Cali. Colombia.

<sup>190</sup> CVC – Universidad del Valle. (1998). Estudio Hidrobiológico de la Laguna de Sonso. Cali. Colombia. 165 p.

<sup>191</sup> Ramírez, J.J. (1994). Dinámica Poblacional de dos especies de *Anabaenopsis* (Wolosz) V. Mill. 1923 en una Laguna Eutrófica Tropical. Rev. Hydrobiol. Hop. 27 (4): 337-346.

<sup>192</sup> Margalef, R. (1983). Limnología. Edit. Omega, S A. Barcelona, 1010 p.





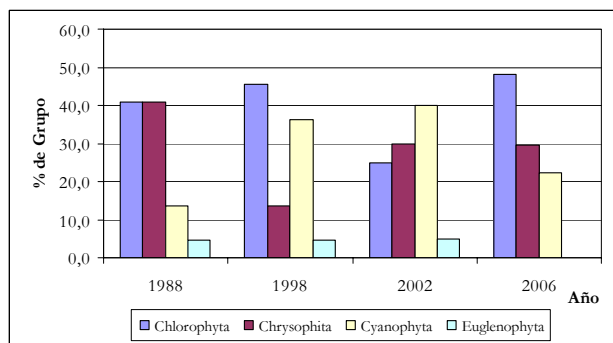
Tabla 31 Distribución de Fitoplancton en la Laguna de Sonso

Grupo	Género	1988	1998	2002	2006
Chlorophyta	<i>Actinastrum</i>	♦			
	<i>Ankistrodesmus</i>	♦	♦		♦
	<i>Chlorella</i>	♦			
	<i>Closterium</i>	♦	♦		♦
	<i>Crucigenia</i>	♦			♦
	<i>Desmidium</i>			♦	♦
	<i>Eudorina</i>		♦		
	<i>Pediastrum</i>	♦	♦	♦	
	<i>Polyedriopsis</i>	♦			
	<i>Scenedesmus</i>	♦	♦		♦
	<i>Selenastrum</i>		♦		♦
	<i>Staurastrum</i>			♦	♦
	<i>Sphaerocystis</i>		♦		
	<i>Spondylosium</i>		♦		
	<i>Tetraedrom</i>	♦			♦
	<i>Treubaria</i>		♦		
	<i>Ulotrix</i>		♦	♦	♦
	<i>Zygnema</i>			♦	
	<i>Mougeotia</i>				♦
	<i>Pleurotaenium</i>				♦
<i>Oedogonimu</i>				♦	
<i>Microspora</i>				♦	
Chrysophyta	<i>Achnantes</i>			♦	
	<i>Asterionella</i>	♦		♦	
	<i>Centritractus</i>	♦			♦
	<i>Chrysidiastrum</i>	♦			
	<i>Cymbella</i>		♦		
	<i>Fragilaria</i>	♦		♦	
	<i>Gyrosigma</i>	♦			
	<i>Navicula</i>	♦	♦		♦
	<i>Nitzscha</i>	♦			♦
	<i>Ophiocytium</i>		♦		
	<i>Pinnularia</i>	♦		♦	♦
	<i>Stauroneis</i>			♦	
	<i>Synedra</i>			♦	♦
	<i>Tabellaria</i>	♦			
	<i>Cyclotella</i>				♦
	<i>Surirella</i>				♦
<i>Gomphonema</i>				♦	
Cyanophyta	<i>Anabaena</i>	♦	♦	♦	♦
	<i>Anabaenopsis</i>		♦	♦	♦
	<i>Chroococcus</i>		♦	♦	♦
	<i>Lyngbia</i>	♦	♦		♦
	<i>Merismopedia</i>		♦	♦	♦
	<i>Nostoc</i>		♦	♦	
	<i>Oscillatoria</i>	♦		♦	♦
	<i>Romeria</i>		♦	♦	
	<i>Spirulina</i>		♦	♦	
Euglenophyta	<i>Phacus</i>	♦	♦		
	<i>Trachelomonas</i>			♦	

**Nota:** CVC. (1988). Evaluación de la Situación Actual de la Laguna de Sonso. Subdirección de Recursos Naturales. Cali. Colombia  
 CVC – Universidad del Valle. (1998). Estudio Hidrobiológico de la Laguna de Sonso. Cali. Colombia. 165 p.  
 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.

El inventario de fitoplancton encontrado en la zona centro de la Laguna durante el año 2006 presentó una diversidad de organismos aislados con respecto a los grupos formadores de colonias y estructuras filamentosas. Los géneros encontrados de *Scenedesmus*, *Closterium* denotan ambientes con presencia de fósforo, hierro y en general de alto contenido de nutrientes y minerales donde se gestan procesos ecológicos sucesionales.

En la Figura 69 se observan cambios de diversidad de especies en el tiempo. Este cambio en la diversidad es el producto de la dinámica fisicoquímica del agua, fluctuaciones de conductividad y variaciones en los nutrientes, fluctuaciones que están relacionadas con el sistema hidrográfico y las concentraciones del material en suspensión del agua, además de las entradas y salidas de agua del sistema. lo anterior interfiere en la sucesión del fitoplancton (Margalef, 1969)<sup>193</sup>.



**Figura 69. Distribución de Fitoplancton por Grupo en la Laguna de Sonso**

De acuerdo con Huszar y Silva (1992)<sup>194</sup>, para que se mantenga el establecimiento del

<sup>193</sup> Margalef, R. (1969). Comunidades Planctónicas en Lagunas Litorales. In: Castañares, A.A. & Phleger, F.B. (eds). Lagunas costeras, un Simposio. México, UNAM - UNESCO. p. 545 - 562.

<sup>194</sup> Huszar, V. y Silva, L.H.S. 1992. Comunidades Fitoplanctónicas de Quatro Lagoas Costeiras do Norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Acta Limnológica Brasileira, 4: 291 - 314.

fitoplancton en un lago, es necesaria una elevada tasa de multiplicación, de tal forma que en épocas de invierno sobrevivan. Como resultado de esto, el fitoplancton necesita un período de rápido crecimiento, para que sobrevivan algunos individuos y cuando el ambiente se estabiliza se tiene un decrecimiento en la producción de biomasa y un aumento la diversidad. Y teniendo en cuenta que los niveles en la Laguna de Sonso depende de la hidrología del río Cauca, aguas subterráneas y en general de la hidrología en su cuenca de captación con sus dos ciclos alternados de invierno y verano, es muy probable que las comunidades de fitoplancton no alcancen a estabilizar y de allí su variabilidad de dominancia de grupos.

Aunque en la Laguna de Sonso se observa predominio de Chlorophytas en la mayoría de los años estudiados, debido a que es el grupo más diversificado y se desarrolla en una variada gama de condiciones (Wetzel, 1981<sup>195</sup> y Roldán, 1992<sup>196</sup>). El segundo grupo más dominante fueron las Cyanophytas que aunque son algas características de ambientes eutróficos (Shapiro, 1973<sup>197</sup> y Margalef, 1983<sup>198</sup>).

Esta mayor abundancia de cianobacterias en aguas eutrofizadas se debe a la capacidad que tienen para desarrollarse en ambientes con bajas concentraciones de dióxido de carbono puesto que lo retiene en su cubierta musilaginosa; condiciones que se dan en aguas que poseen altas densidades de algas producto del enriquecimiento de nutrientes (Shapiro, 1973<sup>197</sup> y Margalef, 1983<sup>198</sup>).

<sup>195</sup> Wetzel, R. G. (1981).- Limnología. Edit. Omega, S.A. Barcelons, 679 p.

<sup>196</sup> Roldán, G. (1992). Fundamentos de Limnología Neotropical. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia. 529 p.

<sup>197</sup> Shapiro, J. (1973). Blue-Green Algae: Why they become Dominant. Science 179:382-384.

<sup>198</sup> Margalef, R. (1983). Limnología. Omega, Barcelona. 1010 p.



De otra parte las Chrysophytas tienen como característica el bajo requerimiento en nutrientes y en particular las bajas concentraciones de fósforo (Wetzel, 1981)<sup>199</sup>, condiciones que como se evaluaron anteriormente este es un ecosistema limitado por fósforo, aunque no fueron muy abundantes en la Laguna.

La Euglenophytas son un grupo de algas que se desarrollan bien en aguas con alto contenido de materia orgánica pero oligotróficos o con bajo contenido de nutrientes (Beyruth 1993)<sup>200</sup>, lo que explica su bajo porcentaje de presencia teniendo en cuenta que la Laguna de Sonso es un ecosistema hiperutroficado.

De acuerdo con el listado de géneros de fitoplancton encontrados en la Laguna de Sonso, las especies de diatomeas *Nitzschia*, *Pinnularia* y *Navicola* se caracterizan por tener una elevada tasa de captación de nutrientes, por lo que su presencia denota una alta disponibilidad de nutrientes, situación que se ratifica con la presencia de las clorofíceas *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus* y *Actinastrum*.

El carácter eutrófico del agua es indicado por la presencia de los géneros *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus* y *Crucigenia* pertenecientes a las clorofíceas, y por la diatomea *Nitzschia*. La presencia de *Anabaena*, *Lynghia* y *Oscillatoria* denotan ambientes con un elevado de saturación de sales. Además como esta última no tiene la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico su desarrollo indica que este es un ecosistema con una concentración alta de nitrógeno.

<sup>199</sup> Wetzel, R.G. (1981).- Limnología. Edit. Omega, S.A. Barcelons, 679 p.

<sup>200</sup> Beyruth, Z. (1993). Fitoplancton em Lagos do Parque Ecológico do Tiete, Sao Paulo, 1986-1987. Estudo para reabilitação. Dae 170:5-10.

De acuerdo a Kilham y Kilham (1980)<sup>201</sup> y Tucker y Ploeg (1993)<sup>202</sup>, los organismos de talla pequeña de los grupos de clorofíceas y bacilariofíceas son característicos de un sistema en condiciones de eutrofia, como en el caso de este estudio, donde el fitoplancton estuvo dominado por dichos grupos. Estos organismos se caracterizan por poseer la capacidad de aprovechar las circunstancias temporales en virtud de su rápido crecimiento y la adaptación a ambientes en donde los recursos son óptimos, como ecosistemas con alto contenido orgánico.

En los ecosistemas acuáticos, el nitrógeno y el fósforo pueden encontrarse en concentraciones más bajas en las plantas que en los herbívoros, como consecuencia, los nutrientes de la dieta pueden limitar el crecimiento y la reproducción de los organismos. Dentro del zooplancton, los rotíferos son los más sensibles a la limitación del fósforo que los crustáceos. Pero de acuerdo con el tipo de población fitoplanctónica podrían desarrollarse bajo esta limitante. Es así como la mayor proporción de cianofíceas que presentan una alta relación N:P sería una mala dieta para los rotíferos (Conde-Porcuna et al., 2004)<sup>203</sup>.

#### **4.3.1.2 Zooplancton**

En 1988, estudios realizados por la CVC<sup>204</sup>, indican una dominancia de rotíferos de los

<sup>201</sup> Kilham, P. y Kilham, S.S. (1980). The Evolutionary Ecology of Phytoplankton. En: I. Morris (Ed.). 1980. The Physiological Ecology of phytoplankton. Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp. 571-597.

<sup>202</sup> Tucker, C.S. y Ploeg, M.V. (1993). Seasonal Changes in Water Quality in Commercial Channel Cat Fish Pond Missiissippi. Journal of the World Aquaculture Society, 24:473-481.

<sup>203</sup> Conde-Porcuna, J.M.; Ramos-Rodríguez, E. y Morales-Baquero, R. (2004). El Zooplancton como Integrante en la Estructura Trófica de los Ecosistemas Lénticos. Ecosistemas. No 4. 10 p.

<sup>204</sup> CVC. (1988). Evaluación de la Situación Actual de la Laguna de Sonso. Subdirección de Recursos Naturales. Cali. Colombia. 54 p.



géneros *Brachiurus* y *Keratella*, y en menor proporción se encontraron copépodos y cladóceros. Al igual que los resultados encontrados para el fitoplancton, el zooplancton depende de la condición estacional.

Los estudios limnológicos de CVC (1988)<sup>208</sup> y de CVC – Universidad del Valle (1998)<sup>205</sup>, mostraron una dominación los grupos copépoda, cladóceros y rotífero, aunque en diferentes proporciones, con una baja diversidad, debido a calidad del agua del agua y disponibilidad de nutrientes.

Mientras que los resultados del presente estudio muestran una dominación de protozoos (45.2%), Rotíferos (35.7%), Copépodos (11.9%) y Cladóceros (7.14%) (Tabla 32).

Los protozoarios dominaron en el muestreo del 2006 la Laguna de Sonso, aunque de acuerdo con Roldán (1992)<sup>206</sup>, este tipo de organismos no son muy comunes que dominan sino que la mayor biomasa está conformada por los rotíferos, cladóceros y copépodos. Y dentro de los protozoarios, los ciliados toleran baja concentraciones de oxígeno e incluso la anoxia, por lo que pueden vivir en aguas contaminadas y ricas en materia orgánica (González, 1988)<sup>207</sup>.

Dentro de los rotíferos encontrados, se tiene *Brachionus*, corresponde a una especie que resiste pH alto y concentraciones elevadas de calcio, cloruros, sulfatos y carbonatos, por lo que son indicadores de aguas eutroficadas.

La diversidad presente de Rotíferos y Protozoos frente a los Copépodos, corrobora los resultados del fitoplancton, con relación al grado de eutroficación que presenta la Laguna de Sonso. Y aunque los Copépodos se consideran indicadores de oligotrofia, se ha encontrado copépodos del suborden Cyclopoidea con rotíferos del género *Brachionus* en aguas altamente eutroficadas (Roldán, 1992)<sup>207</sup>.

#### **4.3.1.3 Macroinvertebrados Acuáticos**

De acuerdo con CVC (1988)<sup>208</sup>, las comunidades bentónicas estaban representadas por oligochaetos, chironomidos y mollusca, grupos típicos que se asocian a sedimentos lodosos con alto contenido de materia orgánica. Los Oligochaetos fue el grupo de mayor abundancia relativa. Se encontraron los géneros *Clinotanypus* y *Procladius* del grupo Chironomidae, géneros indicadores de ambientes con bajo contenido de oxígeno disuelto y alta carga de materia orgánica.

La baja diversidad reportada (índice de 0.22) refleja la alteración del sistema lagunar; aunque de acuerdo con CVC, (1991)<sup>209</sup>; la presencia de odonatos, orthopteros, homopteros, coleopteros y dípteros asociados en las macrófitas, indican que existe una mayor diversidad de especies bentónicas en las zonas marginales asociados con plantas emergentes fijas al sustrato.

<sup>205</sup> CVC – Universidad del Valle. (1998). Estudio Hidrobiológico de la Laguna de Sonso. Cali. Colombia. 165 p.

<sup>206</sup> Roldán, G. (1992). Fundamentos de Limnología Neotropical. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia. 529 p.

<sup>207</sup> González, I.A. (1998). El Plancton de las Aguas Continentales. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington. D.C. EEUU.

<sup>208</sup> CVC. (1988). Evaluación de la Situación Actual de la Laguna de Sonso. Subdirección de Recursos Naturales. Cali. Colombia. 54 p.

<sup>209</sup> CVC. (1991). Estudio de Impacto Ambiental al Proyecto de Dragado y Disposición Final de Lodos de la Laguna de Sonso. Subdirección de Recursos Naturales. Grupo de Gestión Ambiental. Cali. Colombia. 47 p.



Tabla 32. Zooplancton de la Zona Centro de la Laguna de Sonso

Rotíferos	Cladóceros	Copépodos	Protozoos
<i>Platyas sp</i>	<i>Macrobrrix sp</i>	<i>Canaoide sp</i>	<i>Phacus torta</i>
<i>Brachionus calyciflorus</i>	<i>Chidorus sp</i>	<i>Cyclopoide sp</i>	<i>Phacus longicauda</i>
<i>Brachionus havanaensis</i>	<i>Moinodaphnia sp</i>	<i>Harpaticoide sp</i>	<i>Phacus triqueter</i>
<i>Brachionus falcatus</i>		<i>Copepoditos</i>	<i>Euglena variabilis</i>
<i>Brachionus patulus</i>		<i>Nauplios</i>	<i>Euglena acus</i>
<i>Keratella tropica</i>			<i>Euglena incurva</i>
<i>Keratella americana</i>			<i>Tracheloma armata</i>
<i>Keratella hispida</i>			<i>Tracheloma superba</i>
<i>Asplanchna sp</i>			<i>Tracheloma acanthophora</i>
<i>Proales sp</i>			<i>Arcella dentata</i>
<i>Testudinella sp</i>			<i>Arcella gibbosa</i>
<i>Rotaria rotaria</i>			<i>Arcella discordes</i>
<i>Rotaria neptunia</i>			<i>Centropyxis sp</i>
<i>Rotaria tardigrada</i>			<i>Diffugia sp1, sp2, sp3</i>
<i>Philodina sp</i>			<i>Denodinium sp</i>
			<i>Haltidyte sp</i>
			<i>Chaetonotus sp</i>
			<i>Euplotes sp</i>
			<i>Trinema sp</i>

La comunidad bentónica reportada por CVC (1988)<sup>210</sup> no presentaron variaciones espaciales ni por condición estacional y son indicadores de ambientes pobre en oxígeno y altos contenidos de materia orgánica.

CVC – Universidad del Valle (1998)<sup>211</sup>, reporta una estructura de macroinvertebrados bénticos conformado por 7 órdenes y 9 familias, mientras que Flórez y Mondragón, (2002)<sup>212</sup> reportan 12 órdenes, 32 familias y 41 especies encontrados en dos tipos de sustratos, el lodoso de la laguna y las raíces del buchón de agua. En el presente estudio (2006) se registra una estructura de macroinvertebrados compuesta por 8 órdenes, 19 familias y 25 especies (Tabla 26 y Anexo 4).

<sup>210</sup> CVC. (1988). Evaluación de la Situación Actual de la Laguna de Sonso. Subdirección de Recursos Naturales. Cali. Colombia. 54 p.

<sup>211</sup> CVC – Universidad del Valle. (1998). Estudio Hidrobiológico de la Laguna de Sonso. Cali. Colombia. 165 p.

<sup>212</sup> Flórez, P.E. y Mondragón, C.E. (2002). Lagunas y Madre viejas del Departamento del Valle de Cauca, Colombia. CVC. Subdirección de Patrimonio Ambiental. Grupo de Hidrobiología. Cali. Colombia. 48 p.

En el estrato lodoso se encuentra *Tubifex*, bioindicador de condiciones anoxias y en las raíces el resto de macroinvertebrados, esto como consecuencia del poco oxígeno disuelto en el fondo de la laguna por la descomposición de la materia orgánica, mientras que el buchón ofrece un sustrato con mejor oxígeno disuelto y mayor disponibilidad de luz.

En el año 2006 se colectaron 1347 individuos en la Laguna de Sonso, destacándose las familias Chironomidae, Thiaridae y Tubificidae, mientras que a nivel de órdenes, coleoptera presentó la mayor representatividad seguido de Haplotáxida con 4 y 3 familias respectivamente.

Los registros de familias presentados en la Tabla 33, muestran el cambio biótico sucedido en la laguna a través del tiempo. Ningún grupo o familia ha presentado un comportamiento estable o tolerante a los cambios sucesionales de la Laguna.



Tabla 33. Macroinvertebrados en la Laguna de Sonso

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	1998 <sup>213</sup>	2002 <sup>214</sup>	2003	2006
Arthropoda	Insecta	Arachnoidea	Acarina		♦	♦	♦
		Diptera	Blepharoceridae		♦	♦	
			Chironomidae		♦		♦
			Culicidae	♦	♦	♦	
			Elmidae		♦		
			Psychodidae		♦	♦	
			Simuliidae		♦	♦	
			Stratiomyidae		♦	♦	
			Tabanidae		♦	♦	
			Tipulidae		♦	♦	
			Ceratopogonidae				♦
		Odonata	Aeshnidae		♦	♦	
			Calopterygidae		♦	♦	
			Coenagrionidae	♦	♦	♦	
			Libellulidae	♦	♦	♦	♦
		Hemiptera	Gerridae	♦	♦	♦	
			Hydrometridae		♦	♦	
			Mesoveliidae		♦	♦	
			Naucoridae		♦	♦	
			Notonectidae		♦	♦	
			Vellidae	♦			♦
			Corixidae				♦
		Coleoptera	Hydrophilidae		♦	♦	♦
			Dytiscidae		♦	♦	
			Elmidae		♦	♦	♦
			Limnichidae	♦			
			Staphylinidae		♦	♦	
			Ptilodactylidae		♦	♦	
			Psephenidae		♦	♦	
			Dryopidae				♦
		Curculionidae				♦	
		Ephemeroptera	Baetidae		♦	♦	
		Crustacea	Decapoda	Palaemonidae		♦	♦
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	♦	♦	♦	♦
			Enchytraeidae				♦
			Naididae				♦
Molusca	Gasteropoda	Basomatophora	Planorbidae		♦	♦	♦
			Physidae				♦
		Mesogastropoda	Ampullariidae	♦	♦	♦	♦
			Thiaridae				♦
	Bivalva	Unionoida	Mycetozoidae	♦	♦	♦	
		Veneroida	Sphaeriidae				♦
Platyhelminthos	Turbellaria	Tricladida	Planariidae		♦	♦	
<b>Total de Familias</b>				<b>9</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>18</b>

<sup>213</sup> CVC – Universidad del Valle. (1998). Estudio Hidrobiológico de la Laguna de Sonso. Cali. Colombia. 165 p.

<sup>214</sup> Flórez, P.E. y Mondragón, C.E. (2002). Lagunas y Madre Viejas del Departamento del Valle de Cauca, Colombia. CVC. Subdirección de Patrimonio Ambiental. Grupo de Hidrobiología. Cali. Colombia. 48 p.



El grupo de los dípteros, corresponde a organismos que tienen hábitats muy variados. Para el año 2006 se observa la desaparición de especies que habitan aguas limpias como las familias Psychodidae y Blephariceridae y son reemplazados por las familias Chironomidae y Ceratopogonidae que viven en aguas muy contaminadas; cambios que denotan el deterioro de la calidad del agua en la Laguna.

Los coleópteros son un grupo poco estable en la Laguna de Sonso. Dentro de este grupo, la familia limnichidae solo fue reportada por CVC-Universidad del Valle (1998), debido probablemente a la destrucción de su hábitat en la zona del litoral por parte de la colonización del buchón.

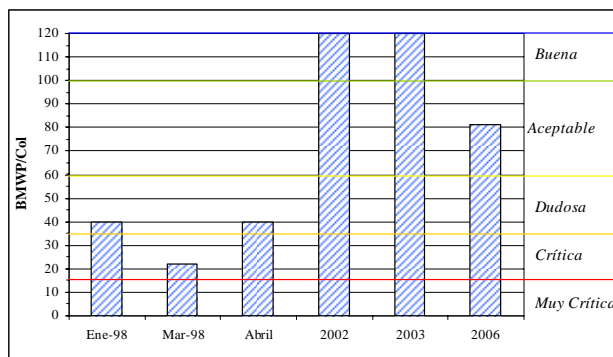
De igual forma las familias Curculionidae y Dryopidae se registran solo para el año 2006, año donde se observa la ausencia de las familias Staphylinidae, Dytiscidae, Psephenidae y Ptilodactylidae pertenecientes a ambientes inalterados o poco intervenidos que se colectaron en el año 2002.

Se reportan por primera vez para el año 2006 las familias Corixidae (Hemiptera), Sphaeriidae (Veneroida), Physidae (Bassomatophora) Thiaridae (Mesogastropoda), Quironomidae y Ceratopogonidae (Díptera), debido muy probablemente al aumento de contaminación en el ecosistema.

Se resalta para el año 2006 la ausencia de los órdenes Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera, grupos sensibles a las alteraciones del ecosistema, indicando un ecosistema perturbado. Lo que confirma la presencia de algunas especies de gusanos segmentados (oligoquetos), dípteros y moluscos, que presentan una alta resistencia a las perturbaciones y la contaminación (Rosenberg y Resh, 1993 citado por Alonso y Camargo

(2005)<sup>215</sup>; Alonso y Camargo, 2004<sup>216</sup>; Camargo et al., 2004<sup>217</sup>).

El índice de calidad BMWP/Col mostrado en la Figura 70 indica que este es un ecosistema aceptable de calidad dudosa o moderadamente contaminada para Enero y Abril de 1998, y crítica o muy contaminada para Marzo de 1998.



**Figura 70. Calidad del Agua del Humedal Laguna de Sonso según el Índice BMWP/Col (1998 y 2002)**

Esta dinámica puede ser propia de un ecosistema léntico, con muy poco intercambio de agua. Aunque es de resaltar que los resultados obtenidos durante el mes de Marzo de 1998 se debe a la que no encontraron macroinvertebrados en tres de las cinco estaciones como son Bosque de Las Chatas, el

<sup>215</sup> Alonso A. y, Camargo J.A. (2005). Estado actual y Perspectivas en el Empleo de la Comunidad de Macroinvertebrados Bentónicos como Indicadora del Estado Ecológico de los Ecosistemas Fluviales Españoles. Ecosistemas. 2005/3.

<sup>216</sup> Alonso, A. y Camargo, J. A. (2004). Sub-lethal Responses of the Aquatic Snail *Potamopyrgus antipodarum* (Hydrobiidae, Mollusca) to Unionized Ammonia: a Tolerant Invading Species. Fresenius Environmental Bulletin 13: 607-615.

<sup>217</sup> Camargo, J. A., Alonso A. y De la Puente M. (2004). Multimetric Assessment of Nutrient Enrichment in Impounded Rivers based on Benthic Macroinvertebrates. Environmental Monitoring and Assessment 96: 233-249.



Rincon de los Abuelos y El Canal (CVC-Universidad del Valle, 1998)<sup>218</sup>.

Datos que no concuerdan con los registrados por Flórez y Mondragón (2002)<sup>219</sup> que indican que la Laguna es un ecosistema con una buena calidad del agua de acuerdo con los macroinvertebrados acuáticos.

En el año 2006 se encontró que la calidad del agua es aceptable, indicando que son aguas ligeramente contaminadas, debido a que este índice fue el resultado del reporte de todas las estaciones de la Laguna de Sonso monitoreadas que para efectos del índices ocasiona un aumento de especies por la suma de las estaciones muestreadas, que probablemente fue lo que ocurrió con los registros presentados por Flórez y Mondragón (2002). En el Anexo 4 se presenta el listado de especies encontrados por cada estación de la Laguna de Sonso para el presente estudio.

En la Figura 71 se observa que no ha cambiado mucho la situación desde 1998 hasta ahora, aunque solo en las estaciones La Draga y La Península ha ocurrido un leve cambio pasando de ser lugares muy contaminados a ser moderadamente contaminados; en el Bosque de Las Chatas y el Rincón de Los Abuelos se tiene una situación crítica con aguas contaminadas; mientras que el Canal y el Río Cauca presenta una situación crítica con aguas fuertemente contaminadas.

Los organismos encontrados en La Draga y La Península, desde el punto de vista de la bioindicación, representa condiciones ambientales con predominio de materia orgánica, bajo oxígeno disuelto y poca

circulación, para lo cual estos organismos presentan adaptabilidad y coexistencia de acuerdo a la oferta ambiental dominante.

La estación El Canal se encontró los géneros *Chironomus* y *Tubifex*, que reflejan los fuertes tensores ambientales al cual está sometido. Los *Chironomidae* y *Ceratopogonidae*, crecen en substratos lodosos y arenosos en corrientes de agua de zonas de potrero, por lo que de acuerdo con Chará (2002) citado por Murgueitio (2003)<sup>220</sup>, estos organismos son indicadores de contaminación por materia orgánica de influencia directa e indirecta de la producción ganadera.

En la estación Río Cauca solo se presentaron *Tubifex*, que como lo reporta Baena (2004)<sup>221</sup> y Flórez (2002)<sup>222</sup> son bioindicadores de aguas muy contaminadas con materia orgánica, aguas turbias, con bajos niveles de oxígeno y eutroficados. Su alta población en esta estación con 1652 individuos es el producto de oferta ambiental y la disponibilidad del hábitat necesario para su reproducción (Foto 6). Esta especie no se encuentra solo en esta estación sino en La Draga, La Península y El Canal.

<sup>218</sup> CVC – Universidad del Valle. (1998). Estudio Hidrobiológico de la Laguna de Sonso. Cali. Colombia. 165 p.

<sup>219</sup> 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.

<sup>220</sup> Murgueitio, E. (2003). Impacto Ambiental de la Ganadería de Leche en Colombia y alternativas de Soluciones. *Livestock Research for Rural Development* 15(10). Febrero 4 de 2006. <http://www.cipav.org.co/1rrd/1rrd15/10/murg1510.htm>.

<sup>221</sup> Baena, L.M. (2004). Estudio Experimental para la Determinación de las Constantes Bénticas en el Río Cauca en el Tramo Salvajina – La Virginia. Tesis de Maestría para optar al Título de Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. 56 p.

<sup>222</sup> Flórez, B.P. (2002). Inventario Hidrobiológico del Río Cauca 1997 – 2002. CVC. Cali. Colombia.



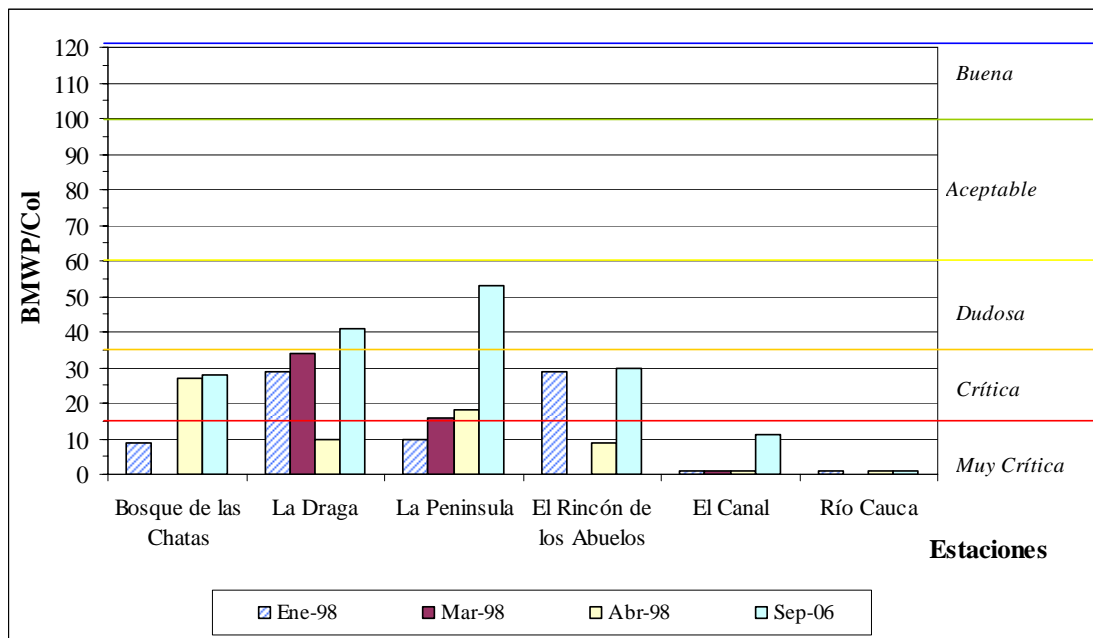


Figura 71. Calidad del Agua en las Estaciones del Humedal Laguna de Sonso según el Índice BMWP/Col



Foto 6. Población de *Tubifex* en la Desembocadura de Caño Nuevo al Río Cauca

El índice de diversidad de Shannon-Weaver para las muestras realizadas por CVC – Universidad del Valle (1998)<sup>223</sup> es de 1.79 y el índice de equitabilidad de Pielou de 0.83

<sup>223</sup> CVC – Universidad del Valle. (1998). Estudio Hidrobiológico de la Laguna de Sonso. Cali. Colombia. 165 p.

índices ecológicos muy bajos en cuanto a la riqueza puesto que existe dominancia de especies propias de ambientes altamente deteriorados y por consiguiente baja diversidad y equidad. Para el año 2006 se encontraron que los índices biológicos de Riqueza, Biodiversidad y Equidad muy bajos para cada una de las estaciones estudiadas (Tabla 34), mostrando un ecosistema intervenido con procesos naturales lentos y estancados.

Tabla 34. Índices Ecológicos en la Laguna de Sonso (2006)

Estación	Biod.	Equidad	Riqueza
Bosque Las Chatas	1.44	0.74	4.38
La Draga	2.55	0.88	3.96
La Península	1.94	0.69	3.21
El Rincón de los Abuelos	1.17	0.60	4.93
El Canal	1.00	0.48	3.19
Río Cauca	0.00	0.00	2.70



El mayor número de individuos correspondió a las estaciones Río Cauca, El Canal y La Península con 1652, 527 y 509 respectivamente, representado en especies que denotan un gran deterioro del ecosistema como es *Tubifex* que se presentó en Río Cauca y El Canal con 1652 y 93 individuos; *Chironomus* en El Canal con 368 individuos; e *Hemisinus* en La Península con 218 representantes (Anexo 4). *Tubifex* y *Chironomus* son especies biocadadores de contaminación por materia orgánica (Baena, 2004<sup>224</sup> e *Hemisinus* es una especie bioindicadora de aguas moderadamente contaminada (Flórez, 2002)<sup>223</sup>.

## 4.3.2 Flora

### 4.3.2.1 Área de Reserva

La flora de la Reserva Natural Laguna de Sonso se caracteriza por ser una de las últimas unidades de paisaje Lagunar del ecosistema de Bosque Seco Tropical Inundable, el cual, hace parte del complejo de humedales continentales de la región Caribe, denominado el Alto Río Cauca (Naranjo *et al.*, 1999)<sup>225</sup>. Este ecosistema transformado, tiene las características de los humedales que sobreviven en el sur occidente colombiano, es decir, es sujeto a inundaciones semi-anales consecuentes de las crecientes del Río Cauca. Por otro lado, se considera un ecosistema estratégico por la Corporación Autónoma Regional del Valle CVC, dado su peligro de desaparecer.

<sup>224</sup> Baena, L.M. (2004). Estudio Experimental para la Determinación de las Constantes Bénticas en el Río Cauca en el Tramo Salvajina – La Virginia. Tesis de Maestría para optar al Título de Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. 56 p.

<sup>225</sup> Naranjo, L.G; Andrade, G. I. y Ponce de Leon, E. (1999). Humedales Interiores de Colombia: Bases Técnicas para su Conservación y Uso Sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt, Ministerio de Medio Ambiente. Santafe de Bogota. 78 p.

De las tres grandes regiones con bosque seco tropical que tiene Colombia, representadas en la llanura Caribe, la región seca del Magdalena y el valle geográfico del Río Cauca, es en esta última región donde la flora está más amenazada y donde existe solo el 3% de la vegetación original (Pardo 2005)<sup>226</sup>.

De las 2.045 Ha que posee la Reserva Laguna de Sonso, 745 Ha representan el espejo lagunar (con referencia a la cota 936.5 metros de verano) que crece y cubre un área mayor con las inundaciones ya mencionadas. Es precisamente la habilidad de la flora especializada para tolerar los períodos de inundación que hace tan importante su gran diversidad de especies, la cual, sobrepasan las 230 especies (Orejuela y Ríos, 1997)<sup>227</sup>, 81 especies de dicha diversidad son arbóreas y pertenecen a 34 familias (Anexo 5) y de ellas, 18 especies están categorizadas con algún nivel de peligro de extinción.

La conservación de esta área protegida desde 1978 es aun más importante por estar rodeada de 23 predios privados que han tenido fuertes impactos antrópicos, lo que lo convierte en un paradigma. La ganadería extensiva ha modificado la vegetación con la introducción de gramíneas foráneas invasoras como Pasto Alemán (*Echinochloa polystachya*) y Pasto Pará (*Brachiaria mutica*), adaptadas al pulso de las inundaciones y al área pantanosa entre la cota 936.5 y 937 m, un hábitat apetecido por las aves acuáticas migratorias.

En la Laguna de Sonso se pueden diferenciar cuatro hábitats a saber: 1) Acuático, 2)

<sup>226</sup> Pardo, R. (2005). Estudio de Capacidad de Carga del Sendero ubicado entre La Zulia y La Cumbre (Zona de Influencia del Parque Regional Natural Páramo del Duende), Municipio de Riofrío y de las Instalaciones Eco turísticas de la Estación Biológica El Vínculo, Municipio de Guadalajara de Buga. CVC. Cali. Colombia. 157 p.

<sup>227</sup> Orejuela, J. A. y Ríos, H. (1997). Inventario Florístico de la Reserva Natural Laguna de Sonso, Municipio de Buga, Departamento del Valle del Cauca. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Colombia. 84 p.

Pantanosos, 3) Madre Vieja Colmatada y 4) Tierra Firme Inundable.

- **Hábitat Acuático**

El hábitat acuático, cuyas especies macrofíticas o plantas flotantes libres más representativas son: Buchón de Agua (*Eichornia crassipes*, Foto 7), Lechuguilla (*Pistia stratiotis*), Lenteja de agua (*Spirodela polyrrhiza*) y el Helecho de agua (*Salvinia minima*).



Foto 7. Buchón de Agua (*Eichornia crassipes*)

Cuando el agua retrocede en verano, se forman charcos estacionales, donde diferentes especies de comunidades pleustofíticas pueden cubrir los espejos de agua con una capa espesa de Lentejas (*Spirodela polyrrhiza*) y Lentejitas de Agua (*Lemna minor*) o Helecho de Agua Colorado (*Azolla fuliculoides*) (Foto 8).

En el costado oriental de la Laguna, donde se introdujo las especies gramíneas exóticas Pasto Alemán (*Echinochloa polystachya*) y Pasto Pará (*Brachiaria mutica*), hay pérdida de las especies nativas *Malachura rudis*, y *Enhydra fluctuans*, especie normalmente dominante del ecotono entre la zona pantanosa y el espejo de agua.



Foto 8. Helecho de Agua Colorado (*Azolla fuliculoides*)

- **Hábitat Pantanoso**

El hábitat pantanoso posee comunidades helofíticas o plantas emergentes fijadas al sustrato. Sobresalen la Enea o Junco (*Typha dominguenensis*), la Zarza (*Mimosa pigra*) y el Martingalves (*Senna reticulata*).

Este ecotono está representado por campos homogéneos de plantas efemeras, adaptadas a los ciclos de inundación. Al retroceder el agua en época de verano, Altamisa (*Ambrosia cumanensis*) y Malva (*Malachira alcerfolia*) domina el paisaje, favoreciendo las aves granívoras como el Soldadito (*Leistes militaris*) y la Perdiz (*Colinus cristatus*). Donde existe los suelos sódicos, este ecotono está dominado por el Pasto Bermuda o Argentino (*Cynidon dactylon*).

Pasto Pará (*Brachiaria mutica*) y Pasto Alemán (*Echinochloa polystachura*) desplaza las comunidades emergentes fijadas al sustrato o comunidades helofíticas como *Enhydra fluctuans*, Chupana (*Hydrocotyle umbellata*), Tabaquillo (*Polygonum dosiflorum*) y Junco Enea (*Typha dominguenensis*).

La presencia histórica de ganado en esta área pantanosa ha estacionado la sucesión natural. Al cercar las áreas de suelos aluviales y aislar esta área serán rápidamente invadidas por



Herba Lancha (*Paspalum fusciculatum*), zarza (*Mimosa pigra*) y Martingalves (*Cassia reticulata*), ambientes donde los chiguieros encuentran un ambiente donde puede prosperar.

- **Hábitat Madrevejeja Colmatada**

Este hábitat posee entre sus especies más representativas al Helecho Rojo (*Acrostichum danaeifolium*), el Platanillo, (*Thalia geniculata*), el Cordoncillo, (*Piper aduncum*) y el Chamburo (*Erythrina fusca*). Se caracteriza por crecer encima de un colchón de materia orgánica.

- **Hábitat Tierra Firme Inundable**

En el hábitat de Tierra Firme Inundable están presentes el Chamburo (*Erythrina fusca*), el Manteco (*Laetia acuminata*, Foto 9), el Sauce (*Salix humboldtiana*) y la Guadua (*Guadua angustifolia*). Otro especies como el Burrilico (*Xylopia ligustrifolia*), el Higuerón (*Ficus insipida*) y las Jiguas (familia Lauraceae) que en tiempos pasado abundaba en las orillas del río Cauca, cuyos frutos fueron alimentación de cerdos (Vergara, 1808)<sup>228</sup> y monos rojos (*Alouatta seniculus*) y de las Guacharacas (*Ortalis motmot*)\* están hoy en día en extinción en el valle geográfico del Río Cauca.

Dentro del área aledaña a la Laguna o área de de amortiguamiento, se destaca el relicto de bosque primario denominado Las Chatas, el cual se observa en las fotografías aéreas desde el año de 1944. Posee una extensión de 8.5 Ha, localizado al oriente de la Laguna en el predio de propiedad privada La Gloria. De acuerdo con Orejuela y Ríos (1997)<sup>229</sup> para 1997 poseía 34 especies arbóreas. Este relicto de bosque se caracteriza por la asociación dominante de tres especies: Espino de Mono

(*Pithecellobium lanceolatum*), Chambimbe (*Sapindus saponaria*) y Totofando (*Crataeva tapia*) siendo esta último una especie en peligro de extinción (CVC y JICA, 1996)<sup>230</sup> (Foto 10).



Foto 9. Manteco (*Laetia acuminata*)

Se debe destacar la presencia de la especie Naranjuelo (*Capparis pendula*) que fue reportada por el botánico José Jerónimo Triana en el siglo 19 en su paso por Buga (Triana, 1856)<sup>231</sup> y que es una especie poco reportada en el Valle del Cauca.

Existen 5 relictos de Guadua, intercalado con regeneración natural de especies en vía de extinción, como las especies de palmas, Corozo (*Aiphanes aculeata*), Corozo de Puerco (*Attalea batyracea*), Palmiche (*Sabal mayritigeformis*) y Zancaña (*Syagrus sancona*); los árboles Guaymera (*Brosimum utile*), Chocho (*Ormosia coutinboi*) y dos especies de Heliconias (*Heliconia episcopales* y *H. platystachys*) (Foto 11).

<sup>228</sup> Vergara, L. (1808). Informe el Virrey, citado en Historia del Hábitat Vallecaucano, 1536-1982, CVC. 1982.

<sup>229</sup> Orejuela, J. A. y Ríos, H. (1997). Inventario Florístico de la Reserva Natural Laguna de Sonso, Municipio de Buga, Departamento del Valle del Cauca. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Colombia. 84 p.

<sup>230</sup> CVC - JICA (1996). KUM Especies Forestales del Valle del Cauca, Corporación Autónoma Regional del Valle de Cauca. Cali. Colombia. 349 p.

<sup>231</sup> Triana, T. (1856). Nuevos Géneros y Especies de Plantas de la Flora Neogranadina. Bogotá. Colombia.



*Totofando (Crataeva tapia)*



*Chambimbe (Sapindus saponaria)*

Foto 10. Especies Dominantes en el Bosque de Las Chatas



*Heliconia (Heliconia episcopales)*



*Heliconia (H. platystachys)*

Foto 11. Especies de Heliconias



La compra de los predios Villalobin en el año 1994 con 21 Ha y la Hacienda La Isabela en el año 2004 con 40 Ha, ubicados dentro del área de la reserva y que colindan con la Laguna, que eran anteriormente fincas de pan coger y ganaderas respectivamente, han contribuido a la recuperación de la cobertura vegetal arbórea por regeneración natural y ha formando bosques secundarios en cuestión de pocos años. Este proceso de regeneración se ha visto favorecido debido a su aislamiento con cercos que restringen el libre acceso del ganado que impedía la sucesión natural, reflejando un PARADIGMA de manejo.

Las prácticas agroforestales tradicionales que incluyen: cercos vivos (no plantados de regeneración natural), árboles de sombra para ganado en los potreros y cultivos de cacao y café, las franjas de bosque protector (corredores biológicos altitudinales) a lo largo de los ríos y quebradas, han contribuido a la conservación y regeneración de una gran diversidad de especies arbóreas.

En este proceso de conservación ha jugado un rol importante la dispersión de semillas por parte de la fauna frugífera que ha sobrevivido dentro de la Reserva y de su cuenca de captación.

#### **4.3.2.2 Cuenca de Captación**

Al considerar el área de captación de la Laguna de Sonso, con sus 10.434 Ha, se encuentra que hay un ecotono o área de encuentro entre dos ecosistemas, al pasar al bosque seco tropical representado por el pie de monte de la Cordillera Central.

Dentro de esta área se encuentra un área protegida, la Estación Biológica “El Vinculo”, declarado Parque Nacional Regional por decreto en el año 2006, adquirida en el año de 1966 por una donación de la familia Azcarate a la gobernación del Valle y cuya extensión es de 73 Ha. En esta área protegida se observa

vegetación de regeneración natural con especies tales como el Trapichero (*Proponea* sp.), Aromo (*Acacia farnesiana*) y Siete Cueros (*Machaerium capote*).

La importancia florística de la Reserva Natural Laguna de Sonso, la cual se encuentra localizada en la parte más estrecha del Valle Geográfico del Alto Río Cauca, entre las cordilleras central y occidental, está reflejada por la presencia de Guaymaral (*Brosimum utile*) en “El Vinculo”, y reportado por Agustín Codazzi en 1885<sup>232</sup> como especie representativa del Valle de Cauca. Esta especie es dominante en el pie de monte de la costa Pacífica del Bosque Húmedo Tropical, demostrando la conectividad por un corredor biológico en tiempos pasados. El nombre común de dicha especie es recordado por el nombre de la Hacienda Guaymaral, que colinda con la Laguna. La presencia de ejemplares de Guaymaral en el bosque ribereño de la quebrada Negritos en la Hacienda Chiquique, frente a la Laguna, corrobora la hipótesis de los corredores altitudinales.

Dentro de la cuenca de captación, las corrientes de agua con sus bosques ribereños, como los ríos Sonso y Guadalajara, y la quebrada Seca, constituyen corredores biológicos entre la cordillera Central y el río Cauca de 5 y 3 Km. respectivamente, los cuales facilitan el flujo genético, tanto de la flora como de la fauna. Evidencia de esta migración de la flora arbórea ha sido documentada en la madreveja Yocambo o La Bolsa, donde aparecieron 65 especies en los inventarios del año 2003, contra solo 5 especies en el año 1977 (Leal y López, 2003)<sup>233</sup>. Su regeneración natural fue facilitada

<sup>232</sup> Codazzi A. (1855). Geografía Física y Política de las Provincias de Nuevo Granada. Citado en Historia del Hábitat Vallecaucano, 1536-1982, CVC 1982, 107 p.

<sup>233</sup> Leal, E. y Lopez, D. (2003). Estudio Ambiental del Humedal Yocambo, Ubicado en el Municipio de Yotoco, Departamento del Valle de Cauca. Tesis de Grado,



por frugívoros, tanto de aves como de murciélagos.

#### **4.3.2.3 Complejo de Humedales**

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 en una manera u otra 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 esta clase de fauna en el complejo de humedales del centro geográfico del Valle de Cauca, del alto Río Cauca. De acuerdo con De Leo y Levi (1997)<sup>234</sup> y Khanina (1998)<sup>235</sup>, 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 Higuierón (*Ficus glabrata*) entre otras especies que dependen de los frugívoros para la distribución de su semilla y regeneración, se denominan Especies Piedra Angular.

#### **4.3.3 Buchón de Agua: Un Paradigma**

El buchón de Agua (*Eichhornia crassipes*) es una planta tropical, originaria de la cuenca alta del río Amazonas, está presente en los cinco continentes y más de 50 países. En Colombia es considerada por el Instituto Alexander von Humboldt como una especie exótica invasora. Su principal dispersión se debió a la utilización

como planta ornamental en jardines acuáticos dado el atractivo de sus flores (Barret, 1989)<sup>236</sup>.

El buchón de Agua (*E. crassipes*) forma un balsar o plataforma flotante sobre el cual se establecen numerosas plantas, mientras que en su sistema radicular se forma un microhábitat con una alta diversidad de insectos inmaduros y microorganismos que desempeñan un papel predominante en la comunidad. Sin embargo, su presencia acelera las etapas sucesionales de los ecosistemas acuáticos generando grandes cambios en corto tiempo (Olvera, 1989)<sup>237</sup> y contribuye a la reducción en la biodiversidad de la flora y la fauna acuática.

El buchón interfiere con la penetración de la luz, imposibilitando la fotosíntesis de las algas verdes y azules, limitando así la producción de oxígeno. 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)<sup>238</sup>

La presencia del buchón (*E. crassipes*) incrementa la pérdida de agua de los ecosistemas por medio del fenómeno de evapotranspiración, debido a que sus estomas están abiertos y permiten una absorción eficiente de CO<sub>2</sub> para la fotosíntesis; es por esta razón que las pérdidas de agua por evapotranspiración a través de una cubierta de jacinto de agua siempre es mayor que a partir de una superficie de agua descubierta (Ray, 1970<sup>239</sup>; Sculthorpe, 1971<sup>240</sup>).

Universidad Central del Valle de Cauca. Tuluá. Colombia. 103 p.

<sup>234</sup> De Leo, G.A. y Levi, S. (1997). The Multifaceted Aspects of Ecosystem Integrity. Conservation Ecology (Online) 1(1):3. <http://www.consecol.org/vol1/iss1/art3>

<sup>235</sup> Khanina, L. (1998). Determining Keystone Species. Conservation Ecology (Online) 2(2):R2. <http://www.consecol.org/journal/col2/iss2/resp2>.

<sup>236</sup> Barret, S.C.H. (1989). Waterweed Invasions. Scientific American. October; p. 90-97.

<sup>237</sup> Olvera, V.V. (1989). Biología y Ecología del Lirio Acuático. Control y Aprovechamiento del Lirio Acuático en México. Instituto Mexicano de Tecnología Agua – IMTA. p 9-19.

<sup>238</sup> Patiño, A. (1991). Ecología y Compromiso Social, Itinerario de una lucha. Activistas Ecológicos. Fondo Editorial CEREC. Santafé de Bogotá. Colombia.

<sup>239</sup> Ray, P.M. (1970) La Planta Viviente. Continental. México. 1270 p.



Sin embargo, las pérdidas por evapotranspiración varían grandemente debido a la temperatura, la humedad relativa, la velocidad del viento y las características de la infestación del jacinto de agua. Timmer y Weldon (1967)<sup>241</sup>, y Gopal y Sharma (1981)<sup>242</sup> reportan que las pérdidas de agua pueden ser de 3.7 veces mayores que las pérdidas por una superficie de agua libre.

La producción de biomasa de esta planta es alta, llegando a ser hasta 10 veces más productiva que algunas leguminosas. Y de acuerdo con Pieterse, (1974)<sup>243</sup> se sitúa en el lugar número ocho entre las diez malas hierbas acuáticas de más rápido crecimiento en el mundo.

Se han encontrado valores de densidad hasta de 80 Kg/m<sup>2</sup>, con promedios de 100 ton/ha/año y un crecimiento promedio de 40g/m<sup>2</sup>/día Olvera, 1989)<sup>244</sup>, aunque se han documentado diferentes productividades (Tabla 35) cuyos valores aumentan o disminuyen de acuerdo a la radiación solar, nutrientes, método de cosecha y la temperatura (Olvera, 1989<sup>245</sup>; Reddy y Sutton, 1984<sup>245</sup>; Center y Spencer, 1981<sup>246</sup>).

Tabla 35. Productividad del Buchón de Agua (*E. crassipes*)

Productividad (kg/ha/d)	Referencia
600	Wolverton y McDonald (1976) <sup>247</sup>
190	Boyd (1976) <sup>248</sup>
540	Yount y Crossman (1970)*
150 -200 (máximo)	Penfound y Earle (1948)*
146 (mínimo)	
2.9	Wooten y Dood (1976) <sup>249</sup>
2.1	Yount y Crossman (1979) <sup>250</sup>

Nota:\*citado por Boyd (1976).

Además de los factores anteriormente mencionados, sobre el crecimiento del buchón influye también la densidad de plantas y la frecuencia de cosecha. Reddy y Sutton, (1984)<sup>246</sup> consideran que la densidad óptima de planta para obtener una producción máxima de biomasa, variará con la época del año y con el contenido de nutrientes del agua, reportando que la densidad óptima de planta se encuentra entre 15 y 35 kg/m<sup>2</sup> en peso húmedo.

Reddy y Sutton, (1984)<sup>245</sup> y Reddy y DeBusk, (1984)<sup>251</sup>, reportan que existe una relación entre la velocidad de crecimiento con la radiación solar y la temperatura del aire, considerando que a mayor intensidad luminosa se obtienen las mayores velocidades de fotosíntesis. Reddy et al, 1983 citado por Reddy y Sutton (1984)<sup>245</sup>, reporta que existe una estrecha relación entre la radiación solar y

<sup>240</sup> Sculthorpe, D.C. (1971) The Biology of Aquatic Vascular Plants. London; p 177-193.

<sup>241</sup> Timmer, C. E., y Weldon, L. W. (1967). Evapotranspiration and pollution of water by water hyacinth. Hyacinth Control Journal 6: 34-37.

<sup>242</sup> Gopal, B., y Sharma, K. P. (1981). Water-hyacinth (*Eichhornia crassipes*) the Most Troublesome Weed of the World. New Delhi: Hindasia.

<sup>243</sup> Pieterse, A.H. (1974). The Water Hyacinth. Review Article. Tropical Abstracts 29:2.

<sup>244</sup> Olvera, V.V. (1989). Biología y Ecología del Lirio Acuático. Control y Aprovechamiento del Lirio Acuático en México. Instituto Mexicano de Tecnología Agua – IMTA. p 9-19.

<sup>245</sup> Reddy, K.R. y Sutton, R.L. (1984). Water Hyacinth for Water Quality Improvement and Biomass Production. J. Environ Qual. 13:1.

<sup>246</sup> Center T.D y Spencer, N.R. (1981). The Phenology and Growth of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in an Eutrophic North Center Florida lake. Aquat. Bot. 10:1.

<sup>247</sup> Wolverton, B.C. y McDonald, R.C. (1976). Don't Waste Waterweeds. New Sci. 71(1013):318-320.

<sup>248</sup> Boyd, C.E. (1976). Accumulation of Dry Matter Nitrogen and Phosphorus by Cultivated Water Hyacinths. Econ. Bot., 30(1): 51-56.

<sup>249</sup> Wooten, J.W. y Dood, J.D. (1976). Growth of Water Hyacinth in Treated Sewage Effluent. Econ. Bot., 30:29-37.

<sup>250</sup> Yount, J.L. y Crossman, R.A. (1970). Eutrophication Control by Plant Harvesting. Part 2. J. Water Pollut. Control Fed., 42(5):173-183.

<sup>251</sup> Reddy, K.R. y DeBusk, W.F. (1984). Growth Characteristics of Aquatic Macrophytes Cultured in Nutrient Enriched Water: I Water Hyacinth, Waterlettuce and Pennywort. Econ. Bot. 38: 229.





el crecimiento de las plantas, mientras Knippling et al., (1970)<sup>252</sup>, consideró que la velocidad de crecimiento del jacinto de agua está estrechamente relacionada con la temperatura ambiente.

Aoyama y Nishizaki (1993), en los estudios realizados en Japón observaron una estrecha relación entre la velocidad de crecimiento específico del jacinto de agua y la radiación solar mientras que con la temperatura no encontró relación. Sin embargo, en su trabajo señala que Imaoka y Terachima (1985) si obtuvieron una relación entre la temperatura y la velocidad de crecimiento específico, la cual se expresa mediante una ecuación exponencial. Rodríguez (2002)<sup>253</sup> reporta que para las condiciones climáticas de Cuba existe una relación múltiple entre el crecimiento de las plantas de jacinto de agua y las variables climatológicas, temperatura y radiación solar. Sin embargo en nuestro país aún no se tienen tasas de crecimiento en sistemas naturales para el buchón.

El buchón de agua (*E. crassipes*) es una de las especies acuáticas con características depuradoras y facilidad de proliferación especialmente en regiones tropicales y subtropicales. Esta planta obtiene del agua todos los nutrientes que requiere para su metabolismo, siendo el nitrógeno y el fósforo, junto a los iones de potasio, calcio, magnesio, hierro, amonio, nitrito, sulfato, cloro, fosfato y carbonato, los más importantes.

Estas plantas son capaces de retener en sus tejidos una gran variedad de metales pesados (como cadmio, mercurio, arsénico). El mecanismo de cómo actúa se cree es a través

de formaciones de complejos entre el metal pesado con los aminoácidos presentes dentro de la célula, previa absorción de estos metales a través de las raíces (Metcalf y Eddy, 1995)<sup>254</sup>. Y además puede remover algunos compuestos orgánicos, tales como fenoles, ácido fórmico, colorantes y pesticidas, y disminuir niveles de DBO (demanda biológica de oxígeno), DQO (demanda química de oxígeno), y sólidos suspendidos (Metcalf y Eddy, 1995)<sup>254</sup>.

En muchas partes del mundo se ha utilizado adicionándola a lagunas de estabilización, como un sistema secundario de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales aprovechando su capacidad de remoción, el cual depende directamente del área, tiempo de retención y profundidad del sistema por descontaminar. (Cofrancesco et al., 1985<sup>255</sup>; Martyn, 1985<sup>256</sup>; Martínez-Jiménez et al., 2001<sup>257</sup>). En la Tabla 36 se presenta tasas de remoción del buchón de agua para diferentes compuestos, teniendo en cuenta que se realiza cosechas periódicas del mismo.

De acuerdo con CVC (1989)<sup>258</sup> el buchón fue introducido entre 1560 y 1960 al valle del río Cauca y la Laguna de Sonso. Actualmente este último se encuentra cubierto en un 75% del espejo lagunar.

<sup>252</sup> Knippling E.B., West, S.H. y Haller, W.T. (1970). Growth Characteristic, yield Potential and Nutrient Content of Water Hyacinth. Proc. Soil. Crop. Sci. Soc. Fla. 30:51.

<sup>253</sup> Rodríguez, C. (2002). Los Peligros de Eutrofización de los Cuerpos de Agua por el Vertimiento de las Aguas Residuales. En: XX Congreso Latinoamericano de Hidráulica. La Habana. Cuba. 7 p.

<sup>254</sup> Metcalf y Eddy. (1995) Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, Vertido y Reutilización. McGraw-Hill/interamericana de España S.A. 1485 pp.

<sup>255</sup> Cofrancesco, A. F., Steward, M. y Sanders, D.R. (1985). The Impact of *Neochetina eichhorniae* (Coleoptera: Curculionidae) on Water Hyacinth in Louisiana. Proc. VI<sup>th</sup> Int. Symp. Biol. Contr. Weeds. Vancouver, Canada. ed. Delfosse, E. E. *Agric. Can.* pp. 525-535.

<sup>256</sup> Martyn, R.D. (1985). Water Hyacinth Decline in Texas caused by *Cercospora rodmanii*. *Aquatic Plant Management*. 23: 29-32.

<sup>257</sup> Martínez-Jiménez, M., Gutiérrez López, E., Huerto Delgado, R. y Franco Ruiz E. (2001). Importation, Rearing, Release and Establishment of *Neochetina bruchi* (Coleoptera:Curculionidae) for the Biological Control of water hyacinth in Mexico. *J. Aquat. Plant Management*. 39: 1.

<sup>258</sup> CVC. (1989). El Manejo del Buchón de Agua "*E. crassipes*" en la Reserva Natural Laguna de Sonso. Seminario Internacional sobre Plantas Acuáticas. Cli. Colombia. 13 p.



**Tabla 36. Tasas de Remoción de Nutrientes y Metales Pesados del Buchón de Agua (*E. crassipes*)**

Tasa de Remoción				Referencia
N	P	Pb	Hg	
(Ton/ha/Año)	(kg/ha/d)	(kg/ha/d)	(kg/ha/d)	
1.2	0.16	---	---	Boyd (1976) <sup>259</sup>
6	0.6	---	---	Steward (1970)*
1.98	0.32	---	---	Boyd (1970)*
2.5	0.7	---	---	Rogers y Davis (1972)*
---	---	0.11	0.09	Wolverton y McDonald (1975) <sup>260</sup>

Nota:\*citado por Boyd (1976).

En este ecosistema se han realizado diferentes estudios donde se reporta niveles de concentración de metales pesados que superan las normas establecidas por el Ministerio de Agricultura, por lo cual, no se recomienda el aprovechamiento del buchón como compost o alimento para animales vacunos, ya que ellos son bioacumuladores (ver Diagnóstico de Metales Pesados).

La capacidad reproductiva, su adaptabilidad, los requerimientos nutricionales y la resistencia a ambientes adversos, convierten al buchón de agua en las aguas naturales una especie imposible de erradicar y de control sumamente difícil (Harley, 1990<sup>261</sup>; Gutiérrez et al., 1994<sup>262</sup>). La práctica más utilizada para su extracción y el mantenimiento del espejo de agua en la Laguna de Sonso es la utilización de mano de obra de los pescadores, con el apoyo

<sup>259</sup> Boyd, C.E. (1976). Accumulation of Dry Matter Nitrogen and Phosphorus by Cultivated Water Hyacinths. *Econ. Bot.*, 30(1): 51-56.

<sup>260</sup> Wolverton, B.C. y McDonald, R.C. (1975). Water Hyacinths and Alligator Weeds for Removal of Lead and Mercury from Polluted Waters. NASA Tech. Memo., (TM-X-72723).

<sup>261</sup> 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.

<sup>262</sup> Gutiérrez, E., Arreguín, F., Huerto, R. y Saldaña, P. (1994). Aquatic Weed Control. *Int. J. Water Resources Development*. 10: 291-312.

económico de CVC (CVC, 1991)<sup>263</sup> y más reciente, la asociación *Corpocuenas*.

La extracción manual del buchón se realiza en el período seco, cuando la laguna entrega sus aguas al río Cauca producto de los máximos niveles de agua alcanzados en el anterior período de lluvias, por el cual arrastran la planta acuática por el caño Nuevo en dirección al río Cauca (Foto 12), simulando las evacuaciones naturales que ocurren con las inundaciones grandes, como ocurrió en 1999 - 2000. Sin embargo, estas estrategias han arrojado pocos resultados positivos.

Dado la limitación para la extracción manual del buchón, la CVC ha ensayado el control mecánico con winches, bandas transportadoras, El "RETADOR" (maquina trituradora) con rendimientos de extracción muy bajas (aprox. 1 Ha/día). También se ha realizado el control con herbicidas orgánicos a base de ácido cítrico sin tener resultados favorables.

A pesar de los impactos positivos de purificación del agua en términos de nutrientes y metales pesados, su tasa de crecimiento conlleva a su vez en impactos negativos que se volvió crítico desde el cierre de los caños de comunicación naturales con el río Cauca, ya que el ecosistema perdió su dinámica hidráulica natural y a su vez su alternativa de limpieza del buchón y otras plantas acuáticas.

<sup>263</sup> CVC. (1991). Estudio de Impacto Ambiental al Proyecto de Dragado y Disposición Final de Lodos de la Laguna de Sonso. Subdirección de Recursos Naturales. Grupo de Gestión Ambiental. Cali. Colombia. 47 p.



**Foto 12. Extracción de Buchón a través de Caño Nuevo hacia el Río Cauca**

A la actual problemática del buchón de agua en la Laguna de Sonso, Vélez (2006)<sup>264</sup> concluye que para obtener una reducción en la densidad de esta especie acuática se debe tener una reducción del 80% en los compuestos fosforados que llegan a la Laguna.

<sup>264</sup> Vélez, C.A. (2006). Integrated Water Quality and Ecosystem Modelling a Case Study for Sonso Lagoon, Colombia. MSc Thesis Water Science and Engineering – Hydroinformatics. UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, the Netherlands. 125. p.

#### 4.3.4 Fauna

##### 4.3.4.1 Fauna Íctica

- **Antecedentes en el Alto Cauca**

Dentro de los estudios ícticos realizados en el Alto Cauca, se encuentra el de Miles (1943)<sup>265</sup> quien reporta 39 especies y resalta los endemismos (21 especies) debido al

<sup>265</sup> Miles, C.W. (1943). Estudio Económico y Ecológico de los Peces de Agua Dulce del Valle del Cauca. *Cespedecia*, 2(5): 18-59.



aislamiento geográfico que tiene esta región biogeográfica, y resalta la ausencia de especies comunes con la cuenca del Magdalena y la del bajo Cauca como lo son las Rayas (*Potramotrygon magdalenae*), los Bagres Rayados (*Pseudoplatystoma fasciatum*), las Doncellas (*Ageniosus caucanus*) y el Paletón (*Sorubim lima*).

Parkhust (1973)<sup>266</sup> realizó un inventario ictiológico de las cuencas hidrográficas de los ríos Guadalajara, Río Frío y Calima, reportando 19 especies pertenecientes a 15 géneros y 5 familias; además, realizó análisis físico-químicos con el fin de definir los hábitats y la distribución de especies. Veinte años después, Román (1995)<sup>267</sup> estudia la composición y estructura de las comunidades de peces en la cuenca del río La Vieja.

En los últimos años los estudios sobre la ictiofauna continental se intensifican, destacándose los realizados por Ortega-Lara *et al* (1999)<sup>268</sup> quien con base en muestreos en 13 ríos del departamento del Valle del Cauca, reporta un total de 80 especies para el Alto Cauca de las cuales, 65 son nativas, 15 son introducidas, 20 son nuevos reportes y 20 de las especies nativas son consideradas endémicas para la región. Ortega-Lara *et al.* (2002)<sup>269</sup>, aumenta el número de registros en los ríos del departamento del Valle del Cauca a 85 especies de las cuales, 69 son nativas y 16

foráneas. En el año 2006 Ortega-Lara *et. al.*<sup>270</sup>, actualiza la lista de especies para el Alto Cauca, en la cual registra 85 especies de las cuales 69 son nativas, 13 endémicas y 16 foráneas.

#### • Antecedentes en Humedales del Alto Cauca

Dentro de los estudios que hacen referencia a los peces asociados a los humedales del Alto Cauca, se encuentra el trabajo de Ramírez *et al* (2000)<sup>271</sup>, donde se determina el estado sucesional de siete humedales. Estudio que permitió no solo conocer la composición en cuanto a especies, sino que también la importancia y el uso que se les da a las especies presentes. Es de aclarar que la información suministrada en este informe, está basada en las capturas que realizaron los pescadores, sin especificar los métodos que se utilizaron, ni el tiempo estimado para recolectar la información, por lo que se puede considerar como de carácter preliminar (Anexo 7).

Varios estudios han sido hechos como parte de los monitoreos que realiza la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC en los humedales del complejo del Alto Cauca. Muestreos realizados en 15 madrevejas, resaltan la riqueza ictiológica de los humedales Guarinó (15 especies), Chiquique (14), el Burro (14) y la Laguna de Sonsó (14) (Flórez, 2002)<sup>272</sup>.

<sup>266</sup> Parkust, B. (1973). Inventario de Peces de Varios Ríos del Valle del Cauca. Informe Mimeografiado a Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC.

<sup>267</sup> Román – Valencia, C. (1995). Lista Anotada de los Peces de la Cuenca del río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. Boletín Ecotropica, No 29. 10 p.

<sup>268</sup> Ortega-Lara A.; Murillo O.; Pimienta C.; Sterling, E. (1999). Los Peces del Alto Cauca. Catálogo de Especies. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC. 122 p.

<sup>269</sup> Ortega-Lara, A.; Aguiño, A; y Sánchez G.C. (2002). Caracterización de la Ictiofauna Nativa de los Principales Ríos de la Cuenca Alta del Río Cauca en el Departamento del Cauca. Informe presentado a la Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC. Fundación para la Investigación y el Desarrollo Sostenible, Funindes. Popayán, Colombia. 139 p.

<sup>270</sup> 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.

<sup>271</sup> Ramírez J.C., Vásquez, J.L., Navarrete, A.V., Vásquez, C.M. y Orejuela, J.E. (2000). Estado Sucesional de Humedales Madrevejas Guarinó, Ciénaga La Guinea, Caño El Estero, Laguna Pacheco, Madreveja Lili, Madreveja, Gota e Leche, Madreveja Chiquique, Madreveja La Herradura y Lagunas Bocas de Tuluá. localizadas en los Municipios de Cali, Jamundí, Bolívar y Tuluá, Departamento del Valle del Cauca. CVC. Cali. Colombia.

<sup>272</sup> Flórez, P.E. (2002). Ecología y Manejo Integral de Humedales Lénticos en el Valle Geográfico del Río Cauca. en: Resúmenes del Diplomado en ecología y Diversidad de Peces Colombo - Venezolanos. Universidad del Valle. Cali.



En el Departamento del Cauca, Ortega-Lara (2003)<sup>273</sup> realizó muestreos en cinco lagunas ubicadas en la hacienda Venecia, en el sector del parque industrial Caucalesa, municipio de Santander de Quilichao. En este estudio se registraron 16 especies (7 nativas, 9 foráneas), donde se destaca la presencia de la especie Viringo (*Sternopygus aequilabiatus*) que fue registrada por primera vez en ambientes cerrados a la vez que se obtiene el primer registro en ambientes naturales de la especie introducida beta (*Betta splendens*).

- **Antecedentes en la Laguna de Sonso**

Dentro de los estudios que han abarcado los peces de la Laguna de Sonso, se encuentra el trabajo realizado por Sterling (1980)<sup>274</sup>, donde se tienen las primeras impresiones de los problemas ambientales que se viven en la laguna y se reconoce la necesidad de entrada de agua fresca, oxigenada y con aporte de nutrientes para el crecimiento del Bocachico (*Prochilodus magdalenae*), los Bagres (*Pseudopimelodus bufonius*), los Barbudos (*Rhamdia quelem*), la Tilapia Mossambica (*Oreochromis mossambicus*) y los Viringos (*Apterotonus sp.*).

La CVC (1988)<sup>275</sup> reporta para la Laguna de Sonso al Bocachico (*P. magdalenae*), la Tilapia Mossambica (*O. Mossambicus*), La Tilapia Luminosa (*Aequidens pulcher*) y la Sardina Coliroja (*Astyanax fasciatus*). Se destaca en este informe, como los pescadores de la zona

<sup>273</sup> Ortega-Lara, A. (2003). Inventarios de Peces y Macroinvertebrados Acuáticos. *En:* Estela, F. A.; Hernández – Corredor, C. E.; Falk - Fernandez, P. E.; Chavés, P. Caracterización Ambiental Preliminar de los Humedales de la Cuenca del Río Cauca en el Departamento del Cauca. Asociación Calidris.

<sup>274</sup> Sterling, J.E. (1980). Estudio Preliminary para la Evaluación del Estado de las Poblaciones de Peces y del Mantenimiento de las Madre Viejas Buga, Chiquique, Videles y Laguna de Sonso. Informe entregado a la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC.

<sup>275</sup> CVC. (1988). Evaluación de la Situación Actual de la Laguna de Sonso. Informe Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC.

reconocen la pérdida o disminución de los Boquifaroles (*Genicharax tarpon*), los Jetudos (*Ichthyoelephas longirostris*) y los Bagres (*P. bufonius*), especies que eran importantes dentro de la pesca de subsistencia.

Posteriormente, CVC – Universidad del Valle (1998)<sup>276</sup> recoge la información histórica sobre los peces y las actividades relacionadas con este recurso. Información contrastada con muestreos y recolección de datos provenientes de los pescadores, que permitieron acercarse aun más a la composición de la ictiofauna de la Laguna. Además del listado de especies (Anexo 7) recopilado, este estudio expone una serie de problemáticas que vienen afectando a la laguna, en lo que se relaciona con la pérdida de diversidad íctica debido a factores como son la presencia de la Tilapia Negra (*Oreochromis mossambicus*), la alta sedimentación que ha afectado la profundidad de la laguna y la alta carga de contaminantes que arrastra el Río Cauca.

- **Estado Actual**

Se capturaron un total de 923 individuos, representados en 17 especies, 16 géneros y 10 familias, de las cuales 3 especies poseen algún estatus de amenaza (Tabla 37) y 7 son nuevos reportes para la Laguna de Sonso (Anexo 7).

La especie conocida como Bocachico (*P. magdalenae*) no fue capturada, pero se tienen registros de su presencia por los pescadores de la zona, por lo que se incluye dentro del listado (Foto 13).

<sup>276</sup> CVC – Universidad del Valle. (1998). Estudio Hidrobiológico de la Laguna de Sonso. Universidad del Valle. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca.



Tabla 37. Listado de Especies de Peces Registrados en la Reserva Natural Laguna de Sonso

TAXON	NOMBRE COMÚN	ÉPOCA DE REGISTRO		ESTATUS		
		Invierno	Verano	Libro rojo	CVC	IAvH
<b>Parodontidae</b>						
<i>Parodon caliensis</i>	Rollizo	◆		NT	S1S2	
<b>Prochilodontidae</b>						
<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico			CR	S2	
<b>Crenuchidae</b>						
<i>Characidium fasciatum</i>	Rollicito	◆				
<b>Characidae</b>						
<i>Astyanax microlepis</i>	Sardina rabicolorada	◆				
<i>Genycharax tarpon</i> *	Boquiancha	◆		VU	S1	
<i>Roeboides dayi</i>	Corcovada	◆				
<b>Ctenolucidae</b>						
<i>Ctenolucius hujeta</i>	Agujeto	◆	◆			ET
<b>Heptapteridae</b>						
<i>Rhamdia quelem</i>	Barbudo		◆			
<b>Loricariidae</b>						
<i>Pterygoplichthys undecimalis</i>	Corroncho	◆	◆			ET
<i>Loricariichthys brunneus</i>	Rabiseca	◆	◆			EN
<b>Poeciliidae</b>						
<i>Poecilia caucana</i>	Pipona	◆				
<i>Poecilia reticulata</i>	Gupy	◆				EN
<b>Cichlidae</b>						
<i>Aequidens pulcher</i>	Mojarra luminosa	◆	◆			ET
<i>Caquetaia kraussi</i>	Mojarra amarilla	◆	◆			ET
<i>Oreochromis niloticus</i>	Mojarra nilótica	◆	◆			EEI
<b>Anabantidae</b>						
<i>Betta splendens</i>	Betta	◆				EN
<i>Trichogaster trichopterus</i>	Gourami	◆	◆			EN

Nota: \* Especie endémica a la región del Alto Cauca

**Libro rojo.** NT: Casi amenazada, CR: Peligro crítico, VU: Vulnerable.

**CVC.** S1: Especie muy amenazada en el departamento por su extrema rareza o por algunos factores que la hacen especialmente vulnerable a extinguirse del departamento. Se encuentra en cinco localidades o menos, o quedan muy pocos individuos, o tienen poco hábitat. S2: Especie amenazada en el departamento por su rareza o por algunos factores que la hacen muy vulnerable a extinguirse en el departamento. Se encuentra entre seis y 20 localidades, o quedan pocos individuos, o tienen poco hábitat. S1S2: Estado intermedio.

**IAvH.** EEI = Especie exótica o naturalizada que esta en clara expansión y cuya presencia tiene un impacto negativo y amenaza los ecosistemas, hábitats o especies nativas. EN = Especie naturalizada, invasoras establecidas que presentan poblaciones naturales viables en el país. ET = Especie trasladada, su distribución es natural a una región del país (Colombia), pero la cual ha sido transportada a otra región dentro del mismo país, donde no es nativa.



Foto 13 Registro Fotográfico de Bocachico (*P. magdalенаe*) en la Laguna de Sonso

La especie conocida localmente como Anguilla y que fue reportada por CVC-Universidad del Valle (1998)<sup>278</sup>, fue capturada en el presente estudio identificándose realmente como *Typlonectes natans*, un anfibio del orden Gymnophiona (Lynch, 1999)<sup>277</sup>. De esta manera se aclara y confirma la ausencia de la verdadera Anguilla (*Symbranchus marmoratus*) en el Alto Cauca, una especie de amplia distribución pero que no ha sido registrada para esta región.

Las especies más abundantes fueron las Sardinias (*A. microlepis*) con 348 individuos, seguido de la Tilapia Nilótica (*O. niloticus*) con 247 individuos, los Gupies (*P. caucana*) con 104 individuos y los Gouramies (*T. trichopterus*) con 80 individuos. Las especies menos abundantes fueron el Rollicito (*Ch fasciatum*), el Boquifarol (*G. tarpon*), el Gupy (*P. reticulata*), la Corcovada

(*R. dayi*) y el Barbudo (*R. quelem*), todas con solo un registro (Figura 72).

En cuanto a la distribución de las especies, algunas son de amplia distribución como el Rollicito (*Ch. fasciatum*), la Corcovada (*R. dayi*), el Corroncho (*P. undecimalis*), los Gupies (*P. reticulata*, *P. caucana*) y las Mojaras (*A. pulcher*, *C. kraussi*) (Reis *et al.* 2003)<sup>278</sup>. Los Rollizos (*P. caliensis*) y el Boquifarol (*G. tarpon*) están restringidos a la cuenca del Cauca, siendo la última endémica del Alto Cauca.

<sup>277</sup> Lynch, J.D. (1999). Una aproximación a las culebras ciegas de Colombia (Amphibia: Gymnophiona) Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 23 (suplemento especial): 317 – 338.

<sup>278</sup> Reis, R.E.; Kullander, S.O. y Ferraris, C.J. Jr. (eds.). (2003). Checklist of the Freshwater Fishes of South an Central America. Edipucrs. Porto Alegre, Brasil. 729 p.

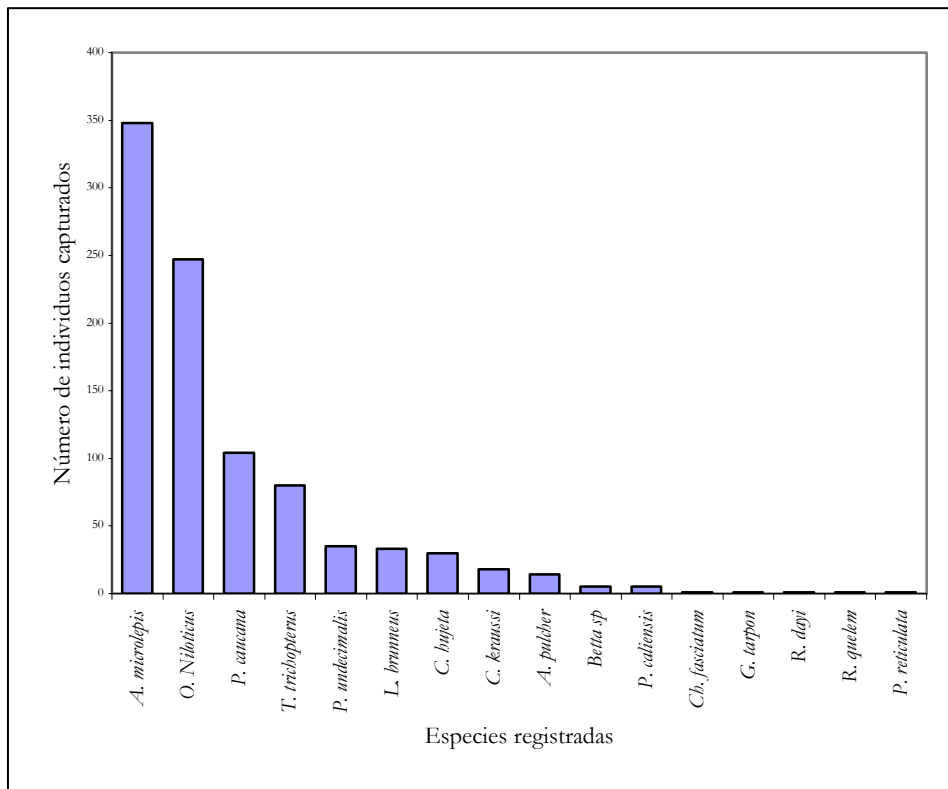


Figura 72 Abundancia de Especies Ícticas en la Reserva Natural Laguna de Sonso

La Sardina (*Astyanax microlepis*) tiene una distribución para las cuencas del Cauca – Magdalena, pero solo en su parte alta (Maldonado *et al.* 2005)<sup>279</sup>. Para algunas especies que son introducidas (Beta *B. splendens*, el Juetón *L. brunneus* y el Gourami *T. trichopterus*) no se tienen datos de su distribución en Colombia. Solo una especie se considera endémica de la cuenca alta del Río

Cauca: Boquiancha o boquifarol *Genycharax tarpon* (Ortega-Lara *et. al.* 2006)<sup>280</sup>.

El aprovechamiento de las especies se centra principalmente en aquellas que por su tamaño y abundancia son apreciadas para el consumo o comercialización de subsistencia. Estas son la mojarra o Tilapia Nilótica (*O. Niloticus*), el Bocachico (*P. magdalenae*), la Mojarra Amarilla o Boca de Tubo (*C. kraussi*) y el Corroncho (*P. undecimalis*). En cuanto a especies ornamentales, se registraron el Agujeto (*C. hujeta*), el Juetón (*L. brunneus*), los Gupies (*P. reticulata*), los Beta (*B. splendens*) y los

<sup>279</sup> 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.

<sup>280</sup> 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.





Gouramies (*T. trichopterus*) (Axelrod *et. al.* 1992)<sup>281</sup>.

### • Composición y Estructura

Algunos de los nuevos registros de especies de peces para la Laguna de Sonso obtenidos durante el presente estudio como Corronchos (*P. undecimalis*), y Rabíseca o Juetón (*L. brunneus*) pueden haberse realizado con anterioridad, pero es posible que su identificación haya sido incorrecta en su momento, pues su conocimiento por parte de los habitantes es de carácter común.

En el caso de los Corronchos, se tienen reportes de la especie *Hypostomus plecostomus* para la Laguna de Sonso en trabajos anteriores, pero en este estudio se colectaron ejemplares de *Pterygoplichthys undecimalis*, los cuales, se diferencian de la otra especie principalmente por el número de radios en la aleta dorsal (8 a 11 en *Hypostomus*, 12 a 15 en *Pterygoplichthys*).

La ictiofauna nativa registrada hasta el momento en la Laguna de Sonso (Anexo 7) alcanzaría a representar como máximo un 17% de las 65 especies nativas registradas en toda la región del Alto Cauca (Ortega-Lara *et al.* 2002)<sup>282</sup>. Con respecto a los humedales del Alto Río Cauca, la Laguna de Sonso presenta una riqueza de 17 especies, la cual, es mayor que la registrada en otras lagunas y madrevejas tales como Guarino (12 especies), La Guinea (10), Chiquique (14), Román (10), Bocas del Tulúa (7), Estero (3), Herradura (3),

Pacheco (2) y Hacienda Venecia (16) (Ramírez *et al.* 2000)<sup>283</sup>.

La ictiofauna de la Laguna de Sonso sin embargo, posee varias especies “ocasionales” como los Rollizos (*P. caliensis*), los Rollicitos (*Cb. fasciatum*), la Corcovada (*R. dayi*), y los Barbudos (*R. quelem*) que son arrastrados por las inundaciones en período de invierno. Estas especies no son abundantes ni mantienen poblaciones estables dentro de la Laguna.

La ictiofauna de la Laguna de Sonso ha disminuido en riqueza y abundancia de especies nativas. Esto se debe a la introducción de especies no nativas, disminución en profundidad, reducción del espejo de agua, alta sedimentación, poca comunicación con el Río Cauca y contaminación del mismo. Estas condiciones posiblemente han favorecido el incremento de ciertas especies tolerantes a dichos cambios como lo son las Tilapias, mientras que especies sensibles tales como el Bocachico (*P. magdalенаe*) han mermado sus poblaciones.

La Tilapia es una especie catalogada con cierto grado de amenaza dada la sobrepesca, el deterioro de las ciénagas por desecación y la regulación de los caudales de algunos ríos (Mojica y Alvarez-León, 2002).<sup>284</sup> Algo similar pudiese estar sucediendo con el Boquifarol (*Genycharax tarpon*) (Lehmann y Usma, 2002)<sup>285</sup>

<sup>281</sup> Axelrod, H., Burgess W.; Emmens C.; Pronek N.; Walls J. & Hunziker, R. (1992). Mini Atlas de Peces de Acuario. T.F.H. Publications. Editorial Hispano Europea S.A. Barcelona, España. 700 p.

<sup>282</sup> Ortega-Lara, A.; Aguiño, A; y Sánchez G.C. (2002). Caracterización de la Ictiofauna Nativa de los Principales Ríos de la Cuenca Alta del Río Cauca en el Departamento del Cauca. Informe presentado a la Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC. Fundación para la Investigación y el Desarrollo Sostenible, Funindes. Popayán, Colombia. 139 p.

<sup>283</sup> Ramírez J.C., Vásquez, J.L., Navarrete, A.V., Vásquez, C.M. y Orejuela, J.E. (2000). Estado Sucesional de Humedales Madrevejas Guarino, Ciénaga La Guinea, Caño El Estero, Laguna Pacheco, Madreveja Lilí, Madreveja, Gota e Leche, Madreveja Chiquique, Madreveja La Herradura y Lagunas Bocas de Tulúa localizadas en los Municipios de Cali, Jamundí, Bolívar y Tuluá, Departamento del Calle del Cauca. CVC. Cali. Colombia.

<sup>284</sup> Mojica, J. I. y Alvarez, R. (2002). *Prochilodus magdalенаe* En: Mojica, J.I.; Castellanos, C.; Usma, S.; Álvarez, R. (Eds.). 2002. Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. La Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, Colombia.

<sup>285</sup> Lehmann, P. y Usma, J.S. (2002). *Genycharax tarpon*. En: Mojica, J.I.; Castellanos, C.; Usma, S.; Álvarez, R. (Eds.).



y el Rollizo (*Parodon caliensis*) (Usma y Ortega-Lara, 2002)<sup>286</sup>.

En general, la Laguna de Sonso es un ejemplo claro de un ecosistema dulceacuícola deteriorado que alberga gran cantidad de especies no nativas que a su vez, se posicionan como las más abundantes. Es así como la Tilapia (*O. niloticus*) se convirtió en la especie de mayor importancia en la pesquería por encima de especies tradicionalmente importantes como el Bocachico.

Para el caso de las Tilapias y Mojaras, su abundancia en la Laguna de Sonso se atribuye principalmente a su resistencia a aguas anóxicas, amplia tolerancia a la temperatura, amplitud en la dieta de acuerdo a la disponibilidad ambiental, pocos depredadores naturales en la cuenca del alto Cauca, reproducción durante todo el año puesto que alcanza su madurez sexual a los tres meses, elevada fecundidad y protección de la prole (Royero y Lasso, 1992)<sup>288</sup>.

La introducción de especies de Tilapias y Mojaras en ecosistemas acuáticos de Venezuela ha creado efectos en cuanto a competencia y desplazamiento de especies nativas que empezaron a disminuir en abundancia (Royero y Lasso 1992)<sup>287</sup>. Casos similares se han reportado con otras especies introducidas en ecosistemas dulceacuícolas de

Centroamérica y Estados Unidos (Saunders *et. al.*, 2002<sup>288</sup>, Schmitter 2006<sup>289</sup>).

En cuanto a los peces ornamentales registrados en la Laguna de Sonso, dichas especies no son nativas de la cuenca del Cauca, por lo que se supone que su presencia este relacionada con la cría de peces para acuarios que se realiza a lo largo del Río Cauca. Se asume que su liberación fue accidental. Dichas especies no son comercializadas en los alrededores de la Laguna de Sonso.

- **Dinámica de comunidades de peces**

Los ciclos climáticos marcan factores que rigen la dinámica de las poblaciones de peces tropicales. En la Laguna de Sonso se presentan una serie de eventos que influyen en la ocupación de las especies de acuerdo a la disponibilidad de espacio. Es así como en el período de Junio – Julio del 2006, la Laguna de Sonso se encontraba en su pico de inundación, llegando a unirse con la madre viejas El Burro y La Marina. En estos ambientes estacionales se encontraron algunas especies que solo fueron registradas en esta temporada, cuya presencia puede estar relacionada con el desborde del canal que desemboca al Río Cauca, o por comportamientos naturales de aprovechamiento de este tipo de ambientes para el crecimiento o reproducción.

Otra posibilidad es que los juveniles de algunas especies como los Rollizos (*Parodon caliensis*) sean arrastrados por las corrientes de los tributarios del río Cauca y que se acerquen a las lagunas y charcos estacionales para evitar ser depredados por especies que viven en el

2002. Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. La Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, Colombia.

<sup>286</sup> Usma J. S y Ortega-Lara, A. (2002). *Parodon caliensis* En: Mojica, J.I.; Castellanos, C.; Usma, S.; Álvarez, R. (Eds.). 2002. Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. La Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, Colombia.

<sup>287</sup> Royero, R. y Lasso, C. (1992). Distribución Actual de la Mojarra de Río, *Caquetaia kraussi*, (Steindachner, 1878) (Perciformes, Cichlidae) en Venezuela: Un ejemplo del Problema de la Introducción de Especies. Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle, 52 (138): 163 – 180.

<sup>288</sup> Saunders, D.L., Meeuwig, J.J. y Vincent, C.J. (2002). Freshwater Protected Areas: Strategies for Conservation. *Conservation Biology*, 16 (1): 30 – 41.

<sup>289</sup> Schmitter, J.J. (2006). El Caso de la Tilapia Africana en Quintana Roo. En: Texto presentado en el IV Foro Mundial del Agua, México D.F.

río. En este estudio, los Rollizos colectados se encontraban en estado juvenil y su presencia estaba relacionada a los charcos cercanos al río Cauca.

En la condición estacional seca se observó una reducción de los ambientes acuáticos, quedando algunas charcas aisladas, en las cuales, dadas las condiciones adversas (altas temperaturas y poco oxígeno) permanecían algunas especies adaptadas a sobrevivir en ese tipo de ambientes como la Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) y Gouramies (*Trichogaster trichopterus*). Las especies menos resistentes a estas condiciones, eran las primeras en abandonar este tipo de charcas, buscando el cuerpo principal de la laguna como la sardina (*Astianax fasciatus*) y la Boquiancha (*Genicharax tarpon*).

Al avanzar el verano, las pequeñas charcas se reducen por la evaporación, manteniendo grandes concentraciones de Gouramies y Tilapias Nilóticas que son fuente de alimento de las aves, principalmente de las Garzas (*Casmerodius albus*, *Egretta thula*, *Butorides*

*striatus*), el Martín pescador (*Ceryle torquata*, *Chloroceryle amazona*) y los Cormoranes (*Phalacrocorax olivaceus*). Otros charcos se secan completamente ocasionando que los peces mueran por desecación y así, sean reciclados sirviendo de nutrientes para la vegetación terrestre que crece durante el resto del verano.

- **Uso y percepción acerca del Estado Actual de la Ictiofauna de la Laguna de Sonso**

De los 40 pescadores encuestados, 25 son deportivos con una frecuencia baja de entre 1 a 5 visitas por mes y 15 son pescadores artesanales (Foto 14).

La Isabela se considera como el principal punto de acceso para los pescadores que visitan la zona, de ahí la importancia de este lugar como estratégico para el control de los usuarios de la Laguna, o para el desarrollo de propuestas de conservación y educación ambiental.



Foto 14. Pescadores en la Laguna de Sonso

La actividad pesquera artesanal es realizada actualmente por 15 a 18 parejas de las localidades de Yotoco, Puerto Bertín y El Porvenir. Esto evidencia la baja productividad en cuanto a recurso pesquero que esta ofreciendo la Laguna, reflejándose en el cambio de actividad de muchos pescadores. CVC-Universidad del Valle (1998)<sup>290</sup> reporta una producción diaria de 515 kg/día asumiendo 50 parejas activas con una producción promedio por parejas de 10 sargas, cada una de ellas con un peso de 1.03 kg/sarga, por lo que la producción actual en la Laguna de Sonso sería de 305 kg (16.95 kg de peces/ pareja-día x 18 parejas), en su mayoría de Tilapia Nilótica. A partir de la información suministrada por los pescadores artesanales se reconoce que la captura promedio por pareja de pescadores en período de verano es de 15 sargas diarias que se componen de 7 a 9 individuos de Tilapia Nilótica con un peso aproximado de 1.13 Kg/sarga (2.5 lbs). Esto para el caso de los pescadores del Porvenir y Puerto Bertín; para los pescadores de Yotoco la sarga se compone de 4 a 6 individuos de la misma especie, pero de mayor tamaño.

En general, los pescadores reconocen la presencia de 6 especies en la Laguna de Sonso, donde la especie más representativa es la Tilapia o Mojarra. Para los pescadores artesanales el Corroncho es una de las especies que en los últimos años se ha convertido en una salida frente al problema de disminución del Bocachico, como se observa en Puerto Bertín, donde semanalmente una persona compra los Corronchos por \$10.000 la arroba, con el fin de llevarlos a Bogotá para su comercialización (Foto 15).

Por el contrario los pescadores deportivos no reconocen casi a esta especie, ya que para

<sup>290</sup> CVC-Universidad del Valle. (1998). Estudio Hidrobiológico de la Laguna de Sonso. Universidad del Valle. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca.

capturarla se hace necesario el uso de redes o atarrayas, agregando que esta especie no se considera dentro del interés deportivo. Para los pescadores deportivos, la presencia de especies como el Bocachico esta determinada por observaciones ocasionales o por la pesca accidental de algún ejemplar. En general la pesca se centra en la Tilapia, y en algunas ocasiones de algunas Mojarras Amarillas o Boca de Tubo (*C. kraussii*).



**Foto 15. Comercialización de Peces en Puerto Bertín**

Además de las especies mencionadas anteriormente, tanto los pescadores artesanales como los deportivos, han identificado la presencia de la Mojarra Luminosa (*A. pulcher*) y de los Agujetos (*C. hujeta*) pero estas especies no son de importancia debido a su pequeño tamaño y a su baja abundancia respecto a la Tilapia Nilótica.

Los pescadores no son ajenos a la problemática que se presenta en este humedal y reconocen la disminución de poblaciones, principalmente la del Bocachico. Para esta especie se tienen registros históricos por parte de los pescadores de la zona, quienes mencionan era la especie más capturada y

cuya carne era apetecida y fácilmente comercializada.

La última bonanza de Bocachico, esta relacionada con la inundación de 1998, donde la entrada de gran cantidad de juveniles de esta especie, permitió durante 6 meses que la pesca se centrara en ella, mientras la Laguna se encontraba despejada. Testimonio de pescadores afirman que en esa época se concentraron cerca de 50 parejas, que capturaban hasta 10 sargas de Bocachico cada una.

El Bocachico llega a la edad reproductiva a los dos años y tiene un ciclo de vida relacionado con los patrones hidrológicos de inundación y estiaje (Figura 73).

En las temporadas de aguas altas esta especie permanece en las ciénagas y madrevejas alimentándose del detritus que proviene de la descomposición de la materia orgánica aportada por la vegetación acuática. Al comienzo de la época de aguas bajas o condición climática de verano, abandona las ciénagas y remonta los ríos y tributarios donde logra su madurez sexual. Con la llegada del invierno el Bocachico retorna a las ciénagas y madrevejas, desovando en los canales de los ríos, donde la corriente se encarga de llevar a los alevinos a las zonas inundables donde se reinicia el ciclo. (Maldonado *et al.*, 2004)<sup>291</sup>.

De ahí la posible ausencia de Bocachicos en la laguna debido la poca comunicación con el río Cauca, además de las condiciones de contaminación en la que se encuentra este sector del río.

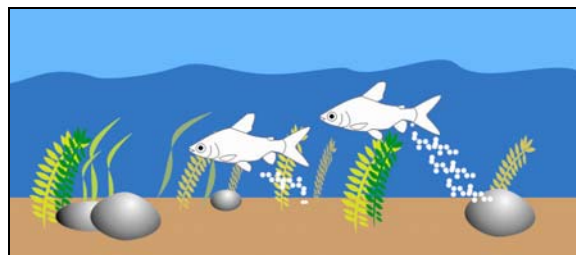
<sup>291</sup> Maldonado-Ocampo, J.A.; Ortega-Lara, A.; Usma O.J.S.; Galvis V.G.; Villa-Navarro, F.A.; Vasquez G.L.; Prada-Pedrerros, S. & Ardila R.C. (2005). Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, D.C. – Colombia. 346 p.



El Bocachico permanece en Madrevejas y Ciénagas durante las épocas de aguas altas.



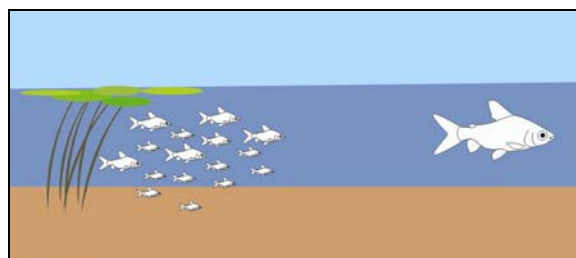
En el comienzo de la época de aguas bajas, los Bocachicos abandonan las Madrevejas y Ciénagas.



El Bocachico alcanza su madurez sexual al remontar los ríos y comienza el desove en el invierno.



En el invierno y después del desove, los Bocachicos retornan a las Madrevejas y Ciénagas.



La corriente lleva los alevinos del Bocachico a las Madrevejas y Ciénagas.

**Figura 73. Ciclo de Vida del Bocachico (*Prochilodus magdalenae*)**



También se tiene reportado la desaparición de cinco especies nativas que antes eran comunes y que ahora no es posible encontrarlas como es el caso de los Viringos (*S. macrurus*), Bagres (*P. bufonius*), Barbudos (*R. quelem*), el Pataló (*I. Longirostris*), y la Picuda (*S. affinis*); esta observación hecha por los pescadores, fue documentada hace unos años por CVC-Universidad del Valle (1998) quien afirma que los reportes de estas especies no se realizan desde 1976. Otras referencias indican que especies como el Viringo (*S. macrurus*), se observaban frecuentemente hasta hace unos 10 años (Flórez, 2006 *comun. pers.*)<sup>292</sup>.

Registros confirmados por los muestreos realizados por condición estacional, donde ninguna de las especies mencionadas anteriormente fue capturada. A excepción del Bocachico del cual se tienen datos de su presencia, las otras especies es muy probable que por las condiciones actuales de la laguna, ya no se encuentren en la zona, o que su presencia este relacionada con individuos aislados, que no representan poblaciones viables. Esto aplicaría a la presencia del Barbudo (*R. quelem*) el cual se capturó en un canal cerca de la Motobomba, pero su presencia no es común a los pescadores, ni a los registros de otros estudios.

Dentro de las causas que se consideran afectan a los peces de la zona, se encuentran la introducción accidental de tilapia en los años 90's, el uso ilegal de trasmallos para realizar encierros nocturnos, la sobrepesca, la invasión del buchón que ha acabado con el espejo lagunar y ha incrementado la cantidad de sedimentos así como la falta de comunicación entre la Laguna y el río Cauca.

Otra de las causas que los pescadores reconocen como posibles agentes que han

afectado las poblaciones de peces, y que incluso ha llevado a la desaparición de algunas especies en la Laguna de Sonso es la contaminación por “aguas malas” del río Cauca, ocasionados por (1) la excesiva carga de sedimentos que traen los ríos tributarios del Cauca (después de fuertes lluvias en las cabeceras) que disminuyen drásticamente el oxígeno; (2) por los vertimientos directos de aguas residuales industriales al río Cauca; y (3) por aguas residuales generadas en los procesos de minería en ríos tributarios.

Estas circunstancias contradictoriamente han favorecido a los pescadores de la zona, que aprovechan las “aguas malas”, para capturar especies como los Bocachicos, Bagres y Barbudos en gran cantidad y sin mucho esfuerzo en el río Cauca. Sin embargo los pescadores reconocen que a pesar de ser oportunistas frente a esta situación, solo representa beneficios a corto plazo, y las consecuencias en el tiempo son mayores debido a que las condiciones del río en el tramo Cali - Riofrío son muy malas por la contaminación, impidiendo un pesca constante y rentable, por lo que se han dedicado a otras actividades como extracción de arena, construcción y trabajar en las cosechas de la zona de la zona.

#### **4.3.4.2 Anfibios y Reptiles**

En total se observaron 7 especies de anfibios y 18 de reptiles, de las cuales tres especies son catalogadas con algún grado de amenaza (Tabla 38, Foto 16). Adicional a los registros directos, información acerca de liberaciones de la Tortuga Tapacula (*Kinosternum* sp.) realizadas por técnicos de CVC en la Laguna de Sonso corroboran su presencia en la Reserva (Foto 17).

<sup>292</sup> Flórez, P.E. (2006).Funcionario Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, Grupo de Biodiversidad. Com. Pers.



Tabla 38. Herpetofauna registrada en la Reserva Natural Laguna de Sonso (La Isabela, Río Sonso) y Cuenca de Captación (El Vínculo)

TAXON	ACTIVIDAD	LUGAR DE REGISTRO			ESTATUS		
		Isabela	Río Sonso	Vínculo	Libros Rojos	CVC	IaVH
<b>Amphibia (Anura)</b>							
<i>Chaunus marinus</i>	N-Te	♦	♦	♦			
<i>Colosthetus</i> sp.	D-Te	♦					
<i>Dendropsophus colombiana</i>	N-Ar	♦	♦	♦			
<i>Leptodactylus columbiensis</i>	N-Te	♦	♦	♦			
<i>Lithobates catesbeiana</i>	N-Ac	♦	♦	♦			EEI
<b>Amphibia (Apoda)</b>							
<i>Typhlonectes natans</i>	Ac	♦				S1S2	
<b>Reptilia (Sauria)</b>							
<i>Gonatodes albogularis</i>	D-Ar	♦	♦	♦			
<i>Hemidactylus brooki</i>	N-Ar	♦		♦			EN
<i>Lepidodactylus lugubris</i>	D-Ar	♦					EN
<i>Iguana iguana</i>	D-Ar	♦		♦			
<i>Norops antonii</i>	D-Ar	♦	♦	♦			
<i>Norops auratus</i>	D-Ar	♦	♦	♦			
<i>Ameiva ameiva</i>	D-Te	♦	♦	♦			
<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	D-Te	♦					
<b>Reptilia (Serpentes)</b>							
<i>Boa constrictor</i>	N-Ar			♦			ET
<i>Clelia clelia</i>	D-Te	♦					
<i>Erythrolamprus bizona</i>	N-Ar	♦					
<i>Imantodes cenchoa</i>	N-Ar			♦			
<i>Leptophis abaetulla</i>	D-Ar	♦	♦	♦			
<i>Spillotes pullatus</i>	D-Ar			♦			
<i>Tantilla melanocephala</i>	D-Te	♦	♦	♦			
<i>Micrurus mipartitus</i>	D-Te	♦					
<b>Reptilia (Crocodylia)</b>							
<i>Caiman crocodilus</i>	N-Ac	♦			DD		ET
<b>Testudinata</b>							
<i>Chelydra serpentina</i>	D-Ac	♦			DD	S1S2	

Nota: Diurna (D), Nocturna (N), Arbórea (Ar), Terrestre (Te) y Acuática (Ac).

**CVC.** S1 = Especie muy amenazada en el Departamento por su extrema rareza o por algunos factores que la hacen especialmente vulnerable a extinguirse del Departamento. Se encuentra en cinco localidades o menos, o quedan muy pocos individuos, o tienen poco hábitat; S1S2 = Estado intermedio; S2 = Especie amenazada en el departamento por su rareza o por algunos factores que la hacen muy vulnerable a extinguirse en el departamento. Se encuentra entre seis y 20 localidades, o quedan pocos individuos, o tienen poco hábitat.

**Libros Rojos.** Vu= vulnerable, CT= Cerca de estar amenazada, NT= cerca de estar amenazada, DD: Datos deficientes.

**IaVH = Instituto von Humbolt.** EEI = Especie exótica o naturalizada que está en clara expansión y cuya presencia tiene un impacto negativo y amenaza los ecosistemas, hábitats o especies nativas. EN = Especie naturalizada, invasoras establecidas que presentan poblaciones naturales viables en el país. ET = Especie trasladada, su distribución es natural a una región del país (Colombia), pero la cual ha sido transportada a otra región dentro del mismo país, donde no es nativa.



Caecila (anguila) *Typhlonectes natans*



Sapo común *Chironomus marinus*



Ranita *Dendropsophus columbianus*



Rana Toro *Leptodeira catenoides*



Iguana común *Iguana iguana*



Cabadora negra *Spilotes pullatus*



Rayuela *Tantilla melanocephala*



Rabo de aji *Micruurus septatus*

Foto 16 Imágenes de algunos Anfibios y Reptiles de la Cuenca de Captación de Reserva Natural Laguna de Sonso (Fotos: F. Vargas.).





**Foto 17. Liberación de Tortuga Tapacula (*Kinosternum* sp.) el 24 de Septiembre del 2006 en la Laguna de Sonso**

De los anfibios registrados, solo una especie de rana es predominantemente diurna (*Colosthetus* sp.). Todos los anfibios fueron acuáticos o terrestres, excepto la rana *D. columbiensis* cuya actividad es arbórea. 13 especies de reptiles son diurnas y cinco nocturnas, 11 de las cuales son arbóreas, cinco terrestres y dos acuáticas.

La riqueza de anfibios y reptiles registrada en este estudio representa el 44.4% de la herpetofauna potencial para todo el Valle Geográfico del Río Cauca en el departamento del Valle (Castro-H y Vargas-S, *en preparación*<sup>293</sup>).

Las especies de anfibios que se espera estén presentes actualmente en los complejos de humedales y bosques secos tropicales del valle geográfico del río Cauca en el departamento del Valle (Castro-H y Vargas-S, *en preparación*)<sup>294</sup> están asociadas a cuerpos de agua o a los escasos ambientes húmedos que se encuentran entre hojarasca o bajo raíces de árboles y troncos caídos.

<sup>293</sup> Castro-H., F. y Vargas-S., F. (en preparación). Anfibios y Reptiles en el Departamento del Valle del Cauca, Colombia.

La disponibilidad de cuerpos acuáticos y microhabitats húmedos determina en gran medida la distribución, diversidad y abundancia de anfibios (Duellman y Trueb 1986<sup>294</sup>). No sorprende que los anfibios registrados en la Reserva Natural Laguna de Sonso sean abundantes alrededor del cuerpo de agua y exhiban reproducción acuática o semi-acuática (*T. natans*, *Ch. marinus*, *D. colombianus*, *L. columbianus* y *L. catesbeiana*) mientras que otras especies, con reproducción terrestre como la rana *Colosthetus* sp. sean relativamente escasas o poco conspicuas.

Por el contrario, en sitios de bosque seco sin grandes cuerpos de agua como la Estación Biológica El Vínculo, la presencia de dichas especies fue menos abundante y/o localizada alrededor de pequeños charcos y estanques ahí presentes.

Los reptiles, contrario a los anfibios, poseen características morfológicas y de historia natural (cubierta de escamas, reproducción vivípara o por huevo amniótico) que les

<sup>294</sup> Duellman, W.E. y Trueb, L. (1986). Biology of Amphibians. McGraw-Hill Book Co, New York, USA.



permite colonizar hábitats secos. Igualmente, dada su condición ectotérmica y el pequeño tamaño corporal de muchas especies, los reptiles poseen bajos requerimientos energéticos que les permite sobrevivir en ecosistemas con escasos y/o fluctuantes recursos alimenticios. Por esta razón, la riqueza de reptiles registrada en este estudio, y la esperada para el valle geográfico del Río Cauca (Castro-H y Vargas-S. *en preparación*)<sup>286</sup> es superior a la esperada para anfibios. Excepto por tortugas y caimanes, los reptiles tuvieron una distribución independiente de cuerpos de agua.

La herpetofauna registrada en la Reserva Natural Laguna de Sonso esta compuesta por especies que previamente han sido registradas en otros humedales y localidades de la planicie del río Cauca en el departamento del Valle (Arias, 2001<sup>295</sup>; Patiño, 2003<sup>296</sup>; CVC-Fundación Río Cauca, 2004<sup>297</sup>; ASOYOTOCO-CVC-Ingenio Pichichí, 2006<sup>298</sup>).

Esta similitud de especies no sorprende, pues la herpetofauna presente en tierras bajas posee amplios rangos de distribución. De hecho, la mayoría de las especies registrada en los complejos de humedales y los bosques secos del área de estudio, también están en otras zonas naturales de Colombia tales como el

Chocó Biogeográfico, los Andes (cordilleras Occidental, Central y Oriental), el valle interandino del río Magdalena y/o el Orinoco (Pérez-Santos y Moreno 1988<sup>299</sup>, Sánchez *et al.* 1991<sup>300</sup>; Ruíz-Carranza *et al.* 1996<sup>301</sup>).

La Laguna de Sonso hace parte de un complejo de humedales en medio de lo que originalmente fue una vasta extensión dominada de áreas lagunares, pantanos y bosques secos en el Departamento del Valle del Río Cauca (Restrepo y Naranjo 1987<sup>302</sup>, Salazar *et al.* 2000<sup>303</sup>). Dicho ecosistema pudo haber ofrecido las condiciones idóneas para una diversidad de anfibios y reptiles mayor a la mencionada en el Anexo 8, pero su extrema transformación y deterioro hace que varias especies de la herpetofauna original puedan haberse extinguido a nivel local sin que su presencia fuese registrada adecuadamente. Ejemplos de esta tendencia son especies que actualmente solo están representadas en el valle geográfico del Río Cauca por poblaciones relictuales en determinadas localidades al norte del Valle como el Lagarto (*Basiliscus galeritas*) y la Rana Arbórea (*Hypsiboas pugnax*) (F. Castro, *comunicación personal*).

De las especies registradas, son pocas las que están categorizadas con algún nivel de

<sup>295</sup> Arias, F.L.A. (2001). Caracterización y Recomendaciones para el Manejo de las comunidades animales en la Estación Biológica El Vínculo-Valle del Cauca, Colombia. *Cespedecia*, 24(75-78): 69-94.

<sup>296</sup> Patiño, A. (2003). Caracterización y Formulación del Plan de Manejo Integral de las Madreviejas de El Burro y La Marina (Buga) y El Remolino (Roldanillo). Informe final presentado a CVC. Convenio CVC- CETEC No. 156 del 2002. Cali. Colombia.

<sup>297</sup> CVC-Fundación Río Cauca. (2004). Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Cauca. Convenio 192-2002. Cali. Colombia.

<sup>298</sup> ASOYOTOCO-CVC-Ingenio Pichichí. (2006). Plan de Manejo Ambiental Humedal El Cocal, Municipio de Yotoco. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC y Asociación de Usuarios para la Protección y Manejo de los Ríos Yotoco y Mediacaño ASOYOTOCO. Orden de trabajo 1331 de 2005.

<sup>299</sup> Pérez-Santos, C. y Moreno, A.G. (1988). Ofidios de Colombia. Monografía IV. Mus. Reg. Sci. Nat. 520 pp.

<sup>300</sup> Sánchez-C, H.; Castaño-M, O.; y Cárdenas-A, G. (1991). Diversidad de los Reptiles en Colombia. Págs. 277-325. En: O. Rangel (ed). Colombia Diversidad Biótica I. Universidad Nacional de Colombia, Bogota y Conciencias.

<sup>301</sup> Ruíz-Carranza, P.; Ardila-Robayo, M.; y Lynch, J.D. (1996). Lista Actualizada de la Fauna de Amphibia de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 20(77):65-415.

<sup>302</sup> Restrepo, C. y Naranjo, L.G. (1987) Recuento Histórico de la Disminución de Humedales y la Desaparición de Aves Acuáticas en el Valle Geográfico del Río Cauca, Colombia. Págs. 43-46. En: H. Álvarez-López, G. Kattan y C. Murcia (eds) *Memorias III Congreso de Ornitología Neotropical Cali-Colombia*.

<sup>303</sup> Salazar, R.M.I.; Gómez, N.; Vargas, W.G.; Reyes, M.; Castillo, L.E.; y Bolívar, W. (2002). Bosques Secos y muy Secos del Departamento del Valle del Cauca. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC.



amenaza (Tabla 39). Sin embargo, es necesaria su inclusión en las estrategias de manejo y conservación de los complejos de humedales y bosques secos del valle geográfico del río Cauca, pues los anfibios y reptiles hacen parte integral de los ecosistemas como depredadores y/o presas. Promover los procesos de sucesión vegetal y el crecimiento de especies arbóreas en los alrededores de la Laguna de Sonso, es una estrategia fundamental en este proceso de manejo, pues la mayoría de especies registradas son dependientes directa e indirectamente de ambientes húmedos que se forman bajo arbustos, hojarasca y entre raíces de árboles.

**Tabla 39. Características de Especies de Anfibios y Reptiles encontrados en la Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso**

Especies	Laguna de Sonso	El Vínculo	Total
Reportadas	21	15	24
Potenciales <sup>a</sup>	55	54	55
Endémicas <sup>b,c</sup>			
Amenazadas <sup>b</sup>	3/3	0/3	3
Extintas <sup>b</sup>	?/1	---	1
Exóticas <sup>b</sup>	1/2	1/2	2
Transplantadas <sup>b</sup>	1/2	1/2	2

<sup>a</sup> Basado en tabla 2 y Anexo 8.

<sup>b</sup> Las primeras cifras corresponden a los registros del presente estudio, mientras que las cifras en paréntesis se basan en las especies mencionadas en el Anexo 8.

<sup>c</sup> Endémicas para el valle del Cauca y Colombia.

Varias especies de la herpetofauna en el área de estudio pueden adaptarse a los hábitats que surgen con la construcción de viviendas y la implementación de actividades agrícolas y pecuarias. Sin embargo, es frecuente la muerte de numerosos individuos cuando dichos cultivos son recolectados o cuando las especies interactúan con los pobladores de la zona (ej. serpientes).

Por otro lado, aun en áreas protegidas, varias especies nativas pueden verse afectadas

negativamente por la introducción de especies foráneas. Un ejemplo claro de este tipo de perturbación es el establecimiento de la Rana Toro (*Lithobates catesbeiana*) en numerosos humedales y cuerpos de agua en gran parte del valle geográfico del Río Cauca (Castro *et al.* 1998<sup>304</sup>, F. Vargas, *observ. pers.*). Esta es una especie de anfibio anuro, que dado su tamaño corporal y voracidad alimenticia, puede generar un efecto negativo en la fauna nativa, ya sea por competencia o depredación.

La Babilla (*Caiman crocodilus*) es una especie introducida (trasladada) en el área de estudio, pero su registro en la Laguna de Sonso parece corresponder a un individuo aislado. Esta es una especie de amplia distribución en Colombia y el neotrópico en general; su presencia no aparenta una amenaza para el ecosistema de la Laguna de Sonso y por el contrario, dicho individuo puede ejercer una presión depredadora sobre la Rana Toro. Su presencia debe ser monitoreada y por el momento, no es prioritaria su captura o cacería.

#### 4.3.4.3 Aves

Mucho más que cualquiera de los otros valores de la Laguna de Sonso como elemento de biodiversidad y paisaje, su avifauna ha sido ampliamente reconocida por su excepcional riqueza. En efecto, la Laguna ha sido destacada como el mayor atractivo para los observadores de aves en todo el valle geográfico del Cauca (Alden y Gooders 1981<sup>305</sup>, Álvarez-López 1999<sup>306</sup>, Anexo 9).

<sup>304</sup> Castro-H, F.; Bolívar, W.; Velásquez, A.; Daza, J.D. y Areiza, T. (1998). Estudio para el Monitoreo y Control de la Rana Toro en el Valle del Cauca. Informe Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC. Contrato inter-administrativo No. 7118 de 1996.

<sup>305</sup> Alden, P. y Gooders, P. (1981). Finding Birds Around the World. Houghton Mifflin Co., Boston.

<sup>306</sup> Álvarez-López, H. (1999). Guía de las Aves de la Reserva Natural Laguna de Sonso. Imágenes de la Naturaleza, CVC. Cali.



Este mismo reconocimiento, así como la preocupación generalizada por el deterioro ocasionado por diversos factores, ha estimulado algunas acciones de conservación, entre ellas la temprana designación del área como "Refugio de Vida Silvestre" por el Gobierno Departamental según Decreto 174 de 20 febrero de 1962 (Lehmann, 1967)<sup>307</sup>, con lo cual se constituyó, junto con el Parque Nacional Natural de los Farallones de Cali y la Reserva Natural del Bosque de Yotoco, en una de las primeras unidades de conservación formalmente designadas en el Departamento del Valle. Más recientemente, y de nuevo con las aves como principal motivación, la Laguna de Sonso fue designada como Patrimonio Natural Vallecaucano.

- **Contexto Regional**

Una manera de apreciar la importancia de la Laguna de Sonso para la conservación de las aves es considerar la proporción de las especies que aquí se encuentran en relación con el total de las especies en toda la región. En la Laguna se han registrado en años recientes 165 especies, excluidas algunas, como pelícanos, y flamencos, que son sin duda accidentales y que no tienen por qué ser considerados como parte de la avifauna regional (Anexo 9). Por otra parte se estima en 276 el total de especies de aves de la región conformada por las tierras inundables en el alto valle del Cauca (Peck 2006)<sup>308</sup>, así que la Laguna de Sonso alberga 56% de dicha riqueza.

En la Laguna de Sonso se han registrado por lo menos 55 especies de aves acuáticas, es decir 75% de un total de 73 especies para todo el valle geográfico (Peck, 2006), y un 54% de los 105 especímenes acuáticas de 23 familias

residentes Colombia (RAMSAR, 2001)<sup>309</sup>. Teniendo en cuenta las amenazas de los humedales por diferentes causas, estas cifras ponen de relieve, no sólo la necesidad de dar a la Laguna un manejo a largo plazo que garantice el mantenimiento y el desarrollo de aquellas condiciones físicas y biológicas que la hacen atractiva para las aves acuáticas, sino también a un entorno suficientemente amplio que proteja las colonias de reproducción más importantes, muchas de ellas situadas por fuera de la Reserva.

Aunque las condiciones actuales de vegetación y manejo del área de amortiguación de la Reserva son en general similares a las de la región circundante, fuertemente intervenida para propósitos de agricultura intensiva, en el futuro previsible, bajo un manejo que privilegie la variedad y el desarrollo de la vegetación nativa, presentará una mayor diversidad de estados sucesionales y, por ende una riqueza de especies terrestres superior a la presente. De todos modos, la Reserva alberga actualmente 107 especies de aves terrestres, 49% del total esperado para todo el valle inundable.

También es relevante evaluar la contribución de la Laguna de Sonso como hábitat de invernada para las aves migratorias transcontinentales. Frente a un total de 55 especies migratorias (32 acuáticas y 23 terrestres, Peck 2006)<sup>310</sup>, en la Laguna se han identificado recientemente 32 especies, esto es, 63% de las anotadas para el alto valle geográfico. Nuevamente, cabe esperar que esta proporción aumente con los resultados de observaciones a más largo plazo, debido a que no todas las especies migratorias muestran igual fidelidad con sus áreas de invernada y muchas de ellas tienden a ser relativamente

<sup>307</sup> Lehmann, F.C. (1967). Fauna de la Laguna de Sonso, Anexo F. Informe CVC No. 67-2 Proyecto Laguna de Sonso o del Chirca, Cali.

<sup>308</sup> Peck, R. (2006). Aves del Bosque Seco Tropical en el Departamento del Valle. En preparación.

<sup>309</sup> RAMSAR. (2001). Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia. En: [www.ramsar.org/wurc\\_policy\\_colombia\\_inland.htm](http://www.ramsar.org/wurc_policy_colombia_inland.htm)

<sup>310</sup> Peck, R. (2006). Aves del Bosque Seco Tropical en el Departamento del Valle. En preparación.



erráticas en su aparición en una región determinada.

De las 23 especies de aves acuáticas migratorias, 6 están con un grado en peligro de extinción. Y de los 48 especies de aves consideradas importantes para la conservación con prioridad media, se encuentran las especies de Buitres de Ciénaga (*Anhima cornuta*), el Pato Rojo (*Anas cyanoptera*) y la Guacharaca (*Ortalis mamot*) dentro del complejo de humedales del Valle Geográfico del Río Cauca (CVC-IAvH, 2004)<sup>311</sup>.

En conclusión, la Reserva Natural Laguna de Sonso desempeña un papel crucial en la conservación de la avifauna, no sólo del alto valle geográfico del Cauca, sino de todo el suroccidente colombiano y de un número importante de especies migratorias transcontinentales.

#### • Contexto Internacional

Junto con la Laguna de Sonso otras tres AICAs -la Reserva Forestal Yotoco, la Región del Medio Calima, y el Parque Nacional Natural Farallones de Cali- son señaladas como focos de atención urgente para acciones de conservación en el Departamento del Valle.

Por su reciente designación como Área Importante para la Conservación de las Aves ('AICA', o 'IBA' por 'Important Bird Area') la Reserva Natural de Laguna de Sonso no sólo ha sido destacada en el ámbito internacional, sino que ha pasado a formar parte de una red dentro de los cinco países de los Andes Tropicales (Colombia, Bolivia, Ecuador, Perú y Venezuela). Esta decisión se tomó con fundamento en criterios científicos acordados internacionalmente y basados en el mejor conocimiento disponible sobre la distribución

<sup>311</sup> CVC-IAvH. (2004). Prioridades de Conservación de Fauna (Aves y Mamíferos) de la Jurisdicción de la CVC. Cali. Colombia. 45 p.

y las poblaciones de las aves de la región (BirdLife International y Conservation International, 2005)<sup>312</sup>.

En Sonso, cuatro especies endémicas de Colombia fueron identificadas como especies clave: el Carpinterito Punteado (*Picumnus granadensis*), el Bacará Carcajada (*Thamnophilus multistriatus*), el Atrapamoscas Apical (*Myarchus apicalis*), y la Tángara Rastrojera (*Tangara vitriolina*). Y distribución restringida las especies de el Carpinterito Punteado (*Picumnus granadensis*) y el Atrapamoscas Apical (*Myarchus apicalis*); por lo tanto, es aún mayor la importancia de un refugio como la Laguna de Sonso.

Las aves acuáticas se desplazan grandes distancias, a lo largo de rutas migratorias que dependen de los humedales de varios países, resaltando así la importancia de cooperación internacional en la conservación de los recursos naturales (Ducks Unlimited, 2002)<sup>313</sup>.

Entre las aves acuáticas el pato migratorio (*Anas discors*) aporta por sus grandes concentraciones locales un criterio adicional. Como especies de importancia en este contexto cabe mencionar al Cormorán (*Phalacrocorax brasilianus*), al Ibis (*Phimosus infuscatus*), y a los Anátidos (*Dendrocygna bicolor*, *D. autumnalis*, *Sarkidiornis melanotos*, y *Anas cyanoptera*). Es preciso anotar, además, que en la Laguna sobrevive la última población del Buitre de Ciénaga (*Anhima cornuta*) de la región (Foto 18).

La avifauna de la Laguna de Sonso registra una especie extinguida, el Pato Negro (*Netta*

<sup>312</sup> BirdLife International y Conservation International. (2005). Áreas importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales: Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad. Quito, Ecuador: BirdLife International (Serie de Conservación de BirdLife No. 14).

<sup>313</sup> Ducks Unlimited. (2002). Conozca sus Patos – Una Guía para la Identificación de Anátidas en el Caribe, América Central y Norte de América del Sur. M. Carbonell y J. Garvin, Eds. Ducks Unlimited, Memphis, EEUU. 70 p.

*erythrophthalma*) conocido de esta localidad por un solo espécimen de 1956 (Renjifo et al. 2002)<sup>314</sup>, y en la categoría de amenazadas el Pato Brasileño (*Sarkidiornis melanotos*) y la Zarceta Colorada (*Anas cyanoptera tropicus*).



**Foto 18. Buitre de Ciénaga (*Anhima cornuta*) en la Laguna de Sonso.**

Por otra parte, en años recientes la naturaleza altamente dinámica de la avifauna se ha puesto de manifiesto con la detección de algunas especies que han invadido el área como el Ibis Pico de Hoz (*Plegadis falcinellus*), el Turpial Amarillo (*Icterus nigrogularis*), el Cardenal Pantanero (*Paroaria gularis*), el Arrendajo Común (*Cacicus cela*) y por lo menos una especie de Estrúldido importado (*Lonchura malaca*).

#### **4.3.4.4 Mamíferos**

El trabajo de campo permitió el registro de 16 especies de mamíferos (Tabla 40). Entre éstas

se mencionan la Chucha Común (*Didelphys marsupialis*), el Zorro Cañero (*Cerdocyon thous*), la Ardilla Común (*Sciurus granatensis*), el Chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*), la Comadreja Común (*Mustela frenata*) y el Gato Pardo (*Herpailurus yagouaroundi*). El grupo más diverso es el de los murciélagos, representado por ocho especies resaltando como especies comunes a *Artibeus lituratus*, *Myotis nigricans*, *Sturnira lilium* y *Carollia perspicillata*.

De acuerdo a los recuentos históricos que datan de las décadas de 1960 y 1970, en el Humedal Reserva Natural Laguna de Sonso se registraron treinta y dos especies de mamíferos entre marsupiales, quirópteros, primates, carnívoros, ungulados, roedores y lagomorfos. Los autores que efectuaron estos reportes listan las especies con la sinonimia de la época por lo que aquí se la actualiza (Tabla 40). Ocho de estas especies fueron registradas con los métodos de campo.

Los resultados del muestreo y los datos históricos establecen la presencia de 42 especies de mamíferos en la Laguna de Sonso y ecosistemas asociados (Anexo 10). En este listado no están incluidos el Mono Aullador (*Alouatta seniculus*), el Puma (*Puma concolor*), el Tigre (*Panthera onca*), la Guagua (*Agouti paca*), el Venado Bayo (*Mazama americana*), el Tatabro (*Tayassu pecari*) ni la Danta (*Tapirus* sp.) ya que no existen referencias recientes de su presencia en el área. Lehmann (1967)<sup>315</sup> a finales de la década de los 60's, establece que el estado de conservación de estas especies apunta a la disminución y/o a la extinción local en el área.

<sup>314</sup> Renjifo, L.; Franco-Maya, A.M.; Amaya-Espinel, J.; Kattan, G.H. y López-Lanús, B. (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.

<sup>315</sup> Lehmann, F.C. (1967). Fauna de la Laguna de Sonso. En: Proyecto de la Laguna de Sonso o del Chirical. Informe Técnico CVC No. 67-2. Santiago de Cali. Colombia. 13 p.



Tabla 40 Lista de Especies de Mamíferos reportadas para el Humedal Reserva Laguna de Sonso

ORDEN FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO			NOMBRE COMÚN
	Lehmann (1967)	Granados-Díaz y Ramírez-Cuervo (1975)	Nombre Actual	
<b>DIDELPHIMORPHIA</b>				
Didelphidae	<i>Didephbis marsupialis sbsp.</i>	<i>Didephbis marsupialis cauae</i>	<i>Didephbis marsupialis</i>	Chucha
	<i>Marmosa cauae</i>	<i>Marmosa impavida cauae</i>	<i>Marmosops cf impavidus ?</i>	C. pequeña
	<i>Philander laniger</i>	---	<i>Caluromys derbianus</i>	C. lanuda
	<i>Chironectes minimus</i>	<i>Chironectes minimus panamensis</i>	<i>Chironectes minimus</i>	C. de agua
<b>CHIROPTERA</b>				
Phyllostomidae	<i>Phyllostomus hastatus cauae</i>	---	<i>Phyllostomus hastatus cauae</i>	M. zorro grande
	<i>Artibeus jamaicensis</i>	<i>Artibeus jamaicensis</i>	<i>Artibeus jamaicensis</i>	M. frugívoro
	<i>Desmodus rotundus</i>	<i>Desmodus rotundus</i>	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común
	<i>Diphylla ecaudata</i>	<i>Diphylla ecaudata ecaudata</i>	<i>Diphylla ecaudata</i>	V. peludo
Vespertilionidae	<i>Dasypterus ega</i>	---	<i>Lasiurus ega</i>	M. migratorio
Molossidae	<i>Eumops sp</i>	---	<i>Eumops auripendulus</i>	M. colalibre
	<i>Molossus crassicaudatus</i>	---	<i>Molossus molossus</i>	M. casero
<b>PRIMATES</b>				
Cebidae	<i>Alouatta seniculus</i>	---	<i>Alouatta seniculus</i>	Mono aullador
	<i>Aotus lemurinus</i>	<i>Aotus trivirgatus lemorinus</i>	<i>Aotus lemorinus</i>	Martaja
<b>CARNIVORA</b>				
Canidae	<i>Dusicyon thous</i>	<i>Dusicyon thous</i>	<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro cañero
Mustelidae	<i>Lutra sp</i>	---	<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria
	<i>Mustela frenata</i>	<i>Mustela frenata affinis</i>	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja
	<i>Galera barbara</i>	---	<i>Eira barbara</i>	Tayra
Felidae	<i>Felis pardalis</i>	---	<i>Leopardus pardalis</i>	Tigrillo
	<i>Felis concolor</i>	---	<i>Puma concolor</i>	Puma
	<i>Felis onca</i>	---	<i>Panthera onca</i>	Tigre
	<i>Herpailurus jaguarundi</i>	---	<i>Herpailurus jagouarondi</i>	Gato pardo
<b>PERISODACTYLA</b>				
Tapiridae	<i>Tapirus sp</i>	---	<i>Tapirus sp</i>	Danta
<b>ARTIODACTYLA</b>				
Tayassuidae	<i>Tayassu pecari</i>	---	<i>Tayassu pecari</i>	Tatabro
Cervidae	<i>Mazama colombiana</i>	---	<i>Mazama americana</i>	Vanado bayo
<b>RODENTIA</b>				
Sciuridae	<i>Sciurus hoffmani</i>	<i>Sciurus granatensis</i>	<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla común
Hydrochaeridae	<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	---	<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	Chigüiro
Agoutidae	<i>Dasyprocta variegata</i>	---	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatín
	<i>Cuniculus paca</i>	---	<i>Agouti paca</i>	Guagua
Muridae	<i>Rattus rattus</i>	<i>Rattus rattus</i>	<i>Rattus rattus</i>	Rata negra
	<i>Oryzomys alfaroi</i>	<i>Oryzomys alfaroi palmirae</i>	<i>Oryzomys alfaroi</i>	Rata noruega
	<i>Oryzomys caliginosus</i>	<i>Oryzomys caliginosus</i>	<i>Melanomys caliginosus</i>	Ratón arrocero
	<i>Oryzomys albigularis</i>	<i>Oryzomys albigularis</i>	<i>Oryzomys albigularis</i>	Ratón arrocero
<b>LAGOMORPHA</b>				
Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	<i>Sylvilagus brasiliensis fulvescens</i>	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo



Este número, 42 especies, equivale a casi el 45% de los mamíferos reportados para todo el Valle del Cauca (Rojas-Díaz *et al.* en preparación<sup>316</sup>; Alberico, 1981<sup>317</sup>; Alberico, 1983<sup>318</sup>) y casi el 25% de Colombia (Alberico *et al.* 2000<sup>319</sup>). La fauna potencial de mamíferos corresponde a más de ochenta especies que, por su distribución y características ecológicas, pueden aprovechar los hábitats disponibles en estos ecosistemas. Respecto a la vulnerabilidad de especies, 7 se consideran localmente extintas, 20 están incluidas en alguna categoría de amenaza regional, una es considerada introducida, 20 están listadas en CITES y tres son vulnerables a nivel global y nacional (Anexo 10). La mastofauna de la Laguna de Sonso y ecosistemas asociados se presentan en la Tabla 41.

**Tabla 41 Características de Especies de Mamíferos encontrados en la Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso**

Especies	Laguna	Pie de monte	Total
Reportadas	49	13	50
Potenciales <sup>a</sup>	84	76	91
Endémicas <sup>a</sup>	4	2	4
Amenazadas <sup>a</sup>	18	22	32
Extintas <sup>b</sup>	9	5	9
Exóticas <sup>b</sup>	3	3	3
Transplante <sup>b</sup>	2*	0	2

<sup>a</sup>Del total de especies reportadas y potenciales.

<sup>b</sup>Del total de especies reportadas.

\*Si las poblaciones de chigüiros y micos capuchinos no son originarias de Valle.

El Chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) está considerado con alta prioridad para la conservación del Valle del Cauca (CVC-IAvH, 2004)<sup>320</sup>, y cinco especies son consideradas de prioridad media para la conservación la Chucha Lanuda (*Caluromys derbianus*), la Chucha Gris (*Philander opossum*), el Armadillo Cola de Trapo (*Cabassous centralis*), el Leoncillo (*Bassaricyon gabbii*), (*Mustela frenata*) y (*Dinomys brunieki*) (Kattan, 2004)<sup>321</sup>.

El Valle Geográfico del Río Cauca (VGC) es una región muy similar a la llanura costera del pacífico respecto a su fauna de mamíferos (Mosquera 1982<sup>322</sup>, Salazar *et al.* 2002<sup>323</sup>, Kattan 2004<sup>324</sup>). La Laguna de Sonso es representativa de los humedales presentes en el VGC, donde se encuentran mamíferos asociados a cuerpos de agua, que también están presentes en otros humedales de la región (Patiño, 2003)<sup>325</sup>.

Sin embargo, es probable que muchas especies que originalmente estuvieran en la Laguna se vieran obligadas a desplazarse a otros hábitats (relictos de bosque en cordilleras), disminuyeran el tamaño de sus poblaciones y/o se extinguieron localmente. Esto ya lo había

<sup>320</sup> CVC-IAvH. (2004). Prioridades de Conservación de Fauna (Aves y Mamíferos) de la Jurisdicción de la CVC. Cali. Colombia. 45 p.

<sup>321</sup> Kattan, G. (2004). Threatened Species in the Central Andes of Colombia: Population Status and Habitat Availability. Fundación Ecoandina/wCS. Cali.colombia.15 p.

<sup>322</sup> Mosquera, L.F. (1982). Zoogeografía de la Fauna Quiróptera del Valle del Cauca. Tesis de grado. Universidad del Valle. Facultad de Ciencias. Santiago de Cali. 70 p.

<sup>323</sup> Salazar, R.M.I.; Gómez, N.; Vargas, W.G.; Reyes, M.; Castillo, L.E.; y Bolívar, W. (2002). Bosques Secos y muy Secos del Valle del Cauca. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC.

<sup>324</sup> Kattan, G.H.; Franco, P.; Rojas, V. y Morales, G. (2004). Biological Diversification in a Complex Region: a Spatial Analysis of Faunistic Diversity and Biogeography of the Andes of Colombia. Journal of Biogeography 31 1-11.

<sup>325</sup> Patiño, R.A. (2003). Caracterización y Formulación del Plan de Manejo Integral de las Madreviejas de El Burro y La Marina (Buga) y El Remolino (Roldanillo). Informe final presentado a la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC. Convenio CVC- CETEC No. 156 del 2002.

<sup>316</sup>Rojas-Díaz, V.; Reyes-G, M y Alberico, M. (en preparación) Mamíferos del Departamento del Valle del Cauca.

<sup>317</sup>Alberico, M. (1981). Lista Preliminar de los Murciélagos del Valle. Céspedesia 10:223-230.

<sup>318</sup>Alberico, M. (1983). Lista Anotada de los Mamíferos del Valle. Céspedesia 12:57-72.

<sup>319</sup> Alberico, M.; Cadena, A.; Hernández-Camacho, J. y Muñoz-Saba, Y. (2000.) Mamíferos (Synapsia: Theria) de Colombia. Biota Colombiana 1: 43-75.





manifestado Lehmann (1967)<sup>326</sup> cuando estableció que, para esa época, el Mono Aullador (*A. seniculus*), el Mono Nocturno (*Aotus lemurinus*), el Guatín (*D. punctata*) y la Nutria (*Lutra sp*) eran escasas; que la Guagua (*A. pacá*), el Chigüiro (*H. hydrochaeris*), el Gato Pardo (*H. jaguarundi*) y el Venado Bayo (*M. colombiana*) estaban casi extintos; y que el Puma (*P. concolor*), el Tigre (*P. onca*) y la Danta (*Tapirus sp.*) estaban extintos; además, se refiere al Tatabro (*T. pecari*) como extinto en la zona.

En términos generales, la fauna de mamíferos actualmente muestra la ausencia de grupos grandes y medianos, pero se destacan los mamíferos pequeños, de los cuales su conocimiento es escaso en el VGC y se encuentran como tres elementos endémicos: el Micuré (*Micoureus demararae*), el Ratón Rastrojero Grande (*Zygodontomys brunneus*), y a una especie de Ratón campestre (*Akodon sp nov.*) por describir (Quiceno 1993<sup>327</sup>). En este aspecto, la talla de las especies endémicas del VGC hace de la Laguna de Sonso y los ecosistemas asociados un escenario de mucho valor para su conservación.

Con respecto a los murciélagos, las especies reportadas son cosmopolitas y comunes en zonas intervenidas como *Carollia perspicillata* y *Glossophaga soricina*. La especie *Artibeus lituratus* es abundante en el Humedal como en todo el Valle Geográfico, el Departamento, Colombia y se puede encontrar en casi cualquier ecosistema (Alberico, 1996)<sup>328</sup>. Esta especie puede alimentarse de frutos comunes como mango (*Mangifera indica*) y guayaba (*Psidium*

*guajava*), y también de especies forestales, por lo cual, es una especie importante para la dispersión de semillas. En este sentido son también importantes otras especies frugívoras de los géneros *Artibeus*, *Carollia* y *Sturnira*.

El murciélago Vampiro Común (*Desmodus rotundus*) se encuentra asociado a zonas ganaderas, donde encuentra recurso permanente para satisfacer sus requerimientos de sangre. En el área, se reportaron casos de reses mordidas por vampiros, sin embargo, esta relación es poco entendida en el área, aunque la ganadería es una actividad económica generalizada en la Reserva y zonas aledañas.

Las especies listadas en categorías de amenaza son consideradas de interés para la conservación y sobre las cuales es necesario adelantar acciones de manejo y protección. Entre estas especies están la Chucha Lanuda (*Caluromys derbianus*), la Nutria (*L. longicaudis*) y el Gato Pardo (*H. yagouaroundi*), entre otras. Se adiciona el Chigüiro (*H. hydrochaeris*) como especie emblemática de la Laguna, que habita en ambientes lagunares.

Como unos elementos exógenos a la fauna de mamíferos nativos, hay especies domésticas que han sido introducidas como mascotas: perros y gatos. La introducción de depredadores no nativos, junto a la destrucción, fragmentación de los hábitats e introducción de especies herbívoras (como vacas y caballos), son procesos que tienden a eliminar especies (Blackburn *et al.* 2004)<sup>329</sup>. En particular, la introducción de mamíferos depredadores ha causado la extinción de poblaciones y especies de aves, que en ausencia de ellos no presenta apropiadas respuestas antidepredadores. Seguramente esta situación no es ajena al área de estudio, donde

<sup>326</sup>Lehmann, F.C. (1967). Fauna de la Laguna de Sonso. En: Proyecto de la Laguna de Sonso o del Chirca. Informe Técnico CVC No. 67-2. Santiago de Cali. Colombia. 13 p.

<sup>327</sup> Quiceno, C.A. (1993) Sistemática y Distribución del Género *Akodon* (Rodentia: Cricetidae) en el Valle del Cauca. Tesis de Biología, Universidad del Valle, Cali, 126pp.

<sup>328</sup>Alberico, M. (1996). Historia Natural de los Murciélagos Neotropicales. Pp 106-125. En: C. E. Angel (ed). Memorias Ecología de Mamíferos Neotropicales. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. Colombia. 206 p.

<sup>329</sup>Blackburn, T.M.; Cassey, P.; Duncan, R.; Evans K.L. y Gaston K.J. (2004). Avian Extinction and Mammalian Introductions on Oceanic Island. Science 305:1955-1958.



estos depredadores no nativos son bastante comunes.

Otras especies exógenas en el área son las Ratas (*Rattus* spp) y el Ratón Común (*Mus musculus*). Estas especies se encuentran asociadas a los asentamientos humanos y son consideradas plagas (Valencia, 1998)<sup>330</sup>. La presencia de estos roedores puede causar la exclusión de especies de roedores silvestres.

Las zonas muestreadas son de especial interés para la conservación. El caso de El bosque de Las Chatas, puede ser visto como un área conectora o corredor de hábitats boscosos entre la Laguna y sistemas del pie de monte del flanco occidental de la cordillera Central; en adición, es un área que si bien presenta fuerte intervención por estar en medio de zona ganadera, su conformación y estructura corresponde a una vegetación sucesional. La antigüedad del bosque y su potencial recuperación (enriquecimiento y restauración de zonas perímetro) constituyen un importante enfoque para el mantenimiento de la representatividad de los bosques secos del VGC y de la fauna que se habita en ellos.

La Estación Biológica El Vínculo, además de su importancia como centro de educación ambiental, constituye un área de transición entre la zona plana del VGC y la ladera occidental de la Cordillera Central; esta área es de interés como conectora entre estas dos zonas. En este aspecto, la continuidad de hábitats juega un papel crucial para las comunidades al existir especies que requieren de amplias extensiones para desarrollar sus actividades.

Algunas especies de murciélagos pueden realizar migraciones estacionales para aprovechar la disponibilidad de alimento

<sup>330</sup> Valencia, D. (1998). Biología y Control de Roedores. Cartilla divulgativa. ICA-CI Palmira. 24 p

(Sánchez-Palomino *et al.* 1993<sup>331</sup>, Saavedra-Rodríguez, 1999<sup>332</sup>). En el caso de la Isabela, esta es un área en regeneración, donde se encuentran especies de mamíferos comunes que encuentran refugio en estas zonas de “rastros”. También son importantes otras áreas perimetrales, ya estas se están regenerando naturalmente.

## 4.4 FUNCIONAMIENTO DEL HUMEDAL

### 4.4.1 Modelo Hidrológico

El humedal Laguna de Sonso ha sido alterado en su dinámica hídrica, y actualmente está comunicada con el río Cauca a través del caño Nuevo por el que existe intercambio de agua en ambos sentidos dependiendo de los niveles del agua. Además, la Laguna recibe aportes de aguas subterráneas, precipitación, derivaciones de los ríos Guadalajara y Sonso y varias quebradas de la cordillera central (Figura 74).

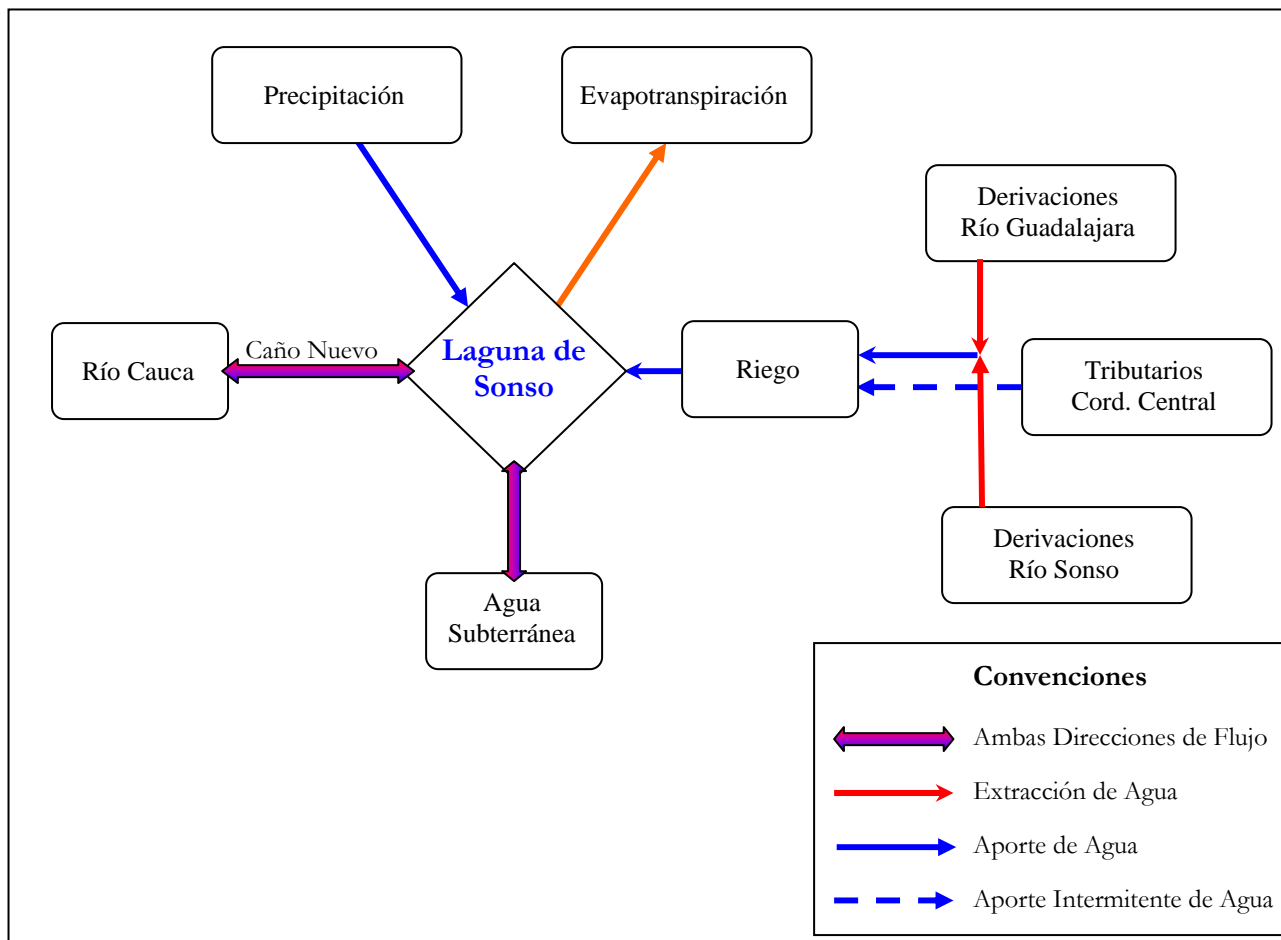
Se determinó que las entradas de los tributarios a la Laguna de Sonso corresponden a derivaciones de los ríos Guadalajara y Sonso que generan una gran red de canales con el fin de dar asignaciones para riego de cultivos principalmente. En el pie de monte de la cordillera Central que corresponde a la parte alta de la cuenca de Captación de la Laguna de Sonso, la corriente más importante es quebrada Seca o Guaymaral por donde es casi permanente la entrada de agua a la Laguna, aunque no todo el tiempo, y que las demás corrientes de la cordillera Central son efectivamente efímeras en la parte alta y media

<sup>331</sup>Sánchez-Palomino, P.; Rivas-Pavas, P.y Cadena, A. (1993). Composición, Abundancia y Riqueza de Especies de la Comunidad de Murciélagos en un Bosque de Galería en la Serranía de la Macarena (Meta-Colombia). *Caldasia* 17:301-312.

<sup>332</sup> Saavedra-Rodríguez, C.A. (1999). Estructura y Composición de la Comunidad de Murciélagos de la Cuenca Media del Río Calima, Valle del Cauca. Tesis de pregrado, Universidad del Valle, Cali. 60 p.

donde se convierten en canales únicamente en época de invierno por donde escurren y en verano están completamente secas. Estas corrientes en la parte baja de la cuenca de

captación florecen como aporte de aguas subterráneas y conducen hacia la Laguna.



**Figura 74. Modelo Hidrológico del Humedal Laguna de Sonso**

Actualmente no se tienen estimaciones exactas de cual es el caudal que viene por los tributarios a la Laguna, porque solo se ha tomado mediciones en los tributarios en que se monitorea calidad de agua.

El almacenamiento en la Laguna de Sonso está influenciado de forma directa por el régimen hidrológico del río Cauca; el cual es irregular y con una baja frecuencia a lo largo del año. A pesar de esto, la baja pluviosidad y la fuerte

evapotranspiración ocasionada por el Buchón de Agua juegan un papel importante en el almacenamiento de agua en la Laguna.

Es de resaltar que solo el 15% del tiempo, el río Cauca supera los niveles de la Laguna, lo que implica que el resto del tiempo, o sea el 85%, la Laguna es quien entrega sus aguas al río Cauca.



Mediante el Acuerdo No. 16 de 1979 de la CVC, se establecieron las cotas de 936.5 y 937 m para delimitar el área lagunar y el área pantanosa de la Laguna de Sonso respectivamente.

En cuanto al nivel de 936.5 m, el 50 y el 97% de las veces se exceden esta cota en Caño Nuevo y la Laguna de Sonso respectivamente; y el 55% del tiempo la Laguna de Sonso sobrepasa la cota 937. Lo que significa que casi todo el tiempo la Laguna tiene agua por encima del nivel establecido de 936.5 y que además, más de la mitad del tiempo el área pantanosa esta cubierta de agua.

Los niveles medios anuales de la Laguna siempre están por encima de los niveles medios anuales de caño Nuevo y del río Cauca en la estación Mediacanoa, esto sugiere que existen aportes de aguas subterráneas tal como se determinó en el balance hídrico realizado para el año 2002, donde se encontró que el mayor aporte de agua proviene del agua subterránea y mayor evacuación de agua se debe a los procesos de evapotranspiración por causa de la gran proliferación del buchón de agua.

Aunque el déficit de agua disminuye con la disminución en el porcentaje de cobertura del buchón sobre el espejo lagunar, hay que tener en cuenta que el buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) es una planta acuática que si bien afecta notablemente la calidad del agua por el aporte de materia orgánica en descomposición y la consiguiente disminución del oxígeno disuelto en el agua, es una especie acuática con características depuradoras puesto que esta planta obtiene del agua todos los nutrientes que requiere para su metabolismo. Que si bien la laguna no debe estar en su totalidad cubierta de buchón, se debe dejar un porcentaje de ella, principalmente en la zona sur y oriental de la Laguna, por ser estos los sectores de entrada de tributarios que vienen con alto contenido de materia orgánica y nutrientes.

Se han discutido varias alternativas de manejo hidrológico e hidráulico de la Laguna para su restauración como ecosistema estratégico del Bosque Seco Tropical Inundable, donde uno de sus principales factores que inciden en la degradación es la falta de circulación dentro de la misma y la acumulación de buchón y sedimentos al interior.

De acuerdo a lo anterior se hace necesario restaurar su antigua comunicación por el costado norte, entre los que se incluye el caño Carlina y los otros 4 que fueron taponados con la construcción de la vía Buga-Buenaventura, y cerrar el caño Nuevo con el fin de brindarle una salida natural y más asequible al buchón, generar circulación de agua al interior de la Laguna y disminuir los niveles de sedimentación en la zona norte.

#### **4.4.2 Modelo Calidad del Agua**

La calidad del agua en la Laguna de Sonso se ve influenciada por el régimen hidrológico, el aporte de agua subterránea, escorrentía del riego de caña de azúcar, agua residual doméstica de más de 1500 familias sin tratamiento previo, agua residuales porcícola y avícola, tributarios, la poca circulación del agua dentro del humedal y el aporte del río Cauca en épocas de crecientes por gradiente hidráulico (Figura 75).

Aunque se tienen concertaciones de producción limpia con los sectores azucarero, porcícola y avícola, se presentan descargas a los tributarios que drenan sus aguas a la Laguna. En el caso del sector azucarero, se tienen concertaciones con los ingenios y estos hacen buenas prácticas en los predios propios, pero no existe monitoreo o certeza del manejo de los proveedores independientes que se encargan de todo el proceso de campo, o sea la preparación del terreno, siembra y mantenimiento del cultivo, y que entregan la caña en pie al ingenio para que este la cosecha.

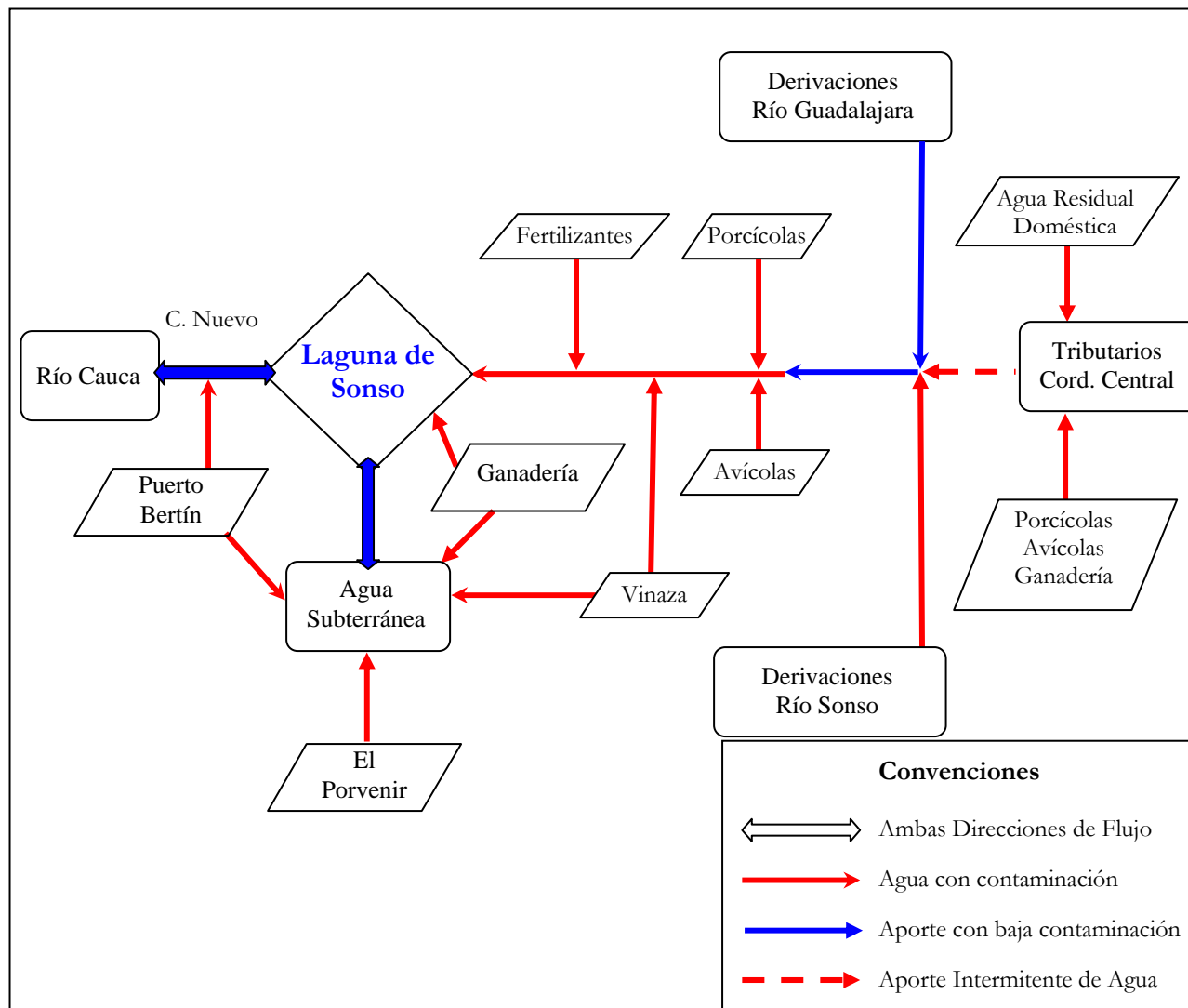


Figura 75. Modelo de Calidad del Agua en la Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso

Así mismo se están realizando actualmente en algunos predios la fertilización con vinaza en forma líquida como Ureavin, que es una mezcla de úrea con vinaza.

De igual forma se encontraron evidencias del no cumplimiento del sector avícola que a pesar de tener sistemas en seco, se observó escorrentía de lavado de los galpones, y existen aún sistemas sin ningún tipo de tecnificación. En el sector porcícola, el convenio de producción rige con aquellas que tienen un número mayor de 50 animales, pero

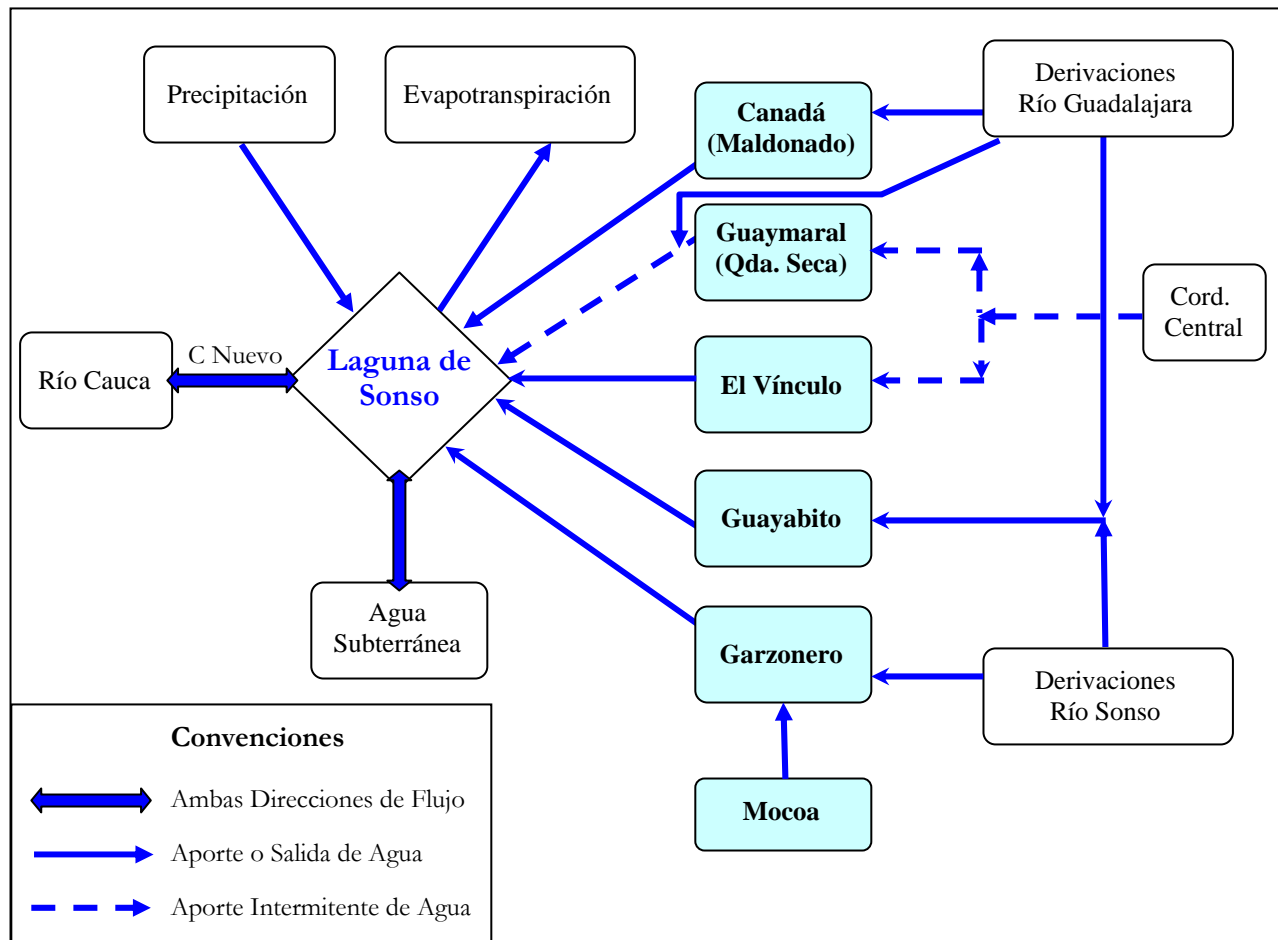
existen aproximadamente unas 7 que no tienen ningunas condiciones higiénicas de funcionamiento y no se les hace control o monitoreo de vertimientos.

Por ser un ecosistema catalogado como representativo del Valle Geográfico del Río Cauca y estratégico para la conservación en virtud de su gran valor de especies focales de importancia regional, nacional e internacional, se debe hacer un mayor control a estos sistemas productivos dentro del área de captación de la Laguna de Sonso. Los

tributarios monitoreados periódicamente por la CVC en términos de calidad del agua son Canadá (Maldonado), Guayamaral (quebrada Seca), El Vínculo, Guayabito, Mocoa y Garzonero.

Canadá (Maldonado) proviene de una derivación del río Guadalajara. El Vínculo y

quebrada Seca vienen de la cordillera Central, y este último recibe aportes de derivaciones del río Guadalajara. Mientras que Guayabito viene de derivaciones del río Guadalajara y Sonso; Mocoa es un tributario de Garzonero que es una derivación del río Sonso (Figura 76).



**Figura 76. Modelo de Tributarios Monitoreados en Calidad del Agua de la Laguna de Sonso**

Los tributarios de la Laguna de Sonso en la zona plana de la cuenca de captación están rodeados de cultivo de caña en la zona baja, por lo que es de esperarse que la aplicación de fertilizantes inorgánico y orgánicos como la vinaza, combinada con el riego genere una serie de vertimientos no puntuales tanto por

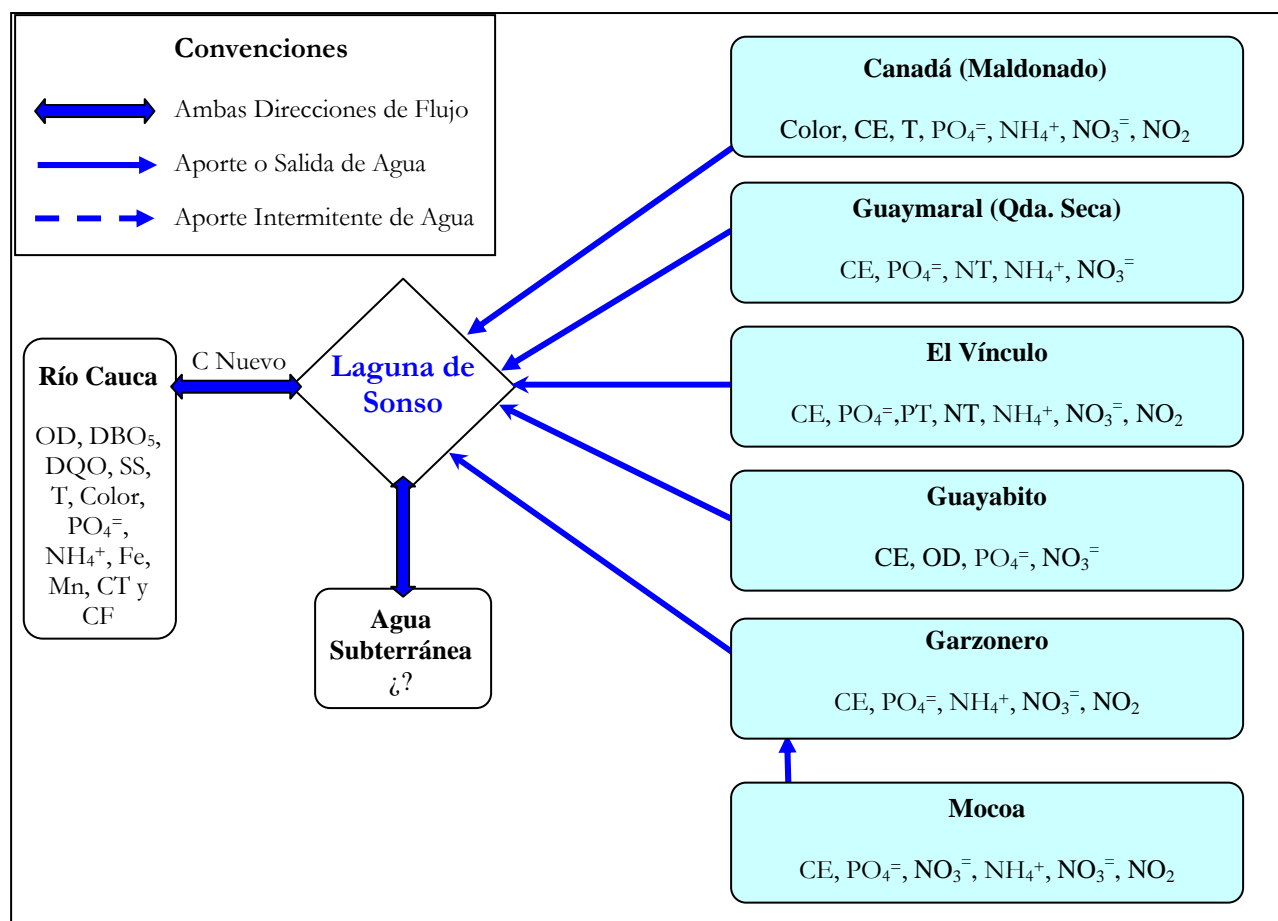
infiltración de las aguas freáticas como por escorrentía. Además se encuentran los centros poblados de Quebrada Seca, Zanjón Hondo, El Vínculo, El Manantial, El Porvenir, Palomera y Puerto Bertín con 7273 habitantes sin contar con el aporte del corregimiento de Sonso; industrias tecnificadas y no tecnificadas

de tipo avícola, porcícola, ganadería intensiva y extensiva, entre otras, ubicadas en la zona de captación que no cuentan con un adecuado manejo de sus vertimientos.

Para la determinación de los parámetros críticos de las entradas de agua se tuvo en cuenta, el Decreto 1594/84, los parámetros limitantes para la conservación de flora y fauna son oxígeno disuelto, pH, y coliformes totales. Guayabito no cumple con ninguno de los requerimientos para conservación de flora y fauna. Y los otros tributarios no cumplen para coliformes totales.

En cuanto a los demás parámetros se tuvo en cuenta la normativa para corrientes superficiales de acuerdo a la UNESCO (1996), donde las concentraciones de  $PO_4$  están entre 0.005 -0.02 mg/l,  $NH_3 < 0.2$  mg/l,  $NO_3 < 0.1$  mg/l,  $NO_2 < 0.001$  mg/l. conductividades por encima de 300  $\mu S/cm$  se consideran aporte de aguas subterráneas.

El río Cauca en la estación Mediacanoa presenta concentraciones críticas de OD,  $DBO_5$ , DQO, Sólidos Suspendidos, Turbiedad, Color, Fosfatos, Nitrógeno Amoniacal, Hierro, Manganeseo y Coliformes Totales y Fecales (Figura 77).



**Figura 77. Modelo de Parámetros Críticos de Calidad del Agua de los Tributarios a la Laguna de Sonso**



El zanjón Maldonado (Canadá) es el tributario con mayor contribución de color, turbiedad y nitritos, indicando contaminación orgánica reciente por la descarga de aguas residuales de la explotación porcícola en la Hacienda Canadá y por la producción de compost manual de Pronávicola S.A. que fue temporalmente clausurada por el grupo de seguimiento de vertimientos de la CVC en el 2006. El Vínculo presenta el mayor aporte de fosfatos, fósforo total y nitrógeno total a la Laguna de Sonso, nutrientes descargados con las aguas residuales en la quebrada Las Águilas y zanjón Hondo proveniente de las comunidades de El Vínculo y Quebrada Seca, y la descarga de Frigorífico del Valle después de tratamiento.

Mocoa que entrega sus aguas al zanjón Garzonero, tributario directo de la Laguna de Sonso, presenta los mayores niveles de nitratos, originados por el arrastre de fertilizantes aplicados en exceso probablemente desde los campos de cultivo de caña de azúcar. Guayabito y Mocoa presentan los menores aportes de contaminación por materia orgánica y nutrientes, excepto los nitratos como se indicó anteriormente.

En cuanto a la Laguna, la evaluación fisicoquímica indica que este es un ecosistema sin estratificación térmica, la concentración de OD en la superficie de la Laguna se encuentran por encima los 4 mg/l, valor mínimo para conservación de flora y fauna de acuerdo con el Decreto 1594/84, pero disminuye conforme aumenta la profundidad de la masa de agua, hasta llegar incluso en algunas ocasiones a condiciones anóxicas; consecuencia de la degradación de la materia orgánica presente en los sedimentos que hace disminuir la concentración de oxígeno en el agua intersticial del mismo, promoviendo una transferencia de oxígeno de la columna de agua hacia el sedimento, y es lo que se llama como demanda de oxígeno de los sedimentos.

La calidad del agua en la Laguna de Sonso no cumple con los requisitos de preservación de fauna y flora de acuerdo con el Decreto 1594/84 en términos de OD, NH<sub>4</sub> y NO<sub>2</sub> que indican un sistema contaminado y no apto para hábitats de fauna íctica.

La Laguna se ve afectada por los sedimentos aportados por los tributarios, y en la zona norte por el río Cauca en periodo de lluvias ocasionando una gran variabilidad de la turbiedad debido a la presencia de materia orgánica finamente dividida y material suspendido y generando una disminución en la penetración de luz solar en la columna de agua que afectan los procesos bioquímicos.

En la Laguna se evidencia y se confirma el aporte de agua subterránea, el cual se refleja en las concentraciones de conductividad específica que varían de acuerdo con las condiciones estacionales, encontrándose las concentraciones más altas en verano cuando el agua subterránea aporta agua a la Laguna y en invierno se encuentran las concentraciones más bajas cuando el río Cauca entra generando un efecto dilusor, hecho que se confirma con los cambios diversidad de especies fitoplancton observados en el tiempo, producto de la dinámica fisicoquímica del agua, fluctuaciones de conductividad y variaciones en los nutrientes, fluctuaciones que están relacionadas con las condiciones estacionales.

Los macroinvertebrados encontrados en el presente estudio, indican que la Laguna de Sonso es un ecosistema de dudosa calidad, con alto contenido de materia orgánica, ratificado por organismos bioindicadores de aguas contaminadas como Chironómidos y Ceratopogonidos, Oligoquetos, Dípteros y Moluscos, que presentan una alta resistencia a las perturbaciones y la contaminación (Rosenberg y Resh, 1993 citado por Alonso y





Camargo (2005)<sup>333</sup>; Alonso y Camargo, 2004<sup>334</sup>; Camargo et al., 2004<sup>335</sup>).

De igual forma en el año 2006 se hizo evidente la ausencia de indicadores de ambiente poco intervenidos Staphylinidos, Dytiscidos, Psephenidos y Ptilodactylidos encontrados en años anteriores, y ausencia de Trichopteros, Ephemeropteros y Plecopteros, grupos sensibles a las alteraciones del ecosistema.

En la Laguna se encontró las especies bioindicadoras *Scenedesmus* y *Closterium* que denotan ambientes con presencia de fósforo, hierro y en general de alto contenido de nutrientes y minerales donde se gestan procesos ecológicos sucesionales, como consecuencia de las descargas de aguas residuales.

La Laguna es un ecosistema limitado por fósforo, y es por esta razón que se encontraron poblaciones considerables de Chrysophytas que tienen bajo requerimiento en nutrientes y en particular de fósforo (Wetzel, 1981)<sup>336</sup>. Mientras las Euglenophytas se encontraron en un bajo porcentaje como consecuencia de que la Laguna es un ecosistema hipereutroficado y este grupo se desarrolla bajo condiciones estrictas de agua con alto contenido de materia orgánica pero

oligotróficos o con bajo contenido de nutrientes (Beyruth, 1993)<sup>337</sup>.

Altas concentraciones de nutrientes encontradas en los tributarios y que por lo tanto llegan a la Laguna, es el resultado de las poblaciones encontradas de diatomeas (*Nitzschia*, *Pinnularia* y *Navicola*) y clorofíceas (*Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Ankistrostremus* y *Actinastrum*.) que denota un ambiente con una alta disponibilidad de nutrientes.

La diversidad presente de Rotíferos y Protozoos frente a los Copépodos, refleja el grado de eutroficación que presenta la Laguna de Sonso. Y aunque los Copépodos se consideran indicadores de oligotrofia, se ha encontrado copépodos del suborden Cyclopoidea con rotíferos del género *Brachionus* en aguas altamente eutroficadas (Roldán, 1992)<sup>338</sup>.

El aporte de agua subterránea y por lo tanto las concentraciones de Conductancia Específica implica la presencia de especies indicadoras como *Anabaena*, *Lynghia* y *Oscillatoria*. Además esta última especie no fija nitrógeno atmosférico por lo que su desarrollo muestra que la Laguna de Sonso tiene una concentración alta de nitrógeno que se confirma con los niveles encontrados en la Laguna, los cuales son aportados por los tributarios, producto de las actividades antrópicas en la cuenca de captación.

Las concentraciones de fosfatos en la Laguna de Sonso son inferiores a 0.38 mg/l en el período seco, mientras que en el período húmedo son inferiores a 0.12 mg/l, con las mayores concentraciones en el punto Norte en invierno. El fósforo total presenta valores

<sup>333</sup> Alonso, A. y Camargo, J.A. (2005). Estado actual y Perspectivas en el Empleo de la Comunidad de Macroinvertebrados Bentónicos como Indicadora del Estado Ecológico de los Ecosistemas Fluviales Españoles. Ecosistemas. 2005/3.

<sup>334</sup> Alonso, A. y Camargo, J.A. (2004). Sub-lethal Responses of the Aquatic Snail *Potamopyrgus antipodarum* (Hydrobiidae, Mollusca) to Unionized Ammonia: a Tolerant Invading Species. Fresenius Environmental Bulletin 13: 607-615.

<sup>335</sup> Camargo, J.A., Alonso A. y De la Puente, M. (2004). Multimetric Assessment of Nutrient Enrichment in Impounded Rivers based on Benthic Macroinvertebrates. Environmental Monitoring and Assessment 96: 233-249.

<sup>336</sup> Wetzel, R.G. (1981).- Limnología. Edit. Omega, S.A. Barcelons, 679 p.

<sup>337</sup> Beyruth, Z. (1993). Fitoplancton em Lagos do Parque Ecológico do Tiete, Sao Paulo, 1986-1987. Estudo para reabilitação. Dae 170:5-10

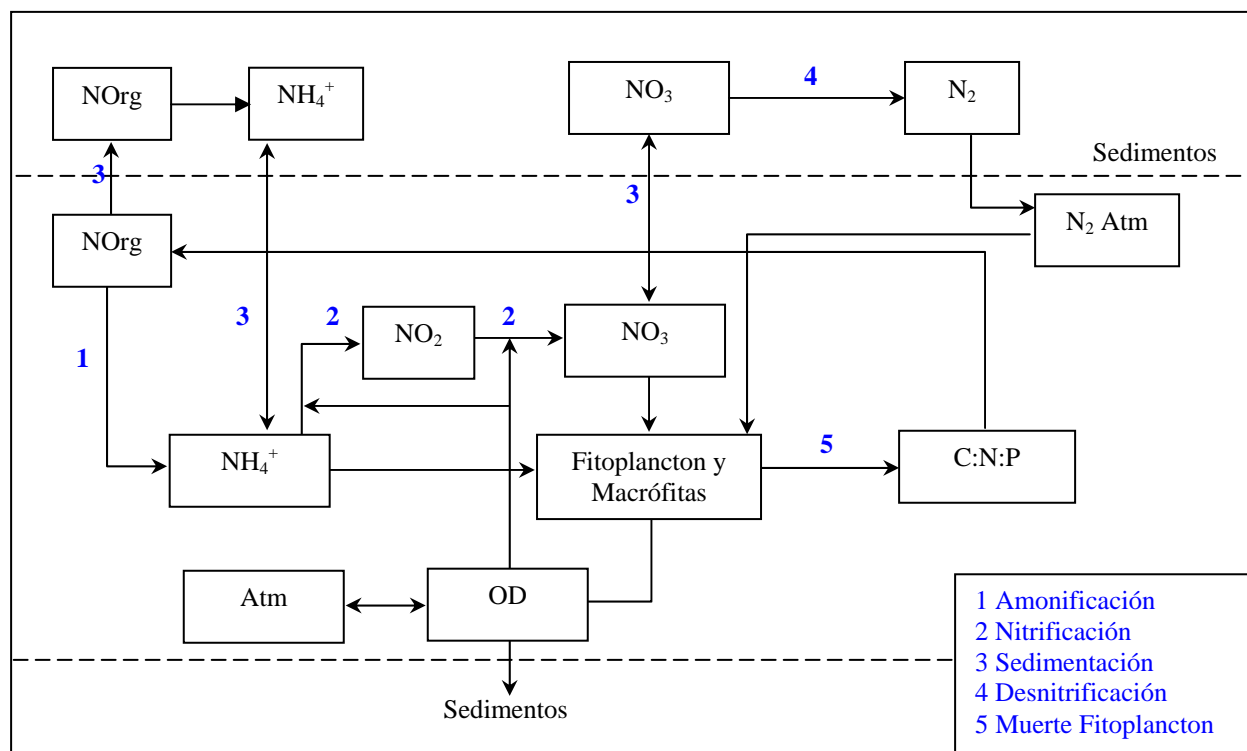
<sup>338</sup> Roldán, G. (1992). Fundamentos de Limnología Neotropical. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia. 529 p.

entre 0.02 y 0.24 mg/l para el período seco y entre 0.04 y 0.37 mg/l en el período húmedo; en promedio las concentraciones más altas se presentan para el punto Norte en invierno, mientras que en verano se presentan concentraciones homogéneas en toda la Laguna. Las concentraciones de fosfatos son muy bajas comparadas con las concentraciones de fósforo total, y esto es debido a que los fosfatos es la forma disponible del fósforo por los organismos acuáticos.

El contenido de nitritos es inferior a 0.01 mg/l. Los valores registrados para nitratos se encuentran entre 0.1 y 0.5 mg/l en la Laguna de Sonso. Según el Decreto 1594/84 los valores de nitratos encontrados en el sistema son muy bajos. Dadas las altas concentraciones del nitrógeno amoniacal, se

deduce que el nitrato es consumido por las plantas acuáticas y el fitoplancton para la síntesis de proteínas.

La cinética del nitrógeno incluye los procesos de amonificación (mineralización del nitrógeno orgánico disuelto por parte de microorganismos a nitrógeno amoniacal), nitrificación (oxidación de amonio a nitritos y de nitritos a nitratos por bacterias autótrofas, proceso que necesita un consumo de oxígeno), desnitrificación (reducción del nitrato a  $N_2$  en condiciones anóxicas), consumo por parte del fitoplancton (amonio y nitritos son consumidos y acumulados en forma orgánica y preferencialmente el amonio), y la fijación del nitrógeno atmosférico (reducción del  $N_2$  a compuestos amoniacales por cianobacterias) (Figura 78).



**Figura 78. Modelo de la Cinética del Nitrógeno**

El nitrógeno orgánico aumenta en la columna de agua por el fitoplancton muerto que se descompone, que a su vez disminuye por el proceso de mineralización, sedimentación y disponibilidad por parte del mismo fitoplancton.

Mientras que el nitrógeno amoniacal en la columna de agua aumenta por la mineralización del nitrógeno orgánico y fitoplancton muerto cuyo nitrógeno se transforma en amonio. Este a su vez disminuye por consumo por el fitoplancton, pero dependerá de la cantidad de amonio y nitratos en el ecosistema.

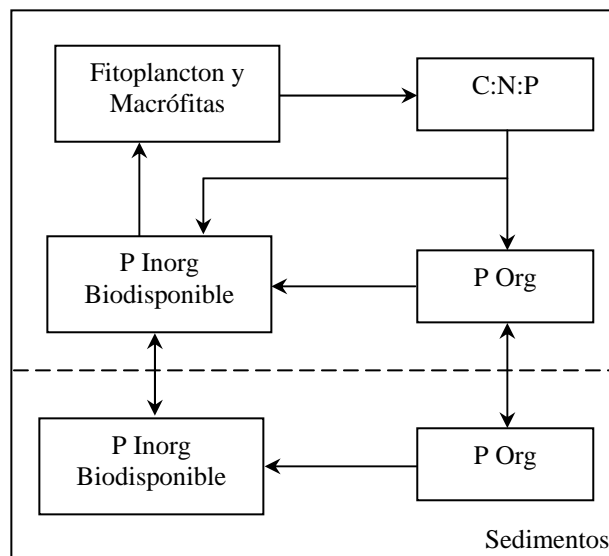
El proceso de nitrificación depende del oxígeno. Así en horas diurnas el pH es elevados, lo que da lugar a que el equilibrio entre las forma ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ) y la no ionizada ( $\text{NH}_3$ ) se desplace a este último.

Los nitratos son el resultado del proceso de nitrificación del amonio en condiciones aeróbicas, y su disminución dependerá del consumo como nutriente y del proceso de desnitrificación.

En cuanto a la cinética del fósforo, esta involucra los procesos de mineralización (paso del fósforo orgánico a inorgánico biodisponible) y consumo por parte del fitoplancton (Figura 79).

La muerte del fitoplancton al igual que introduce nitrógeno al sistema, también lo hace en términos de fósforo, que permanece en el sistema acuático como fósforo orgánico y otra parte se mineraliza a fósforo inorgánico biodisponible. La fracción de fósforo orgánico sufre procesos de sedimentación.

El fósforo inorgánico se ve afectado por el consumo del mismo por parte del fitoplancton y por la sedimentación asociada principalmente a los sólidos en suspensión.



**Figura 79. Modelo de la Cinética del Fósforo**

Al igual que el nitrógeno amoniacal y los nitratos, el fósforo inorgánico biodisponible asociado a los sedimentos dependerá del equilibrio de estos compuestos entre el sedimento y el agua.

Es así como en los sistemas naturales, los sedimentos juegan un papel importante como fuente/sumidero de los nutrientes. Y estos depósitos son el resultado de diferentes procesos como la sedimentación de material particulado y la resuspensión del mismo bajo la diferencia o equilibrio de las concentraciones en ambas zona (sedimento/agua).

En la Figura 80 se observa los modelos cinéticos del nitrógeno y el fósforo integrados como un modelo único de nutrientes en la Laguna de Sonso. Este ecosistema recibe nutrientes en términos de fósforo y nitrógeno de los ríos tributarios y de la escorrentía, causada por los cultivos y las aguas residuales domésticas y pecuarias.

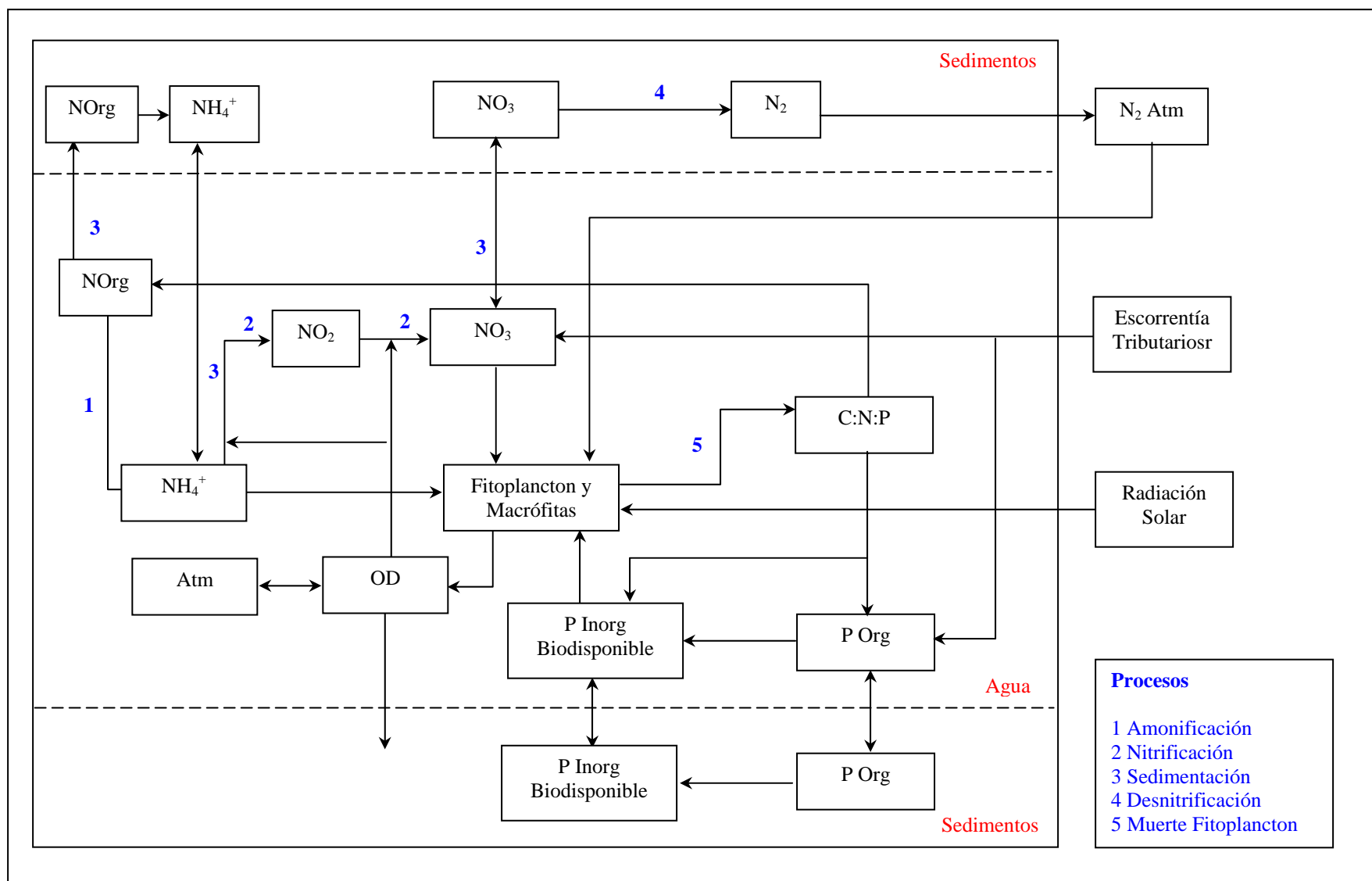


Figura 80. Modelo de Nutrientes de la Laguna de Sonso.



El nitrógeno es el nutriente que se encuentra en mayor proporción del sistema acuático sufriendo diferentes procesos, como oxidación, nitrificación y sedimentación en el sistema acuático.

El nitrógeno en la forma de nitritos, es un ión muy inestable en presencia de oxígeno, y representa una forma intermedia entre amonio y nitrato (nitrificación) o nitrato y gas nitrógeno (desnitrificación). Su presencia en concentraciones relativamente elevadas indica procesos biológicos activos, influenciados por la contaminación orgánica.

El nitrato es la forma principal del nitrógeno inorgánico que se halla en aguas naturales. Es altamente soluble y es la forma más estable en aguas superficiales. En el sedimento, el nitrógeno y más concretamente el  $\text{NO}_3$  en ausencia de oxígeno sufre el proceso de desnitrificación.

Los nutrientes sufren un continuo reciclaje entre las diferentes formas en que se pueden presentar. Los nutrientes inorgánicos disueltos son consumidos por el fitoplancton y macrófitas para su crecimiento y estos nutrientes se mueven a través de la cadena trófica. Parte de ellos van siendo excretados como materia orgánica particulada que se hidroliza a formas solubles y mineralizada a formas inorgánicas. Parte de la materia orgánica particulada se sedimenta y contribuye de esta forma al balance de nutrientes en el sedimento, que a su vez puede ser descompuesta aeróbia o anaeróbiamente, liberando nuevos nutrientes hacia la columna de agua.

El intercambio de nutrientes entre la columna de agua y los sedimentos es particularmente importante en los problemas de eutroficación y sobre todo con sustancias como el P-inorgánico. La disminución de este se debe al consumo por el fitoplancton y a la sedimentación de sólidos (arcillas) que contienen parte del fósforo soluble, pero

como este es el nutriente limitante es consumido rápidamente por el fitoplancton y las macrófitas.

En este ecosistema hipereutrofizado, el sedimento es un contribuyente neto de fósforo y nitrógeno biodisponible a la columna de agua, que en algún momento pasarán al agua intersticial y después a la columna de agua y teniendo en cuenta la cantidad de sedimento no consolidado en la Laguna, el contenido de nutrientes almacenado debe ser alto.

Y muy seguramente si se produce una reducción en la carga externa de fósforo y nitrógeno, por un tiempo considerable y debido a la gran capacidad de absorber temporalmente fósforo y especialmente nitrógeno por parte del sedimento, estos se resuspenderán gradualmente del sedimento a la columna del agua y demorar el mejoramiento de la calidad, por lo tanto la resuspensión de nutrientes tiene un impacto significativo en la calidad del agua.

Se ha determinado que la resuspensión de nutrientes de los sedimentos es significativa de varias formas del nitrógeno y poco o nada de fósforo. Los resultados de los análisis de resuspensión de fósforo total y ortofosfatos indican que no hay acumulación en el lodo, lo que indica que el fósforo que llega a la Laguna es consumido rápidamente por el fitoplancton y por las plantas flotantes.

Hay que resaltar la importancia de la resuspensión en la calidad ambiental de este ecosistema, puesto que estos incrementan la turbidez en la columna de agua y por ende se reduce la penetración de luz, se afecta la producción fotosintética reduciendo la profundidad para la cual las algas y las plantas acuáticas pueden crecer, se disminuye la aportación o producción de oxígeno al verse afectado la productividad primaria, se incrementan los nutrientes en la columna de



agua por efecto de su liberación del sedimento resuspendido, y se producen cambios morfométricos en el cuerpo de agua.

#### **4.5 COMPONENTE SOCIOECONÓMICO**

##### **4.5.1 Identificación y Análisis de Actores**

Se identificó que los actores sociales se recogen dentro de los grupos de sociedad civil e instituciones. En el primer grupo, se identificaron propietarios, asentamientos humanos, pescadores artesanales y deportivos, industrias, cazadores y recreacionistas pasivos y activos; dentro de las instituciones se encuentran alcaldía de Buga, policía, sector educativo, autoridad ambiental, ONG's ambientales y comunitarias, Juntas de Acción Comunal, Cámara de Comercio, universidades, IGAC, gobernación, Asocaña entre otras (Tabla 42).

En el ámbito local las comunidades de acuerdo a su ubicación han determinado cuales instituciones tienen mayor o menor presencia dependiendo de la situación y los programas que desarrollan.

En las comunidades ubicadas en el sector oriental de la Laguna (Quebrada Seca, Zanjón Hondo y El Vínculo, Figura 81) identifican como instituciones más cercanas la Administración Municipal a través de las Secretarías de Salud, Planeación, Obras Públicas y Educación, La gobernación del Valle del Cauca y la CVC; esto teniendo en cuenta los programas que se desarrollan a través del puesto de salud, los centros educativos, planes de manejo de aguas residuales y el Programa de Abastecimiento de Agua – PAAR.

Otras instituciones identificadas son el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar -, ICBF con 15 años de apoyo en la localidad, La

EPSA quien suministra energía y alumbrado público, Bugatel con el servicio de telefonía, el Comité de Cafeteros, el SENA, La TEPA y Aguas de Buga que han brindado a la comunidad capacitación y asesorías (CINARA, 2006).<sup>339</sup>

##### **4.5.2 Características Sociales de los Asentamientos Humanos**

Como población objeto de estudio se determinaron cinco corregimientos pertenecientes a los municipios de Buga y Guacarí. En el municipio de Buga se identificaron los corregimientos de El Porvenir (veredas El Porvenir, La Palomera y Puerto Bertín), El Vínculo (Veredas El Vínculo y Urbanización el Bosque), Quebrada Seca (veredas Quebradaseca y Manantial) y Zanjón Hondo (Vereda Zanjón Hondo) (Figura 80). En el municipio de Guacarí se identificó el corregimiento de Sonso, que si bien no se encuentra dentro del área de captación de la Laguna de Sonso, sus vertimientos si llegan a ella.

Es importante resaltar que estudios anteriores no incluían la población asentada en los Corregimientos de Zanjón Hondo, Quebradaseca y el Vínculo; el presente estudio ha considerado estas poblaciones por estar asentadas en la cuenca de captación y sus aguas residuales son vertidas al Humedal sin previo tratamiento, lo cual los cataloga como actores de incidencia directa en este ecosistema.

<sup>339</sup> CINARA. (2006). Formulación y Desarrollo de un Plan de Saneamiento y Manejo de Excretas y Aguas Residuales Domésticas en la Zona Rural del municipio de Buga. Cali. Colombia.

**Tabla 42 Matriz de Clasificación de Actores**

ACTORES/ ESCALA		PUBLICOS		ACTORES LOCALES	ONG'S LOCALES Y ORGANIZACIONES PRIVADAS LOCALES.	
		Competencias	Incidencia		Beneficiarios	Interesados
<b>LOCAL</b> (Cuenca de Captación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Puerto Bertín</li> <li>▪ El Porvenir</li> <li>▪ El Vínculo</li> <li>▪ Zanjón Hondo</li> <li>▪ Quebrada Seca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ CVC - DAR Centro Sur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instituciones Educativas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Propietarios de predios colindantes</li> <li>▪ propietarios en la Cuenca de Captación.</li> <li>▪ Comunidad</li> <li>▪ Junta de Acción Comunal</li> <li>▪ Junta Administradora del Acueducto</li> <li>▪ Pescadores Artesanales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sector Azucarero</li> <li>▪ Sector Porcicultor</li> <li>▪ Sector Avícola</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Agudesonso.</li> <li>▪ Asociación de pescadores de Yotoco.</li> <li>▪ ASOYOTOCO</li> <li>▪ Asoguabas</li> <li>▪ Asosonso</li> <li>▪ IMCA: Instituto Mayor Campesino.</li> <li>▪ Corporacion Rio Guadalajara.</li> </ul>
	<b>MUNICIPAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Buga</li> <li>▪ Guacarí</li> <li>▪ Yotoco</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alcaldías: Buga, Yotoco, Guacarí</li> <li>▪ Policía.</li> <li>▪ CLOPAD</li> <li>▪ CVC - DAR Centro Sur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hospitales.</li> <li>▪ SENA BUGA.</li> <li>▪ Universidad del Valle.</li> <li>▪ TEPA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pescadores Deportivos</li> <li>▪ Pescadores Artesanales</li> <li>▪ Cazadores Furtivos</li> <li>▪ Estudiantes</li> <li>▪ Recreación pasiva</li> </ul>	
<b>REGIONAL Y NACIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Valle del Cauca</li> <li>▪ Colombia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ CVC Dirección General y Subdirecciones</li> <li>▪ Gobernación: (Secretaria de Salud, Corpocuenca, Malla Vial).</li> <li>▪ Ministerio del Medio Ambiente.</li> <li>▪ Ministerio de Agricultura</li> <li>▪ Ministerio de Minas y Energía</li> <li>▪ ICA</li> <li>▪ INCIVA</li> <li>▪ INCODER</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ SENA</li> <li>▪ Universidades</li> <li>▪ IGAC</li> <li>▪ INVIAS</li> <li>▪ ECOPETROL</li> <li>▪ von Humbolt</li> <li>▪ COLCIENCIAS</li> <li>▪ Organismos de control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pescadores Deportivos</li> <li>▪ Comunidad Educativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Procaña</li> <li>▪ Cenicaña</li> <li>▪ Gases de Occidente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ASOCAÑA</li> <li>▪ ECOANDINA</li> <li>▪ CALIDRIS</li> <li>▪ CINARA</li> <li>▪ INGEOMINAS</li> </ul>
<b>INTERNACIONAL</b>				<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Turismo enfocado al avistamiento de aves.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ RAMSAR (IUCN)</li> <li>▪ WWF</li> <li>▪ Embajada Holanda</li> <li>▪ SUECIA</li> <li>▪ Fondo de las Américas</li> <li>▪ BirdLife Internacional</li> <li>▪ Ducks Unlimited</li> </ul>

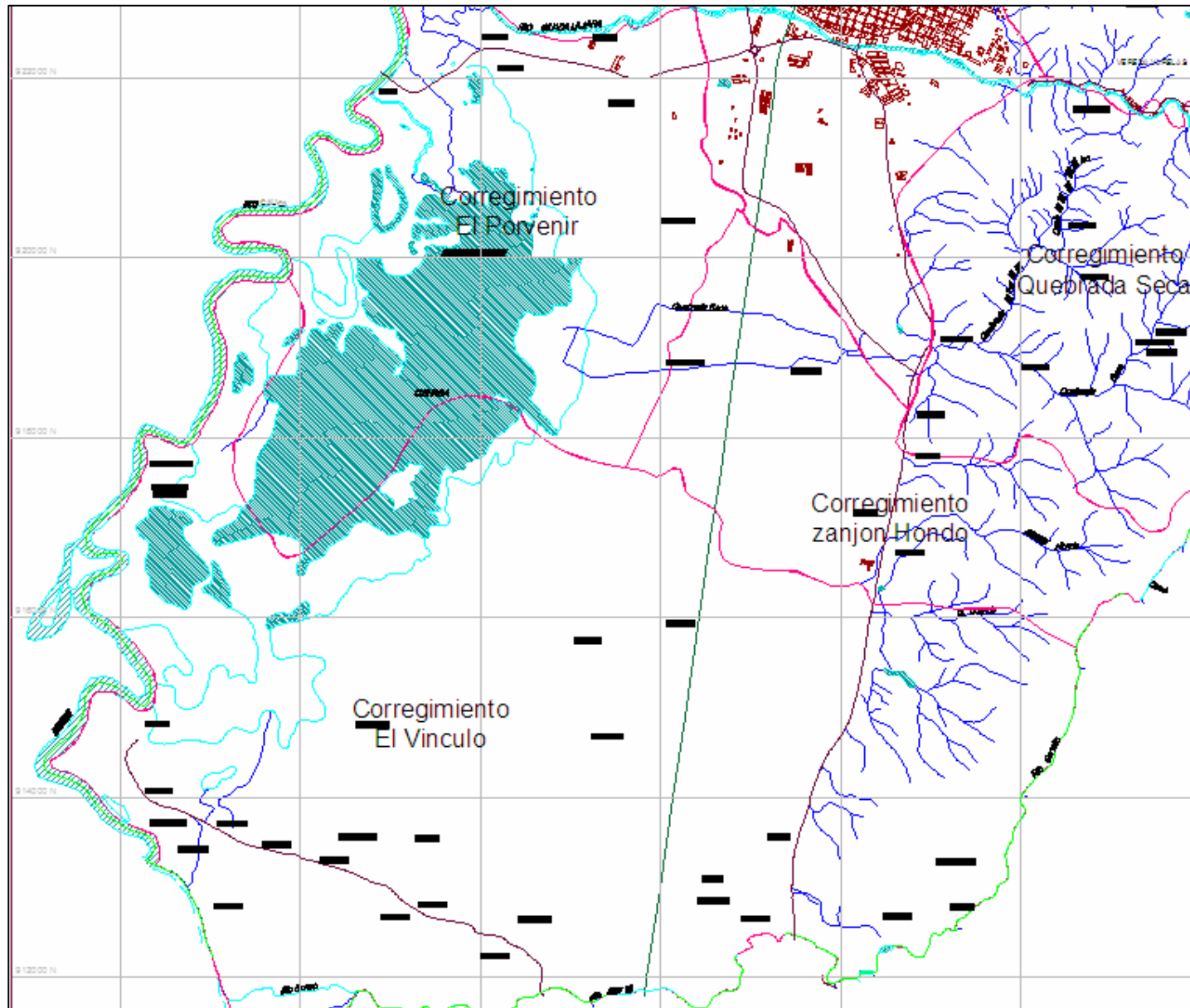


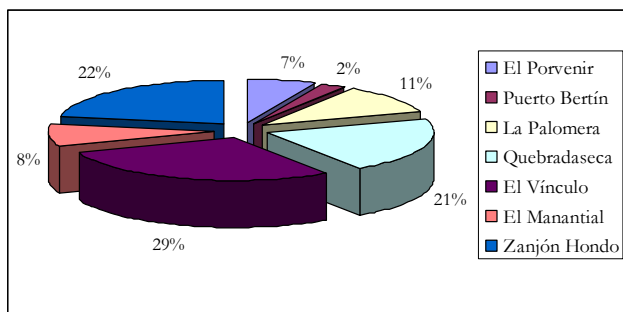
Figura 81. Ubicación de los Corregimientos dentro del Área de Captación de la Laguna de Sonso





#### 4.5.2.1 Demografía

La población asentada en la zona de estudio es aproximadamente de 7253 habitantes en el año 2006. Un análisis de distribución de la población por centro poblado indica que el corregimiento más poblado en el área de estudio es El Vínculo con el 29.3% de la población, seguido Z. Hondo con el 22% y Quebrada Seca 21%. Es importante resaltar que además de la población asentada de manera permanente, en Q. Seca existe una población flotante de 2000 habitantes, que hace referencia a las personas residentes en la zona urbana de Buga u otros municipios del valle del Cauca que poseen predios o casas de campo utilizadas en temporadas de vacaciones o los fines de semana (Figura 82).



**Figura 82. Distribución de la Población por Corregimientos en Área de Captación de la Laguna de Sonso (2006)**

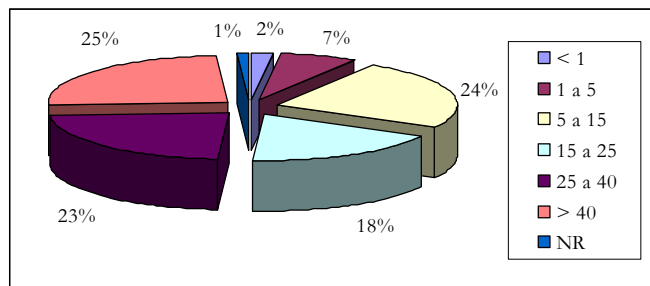
El aumento poblacional en los últimos 30 años en las veredas Puerto Bertín y el Porvenir de aproximadamente el 15% (Tabla 43).

La distribución de la población por grupo de edades se muestra en la Figura 83, en la cual se aprecia que el grupo de personas con edades mayores a 40 años es el de mayor proporción. No obstante, realizando un análisis por centro poblado se aprecia que en las veredas El Porvenir y Puerto Bertín el grupo más

representativos son los menores de 25 años (54.6% para El Porvenir y el 53.58% Puerto Bertín); en los otros tres centros poblados predomina la tendencia de población mayor a 25 años.

**Tabla 43. Habitantes en el Área de influencia de la Laguna de Sonso**

Centro Poblado	1998 340	2003	2006
El Porvenir	417	451	489
Puerto Bertín		108	168
La Palomera		668	800
Quebradaseca		836	1500
El Vínculo		990	2080
El Manantial		557	616
Zanjón Hondo		1500	1620



**Figura 83. Distribución de la Población por Edad (2006)**

La tendencia de población joven en los centros poblados ubicados en la zona aledaña a la Laguna de Sonso (veredas P. Bertin y El Porvenir) predomina desde los años 80, según lo indica estudio de CVC (1988b)<sup>341</sup>, donde se

<sup>340</sup> Municipio de Guadalajara de Buga y la Cámara de Comercio. (1999). Plan de Ordenamiento Territorial, Guadalajara de Buga 2000 -2012: Juntos Construyendo el Municipio del Mañana. Guadalajara de Buga. Colombia. 306 p.

<sup>341</sup> CVC. (1988b) Estudios preliminares. Evolución actual Laguna de Sonso. Estudio Socioeconómico. 44 p.



reporta que el 61.24% de la población tiene 25 años o menos.

En los asentamientos de la cuenca de captación de la Laguna de Sonso, se observó que existe una tendencia de mayor población femenina que masculina con un 52 y 48%.

#### **4.5.2.2 Organizaciones Comunitarias**

En el Vínculo existen 6 organizaciones comunitarias: la Junta de Acción Local (JAL), la Junta de Acción Comunal del vínculo (JAC) la Junta Administradora del Agua (JAA), la Asociación de Comuneros Barrio La Libertad, la Junta de Acción Comunal Barrio El Bosque y el Grupo Parroquial.

En Quebradaseca, la comunidad reconoce a la Junta de Acción Comunal (JAC), como una organización que cumple con su función de comunicar y tratar de darle solución a los problemas que se presentan en la localidad, en general la mayoría de habitantes que asistieron al taller, manifiestan estar satisfechos con la gestión, pues los proyectos o actividades que se han realizado, han sido de beneficio para la comunidad (Alcaldía Municipal de Buga et al., 2006)<sup>342</sup>.

En Zanjón Hondo, la comunidad identificó 4 organizaciones comunitarias: Juanta Administradora del Agua (JAA), Grupo Parroquial, Asociación de Padres de Familia y la Junta de Acción Comunal.

<sup>342</sup> Alcaldía Municipal de Buga, Aguas de Buga y Cinara. (2006). Formulación y Desarrollo de un Plan de Saneamiento y Manejo de Excretas y Aguas Residuales Domésticas en la Zona Rural del Municipio de Buga: Informe de Diagnóstico Participativo Vereda El Manantial Quebrada Seca. Cali. Colombia. 110 p.

#### **4.5.2.3 Servicios de apoyo a la Población**

##### • **Educación**

De acuerdo con el análisis por centro poblado, en el corregimiento de El Porvenir evidencia un nivel educativo menor que en el resto de los asentamientos objeto de estudio.

En 1998 se reporta para El Porvenir un alfabetismo del 16 % de la población adulta (CVC – Universidad del Valle, 1998)<sup>343</sup>; actualmente, se encontró que el 7% es analfabeta, mientras un 63% del total cursaron la primaria, sea completa e incompleta, destacándose un 32.52% de personas que se encuentran realizando estudios primarios o secundarios. El 41.20% de los estudiantes lo hace en El Porvenir, el 25.32% en Buga y el 45.28% en Yotoco. Del total de la población el 32.47% son estudiantes, y el 66% de la población estudiantil son mujeres, puesto que los hombres desde temprana edad se dedican a actividades laborales para sustento de la familia.

En el Corregimiento del Vínculo el 29.5% de la población estudia actualmente, y el 81% de la población ha realizado estudios, bien sea de primaria o secundaria y en menor porcentaje de nivel técnico.

De manera general, se puede apreciar que el nivel de escolaridad en los habitantes de la zona de influencia de la Laguna es medio considerando que la población posee algún grado de escolaridad; es preocupante la no continuidad de estudios de los jóvenes en Puerto Bertín y El Porvenir, ya que desde temprana edad se dedican a actividades laborales. Especial mención merece el hecho que la continuidad del ciclo de secundaria

<sup>343</sup> CVC – Universidad del Valle. (1998). Estudio Hidrobiológico de la Laguna de Sonso. Cali. Colombia. 165 p.



debe realizarse en Yotoco y Buga, sin embargo la situación económica y el costo del transporte, impide que los jóvenes de este

corregimiento continúen con sus estudios (Tabla 44).

**Tabla 44. Centros Docentes en el Área de Estudio**

Institución Educativa	Centro Docente	Características
Ángel Cuadros	EL Carmen (Sonsito)	19 estudiantes
	Santa Cecilia (Santa Cecilia)	20 estudiantes
	Antonio Guendica (Q. Seca)	Preescolar y básica primaria; 171 estudiantes; 3 docentes; ubicada en zona de alto riesgo.
	Armando Romero Lozano (El Vínculo)	Colegio Agropecuario; 9 docentes; básica primaria; 378 estudiantes.
	El Manantial (El Manantial)	53 estudiantes
	Ángel cuadros (Z. Hondo)	Agropecuario, primaria y secundaria, 14 docentes y 435 estudiantes.
El Académico	Jesús Bertín (Porvenir)	196 estudiantes
	Escuela La Palomera (La Palomera)	18 estudiantes

### **Salud**

En la Tabla 45 se presentan los centros de salud en el área de estudio. Según encuestas realizadas, la población de la zona de estudio poseen en un 81% afiliación al régimen subsidiado Sisben y un menor porcentaje esta afiliado al Seguro Social u otras EPS. Reciben atención médica en el Hospital Divino Niño de la ciudad de Buga.

En el Vínculo las enfermedades más comunes son el dengue (61.90%) y la gripa (30.95%); las enfermedades más comunes en la vereda de Puerto Bertín son: Gripe y alergias (95%). Los problemas de insalubridad se incrementan debido a la presencia de la actividad porcícola que ocasiona olores desagradables en la vereda El Porvenir, y no existe puesto de salud en este corregimiento.

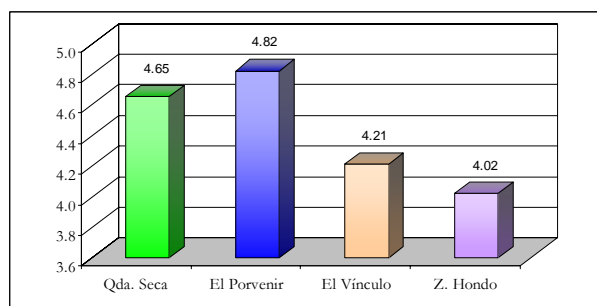
### **Vivienda**

El número de viviendas en el área de estudio equivale a aproximadamente a 1624; con una densidad promedio de 4.39 hab/vivienda, siendo el Porvenir el corregimiento con mayor densidad de habitantes por vivienda, tal como lo muestra la Figura 84. En cuanto a tenencia de la vivienda, el 76% de las viviendas son propias, el 17% arrendadas y el 7% corresponde a préstamo o cuidado de casas.

Las viviendas de la vereda de Puerto Bertín, están construidas sobre el antiguo basurero de la ciudad de Buga y son la comunidad más cercanas al humedal, están construidas principalmente en bahareque (50 %) con pisos en cemento y tierra (61.76%); mientras que las viviendas de El Porvenir Qda. Seca, Z. Hondo y El Vínculo poseen paredes construidas en bloque, ladrillo y piedra con pisos en cemento o baldosa.

**Tabla 45. Centros de Salud en el Área de Estudio**

Corregimiento	Puestos De Salud Existentes	Características
El Vínculo	Un puesto de Salud en la vereda El Vínculo	Ubicado en la Caseta Comunal; 11 años; se presta atención por parte de un médico dos veces por semana; promotora de salud permanente
Quebrada Seca	Un puesto de Salud en la vereda Quebrada Seca y un puesto de salud en el Manantial.	Q. Seca: Ubicado en la Caseta Comunal; asiste un médico y un odontólogo una vez por semana; promotora de salud permanente y un promotor de saneamiento que asiste cada dos o tres meses. El del Manantial (según el POT) está en regular estado.
Zanjón Hondo	Un puesto de salud	Ubicado en la Escuela; 26 años; asiste un médico dos veces por semana; promotora de salud no permanente.
El Porvenir	Dejo de existir por falta de apoyo municipal	

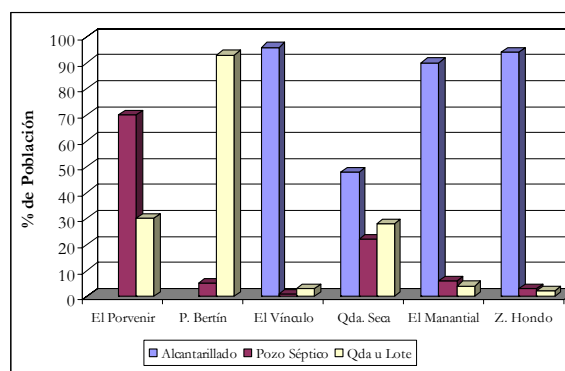


**Figura 84. Habitantes por Vivienda (2006)**

El estado “regular” de las viviendas de Puerto Bertín es una tendencia de tiempo atrás, estudios de 1980 indican que se presentan viviendas en mal estado, hacinamiento y que no poseían los servicios básicos; en 1998 las condiciones de estas viviendas habían mejorado pasando de un estado “malo” a “regular”, situación similar a la que se presenta actualmente. Igualmente, continúan las invasiones ubicadas en zonas de alto riesgo por inundaciones, siendo el más reciente el ocurrido a finales del 2006 en el mes de diciembre.

**Servicios públicos**

La Tabla 46 resume la situación encontrada en servicios públicos de estos centros poblados. En la Figura 85 se presenta la descarga de agua residual por comunidad evaluada, y se observa que Puerto Bertín y El Porvenir no poseen sistema de alcantarillado. Y en términos generales, la población asentada en la cuenca el 55.42% vierte sus aguas residuales al alcantarillado, el 26.32% a una quebrada, acequia o lote aledaño y el 18.26% posee pozo séptico.



**Figura 85. Sistemas de Distribución de Agua Residuales por Vereda (2006)**



**Tabla 46. Servicios Públicos**

Servicio Público	C. El Porvenir	C. El Vínculo	C. Q. Seca	C. Z. Hondo
Acueducto	Se surten del acueducto de Aguas de Buga (municipio de G. de Buga).	Acueducto veredal, sin tratamiento; 433 usuarios; cobertura del 96%, están en proceso cobertura del 4% (habitantes de la Urb. La Libertad). La fuente que los abastece es el río Sonsito.	El 100% de la población de la vereda Q. Seca se abastece del acueducto del m. de Buga (Aguas de Buga S.A); el 100% de los habitantes del Manantial se abastecen del acueducto veredal, el cual surte al Manantial, Sonsito y la Urb La Unidad, contando con 200 usuarios, conformado en el año 1991, se abastece del río Sonsito., realizan tratamiento.	El 100% se abastece del acueducto veredal, el cual fue construido en el año 1970 y posee actualmente 300 usuarios; se abastece de la Quebrada Los Naranjos y el Río Sonsito, no realiza tratamiento de aguas.
Alcantarillado	No posee	96.5% de la población conectada; 3% utiliza pozo séptico y el 0.5% vierte a una acequia. No tiene tratamiento de aguas residuales.	Q. Seca: el 100% esta conectado al alcantarillado de la vereda, no realiza tratamiento. El Manantial: el 90% esta conectado al alcantarillado del Manantial, realiza tratamiento de aguas residuales, excepto en invierno cuyos volúmenes exceden el caudal de diseño.	El 96% vierte sus aguas a un alcantarillado que no realiza tratamiento de aguas residuales; el 3% posee pozo técnico y el 1% vierte a una quebrada o acequia.
Energía	100%, prestado por la empresa EPSA	100%, prestado por la empresa EPSA	100%, prestado por la empresa EPSA	100%, prestado por la empresa EPSA
Recolección de residuos sólidos	Bugaseo presta el servicio 2 veces a la semana.	Bugaseo presta el servicio 2 veces a la semana.	Bugaseo presta el servicio 3 veces a la semana.	Bugaseo presta el servicio 2 veces a la semana.
Teléfono	Pocas viviendas del Porvenir poseen telefonía fija (Bugatel). En P. Bertin no tienen este servicio. Buen porcentaje de celular.	Existe telefonía fija. Buen porcentaje de celular.	Servicio de telefonía fija. Buen porcentaje de celular.	Servicio de telefonía fija. Buen porcentaje de celular.

**Corregimiento El Porvenir:** carece de alcantarillado. Las letrinas se llenan de agua con las crecientes del río, para solucionar esto y con la instalación del acueducto en las viviendas se instalaron tazas campesinas que están comunicadas a un pozo séptico; las aguas residuales son vertidas a los potreros. A pesar de tener instalados pozos sépticos, por los niveles freáticos de la zona estos no prestan el servicio adecuado.

**Corregimiento El Vínculo:** Los habitantes de este corregimiento disponen sus aguas residuales en un 96.54% a través de alcantarillado, el 0.41% tienen pozo séptico y

el 3.05% de los habitantes descargan directamente a una acequia; al alcantarillado se encuentran conectados 416 usuarios del acueducto rural y las viviendas pertenecientes a la urbanización La Libertad; las viviendas que realizan descarga directamente a una acequia están ubicadas en la urbanización El Bosque.

El sistema colectivo de manejo de excretas y aguas residuales de la vereda El Vínculo fue construido en el año de 1975, en el cual se han hecho inversiones en construcción y mejoras de la infraestructura sobre todo para solucionar problemas ocasionados por las



aguas lluvias (Alcaldía Municipal de Buga et al., 2006a)<sup>344</sup>. Los habitantes de la localidad cuentan con instalaciones domiciliarias. La red instalada va a un costado de la vía principal inicia al sur con 78 cámaras y 3150 m de longitud en concreto, conduciendo las aguas hasta un box coulvert que da a un canal del predio Santa Bárbara, el cual es usado para riego, finalizando su recorrido en la laguna de Sonso sin ningún tipo de tratamiento.

Está en proyecto la construcción de la urbanización Santa Ana conformada por 330 viviendas, concebido por la Constructora e Inmobiliaria Enlace LTDA, en un predio con un área de 101,294.23 m<sup>2</sup>, que colinda con el barrio El Bosque y la carretera Palmira – Buga. Con el objetivo de darle solución al manejo y disposición de las aguas residuales del proyecto se contrató a la firma Raul Arias Consultores Ambientales LTDA. Actualmente la constructora está realizando el trámite de conexión a la red de alcantarillado construida en la localidad, a través de la administración municipal de Buga. Se requiere analizar si el alcantarillado está en capacidad de recibir esta descarga.

Existen igualmente galpones en la localidad que manejan pollos para cría y comercialización, en La Avícola Miranda que resulta ser el último usuario conectado, pasan las aguas residuales de la localidad siendo conducidas por una tubería abierta ocasionándose taponamientos por maleza y falta de mantenimiento en el canal donde se vierten las aguas residuales provenientes del galpón, por ende se generan estancamiento de las aguas y vectores.

<sup>344</sup> Alcaldía Municipal de Buga, Aguas de Buga y Cinara. (2006a). Formulación y Desarrollo de un Plan de Saneamiento y Manejo de Excretas y Aguas Residuales Domésticas en la Zona Rural del Municipio de Buga: Informe de Diagnóstico Participativo Vereda El Vínculo. Cali. Colombia. 122 p.

Un problema es el taponamiento y rebosamiento del alcantarillado: se presentan rebosamientos especialmente en el sector que conecta la urbanización El Bosque con el colector paralelo a la vía, esto genera olores molestos, se contamina el suelo y se presenta incomodidad, además de generarse riesgos para los niños que transitan por la localidad; se presenta taponamiento que genera inundación en las viviendas ubicadas en el callejón San Rafael; en época de invierno el agua residual se rebosa por los sifones de las viviendas ubicadas en el sector del callejón El Vínculo; entre el callejón La Escuela y el callejón Telecom se presentan problemas frecuentes de taponamiento.

De acuerdo con la Alcaldía Municipal de Buga et al., (2006)<sup>345</sup>, las cocheras en este corregimiento tienen un manejo medianamente adecuado del estiércol, pues el 50% hacen recolección en seco, y el 25% de estas descargan al alcantarillado; aunque infieren por observación y por información de la misma comunidad que todas vierten sus aguas residuales al alcantarillado sin previo tratamiento, aunque el 50% de las cocheras visitadas realizan recolección de la porcinoza en seco antes de hacer el lavado, la cantidad de estiércol de cerdo que va por el alcantarillado produce taponamientos de los cuales la comunidad se queja.

**Corregimiento de Z. Hondo:** El 96% de la población vierte sus aguas residuales a un alcantarillado, un 3% de las viviendas tiene pozo y solo el 1% vierte a sus aguas residuales a una acequia.

<sup>345</sup> Alcaldía Municipal de Buga, Aguas de Buga y Cinara. (2006). Formulación y Desarrollo de un Plan de Saneamiento y Manejo de Excretas y Aguas Residuales Domésticas en la Zona Rural del Municipio de Buga: Informe de Diagnóstico Participativo Vereda El Vínculo. Cali. Colombia. 122 p.



Según información suministrada por la CVC, el alcantarillado es de tipo combinado, construido en 1996 y está compuesto por una caja domiciliar, en concreto, un colector en concreto de 12", una cámara de inspección en concreto y un solo sumidero ubicado en la parte alta del sector de La Unidad.

El alcantarillado tiene como sitio de disposición final una zona sobre la margen de la vía Buga – Zanjón Hondo a unos metros de la escuela; a este sitio llegan dos colectores principales de 10" y 18" que se conectan a un box coulbert que pasa por debajo de la vía y transporta el agua residual a una acequia que es usada para riego de cultivos de caña y finalmente descarga sus aguas en la Laguna de Sonso, sin realizarse tratamiento alguno.

Entre las descargas que llegan a este punto, se encuentra la del matadero "Frigoríficos del Valle", que tiene un sistema de tratamiento de tipo primario. Adicionalmente, en la información suministrada por CVC, se encontró que en el Vivero Coveñas ubicado en la vía principal cerca al callejón 4 existe un tanque séptico, el cual tiene permiso de vertimiento desde el 2000 y también realiza las descargas al sitio final del alcantarillado referenciado anteriormente.

En cuanto a las viviendas que tienen pozo de absorción, la mayoría se encuentran ubicadas en los callejones El Convento y Los Potes. Aunque la red de alcantarillado pasa por esta zona, no se han podido conectar debido a que la tubería fue instalada a una altura mayor que las viviendas.

Un porcentaje alto de la localidad tiene vías sin pavimentar, causa principal de los problemas del alcantarillado, pues gran parte del material arrastrado por las lluvias proviene del material instalado en las vías.

Sobre la vía Panamericana en dirección hacia el corregimiento El Vínculo, hay una vivienda

dedicada a la cría de cerdos y pollos. Las aguas residuales generadas en su actividad productiva son dispuestas en un tanque séptico construido a unos 2 m de la vía. Este sistema se encuentra colmatado lo que causa el rebose del agua residual que finalmente escurre sobre la vía generando problemas de olores y proliferación de vectores que afectan las viviendas ubicadas cerca de la vía.

El principal problema identificado por la comunidad, generado por el manejo inadecuado de las excretas y aguas residuales, es la contaminación ambiental, ya que las aguas residuales del alcantarillado son transportadas por una acequia que finalmente vierte a la Laguna de Sonso, afectando su ecosistema. Existen otros problemas, entre ellos: olores molestos producidos por estancamiento de las aguas residuales e inundaciones en algunos sectores debido al rebose que se presenta en las cámaras de inspección con las aguas lluvias; existe taponamiento en el colector de 10" en el punto donde finaliza el recorrido del alcantarillado, a causa de la acumulación de material generado por el escurrimiento de aguas lluvias (tierra y arena) que ingresa por las cámaras de inspección y por los sifones de algunas viviendas; la acumulación de este material (tierra y arena) en la descarga y box coulbert genera represamiento en este sitio, siendo crítico este problema en época invernal; en el sector del condominio, en dos viviendas el agua residual se devuelve por los sifones cuando se presentan lluvias.

#### **Corregimiento de Quebrada Seca:**

El 50% de las viviendas de la cabecera del Quebradaseca están conectadas a la red del alcantarillado existente, la población restante maneja sus excretas y aguas residuales por pozos sépticos o las vierten directamente en las fuentes hídricas.



El trazado de la red del alcantarillado permite una cobertura efectiva del 100%, algunas viviendas no pueden conectarse porque las unidades sanitarias están por debajo del nivel de la tubería.

Este sistema lo construyeron por etapas, el primer tramo se ejecutó entre los años 1999 y 2004, el segundo tramo en el año de 2002 y la tercera etapa en el año 2004. Consta de cajas domiciliarias, colectores en gres, PVC y concreto de diámetros entre 4" y 10", cámaras de inspección y dos emisores finales. El alcantarillado consta de 3 tramos diferenciados topográficamente y cada uno con su respectiva descarga. Actualmente no hay una entidad encargada de la administración, operación y mantenimiento del alcantarillado. Su disposición final es la quebrada. Quebradaseca.

En la localidad no hay sistema de tratamiento para aguas residuales domésticas, pero se cuenta con un diseño de dos sistemas. Este diseño fue contratado por la Secretaría de Salud Departamental a través de la oficina de Agua Potable y Saneamiento Básico en el año de 1998. El primer sistema diseñado cubriría la parte baja del corregimiento (tramo 1 del alcantarillado) y consta de dos tanques sépticos y dos filtros anaerobios. Para la parte alta de corregimiento (tramos 2 y 3) la alternativa diseñada consta de cuatro tanques sépticos y cuatro filtros anaeróbicos.

Un problema sentido por la comunidad de Quebradaseca consiste en el rebose de la tubería que transporta el efluente del tratamiento de la vereda El Manantial. Esta tubería fue instalada por el lecho de la quebrada Quebradaseca y con cada periodo invernal, la creciente de la quebrada ha fracturado la tubería y las cámaras de inspección, adicionalmente el material de arrastre se ha depositado en las cámaras finales taponándolas y generando el rebose del agua

residual tratada. Estas cámaras finales se encuentran detrás de algunas viviendas de la localidad generando problemas de olores y proliferación de vectores que afectan el bienestar de los habitantes.

**Vereda El Manantial:** El alcantarillado sirve al 90% de las viviendas, el 7% disponen las aguas residuales en pozos de absorción y solo el 3% las vierte directamente en la quebrada.

El alcantarillado existente en esta localidad funciona como combinado, consta de cajas domiciliarias, colector principal y ramales en gres y PVC, 22 cámaras de inspección, sumideros, sistema de tratamiento y emisor final; el alcantarillado se encuentra en buen estado y funciona adecuadamente.

El sistema de tratamiento de aguas residuales consta de un canal de entrada con tejas, un tanque séptico y un filtro anaerobio que funciona las 24 horas, sin embargo, dado que el suministro de agua potable en la localidad no es continuo, hay un lapso de tiempo en el cual no llega agua al sistema. Actualmente el alcantarillado y la PTAR son administrados, operados y mantenidos por la organización comunitaria "Acusalud El Manantial".

La estructura de descarga consiste en una caja con que conecta la tubería de descarga con el emisor final. Se encontró que de esta estructura proviene fuerte olor a gas sulfhídrico que indica problemas en el funcionamiento del sistema.

De acuerdo con reportes de CVC (2006), indican que los porcentajes de remoción no son los adecuados, sugiriendo problemas de operación en la PTAR. Debido que el caudal máximo diario de diseño del sistema de 7.21 l/s es superado por el caudal medio medido, por lo que el sistema ya sobrepasa su período de diseño.





Actualmente, la Administración del municipio de Buga adelanta un Convenio con CINARA para la elaboración de planes de saneamiento básico y manejo de aguas residuales para El Vínculo, Zanjón Hondo y Quebrada Seca entre otras., lo que contribuirá a solucionar esta problemática.

### Vías de acceso

La cuenca de captación está atravesada por dos carreteras de importancia nacional, con un tránsito diario de vehículos que sobrepasa los 7000, de los cuales 3000 son camiones de carga. Actualmente esta en proceso de transformación a doble calzada como parte del Plan Vial Departamental y Nacional.

El acceso a la Laguna de Sonso se puede hacer desde cualquier región del país. Por el sector suroccidental, la Laguna limita con la vía Buga-Buenaventura. Partiendo de la ciudad de Buga y antes de llegar al puente sobre el río Cauca, hacia el costado sur hay una derivación sin pavimentar de la carretera que comunica la vereda Puerto Bertín, en un recorrido no mayor a 100 m.

Para llegar a la Laguna hay una sola servidumbre que conduce al Centro de Educación Ambiental Buitre de Ciénaga - CVC en un tramo aproximado de 1 km desde Puerto Bertín.

Además de la vía Buga-Buenaventura, desde el sur del país se puede llegar por la vía Buga-Palmira que pasa por la mitad de la cuenca de captación de la Laguna de Sonso y por las comunidades de El Porvenir, El Vínculo, Quebrada Seca, el Manantial y Zanjón Hondo. En ambas vías se cuenta con servicio de bus urbano.

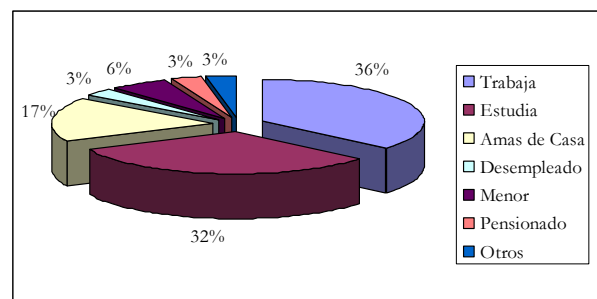
El medio de transporte más usado es la bicicleta para trasladarse por las áreas marginales, para ir a los demás municipios

utilizan los buses intermunicipales; para los encuestados las vías de acceso son regulares, pues su estado no es el mejor, además consideran muy peligrosa la vía principal (carretera entre Buga-Mediacaño) por la velocidad con que transitan los vehículos.

### **4.5.2.4 Ocupación e ingreso**

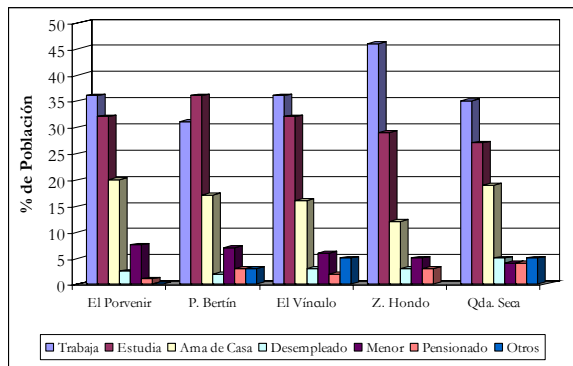
En la Figura 86 se indica las principales ocupaciones en el área de estudio y la Figura 87 las principales ocupaciones según centro poblado.

En los cuatro corregimientos es alto el porcentaje de amas de casa; los hombres son los mayores generadores de ingresos; en Puerto Bertín la población masculina se dedica desde joven a realizar labores remuneradas, dejando de lado las actividades de estudio.



**Figura 86. Distribución de la Población según Ocupación (2006)**

En Zanjón Hondo la principal actividad económica es la siembra de caña de azúcar (47%) en la zona plana, y en casas quintas en el pie de monte. A la anterior actividad, la acompañan la agricultura en pequeñas parcelas y la cría de cerdos, que se llevan a cabo básicamente para el autoconsumo aunque una parte se comercializa; existen en la localidad unas pequeñas tiendas y negocios y también algunos criaderos de pollos y gallinas.



**Figura 87. Distribución de la Población según Ocupación por Centro Poblado (2006)**

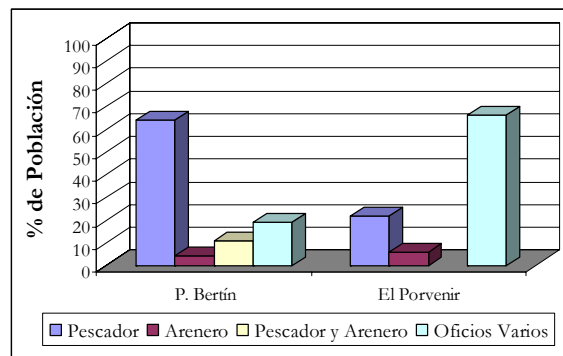
En el corregimiento de Q. Seca se desarrollan actividades en las fincas de recreo ubicadas en la zona alta y la mayoría de obreros empleados en la industria y el comercio son del municipio de Buga.

La cercanía de las veredas Qda. Seca y El Manantial con el área urbana de la ciudad de Buga, condiciona las actividades socioeconómicas que se desarrollan en estas dos localidades; en ambas se desarrollan muy pocas actividades económicas propias, entre las cuales cabría mencionar algunas tiendas pequeñas y restaurantes alrededor de la vía y unas cuantas avícolas. Un alto porcentaje son empleados en la ciudad de Buga (empresas, oficios varios y ayudantes de construcción.

En el Vínculo la economía está basada en la agricultura y la guanábana es el cultivo de mayor representatividad. En la zona plana esta dedicado a la producción de caña de azúcar.

El grupo de pescadores en El Porvenir, representa el 25.42% de la fuerza laboral; un alto porcentaje se dedica a trabajos en hacienda ubicadas cerca de la zona, actividades en Buga, areneros, entre otros; el mayor grupo de pescadores se encuentran en Puerto Bertín,

representando el 62.65% de la fuerza laboral; el ítem de los pescadores se analizará con mayor amplitud posteriormente (Figura 88).



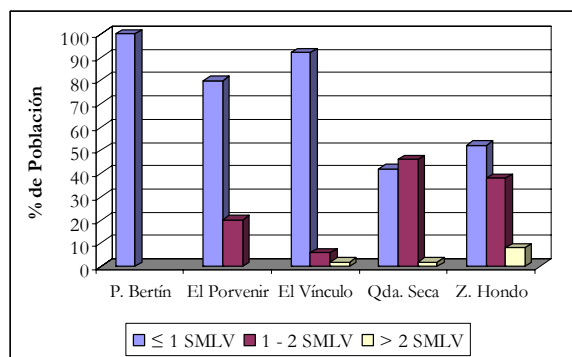
**Figura 88. Ocupación en Puerto Bertín y El Porvenir (2006)**

Como complementos de las ocupaciones remuneradas, en las viviendas se realizan actividades productivas en pequeña escala que sirven de sustento para alimentarse y generar excedentes para algunas necesidades de la vivienda, esta tendencia disminuye en el corregimiento de Qda. Seca, en el cual existen casas de campo y pocas actividades productivas agropecuarias en las viviendas.

Sobre el tema vale la pena resaltar el incremento de la actividad porcícola y avícola en la zona; diferencia de los años '90, son pocas las familias del corregimiento de El Porvenir que posee huertas en sus viviendas; esta actividad ha sido reemplazada por la actividad porcícola y avícola, resaltándose la primera.

La Figura 89 muestra el % de ingresos en las familias del área de estudio. La población en general, especialmente la asentada en la vereda Puerto Bertín, que se dedica a la pesca o a realizar trabajos de areneros, poseen ingresos inferiores que no alcanzan para cubrir las necesidades de la familia, teniendo en cuenta

el alto número de población menor que esta en edad estudiantil.



**Figura 89. Distribución de la Población según Ingresos por Corregimientos (2006)**

El 67.92% de las personas que trabajan en Puerto Bertín desarrollan su actividad en la Laguna de Sonso o el río Cauca, ya que la principal actividad es la pesca. En el Porvenir, el 33.90% de la población trabaja en la Laguna de Sonso o el río Cauca.

#### 4.5.2.5 Zonas de Riesgos

Según el POT<sup>346</sup>, los centros poblados del área de estudio están catalogados de la siguiente manera:

La Palomera y el Porvenir: asentamientos subnormales localizados en una esquina de confluencia del río Guadalajara y río Cauca; sobre la zona hay amenaza por inundación afectando a una gran parte de la población allí asentada; no obstante, a la fecha no se ha desarrollado un verdadero estudio que evalúe

<sup>346</sup> Municipio de Guadalajara de Buga y la Cámara de Comercio. (1999). Plan de Ordenamiento Territorial, Guadalajara de Buga 2000 -2012: Juntos Construyendo el Municipio del Mañana. Guadalajara de Buga. Colombia. 306 p.

la población en situación de riesgo por efecto de la inundación.

Puerto Bertín: Asentamiento localizado sobre la margen izquierda (carretera Buga - Cali) sobre la cota de la Laguna de Sonso; deben ser reubicados en su totalidad por estar ubicado en una area de alto riesgo.

El Manantial: Zona de alto riesgo por inundación rápida, las viviendas más cercanas a la acequia Manantial y por ende mayor vulnerabilidad ya fueron desalojadas y sus familias reubicadas, sin embargo los habitantes del manantial también son vulnerables.

El Vínculo: En el sitio denominado Callejón San Fernando existe una acequia que presenta alto riesgo por socavación del piso del canal y de las orillas.

Para toda la población expuesta a la amenaza de inundación debe identificarse de manera clara la población realmente en riesgo e incorporarlos al plan de reubicación, en la actualidad y con la información existente no se puede establecer el riesgo real.

#### 4.5.3 Propietarios Colindantes y Tenencia de la Tierra

La zona plana de la cuenca de captación de la Laguna de Sonso está comprendida entre una de las zonas más productivas del valle del Cauca, por esta razón los propietarios colindantes de la Laguna de Sonso son en su mayoría ganaderos y/o agricultores.

De Acuerdo con el INCORA mediante la Resolución 005 de 1997<sup>347</sup>, la Laguna de Sonso tiene 23 predios que colindan con ella y que aún después de 30 años, no se ha terminado la delimitación y deslinde respectivo (Tabla 47).

<sup>347</sup> República de Colombia. (1997a). Resolución 005 de 1997). Bogotá. Colombia.



**Tabla 47 Propietarios Colindantes Humedal Laguna de Sonso**

<b>PREDIO</b>	<b>Ganadería</b>	<b>Porcinos</b>	<b>Caña</b>	<b>Pan coger</b>	<b>Adecuado (con diques)</b>
1 Rancho Grande	Engorde	Cría			Si, parcial
2 La Miel	Lechería				
3 Canadá	Lechería	Cría			
4 San Isidro	Engorde		Pichichi		Si, con bombeo
5. Guaymaral	Lechería		Pichichi		Si
6 Santa Mónica	Engorde				Si
7 Santa Mónica	Engorde		Pichichi		Si
8 La Gloria	Engorde				
9a La Lanchera	Engorde				
9b Guayabito I	Engorde		Pichichi		
9c Guayabito I	Lechería	Cría			Si
10 Guayabito II	Engorde				
11 Guayabito III	Engorde		Providencia		
12 Guayabito IV	Engorde		Providencia		
13 La Guaira	Engorde				Si
14 Las Brisas	Lechería	Cría			Si
Los Samanes (Ganadería C.H. Ltda)					
15 Mocoa I					
16 El Guabito	Engorde		Manuelita		Si, con bombeo
17 La Rochela	Engorde		Providencia		Si, con bombeo
18 San Joaquín (La Maria)	Engorde			Si	
19 Las Vegas	Engorde				
20a Villa Lobin	Engorde			Si	
20b Villa Lobin	CVC				
21 Managua	Lechería				
22 Bello Horizonte**	Lechería			Si	Si, con bombeo
23 La Isabela	CVC				

De las propiedades que colindan con la Laguna, 8 predios tienen un área entre 1 – 50 ha, 9 predios entre 50 – 100 ha y 7 predios son mayores a 100 ha.

Aunque la comisión del INCORA y del IGAC delimitó 18 predios, 4 de los otros propietarios demandaron el proceso y no permitieron la toma de topografía y el establecimiento de los mojones, llevando su demanda hasta el

Concejo de Estado, donde todavía no se ha realizado el fallo. Posteriormente otro propietario se adhirió a la demanda.

La falta de deslinde está reflejado en el uso de la tierra. Solo 11 predios han construido diques contra el área lagunar para defenderse de las inundaciones, con resultados dudosos por los elevados niveles freáticos durante los meses de invierno. Las aguas represadas por el taponamiento del Caño Carlina repercuten en



las inundaciones anuales y es causa de los altos riesgos en las inversiones, haciendo que los niveles de la laguna aumenten hasta dos a tres metros, inundando los cultivos y los pastos, seis a siete meses, como ocurrió de noviembre 2005 a junio de 2006.

En los 23 predios que colindan con la laguna, a excepción de los predios adquiridos por la CVC, todos tienen ganado bovino: seis con ganado de leche y los otros dedicados a la ceba.

Quince predios tienen prácticas de manejo semi-intensivo con pastos mejorados, rotación de potreros y prácticas agroforestales. Aftosa, el temido virus que afecta el ganado vacuno y porcino, fue confirmado por ICA en dos predios colindantes con la Laguna en 2006 poniendo en riesgo la fauna silvestre como los chigüiros y los venados. Rayo o Carbón, nombre vulgar para *Ántrax* se presentó a finales del año 2006 en dos predios que colindan con la Laguna, presentándose así una amenaza en salud público para las comunidades de Puerto Bertín y El Porvenir ya que esta enfermedad puede ser fácilmente transmitido por agua.

8 predios están sembrados en caña y 4 predios están dedicados a la siembra de cultivos de pancoger.

4 predios tienen cría y ceba de cerdos y solo uno de ellos con biodigestor para el manejo de estiércol.

10 de los predios han sido adecuados con la construcción de diques y drenajes, aunque solo 4 tienen bombas de caudal para el control del nivel freático durante el invierno. 4 predios están arrendados, los otros están manejados por sus propietarios. 7 propietarios viven en Buga, los otros viven en Cali.

La Laguna de Sonso esta localizada en un basin de la planicie aluvial del Alto Rio Cauca; en los predios inundables el paisaje esta dominado por ganadería y en tierra firme por cañaduzales. 3 ingenios azucareros: Pichichí, Providencia y Manuelita aprovechan estas cañas, con el compromiso de producción limpia mediante la certificación ISO en un área de 4.500 hectáreas. Se requiere un sistema de monitoreo para evaluar su cumplimiento de producción limpia sostenible.

En el piedemonte, el paisaje está dominado por ganadería extensiva y unos minifundios con café y cultivos de pan coger.

#### **4.5.4 Otras Actividades Productivas en el Área de Influencia del Humedal**

La actividad económica principal se concentra en el cultivo de la caña de azúcar y en menor proporción se presentan otras dinámicas productivas que son de importancia considerar por el impacto que pueden generar sobre este ecosistema léntico.

La producción de caña representa la actividad agrícola más extensa dentro de la cuenca de captación con una extensión de 4947 Ha, convirtiéndose en un monocultivo distribuido en 45 predios y procesado por los ingenios Pichichí, Providencia y Manuelita.

Sobre el área de captación de la Laguna están asentadas empresas de tipo agroindustrial desarrollando actividades de avicultura, producción de abonos orgánicos, procesamiento, preparación y conservación de carnes (frigorífico), procesamiento de empaques, de harinas y vidrio (Tabla 48).



**Tabla 48 Actividad productiva en el área de influencia del Humedal Laguna de Sonso**

Tipo de Actividad		Procesos que adelanta
Industrial	Comolsa.	Empaques para bienes de consumo.
	Molino Santa Marta.	Producción de Harinas.
	Cristal.	Producción transformación de vidrios y cristalería.
	Gaseosas del Valle	Producción de gaseosas
	Coca Cola	
	Pollo señorial	
	Frigorífico del valle	Matadero de ganado
	Matadero municipla	Matadero de ganado
	Pollos Piku	
Ingenio Pichichí	Producción de azúcar	
Pecuario	Santa Helena	Producción de Huevos y Pollos.
	Santa Rita	Levante y Producción de Huevos
	El Mirador	
	Hato Canadá	Levante de Cerdos
	Porcícola San José	
	Hacienda Rancho Grande	
	Porcícola San Felipe	
	Porcícola la Palma	
	Porcícola La Severa	
	Porcícola el Milagro	
	Porcícola Caracoli	
	Porcícola Arcilla	
	Porcícola el Pencil	
Granja Porcícola la Loma		
Porcícola Casa Amarilla		
Centros Educativos	SENA.	Proceso de formación para el sector Agroindustrial de la Región
Material del Río	Extracción de Arena del Río Cauca	
Hotelero	Motel del Río	Servicios.
	Brisas del Valle	
Recreación	Lagos la Trinidad	Pesca deportiva y recreativa. Servicio de restaurante.

Otras actividades desarrolladas sobre el área de captación de la Laguna son: tres estaciones de servicio y tres viveros para la reproducción de material vegetal. Algo importante es que sobre esta zona está localizado un Centro Educativo - SENA, que cuenta con un gran campús Educativo donde desarrolla todo el proceso de formación para el sector Agroindustrial de la Región, y es un contribuyente de descargas residuales que van a las corrientes Sepulturas y Maldonado (Canadá) (Foto 19).

Existe en el sector del Porvenir y Puerto Bertin la comercialización del pescado proveniente de la Laguna de Sonso y del Río Cauca, el cual es transportado a otras ciudades para su respectiva venta, siendo el corrocho la principal especie de comercialización.

#### **4.5.5 Actividades Productivas fuera del Área de Influencia del Humedal**

El Valle del Cauca cuenta con una infraestructura geológica minera distribuida en todo su territorio, clasificada como mediana,

pequeña y de subsistencia (CVC, 2002a)<sup>348</sup>. Y aunque la minería no es una actividad realizada en la cuenca de captación de la Laguna de Sonso, si es una actividad que afecta el ecosistema debido a las derivaciones de agua de los ríos Guadalajara y Sonso, en cuyas cuencas si tienen un componente importante.



**Foto 19. Descarga de Aguas Residuales del Sena**

En el Valle del Cauca se realizan las explotaciones auríferas de dos tipos, aluvión y filon. Las primeras dedicadas a la extracción de oro de los lechos de los ríos y las segundas en las cuencas de los ríos.

El distrito minero de Ginebra, se encuentra ubicado en la cordillera Central, en jurisdicción de los municipios de Ginebra, Guacarí y Buga (INGEOMINAS, 2002)<sup>349</sup>. Los ríos Guabas y Guadalajara tienen explotación aurífera de filón que ocasionan serios problemas de erosión crítica,

desforestación, afectación de las geoformas naturales del terreno, alteración del paisaje y contaminación por cianuro y mercurio, afectando la biota y comprometiendo la salud de las poblaciones que se abastecen de agua de estos ríos para consumo.

Las rocas que afloran en el área y que tienen relación con las mineralizaciones auríferas del Distrito Aurífero de Ginebra, son el batolito de Buga y el Macizo ofiolítico de Ginebra. En el área, se hallan filones enriquecidos en oro y plata como resultado del relleno de fracturas de fluidos mineralizados, ricos en cuarzo y con sulfuros como piritita, calcopiritita y galena, debido a procesos hidrotermales desarrollados por el emplazamiento del batolito de Buga de composición cuarzodiorítica en basaltos, gabros y anfibolitas del macizo ofiolítico de Ginebra (INGEOMINAS, 2002)<sup>350</sup>.

La minería de oro es un renglón económico informal de la población de montaña que impacta el río Guabas, contaminado por mercurio y cianuro, el cual sirve de abastecimiento para consumo humano, riego de cultivos agrícolas, y uso productivo en piscicultura de los municipios de Guacarí y Ginebra. En esta cuenca, se ha realizado la explotación de oro por más de 40 años en los sectores La Victoria, La Esperanza y El Retiro (CVC – ASOGUABAS, 2007)<sup>351</sup>.

Las principales fuentes de contaminación de la minería, son los sólidos de las operaciones en las minas, las cuales evacuan grandes cantidades de material que se depositan en las cercanías de las minas en zona de ladera. Otro

<sup>348</sup> CVC. (2002a). Plan de Gestión Ambiental Regional del Valle del Cauca 2002-2012: Participación con Compromiso. Subdirección de Planeación. Grupo de Planificación Ambiental. Cali. Colombia. 282 p.

<sup>349</sup> INGEOMINAS. (2002). Metodología para el Procesamiento del Mineral de la Zona Aurífera de Ginebra. Cali. Colombia. 29 p.

<sup>350</sup> INGEOMINAS. (2002). Metodología para el Procesamiento del Mineral de la Zona Aurífera de Ginebra. Cali. Colombia. 29 p.

<sup>351</sup> CVC – ASOGUABAS. (2007). Aprovechamiento Inadecuado de la Minería de Oro en la Cuenca Hidrográfica del Río Guabas, Avances del Proceso. POMNCH Río Guabas. Convenio de Asociación 035 de 2006. 4 p.



aporte contaminante lo constituye las sustancias empleadas para la extracción del oro en el beneficio de los minerales auríferos, mercurio y cianuro, cuyos efectos tóxicos se han manifestado tanto en la biota acuática como en las personas que manipulan estas sustancias (Unión Temporal Obasco y Cia – Análisis Ambiental Ltda., y CVC, 2002)<sup>352</sup>

En el río Guadalajara se encuentra la Mina Cuevaloca, que aunque no está funcionando actualmente, en años anteriores se trabajó la minería de oro, lo cual se evidencia en el contenido de mercurio encontrado en el lecho de las corrientes, según el muestreo de calidad de agua realizado a la quebrada Janeiro y al río Guadalajara (Unión Temporal Obasco y Cia – Análisis Ambiental Ltda., y CVC, 2002a)<sup>353</sup>.

El río Guadalajara se caracteriza por su alta pendiente y torrencialidad, por lo cual se arrastran grandes cantidades de sedimentos hacia los sitios donde sus aguas son utilizadas con fines recreativos comprometiendo la calidad; este impacto se agudiza, dado que adicional a otros usuarios agropecuarios del río Guadalajara, es también la fuente de abastecimiento del acueducto del municipio de Buga, ciudad que cuenta con 118713 habitantes en su área urbana. Por esta razón se califica como un impacto ambiental alto, y se impone la conveniencia de eliminar la recuperación de oro mediante el uso de

mercurio (Unión Temporal Obasco y Cia – Análisis Ambiental Ltda., y CVC, 2002a)<sup>354</sup>.

CVC-ASOGUABAS (2007)<sup>355</sup> reporta concentraciones de cianuro y mercurio en el agua del río Guabas que exceden la norma de vertimientos. Es así como se han encontrado concentraciones de 0.57 mg/l de cianuro y la norma permite 0.2 mg/l, mientras que en el caso del mercurio, se han encontrado concentraciones de 1.87 mg/l excediendo la norma de 0.002 mg/l.

Baena (2001)<sup>356</sup> reporta que los sedimentos y lodos del río Guabas y la quebrada Los Lulos presentan contaminación por mercurio superando los estándares internacionales y que clasifican esta corriente como muy contaminada. Y que la contaminación de estos ríos en invierno es arrastrada aguas abajo.

En este sentido, El País (2006)<sup>357</sup> reporta que estudios realizados en la cuenca del río Guadalajara por la TEPA indica que los niveles de mercurio permitidos son excedidos, como consecuencia de la explotación aurífera en la quebrada El Janeiro, y no se descarta la biocumulación en peces y la alteración del sistema acuático.

<sup>352</sup> Unión Temporal Obasco y Cia – Análisis Ambiental Ltda., y CVC. (2002a). Estudio para el Control de Contaminación por Cianuro (Cn) y Mercurio (Hg) en las Cuencas de los Ríos Guabas y Guadalajara, Municipios de Ginebra, Guacari y Buga. Tomo II. Contrato CVC-0131-2002. Cali. Colombia.

<sup>353</sup> Unión Temporal Obasco y Cia – Análisis Ambiental Ltda., y CVC. (2002). Estudio para el Control de Contaminación por Cianuro (Cn) y Mercurio (Hg) en las Cuencas de los Ríos Guabas y Guadalajara, Municipios de Ginebra, Guacari y Buga. Tomo I. Contrato CVC-0131-2002. Cali. Colombia.

<sup>354</sup> Unión Temporal Obasco y Cia – Análisis Ambiental Ltda., y CVC. (2002). Estudio para el Control de Contaminación por Cianuro (Cn) y Mercurio (Hg) en las Cuencas de los Ríos Guabas y Guadalajara, Municipios de Ginebra, Guacari y Buga. Tomo I. Contrato CVC-0131-2002. Cali. Colombia.

<sup>355</sup> CVC – ASOGUABAS. (2007). Aprovechamiento Inadecuado de la Minería de Oro en la Cuenca Hidrográfica del Río Guabas, Avances del Proceso. POMNCH Río Guabas. Convenio de Asociación 035 de 2006. 4 p.

<sup>356</sup> Baena, L.M. (2001). Informe Técnico Río Guabas. CVC. Subdirección de Gestión Ambiental. Grupo Calidad Ambiental. Cali. Colombia.

<sup>357</sup> El País. (2006). Río Guadalajara, Contaminado. Sección Valle del Cauca. 4 de Noviembre de 2006. Pag B5.





#### 4.5.6 Otros Actores Sociales

Entre los grupos de actores presentes en el área del Humedal, se encuentra, además de los habitantes de centros poblados aledaños y los propietarios colindantes, actores de relevancia como son los pescadores, las autoridades ambientales, las autoridades locales y organizaciones de los municipios aledaños a la Laguna.

##### 4.5.6.1 Pescadores Artesanales

Es el grupo que más interactúa y depende de la oferta natural que le brinda el humedal, su número ha disminuido conforme ha disminuido la oferta de peces en la zona de la Laguna y del río Cauca.

CVC-Universidad del Valle (1998)<sup>358</sup> reportó 50 parejas de pescadores e indica que la población de pescadores de la Laguna de Sonso estaba compuesta por personas de edades entre 12 y 73 años, equivalente al 24% de la población total. Sin embargo el mayor número de quienes se dedican a esta actividad se concentra en las edades comprendidas entre los 18 a 35 con el 59% del total de la población de pescadores; y los pescadores mayores de 53 años correspondían al 17.6% de los pescadores.

Datos arrojados en el presente estudio, indica que esta es una actividad masculina, aunque el 4.8% de las mujeres la realizan esporádicamente. Los resultados indican cierto relevo generacional entre los pescadores de la laguna. No se detectó actividad conjunta de parejas de esposos o compañeros permanentes desarrollando actividades de pesca.

Algunos de los anteriores (16%) han vivido toda la vida en el sector (es decir nacieron en la zona de la laguna), en tanto otros provienen de zonas o poblaciones aledañas como Yotoco y el mismo Buga (37%), un 10% provienen del resto de municipios del Valle y del Departamento del Cauca, así como un 11% de Antioquia y del eje cafetero.

Actualmente, la mayor población de pescadores artesanales se localiza en Puerto Bertín, y el 62% de esta población que trabaja es pescador, equivalentes a 33 personas: 27 hombres y 6 mujeres.

Con el transcurso del tiempo, se ha disminuido la dependencia económica proveniente de la pesca en los habitantes de Puerto Bertín.; de 75% viviendo de esta actividad en 1998 (CVC-Universidad del Valle) a menos del 15% siendo la extracción de arena su mayor fuente de ingresos en el año 2006.

La actividad pesquera artesanal es realizada actualmente por 15 a 18 parejas de las localidades de Yotoco, Puerto Bertín y El Porvenir, utilizan el recurso no solo para su consumo, sino buscando adquirir ingresos con la venta de las capturas.

El arte de pesca utilizado por los pescadores artesanales se orienta a la obtención eficiente de volúmenes de peces que permita una rentabilidad de acuerdo al esfuerzo en horas, por lo que utilizan la atarraya. El tiempo que se destina para la pesca artesanal es de 8 a 12 horas.

Este se constituye en el grupo de actores con más número de personas que visitan la Laguna. Los fines de semana alcanzan una población de hasta 100 personas.

<sup>358</sup> CVC – Universidad del Valle. (1998). Estudio Hidrobiológico de la Laguna de Sonso. Cali. Colombia. 165 p.

#### 4.5.6.2 Pescadores Deportivos

Los pescadores deportivos tienen como residencia las localidades que se encuentran un poco más distantes de la Laguna de Sonso especialmente de Buga.

De los 40 pescadores encuestados, 25 son deportivos que visitan la zona con una frecuencia que se considera como baja (1 –5 visitas/mes).

Para los pescadores que buscan tener un rato de esparcimiento y que se consideran como deportivos, el principal arte de pesca utilizado es una vara con una línea de dos anzuelos y plomada. La carnada utilizada es la lombriz de tierra. El tiempo que se destina para la pesca es entre 4 y 8 horas.

#### 4.5.6.3 CVC

La estructura de la CVC se basa en Asamblea Corporativa, Consejo Directivo, Dirección General, Procesos de Apoyo (Secretaría General, Comunicaciones, Gestión Administrativa, Gestión Financiera, Gestión de Información Corporativa, Control Interno, Control Disciplinario y Apoyo Legal) (Figura 90).

La Dirección Técnica Ambiental Cumple los siguientes procesos misionales: Conocimiento y Evaluación de la Oferta - Demanda y balance ambiental; identificación y diseño de propuestas integrales de intervención; y análisis de contexto y orientación de la gestión.

La Dirección de Planeación cumple la misión de: hacer análisis de contexto y orientación de la gestión; articulación corporativa e interinstitucional para la gestión; y seguimiento y evaluación de la gestión corporativa.

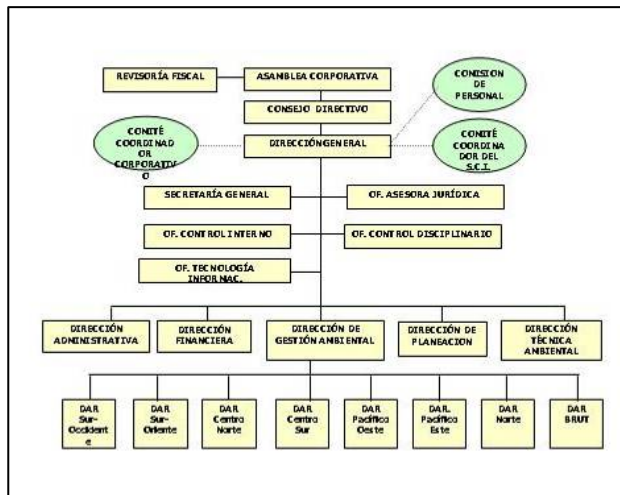


Figura 90. Organigrama CVC

Dirección de Gestión Ambiental tiene 8 Direcciones Ambientales Regionales para el cumplimiento de: administración de los recursos naturales y uso del territorio, mejoramiento de la oferta ambiental y fortalecimiento de la cultura ambiental ciudadana (Figura 91).

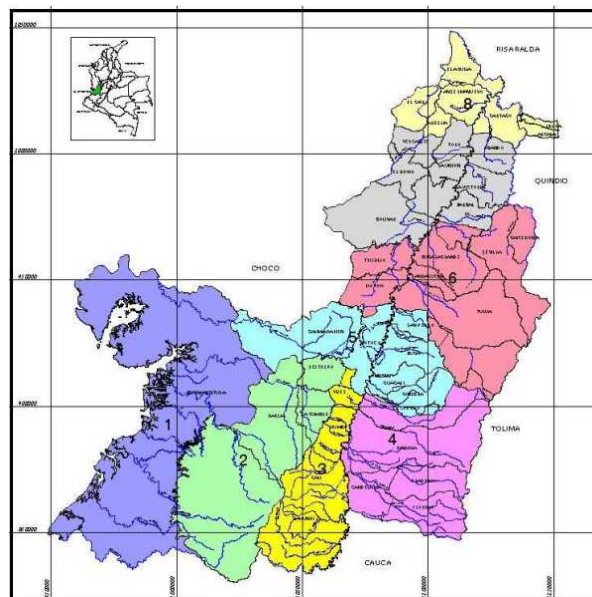


Figura 91. Áreas de Jurisdicción de las DAR de CVC<sup>359</sup>

<sup>359</sup> www.cvc.gov.co. Consultado 19 de febrero de 2007.



La CVC se guía por los siguientes el Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) con vigencia de 10 años donde se consulta todos los actores de la comunidad; y el Plan de Acción Trienal (PAT) con vigencia a 3 años.

La Laguna de Sonso está dentro de la jurisdicción de la DAR Centro Sur, que tiene las siguientes funciones según el Acuerdo CD-020 del 2005<sup>360</sup>:

1. Ejecutar las políticas, planes, programas y proyectos que en materia ambiental se formulen en su correspondiente jurisdicción, de conformidad con la orientación estratégica.
2. Asegurar la integralidad, calidad y oportunidad de respuesta en la implementación de las intervenciones de gestión ambiental en su jurisdicción, acordes con la orientación estratégica y las características específicas del territorio en las áreas de su competencia, asociados a los procesos de: Administración de los Recursos Naturales y Uso del territorio, Mejoramiento de la oferta ambiental y la educación y Cultura Ambiental Ciudadana.
3. Participar desde la naturaleza del área en la formulación del Plan de Gestión Ambiental Regional, del Plan de Acción Trienal de la Corporación, de los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas y del Plan Operativo Anual.
4. Asesorar desde la naturaleza del área a los diferentes organismos y Entidades integrantes del SINA en el área de su jurisdicción en la elaboración de los planes programas y proyectos de desarrollo.
5. Asesorar y participar con los Municipios y demás Organismos y entes competentes del área en los procesos de planificación y ordenamiento territorial con la finalidad

que el componente ambiental sea tenido en cuenta y armonice con las políticas y planes corporativos.

6. Apoyar a los Concejos Municipales, a la Asamblea Departamental y a los Consejos de las Entidades Territoriales Indígenas y Comunidades Negras en las funciones de planificación ambiental que les otorga la Constitución Nacional.
7. Estudiar, conceptuar y expedir los actos administrativos que resulten de las solicitudes para otorgar derechos ambientales (licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y salvoconductos) que demanden el ejercicio de autoridad ambiental en el ámbito de su competencia, de acuerdo con los parámetros técnicos y legales.
8. Realizar las actividades relacionadas con el proceso de Administración de los Recursos Naturales y Uso del Territorio, en la regulación de la demanda ambiental, el seguimiento y control a factores de presión ambiental de actividades antrópicas y naturales y a los POTs y EOTs de los Municipios, de acuerdo con las normas y delegaciones vigentes; la generación de información primaria como insumo para el monitoreo, análisis y evaluación del estado de los recursos naturales y del medio ambiente.
9. Atender en forma oportuna y eficaz las solicitudes, quejas y reclamos que presenten los particulares en razón de la función de la Corporación en su jurisdicción, aplicando el marco conceptual e instrumentos determinados para la implementación del control ciudadano a las acciones institucionales.
10. Coordinar la realización de las actividades del proceso de mejoramiento de la oferta ambiental relacionada con el manejo de centros ambientales, la implementación de acciones de conservación y recuperación de áreas protegidas a cargo de la Corporación o de interés ambiental de los

<sup>360</sup> CVC. (2005). Acuerdo CD-020 del 2005: Por el cual se establece la estructura de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC y se determinan las funciones de sus dependencias. Cali, Colombia. 19 p.



- entes territoriales del SINAP y la sociedad civil.
11. Realizar las actividades del proceso de mejoramiento de la oferta ambiental de acuerdo a la orientación estratégica definida, mediante la Gestión de los proyectos que se asignen al área, dentro de los parámetros de costo, calidad, tiempo y alcance definidos en los planes Corporativos.
  12. Coordinar la realización de las actividades orientadas al desarrollo de capacidades de los actores sociales mediante la educación ambiental, el fortalecimiento para la participación efectiva, la capacitación y asesoría para el buen uso y manejo de los recursos naturales y del medio ambiente, con el apoyo de la Dirección Técnica Ambiental.
  13. Asesorar a las entidades territoriales en la formulación de planes de educación ambiental formal y ejecutar programas de educación ambiental no formal, conforme a las directrices de las políticas nacionales y Corporativas.
  14. Realizar actividades de análisis, seguimiento, prevención y control de desastres e incendios forestales, en coordinación con las demás autoridades competentes, asistiéndolas en los aspectos ambientales, implementando programas de adecuación de áreas urbanas en zonas de riesgo no recuperable que hayan sido desalojadas, de conformidad a la normatividad existente.
  15. Realizar las actividades de los procedimientos precontractuales, contractuales o convenios requeridos para la ejecución de proyectos asignados al área, así como las interventorías de los mismos.
  16. Realizar seguimiento y evaluación al cumplimiento de los programas y proyectos del área, presentar los informes correspondientes y apoyar la evaluación del impacto de las acciones institucionales.

17. Formular, ejecutar y controlar el presupuesto de su dependencia.
18. Formular las necesidades de capacitación del área.
19. Representar a la Corporación en las actividades que el Director General le delegues

En términos generales, la CVC se guía por lo estipulado en el 1) Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) con vigencia de 10 años donde se consulta todos los actores de la comunidad; y 2) el Plan de Acción Trienal (PAT) con vigencia a 3 años.

El Plan de Acción Trienal de la CVC 2004-2006 identificó como acciones referentes a la Laguna de Sonso las siguientes: Acciones de manejo prioritario, control de movilización de flora y fauna, y definición de rutas ecoturísticas zona centro.

La CVC adelanta en la Laguna de Sonso las siguientes acciones: Inventarios hidrobiológicos de peces, macroinvertebrados acuáticos, fito y zooplancton, macrofitas acuáticas, avifauna, control y vigilancia, mantenimiento del espejo lagunar a través de extracción de macrofitas por los pescadores, señalización, repoblación con especies nativas, vedas de pesca temporales concertadas con la comunidad, reforestación de las franjas protectoras, control de especies invasoras (rana toro, hormiga loca).

Se han realizado acciones de dragado de sedimentos, se han adelantado diagnósticos socioeconómicos y culturales de las comunidades aledañas a estos, y se han proyectado proyectos productivos como cultivo de peces en jaulas, cajas de anidación para patos que no han sido desarrollados.

Referente a la competencia en cuanto al manejo del humedal, es la entidad encargada de ejecutar el plan de manejo de la Laguna de



Sonso y demás humedales prioritarios de su jurisdicción, los cuales deberán partir de una delimitación, caracterización, evaluación y zonificación para la definición de medidas de manejo, con la participación de los distintos interesados. Así mismo, que el plan de manejo ambiental deberá garantizar el uso sostenible y el mantenimiento de su diversidad y productividad biológica.

El presupuesto de Inversión en la Laguna de Sonso 2004-2006 es de \$1.058'079.115 y la Inversión realizada a octubre 2006 es de \$438'337.672.

#### **4.5.6.4 Gobernación del Valle del Cauca**

El plan de Gobierno considera importante hacer énfasis en el río Cauca contribuyendo a generar condiciones para el desarrollo humano sostenible, el fortalecimiento del sistema regional ambiental, la recuperación y conservación de ecosistemas estratégicos y cuencas hidrográficas del departamento, con énfasis en el río Cauca.

A través del tiempo, la gobernación ha participado en el Comité Interinstitucional de la Laguna de Sonso que apoya el manejo y la orientación de estrategias de conservación y desarrollo de la reserva, en particular al potencial del ecosistema como ecoturístico.

En marzo del año 2005, en una audiencia pública comunitaria en el Centro de Educación Ambiental, el gobernador manifestó su voluntad política de liderar la abertura del caño Carlina para restaurar el flujo hidráulico natural a la laguna. Posteriormente Aguadesonso y ASOYOTOCO realizó un diagnóstico de la problemática de la laguna para el gobernador y otras autoridades ambientales.

#### **4.5.6.5 Asociaciones de Agua**

Las asociaciones de usuarios del agua están ilegalmente constituidas sin ánimo de lucro, buscando promover la conservación, uso y manejo eficiente del agua en las cuencas tributarias al río Cauca. Cuyo objetivo es la conservación y mejoramiento integral de las cuencas hidrográficas a través de la integración de recursos técnicos, económicos y humanos gestionados por los usuarios organizados para el cuidado del agua.

En la cuenca de captación de la Laguna se tiene a Corporación Río Guadalajara, Asosonso, Asoguabas y Asoyotoco, las cuales vienen trabajando en el mejoramiento de cada una de las cuencas y Corporación Río Guadalajara y Asoyotoco asisten al Comité Interinstitucional de la Laguna de Sonso en representación de los usuarios de agua.

#### **4.5.6.6 ONG's**

##### **• Agua de Sonso**

La Corporación Comunitaria para el Desarrollo Sostenible de la Reserva Natural Laguna de Sonso – Aguadesonso, es una organización que trabaja en equipo para el mantenimiento, conservación y uso sostenible de las potencialidades de la Reserva Natural Laguna de Sonso y madreviajes asociadas (Aguadesonso et al., 2005)<sup>361</sup>.

Ha realizado en el área de Reserva de la Laguna de Sonso una serie de trabajos y actividades, como el proyecto de “Aprovechamiento Sostenible de las Potencialidades de la Reserva Natural Laguna de Sonso”, por medio del Convenio CVC-FPAAA-Aguadesonso 003 de 2003, en donde

<sup>361</sup> Aguadesonso, CVC y Fondo para la Acción Ambiental. (2005). Reserva Natural Laguna de Sonso o del Chirical. Departamento del Valle del Cauca. Guía para Visitante. El Porvenir. Colombia. 34 p.



se desarrollaron actividades de diseño e implementación de un paquete ecoturístico que incluyó, el diseño y construcción de restaurante, parqueadero y torre de observación, diseño de senderos educativos, manual de interpretación de senderos, documento guía de visitantes, limpieza del espejo lagunar, delimitación de áreas para refugio de fauna y adquisición de equipamientos como botes, binoculares, telescopios y chalecos.

Además se ha realizado una labor muy importante con CVC y Corpoguadalajara en las veredas de Puerto Bertin y la Palomera talleres de pintura, donde se estimula a dibujos alusivos a la Laguna de Sonso y el ecoturismo de la zona.

- **Calidris**

La Asociación para el estudio y conservación de aves acuáticas en Colombia, Calidris, es una organización no Gubernamental que trabaja desde 1989 en la avifauna nacional. Actualmente adelanta procesos de investigación y educación, con el fin de contribuir con la conservación de las aves y de los ecosistemas más importantes para su existencia.

Desde el año 2000 la Asociación Calidris viene realizando en el valle geográfico del río Cauca, gracias al apoyo de Ducks Unlimited, Inc, U.S Fish and Wildlife Service y la coordinación de la Oficina de Ecosistemas Estratégicos del Ministerio del Medio Ambiente de Colombia, el Monitoreo de Anátidos (patos) en el Valle Geográfico del Río Cauca, cuyo objetivo es evaluar las poblaciones de patos (Familia: Anatidae) tanto residentes como migratorias y sus variaciones temporales en los humedales del valle geográfico del río Cauca, y relacionar estos datos con la calidad de los humedales en

que están presentes estas aves, donde se incluye el monitoreo de la Laguna de Sonso.

- **Fundación Ecoandina/WCS**

Esta fundación representa el programa colombiano de WildLife Conservation Society de New York, organización internacional para la conservación en nuestro país.

Actualmente, esta institución está realizando monitoreos de aves para la determinación de la Influencia Aviar y Virus del Nilo donde una de las estaciones de monitoreo es la Laguna de Sonso. Y desde el año 2005, Ecoandina viene realizando el monitoreo del Pato Rojo (*Anas cyanoptera*) con CVC, por ser la única especie de ave en los libros rojos de especies amenazadas.

#### 4.5.7 Características Culturales, Históricas y Arqueológicas

- **Cultural**

La Laguna de Sonso ha sido referenciada cultura, histórica y arqueológicamente en documento muy antiguos. Bejarano (1995)<sup>362</sup> cita varios de esto:

- La canción del maestro Valencia haciendo alusión al Bujío (buho) asustando al viajero solitario en los campos del campo  
*“Ave por mi fealdad aborrecida;  
símbolo de desgracia y reproche,  
vivo a los esplendores escondida  
y es mi imperio la sombra de la noche.....”*

<sup>362</sup> Bejarano, J.M. (1995). Palabras para decir las a Orillas de la Laguna de “El Chirca” o de Sonso. En: Buga La Real. Boletín de Divulgación de la Academia de Historia “Leonardo Tascón” 1(6):64-68.



- El poeta Eduardo López immortalizó en donde están los Coolíes:  
*“en el Valle del Cauca, en aquellas florida;  
región de mi país,  
hay un ave zancuda que todas las sencillas  
gentes llaman coolí....”*
- “En donde esta el Ton Tin” es un ave Agorera que llevó a canciones al folklorista Edy Salospí:  
*“pobres pájaros en pena;  
que nadie sabe qué se hacen,  
y sienten tanta tristeza  
desde las seis de la tarde;  
y hay quien diga que esas aves....”*

Los pescadores y personas de Buga hacen alegoría a la Laguna de Sonso añorando y describiendo su grandeza y belleza que permanece en el recuerdo y que ha se ha transmitido de generación en generación y que se recoge básicamente en palabras de José María Bejarano<sup>363</sup>:

*“inmenso era el espejo que brillaba iluminado por los dorados rayos del sol en horas de la mañana y que en la tarde se repetía reflejando en sus aguas los brochazos multicolores del crepúsculo. Era de verse en las claras mañanas como en las rojas tardes a los numerosos pescadores que surcaban sus aguas cristalinas agitadas por los vientos del sur, en sus potros o canoas, echando sus redes o atarrayas para sacar del lago la cosecha abundante de peces, especialmente de bocachicos que en gran cantidad iban a los mercado de Buga, Guacarí, Cerrito, Tulúa, Yotoco entre otros para surtir la canasta familiar y llevar comida sana a sus hogares.....”*

### • Historia

De acuerdo con CVC-Universidad Santiago de Cali (1994)<sup>363</sup>, los indios Gorriones habitaban en la banda Occidental del Valle del Cauca,

<sup>363</sup> CVC - Universidad Santiago de Cali. (1994). Laguna del Sonso o del Chircal. Monografía. 190 p.

nombre proveniente de su principal base alimenticia como es el pescado, y que ofrecieron a los españoles repitiendo la palabra gorrón-gorrón. Los Gorriones tenían numerosas tribus, regidas por caciques, que compartían las mismas creencias religiosas, dialecto y organización social.

De acuerdo con el historiador Restrepo Tirado (citado por CVC-Universidad Santiago de Cali, 1994) la Laguna de Sonso era visitada por los indios Buga, cuyo territorio limitaba: de oriente a occidente con la Sierra Alta, que los separaba de los Pijaos; al Norte con el río La Paila, que los separaba de los Quimbaya; al occidente con el río grande de Cauca, que los separaba de los gorriones; y al Sur con el Río Bolo, que los separaba de los calotos.

Ramírez (1973)<sup>364</sup> reporta la actividad de sustento de los Gorriones que bajaban a pescar a lo que hoy conocemos como la Laguna de Sonso, describiendo la dinámica hídrica de la Laguna y su relación con el gran contenido de peces que poseía.

La CVC-Universidad del Valle (1998)<sup>365</sup> indican que la Laguna de Sonso es mencionada en el documento que demarca los ejidos de la ciudad de Guadalajara de la Victoria de Buga, fechado el 30 de septiembre de 1569. Allí se menciona una gran laguna situada entre la margen izquierda del río Guadalajara y la derecha del río Sonso, llamada en esa época Quebrada de Sonso.

El Coronel Hamilton, primer enviado diplomático de la Inglaterra visita la Laguna de Sonso describiéndola como un lugar que abarca una vasta extensión; con algunos

<sup>364</sup> Ramírez, L. (1973). Memoria del Proyecto de la Reserva Natural de la Laguna de Sonso. Informe CVC No. 73-4. 50 p.

<sup>365</sup> CVC-Universidad del Valle. (1998). Estudio Hidrobiológico de la Laguna de Sonso. Cali. Colombia. 165 p.

juncales poblados de aves silvestres que alcanzan el vuelo o descendían a posar en la superficie y entre los cuales se podía descubrir el pato real, el pato negro, el pato cuchara, el herón blanco y el azul, la cerceta; el pellar de pluma blanco y pardo (CVC-Universidad del Valle, 1998).

• **Arqueología**

Los estudios arqueológicos en el centro del Valle del Cauca, reportados por Bray y Moseley (1976)<sup>366</sup> resume los resultados de una expedición de reconocimiento y excavación llevados a cabo en 1964 cerca de Buga. En el que permite establecer la existencia de cuatro estilos de cerámicas sucesivas cronológicamente: Yotoco, Sonso, Moralba y Buga. Adicionalmente se pudo diferenciar entre las diferentes culturas arqueológicas en el área geográfica del departamento, distinguiendo como culturas diferentes a la Calima (Rodríguez, 1983)<sup>367</sup>, existiendo senderos entre el Valle y Calima que reflejan los intercambios entre culturas. El sendero va desde la bocatoma del actual acueducto de Yotoco, en el Plan de las Vacas, pasando por el Bosque de Yotoco, Jiguales hasta Darien.

En el área del centro del Valle se han identificado tres fases cerámicas localizadas en las riberas del río Cauca, refleja la importancia de estas culturas en la región:

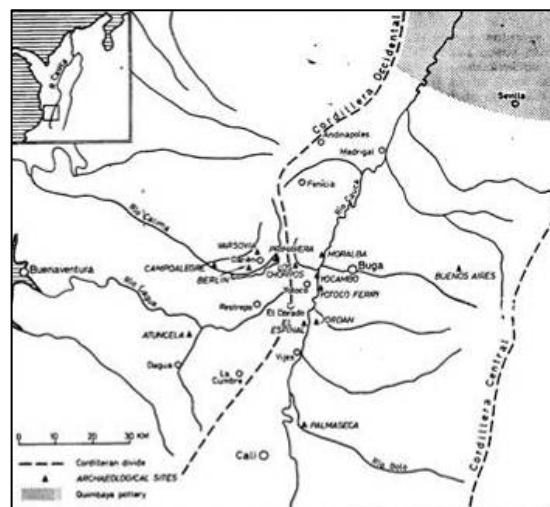
- Paso de La Barca, en la margen derecha del río Cauca en el predio de San Joaquin dentro del área de captación de la Laguna de Sonso.

- Yocambo, ubicada en la margen izquierda localizada en la madreveja del mismo nombre.
- Moralba, en la margen izquierda localizada al lado de la madreveja La Nubia.

El municipio de Yotoco resaltó la importancia de estos asentamientos, por lo que Yocambo y Moralba fueron declarados Patrimonio Cultural (Municipio de Yotoco, 2000)<sup>368</sup>.

La cronología de las fases determinadas por radio carbono para estas tres culturas son:

Moralba: 890±270 AC y 800±50 AC  
 Yotoco: 1100±140 DC y 1175±65 DC  
 Sonso: a partir de 1200 DC.



**Figura 92. Sitios Arqueológicos (Bray y Moseley, 1976)<sup>369</sup>**

<sup>366</sup> Bray, W. y Moseley, M.E. (1976). Una Secuencia Arqueológica en las Vecindades de Buga, Colombia. *Cespedecia* 5(17-18): 55-78.

<sup>367</sup> Rodríguez, C.A. (1983). Histografía de los Estudios Arqueológicos en el Departamento del Valle del Cauca. *Cespedecia* 12(45-46): 139-159.

<sup>368</sup> Municipio de Yotoco. (2000). Esquema de Ordenamiento Territorial EOT YOTOCO 2000-2010: Documento de Soporte. Yotoco. Colombia. 91 p.

<sup>369</sup> Bray, W. y Moseley, M.E. (1976). Una Secuencia Arqueológica en las Vecindades de Buga, Colombia. *Cespedecia* 5(17-18): 55-78.





#### 4.6 CAPACIDAD DE CARGA

Previo a este estudio se encontró que la Reserva Natural Laguna de Sonso:

- Posee alguna infraestructura para atender visitantes. Otra se halla en malas condiciones o no es óptimo su funcionamiento (ramada para botes y pozo séptico).

La infraestructura existente no tiene los mínimos requerimientos sanitarios, es así como se tiene la estructura de un ecorestaurante sin agua ni servicios sanitarios y no cuenta con la pertinente licencia de salud pública para su funcionamiento. La casa principal no tiene servicios sanitarios en la planta baja por insuficiencia de carga hidráulica, mientras el servicio sanitario del segundo piso si lo tiene, aunque esto llega a un pozo séptico que esta colmatado y el agua residual se espansa en la tierra por rebose, además que en invierno queda totalmente bajo agua.

- Para la atención de visitantes, La Isabela no cuenta con un parqueadero apropiado para días de campo y en especial para el ingreso de buses.
- Existen principalmente 4 entradas por las que ingresan los visitantes sin ningún control (1) La Isabela, (2) Bello Horizonte, (3) Paso de La Barca y Villalobin, y (4) por el Sena a la Hacienda Canada - San Isidro. Solo existe una servidumbre que corresponde al paso por La Isabela.
- No existe control de motos y bicicletas que ingresan a la Reserva hasta la Península.
- No existe control de animales domésticos como perros y gatos.
- Prácticamente no existe señalización y la que hay, está en mal estado (avisos y sendero).

- El número de personal para atender visitantes por parte de la CVC es muy bajo.
- Existe un grupo de ecoguias que realizan actividades educativas dirigidas a los visitantes pero no hay una evaluación de la capacidad de carga para determinar cuantos visitantes pueden ingresar a la Reserva y a los senderos. Los ecoguias debe tener una preparación un poco más exhaustiva.
- Existe impacto por actividades ganaderas al interior de la Reserva que han afectado tanto el suelo como la calidad del agua y la cobertura vegetal, creando un paradigma de acuerdo con la utilización del ganado con uso sostenible para estacionar los humedales recomendado por RAMSAR.
- Desde tiempo atrás se viene monitoreando la Laguna de Sonso en diferentes componentes. Es así como la Universidad del Valle representada por Humberto Álvarez ha venido monitoreando por espacio de más de 40 años las aves de este ecosistema; Calidris viene monitoreando las aves acuáticas desde el año 2000 dentro de programas internacionales como Ducks Unlimited. La CVC desde 1987 toma monitoreo de calidad de agua en 6 tributarios y 3 puntos sobre la Laguna dos veces por año cuando las condiciones estacionales lo permiten. CVC además desde finales de los años 90's ha monitoreado la presencia de las especies exóticas invasoras como Rana Toro y Hormiga Loca. Aunque existen todavía muchos elementos a monitorear como es el caso de la parte hidrológica, peces, herpetos, mariposas y mamíferos.
- No hay cumplimiento de la reglamentación acordada por el Acuerdo 016 de 1979 de la CVC en la zona de la Reserva.

Esta evaluación contempló el desarrollo de un estudio de capacidad de carga de un sendero,



apoyado por la realización de metodologías para evaluar los límites aceptables de cambio y la capacidad de atención y manejo de visitantes (Anexo 11).

- Capacidad de Carga: 63 visitantes/día. Sin embargo dadas las características de ser un sendero plano y con un ancho que varía en algunas partes, y por facilidad de manejo para el guía y satisfacción de los visitantes, se debe trabajar con grupos de máximo 15 personas.
- Las metas a las cuales se les definió los límites aceptables de cambio, teniendo en cuenta las consideraciones, los indicadores, los estándares y el monitoreo y seguimiento, además de establecer unas medidas restrictivas y no restrictivas fueron:
  - Prestar servicios para la atención de visitantes.
  - Recuperar y conservar la biodiversidad.
  - Aprovechar de manera sostenible las potencialidades de la pesca concertado con la autoridad pertinente como es INCODER-CVC.
  - Divulgar los bienes, servicios y productos del humedal.
  - Fomentar actividades encaminadas a la investigación.
- Finalmente el resultado de la evaluación para determinar la capacidad de atención y manejo de visitantes fue de 2.9, que equivale al 71.25 % del porcentaje óptimo, dando como resultado que el ámbito administrativo es medianamente satisfactorio, teniendo en cuenta que su infraestructura necesita ser optimizada.

## 4.7 SITUACIONES JURÍDICAS SOBRE LA ZONA DE RESERVA NATURAL LAGUNA DE SONSO

### 4.7.1 Antecedentes y Reservas y Parques

Al tratar el tema de la Economía Forestal de la Nación y de la Conservación de los Recursos Naturales, la ley 2ª de 1959, hace una distinción, que interesa acá:

- Trata de las **Reservas**, calificándolas de forestales, y declara algunas zonas en el país, entre ellas, la del Pacífico, y la Central (ver ley 2/59. Arts. 1º, 2º, 3º, y 4º).
- Trata de los **Parques**, calificándolos de nacionales naturales (ver ley 2/59. Arts. 13 y 14).
- No aparece ni la expresión Reserva ni tampoco la de Reserva Natural.

### 4.7.2 Las Reservas en el Código de Recursos.

El decreto ley 2811 de 1974 habla acerca del tema general de las reservas en varios aspectos:

#### La Reserva de Recursos Naturales de una Región.

Se puede declarar como una de tales reservas, en todo o en parte, entre otros aspectos para adelantar programas de restauración, de conservación o de preservación de los recursos naturales y el medio ambiente.

- A propósito de la expresión recursos naturales, se debe recordar que el Código Ambiental en materia de aguas no marítimas, incluye a los lagos, ciénagas, como a las lagunas y embalses de formación natural o artificial.



- De igual modo, es necesario anotar, que en cuanto al dominio de las aguas y sus cauces, se considera que “salvo derechos adquiridos por particulares”, son bienes de dominio público, inalienables e imprescriptibles: Es el caso del lecho de los depósitos naturales de agua, como los estratos o depósitos naturales de agua subterráneas (ver. Dec. Ley 2811/74, arts. 47, 77 d), 82 83 b) y f).
- Lo anterior significa que por medio de un decreto ley se autoriza la declaratoria de esta clase de reservas, a lo cual se debe añadir el concepto actual de humedal, o como se decía antes, de lago, laguna, etc, para así captar mejor el sentido y contenido del tema propuesto.

### La Reserva Natural en el Sistema de Parques Nacionales. SPNN

El Código de los Recursos Naturales cuando habla del modo de manejo de esos Recursos, incluye un título relacionado con las áreas de manejo especial, entre las cuales se cuenta el Sistema de Parques Nacionales. (Ver Dec. Ley 2811/74, arts. 327 a 336).

- A propósito de la Reserva Natural, se presenta en dicho Código una definición en el artículo 329, literal b): “*área en la cual existen condiciones primitivas de flora, fauna y gea, y está destinada a la conservación, investigación y estudio de sus riquezas naturales*”.
- En este caso correspondía antes al Inderena, la reserva, alindamiento y administración de las áreas del sistema, SPNN, y de igual modo las funciones de protección, conservación, desarrollo y reglamentación de dicho Sistema. Incluso incorporando tierras mediante la figura jurídica de la expropiación.
- Lo anterior significa que, un decreto ley autorizaba la creación y la reserva, dentro de lo que se concibe como el Sistema de

Parques Nacionales Naturales, que aún se encuentra vigente. En la actualidad este Sistema ha declarado dos Reservas Naturales en todo el país, una de ellas, la de Puinawi.

- A su turno, el decreto 622 de 1977, reglamentario del Código de Recursos Naturales, ratifica lo expuesto en cuanto a la figura de la Reserva Natural.

### El Punto de las Competencias Legales para esa Declaratoria

En relación a las épocas, se analizan dos puntos en cuanto a la declaratoria de Laguna de Sonso como Reserva Natural, así:

- Una función del Inderena, en el decreto 133 de 1976 era la de declarar, alindar, reservar y administrar. Norma que originó amplia controversia.
- Una Función de las Corporaciones Autónomas Regional. CAR, en virtud de la expedición de la ley 2 de 1978, es aclarar el decreto 133 de 1976, en el sentido de conservar las funciones de las CAR's en sus jurisdicciones, las cuales habían sido trasladadas al Inderena en todo el territorio nacional.

En conclusión de acuerdo a la normatividad citada, la CVC recuperó respecto de sus jurisdicciones todas sus facultades, por mandato de una ley de la República.

### La Creación de la Reserva Natural Laguna de Sonso

Mediante Acuerdo del Consejo Directivo de la CVC se declara como Zona de Reserva, Natural a la Laguna de Sonso o del Chircal y zonas aledañas, en jurisdicción del municipio de Buga, departamento del Valle del Cauca. Se trata del Acuerdo CVC #17 de octubre 18 de 1978.



- Se declara como una zona de reserva natural.
- Se trata de una Laguna (hoy humedal).
- Se tienen en cuenta sus valores ecológicos.
- Es representativa de recursos ecológicos.
- Es representativa de los recursos de flora y fauna.
- Es representativa del paisaje.
- Es reguladora del recurso hídrico y la pesca.
- Destaca los fines de conservación y de preservación.
- Coincide en la hora actual con las finalidades de los Humedales.

Mediante el decreto 2887 de 1978 la Presidencia de la República aprueba el Acuerdo CVC 17 de 1.978, como un requisito necesario para su vigencia. Lo anterior no significa para la época, que por esa aprobación la zona de reservas natural ingresara al Sistema de PNN's. Posteriormente el Acuerdo CVC 16 de 1979 de la CVC, reglamenta actividades y usos en las áreas.

### **La Nueva Constitución de 1991**

La actual Constitución Política del país además de la protección de los recursos naturales consagra la conservación de las áreas de especial importancia ecológica, lo que es, importante al observar que la Laguna de Sonso es de gran importancia para la migración de aves a nivel internacional.

### **La Ley 165 de 1994**

Es la ley que aprueba la Convención de Diversidad Biológica de Río de Janeiro 1.992, y nos habla acerca de las áreas protegidas o de aquellas áreas en donde haya necesidad de adoptar medidas especiales para la protección ambiental.

### **La Ley 357 de 1997**

Conocida como la ley de Humedales, por ella el Congreso aprueba la Convención de Ramsar de 1971, resaltamos lo dispuesto en el artículo 4º, cuando menciona que cada país, “*fomentará la conservación de los humedales y de las aves acuáticas creando **reservas naturales**, en aquellos, estén o no incluidos en la Lista y tomará las medidas adecuadas para su custodia*”. Dicha ley 357, se debe apreciar hoy en concordancia con las Resoluciones 157 del 2004 y 196 del 2006.



## 5 EVALUACIÓN

Tomando como base los lineamientos para la formulación de planes de manejo para humedales de importancia internacional y otros humedales (Resolución 196 de 2006)<sup>370</sup> y los términos de referencia del Convenio 136 del 2005 para la realización de este plan de manejo, en este capítulo se determinarán y confirmarán las características ecológicas, socioeconómicas, culturales y demás características que fueron identificadas en la fase de caracterización y que son de especial relevancia para la planificación del manejo del humedal Laguna de Sonso.

### 5.1 EVALUACIÓN ECOLÓGICA

#### 5.1.1 Tamaño y Posición del Humedal

Colombia está situada en el extremo noroccidental de América del Sur en la faja intertropical del mundo, con una extensión de 1.141.738 Km<sup>2</sup> dentro de los 12°26'46" de latitud norte, 4°13'30" de latitud sur, y los 66°50'54" y 79°02'33" de longitud oeste.

La cordillera de los Andes atraviesa el territorio de sur a norte, por lo que Colombia se puede dividir en dos grandes regiones: la montañosa al occidente y una región plana al oriente y norte del País (Instituto Humboldt, 1998)<sup>371</sup>. Este complejo orográfico da lugar a las vertientes hidrográficas Pacífico, Caribe, Orinoco y Río Amazonas. Complejos a los

que se encuentran asociados diversos tipos de humedales, que en Colombia tiene un área total de 20'252.500 Ha, representados por lagos, pantanos y turberas, ciénagas, llanuras y bosques inundados (Ministerio del Medio Ambiente, 1999)<sup>372</sup>, clasificados en 27 complejos de humedales de acuerdo con las condiciones topográficas e hidrográficas (Ministerio del Medio Ambiente - Instituto Alexander Von Humboldt, 1999)<sup>373</sup>.

La Laguna de Sonso, está localizada en el centro geográfico del departamento del Valle del Cauca y es la última laguna que queda en el complejo de humedales del Alto Río Cauca, cuenca del río Grande de La Magdalena, y de la región del Caribe (Figura 93).

El Alto río Cauca incluye las planicies aluviales del río Cauca y sus principales afluentes hacia el sur hasta Santander de Quilichao en el departamento del Cauca, los humedales del Valle Geográfico del Río Cauca, madrevejas y lagunas asociadas (Instituto Humboldt, 1998)<sup>372</sup>. Los humedales en el Valle del Cauca, corresponden principalmente a Madrevejas, meandros o cauces abandonados por el río Cauca que son alimentados principalmente por el agua subterránea y los desbordamientos del río Cauca.

Estas madrevejas son cuerpos de agua formados por la acción de las corrientes de los ríos que pueden formar cuencas o bacines mediante la deposición de sedimentos;

<sup>370</sup> Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). Resolución 0196 de 1 de Febrero de 2006. Bogotá. Colombia. 36 p.

<sup>371</sup> Instituto Humboldt. (1998). Hacia la Conservación de Los Humedales de Colombia: Bases Científicas y Técnica para una Política Nacional de Humedales. Biosíntesis – Boletín Informativo No 9. Bogotá. Colombia. 4 p.

<sup>372</sup> Ministerio del Medio Ambiente. (1999). Identificación de Prioridades de Gestión Ambiental de Ecosistemas de Páramo, Sabana, Zonas Áridas y Semiáridas y Humedales de Agua Dulce. Geoingeniería Ltda.

<sup>373</sup> Ministerio del Medio Ambiente – Instituto Alexander Von Humboldt. (1999). Humedales Interiores de Colombia: Bases Técnicas para su Conservación y Uso Sostenible.

localizados en depresiones pocos profundas y conectadas al río Cauca por medio de canales meandriformes de forma natural o artificial, por lo que la dirección del flujo va generalmente en ambos sentidos dependiendo del régimen del pulso del río o la condición estacional presente.



**Figura 93. Cuenca del Río Magdalena (CORANTIOQUIA – Universidad Nacional de Colombia, 2004)**<sup>374</sup>

La Laguna de Sonso forma parte del ecosistema Bosque Seco Tropical Inundable, que incluye 19 madrevejas localizadas dentro de una distancia de 10 km de la Laguna, y que cuentan con protección local declarados por

<sup>374</sup> CORANTIOQUIA – Universidad Nacional de Colombia. (2004). Prediagnóstico Físico y Sociocultural Participativo del Estado Ambiental de los Humedales del Magdalena Medio antioqueño, Jurisdicción de Corantioquia. Colombia. Medellín. 187 p.

los municipios de Yotoco, Guacarí, Buga y San Pedro. Esto implica la ampliación del territorio disponible para el desplazamiento en busca de alimentación y refugio para anidamiento y sitios de pernoctación (Figura 94).

El Humedal Laguna de Sonso hace parte de la jurisdicción del municipio de Buga, cuya cuenca de captación con un área de 10.516 Ha, está limitada por el norte con el río Guadalajara, por el sur con el río Sonso, por el occidente con el río Cauca y por el oriente por la parteaguas o divorcio de agua en la cordillera Central.

La zona de Reserva Natural Laguna de Sonso, declarada en 1978 mediante el Acuerdo CVC No. 17 y reglamentado en 1979 por el Acuerdo CVC No 16, en donde se definió el Área Lagunar en la cota 936.5 m con 745 Ha, el Área Pantanosa entre las cotas 936.5 y 937 m y el Área Amortiguadora de 1045 Ha que colinda con 23 predios privados para un área total de Reserva de 2045 Ha.

### 5.1.2 Diversidad Biológica

La diversidad biológica presente en este humedal es natural y similar a los humedales del centro del complejo de humedales del Alto Cauca, los cuales están condicionados por la presión antropogénica, y por lo tanto este humedal debe ser manejado para mantener y mejorar la biodiversidad presente.

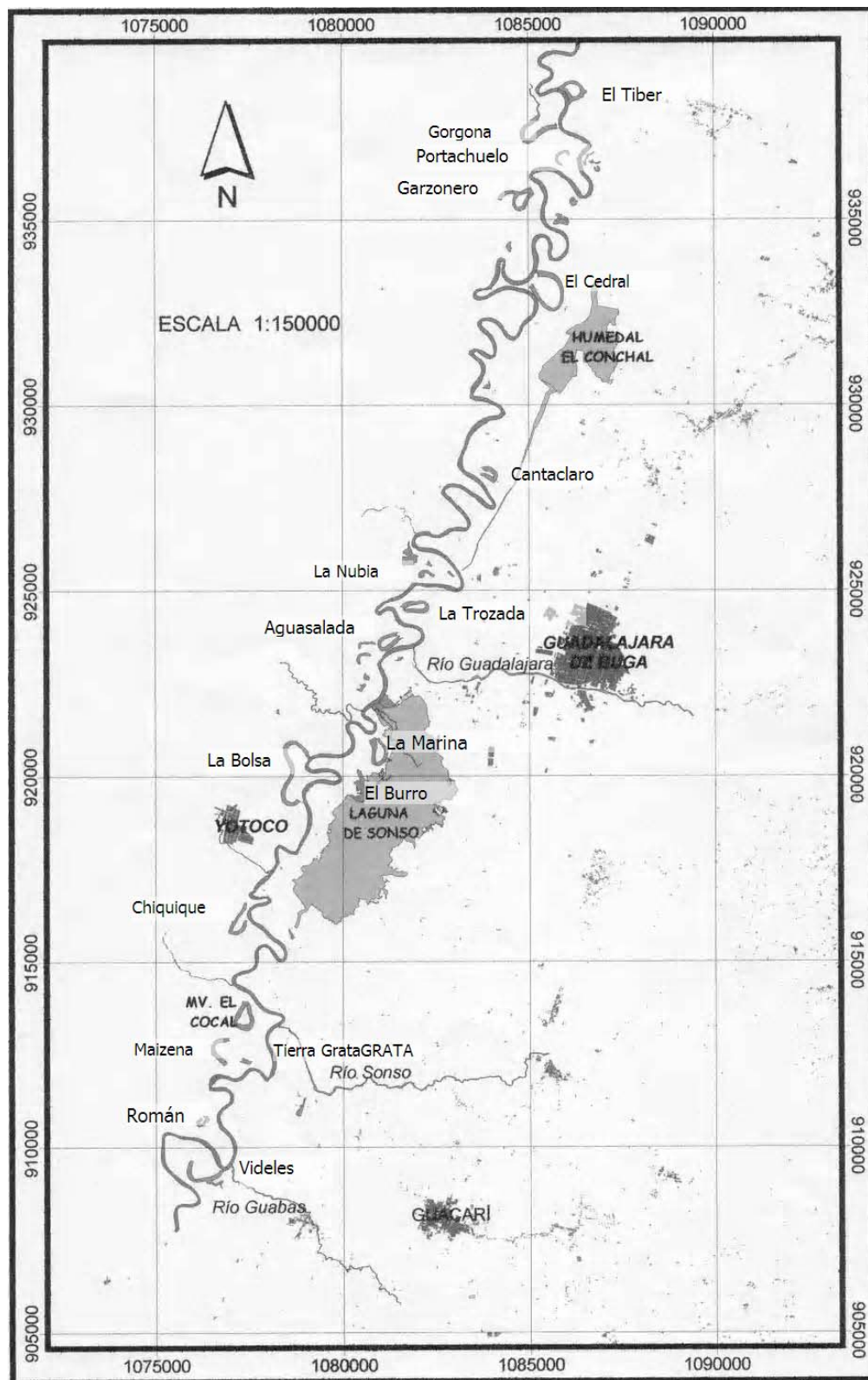


Figura 94. Complejo de Humedales del Alto Río Cauca



Según recuentos históricos reportados por Patiño (citado por CVC, 1967)<sup>376</sup>, la Laguna de Sonso tuvo una clara importancia en la vida de la población indígena, y además figura en documentos coloniales desde 1569; en donde se reconoce que el espejo lagunar ha sido rodeado por fincas y haciendas. Dadas las presiones antropogénicas, particularmente por ganado vacuno y caballar, el área inundable aledaña a la Laguna ha estado sujeto a pastoreo en épocas de estiaje por más de 500 años, interrumpiendo así la sucesión natural evidenciada en la regeneración.

Las especies focales, indicadoras de biodiversidad en este ecosistema es una de

los argumentos para determinar que esta zona sea considerada un refugio importante para la vida silvestre. Dentro de este grupo se encuentran las especies endémicas, las migratorias y las especies amenazadas, sean vulnerables o en peligro de extinción. En este humedal se ha podido observar 150 especies representativas: 78 aves, 12 peces, 2 anfibios, 5 reptiles, 35 mamíferos y 18 especies de flora.

En la Tabla 49 se presenta el listado de fauna y flora observada con 165 aves de las cuales 55 son aves acuáticas, 24 anfibios y reptiles, 50 mamíferos, 18 especies de peces, y 232 de flora.

**Tabla 49. Características de Especies de Fauna y Flora en la Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso**

Grupo	Observadas	Potenciales	Endémicas	Amenazadas			Extintas	Exóticas	Transplantadas
				IUCN	CVC	Cites			
Aves	165	276	4	1	43	--	11	2	--
Aves Acuáticas	55	59	--	1	23	--	11	--	--
Anfibios y Reptiles	24	55	--	--	2	--	1	2	2
Mamíferos	50	91	4	3	20	20	7	3	2
Peces	18	39	1	3	3	--	7	5	4
Flora	232			14	7	---	--	?	?
Flora Arborea	75	81	1	14	7	--	--	10	1
Flora Macrófita	50	56	--	--	--	--	--	8	--

<sup>376</sup> CVC. (1967). Proyecto de la Laguna de Sonso. Informe CVC No. 67-2. Cali, Colombia.





- **Flora**

La Reserva y su cuenca de captación presentan un gran valor en cuanto a su biodiversidad de flora representada en 232 especies con 75 familias y 177 géneros.

Las macrófitas esta representada por 37 familias de 52 géneros y 56 especies, mientras que las arbóreas están representadas por 38 familias, 68 géneros y 81 especies.

- **Avifauna**

En el área acuática y pantanosa que presenta pocos vestigios de vegetación arbórea, exceptuando las áreas altas de la zona de Reserva Natural que corresponde a depósitos aluviales y albardones, es hábitat natural de 165 especies de avifauna de las cuales 110 son terrestres y 55 son acuáticas, del total de aves observadas, 55 son migratorias entre acuáticas (32) y terrestres (23). Actualmente la Reserva alberga al 49% de especies de aves terrestres del total esperado para todo el valle inundable, y el 63% de las aves acuáticas anotadas para el alto valle geográfico en la Laguna.

De las 32 especies de aves acuáticas migratorias, 9 están en peligro de extinción. Y de los 48 especies de aves considerado importante para la conservación con prioridad media, se encuentran las especies de Buitres de Ciénaga (*Anhima cornuta*), el Pato Rojo (*Anas cyanoptera*) y la Guacharaca (*Ortalis mamot*) dentro del complejo de humedales del Valle Geográfico del Río Cauca (CVC-IAvH, 2004)<sup>376</sup>.

En la Laguna se identificaron 4 especies endémicas como especies clave: el Carpinterito Punteado (*Picumnus granadensis*), el

<sup>376</sup> CVC-IAvH. (2004). Prioridades de Conservación de Fauna (Aves y Mamíferos) de la Jurisdicción de la CVC. Cali. Colombia. 45 p.

Bacará Carcajada (*Thamnophilus multistriatus*), el Atrapamoscas Apical (*Myarchus apicalis*), y la Tángara Rastrojera (*Tangara vitriolina*). Y de distribución restringida las especies de el Carpinterito Punteado (*Picumnus granadensis*) y el Atrapamoscas Apical (*Myarchus apicalis*).

Como especies de importancia internacional de la lista AICA, se encuentran el pato migratorio (*Anas discors*), el Cormorán (*Phalacrocorax brasilianus*), al Ibis (*Phimosus infuscatus*), y a los Ánatidos (*Dendrocygna bicolor*, *D. autumnalis*, *Sarkidiornis melanotos*, y *Anas cyanoptera*). Además en la Laguna sobrevive la última población del Buitre de Ciénaga (*Anhima cornuta*) de la región, considerada como especie emblemática de la Reserva.

- **Peces**

El inventario de peces observados en el presente estudio corresponde a 18 especies, 16 géneros y 10 familias, de las cuales 3 especies poseen algún estatus de amenaza como son Rollizo (*Parodon caliensis*), Bocachico (*Prochilodus magdalenae*) y Boquiancha (*Genycharax tarpon*). 7 especies son nuevos reportes para la Laguna de Sonso. De acuerdo con Ortega-Lara (2003)<sup>377</sup>, este número de especies, indica una alta diversidad comparado con los registros de peces en otros humedales, a pesar de la pérdida de diversidad reportada por diferentes autores en la Laguna de Sonso.

La ictiofauna nativa registrada representa el 17% de las especies nativas del Alto Cauca (Ortega-Lara *et al.* 2002)<sup>378</sup>. Además, de

<sup>377</sup> Ortega-Lara. (2003). Inventarios de Peces y Macroinvertebrados Acuáticos. En: Caracterización Ambiental Preliminar de los Humedales de la Cuenca del río Cauca en el Departamento del Cauca. Fundación Calidris. Cali. Colombia. Pag: 26-31

<sup>378</sup> Ortega-Lara, A.; Aguiño, A; y Sánchez G.C. (2002). Caracterización de la Ictiofauna Nativa de los Principales Ríos de la Cuenca Alta del Río Cauca en el Departamento del Cauca. Informe presentado a la Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC. Fundación para la



representar el humedal con mayor número de especies registradas actualmente en los humedales del Alto Río Cauca.

### • Herpetos

La riqueza de anfibios y reptiles registrada en este estudio representa el 44.4% de la herpetofauna potencial para todo el Valle Geográfico del Río Cauca en el departamento del Valle (Castro-H y Vargas-S, *en preparación*<sup>379</sup>).

De las especies registradas, son pocas las que están categorizadas con algún nivel de amenaza, entre las que se encuentra *Typhlonectes natans* y *Cbelydra serpentina*.

### • Mamíferos

Los resultados del muestreo y los datos históricos establecen la presencia de 42 especies de mamíferos en la Laguna de Sonso y ecosistemas asociados que equivale al 45% de los mamíferos reportados para todo el Valle del Cauca (Rojas-Díaz *et al.* *en preparación*<sup>380</sup>; Alberico, 1981<sup>381</sup>; Alberico, 1983<sup>382</sup>) y al 25% de Colombia (Alberico *et al.* 2000<sup>383</sup>).

Respecto a la vulnerabilidad de especies, 7 se consideran localmente extintas, 20 están incluidas en alguna categoría de amenaza

regional, 20 están listadas en CITES y 3 son vulnerables a nivel global y nacional.

El Chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) está considerado con alta prioridad para la conservación del Valle del Cauca (CVC-IAvH, 2004)<sup>384</sup>, y 5 especies son consideradas de prioridad media para la conservación, como son: la Chucha Lanuda (*Caluromys derbianus*), la Chucha Gris (*Philander opossum*), el Armadillo Cola de Trapo (*Cabassous centralis*), el Leoncillo (*Bassaricyon gabbii*), (*Mustela frenata*) y (*Dinomys brunieki*) (Kattan, 2004)<sup>385</sup>.

Dentro del listado de especies de mamíferos para el área de estudio se encuentran 3 especies endémicas: el Micuré (*Micoureus demararae*), el Ratón Rastrojero Grande (*Zygodontomys brunneus*), y a una especie de Ratón campestre (*Akodon* sp. nov.) por describir (Quiceno 1993<sup>386</sup>).

La diversidad biológica de la Reserva Natural refleja los impactos antropogénicos por la alta presencia de especies amenazadas y extinciones, por lo que se considera que las perturbaciones a la Laguna debe cesar, y diversidad se debe mantener y en cuanto sea posible mejorar a través de actividades orientadas a mitigar los impactos que ha incidido en la naturaleza del ecosistema

### 5.1.3 Naturalidad

Se considera este humedal un ecosistema natural, localizado en un basín formado por

Investigación y el Desarrollo Sostenible, Funindes. Popayán, Colombia. 139 p.

<sup>379</sup> Castro-H., F. y Vargas-S., F. (en preparación). Anfibios y Reptiles en el Departamento del Valle del Cauca, Colombia.

<sup>380</sup> Rojas-Díaz, V.; Reyes-G, M y Alberico, M. (en preparación) Mamíferos del Departamento del Valle del Cauca.

<sup>381</sup> Alberico, M. (1981). Lista Preliminar de los Murciélagos del Valle. *Cespedesia* 10:223-230.

<sup>382</sup> Alberico, M. (1983). Lista Anotada de los Mamíferos del Valle. *Cespedesia* 12:57-72.

<sup>383</sup> Alberico, M.; Cadena, A.; Hernández-Camacho, J. y Muñoz-Saba, Y. (2000.) Mamíferos (Synapsia: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana* 1: 43-75.

<sup>384</sup> CVC-IAvH. (2004). Prioridades de Conservación de Fauna (Aves y Mamíferos) de la Jurisdicción de la CVC. Cali. Colombia. 45 p.

<sup>385</sup> Kattan, G. (2004). Threatened Species in the Central Andes of Colombia: Population Status and Habitat Availability. Fundación Ecoandina/wCS. Cali.colombia.15 p.

<sup>386</sup> Quiceno, C.A. (1993) Sistemática y Distribución del Género *Akodon* (Rodentia: Cricetidae) en el Valle del Cauca. Tesis de Biología, Universidad del Valle, Cali, 126 p.



los albardones naturales de sedimentos depositados con cada inundación del río Cauca, alterado por una serie de actividades de tipo antropogénico:

- Construcción de diques en los ríos Sonso y Cauca en la década de los 50's para prevenir las inundaciones semianuales.
- Construcción de la carretera Buga-Buenaventura, taponando la comunicación natural de la Laguna con el río Cauca por medio del caño Carlina y 4 canales adicionales.
- Construcción de la represa de la Salvajina para la regulación del río Cauca en 1985.
- Construcción de diques contra la Laguna para la siembra de cultivos.
- Expansión de asentamientos rurales sin infraestructura de saneamiento básico en sitios de alto riesgo.

#### 5.1.4 Rareza

La Reserva Natural, se caracteriza por ser uno de los últimos unidades de paisaje lagunar del ecosistema Bosque Seco Tropical Inundable del complejo del Alto Río Cauca, con 4 hábitats caracterizados por su fauna y flora: Acuático, Pantanosa, Madrevieja Colmatado y Terrestre Inundable.

El Águila Pescador, es una especie migratoria ocasional que se ha observado en la Laguna de Sonso, y requiere un espejo lagunar para alimentación zona que se ha visto reducida por la invasión de malezas acuáticas como buchón y pasto alemán.

Los paisajes acuático y pantanoso se presentan un ecotono, debido a la dinámica hidrológica existente en este ecosistema, dominada por las condiciones estacionales de invierno y verano donde los niveles de agua en el espejo lagunar varían entre 3 y 4 metros.

En este ecotono se encuentran 9 especies de aves acuáticas migratorias con algún grado de peligro de extinción de las 55 especies de aves acuáticas encontradas.

Las aves migratorias playeras requieren este ecotono, al igual que el Ibis Pico de Hoz (*Plegadis falcinellus*) y las otras especies de ibis en busca de macroinvertebrados en el sedimento.

El paisaje terrestre inundable, corresponde al Bosque Seco Tropical fragmentado dentro del área de la Reserva donde se ha identificado que está dominado por especies de sucesión secundario como Manteco, Espina de Mono y Chambimbe, reflejado en la vegetación del Bosque de las Chatas, el cual posee un área de 8 Ha, y unos guaduales aislados con árboles aislados, especies relictos que reflejan la composición del bosque antes de ser intervenidos (Janzen, 1988)<sup>387</sup> como Higuérón del Río, Siete Cueros, Totofando, Burillico, Pecueca, Caracolí y 4 especies de palmas amenazadas con desaparecer. En el Bosque Seco Tropical se han identificado 81 especies arbóreas de las cuales 17 tienen un alto grado de amenaza dentro del área de captación de la Laguna de Sonso.

La flora del Bosque Seco Tropical es altamente dependiente de las aves frugívoras; es así como 15 especies de aves han sido observadas alimentándose en Mantecos y por lo tanto se encuentran estos árboles regenerándose en las cercas de los potreros como lo reporta Álvarez (*comunic. Personal*).

Cuatro especies de aves endémicas tiene su territorio en estos fragmentos de bosque como son el Carpintero Punteado (*Picumnus granadensis*), el Bacará Carcajada (*Thamnophilus*

<sup>387</sup> Janzen, D.H. (1988). Tropical Dry Forest: The Most Endangered Major Tropical Ecosystem. En: Biodiversity. E.O. Wilson Eds. Washington. Eeuu. Pag 130-137.



*multistriatus*), el Atrapamoscas Apical (*Myarchus apicalis*), y la Tángara Rastrojera (*Tangara vitriolina*). Como por el carpintero punteado (*Picumnus grandensis*) utiliza las cavidades de troncos secos de sauce para anidar y buscar alimentación en la reserva. Adicionalmente, existe una población residente del Pato Colorado que está en la lista roja de la IUCN.

De acuerdo con los listados de estatus de rareza de la CVC (2006), se encontraron 3 peces, 1 anfibio, 1 reptil, 25 aves, 20 mamíferos y 7 especies de flora (Tabla 50).

### 5.1.5 Fragilidad

La fragilidad del ecosistema se ve reflejada en la introducción o liberación de especies y la vulnerabilidad de la fauna y flora presente en este humedal. Por lo que se requiere de estrategias de conservación debido a sus características que lo hacen vulnerable a desaparición de especies, que en algunos casos son representativas para el Valle del Cauca.

#### • Introducción de Especies

Después de la destrucción de hábitats naturales, la introducción de especies se considera como uno de los elementos que más contribuyen a la pérdida de biodiversidad a nivel mundial (Glowka et al, 1996)<sup>388</sup>. Aún en áreas protegidas, varias especies nativas pueden verse afectadas negativamente por la introducción de especies foráneas. Algunas de las consecuencias de la introducción de especies son: 1) efectos en la dinámica natural del ecosistema nativo y su equilibrio ecológico, 2) alteración de las interacciones tróficas por

competencia, 3) propagación de enfermedades (Mojica et. al., 2002)<sup>389</sup>.

Dentro de los registros de introducciones de especies de peces se destacan: Tilapia Negra (*Oreochromis mossambicus*), como especie ornamental, autorizada en el año 1959 por el Ministerio de Agricultura; La Tilapia Herbívora (*Tilapia rendalli*) en el año de 1967 por el Instituto de piscicultura de Buga; la Carpa en 1966 por Jorge Sanclemente, quien años después realizó el trasplante del Tucunaré (*Cichla ocellaris*) (Patiño 1973)<sup>390</sup>. Para la década de los 80's el comité Departamental de cafeteros trasplantó las Cachamas Blanca y Negra. Para los años 90, la empresa Colapia recibió la autorización del INPA y la CVC para el cultivo de la Tilapia Roja en jaulas flotantes en el embalse de la Salvajina en el Departamento del Cauca.

El interés de particulares en criar especies ornamentales propició el trasplante de especies provenientes de la cuenca del Magdalena como lo son los Agujetos y las Mojarras. Por otro lado, se realizó la introducción de especies provenientes de Asia (Gouramies, Barbos, Bettas y Cyprinidos en general) y de Centroamérica (Platys, espadas y guppies) que fueron las especies con mayor aceptación por criadores de peces ornamentales, especialmente por su fácil manejo y reproducción rápida.

<sup>388</sup> Glowka, L.; Burhenne-Guilmin, F.; Synge, H.; McNeely, J.A. y Gündling, L. (1996). Guía del Convenio sobre la Diversidad Biológica. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 179 p.

<sup>389</sup> Mojica, J.I.; Castellanos, C.; Usma, S.; y Álvarez, R. (2002). Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. La serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, Colombia.

<sup>390</sup> Patiño, R.A. (1973). Especies Introducidas al Alto Río Cauca. Cespedita, 5 (2): 65-75



Tabla 50. Especies Catalogadas con algún Estatus de Rareza en la Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso según CVC (2006a)<sup>391</sup>

Grupo	Nombre Científico	Nombre Común	Estatus CVC
Flora	<i>Anacardium excelsum</i>	Caracoli	S2
	<i>Gnatteria colina</i>	Cargadero	S1
	<i>Xylopia ligustrifolia</i>	Burilico	S2
	<i>Attalea butyracea</i>	Corozo de Puerco	S2
	<i>Myroxylon balsamum</i>	Balsamum	S1
	<i>Laetia mexicana</i> L.	Manteco	S2
	<i>Machaerium capote</i>	Capote	S2
Peces	<i>Parodon caliensis</i>	Rollizo	S1S2
	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	S2
	<i>Genycharax tarpon</i>	Boquiancha	S1
Anfibios	<i>Typhlonectes natans</i>	Anguila	S1S2
Reptiles	<i>Cbelydra serpentina</i>	Mordelona	S1S2
Aves	<i>Anhinga anhinga</i>	Pato Aguja	S1 –S1S2
	<i>Ardea cocoi</i>	Garzón Azul	S2-S2S3
	<i>Florida caerulea</i>	Garceta Azul	S2-S2S3
	<i>Ixobrychus excilis</i>	Avetorillo Bicolor	S1-S1S2
	<i>Mycteria americana</i>	Cabeza de Hueso	S1-S1S2
	<i>Eudocimus ruber</i>	Corocora	S1-S1S2
	<i>Anhima corneta</i>	Buitre de Ciénaga	S1-S1S2
	<i>Dendrocygna bicolor</i>	Iguasa Maria	S2-S2S3
	<i>Dendrocygna autumnales</i>	Iguasa Comun	S2-S2S3
	<i>Dendrocygna viduata</i>	Iguaza Careta	S1-S1S2
	<i>Anas discors</i>	Zarceta	S2-S2S3
	<i>Anas chrypeata</i>	Pato Cucharero	S1-S1S2
	<i>Anas cyanoptera</i>	Pato Colorado	S1-S1S2
	<i>Oxyura dominica</i>	Pato Encapuchado	S1-S1S2
	<i>Sarkidiornis melanotos</i>	Pato Brasileiro	S1-S1S2
	<i>Pandion haliaetus</i>	Aguila Pescadora	S2-S2S3
	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Caracolero	S2-S2S3
	<i>Falco columbarius</i>	Esmerejon	S2-S2S3
	<i>Falco peregrinus</i>	Halcon Peregrino	S2-S2S3
	<i>Falco femoralis</i>	Halcon Plomizo	S1-S1S2
	<i>Porzana albicollis</i>	Polluela Cienaguera	S2-S2S3
	<i>Laterallus excilis</i>	Chilacoa pequeña	S2-S2S3
	<i>Heliornis áulica</i>	Colimbo Selvatico	S2-S2S3
<i>Pionus menstruus</i>	Cotorra Cheja	S2-S2S3	
<i>Crotophaga major</i>	Garrapatero Mayor	S2-S2S3	

<sup>391</sup> CVC. (2006a). Coordinación, Seguimiento y Consolidación de Resultados del Trabajo de las Mesas del 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.



Tabla 50. Especies Catalogadas con algún Estatus de Rareza en la Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso según CVC (2006a) (Continuación)

Grupo	Nombre Científico	Nombre Común	Estatus CVC
Mamíferos	<i>Caluromys derbianus</i>	Chucha lanuda	S2-S2S3
	<i>Miconureus demararae</i>	Micuré	S1
	<i>Choloepus hoffmanni</i>	Perezoso de dos dedos	S2-S2S3
	<i>Alouatta seniculus</i>	Aullador colorado	S2-S2S3
	<i>Aotus lemurinus</i>	Marteja, mico nocturno	S3s4
	<i>Bassaricyon gabbii</i>	Leoncillo, macoperro	S2-S2S3
	<i>Potos flavus</i>	Perro de monte, quincayú	S2
	<i>Nasua nasua</i>	Cusumbo, coatí	S3
	<i>Eira barbara</i>	Tayra, ulamá	S2S3
	<i>Lutra longicaudis</i>	Nutria	S2
	<i>Herpailurus yagouiraoundi</i>	Gato pardo	S2S3
	<i>Leopardus pardalis</i>	Tigrillo	S2
	<i>Leopardus tigrinus</i>	Tigrillo gallinero	S1S2
	<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo peludo	S1S2
	<i>Panthera onca</i>	Tigre mariposo o jaguar	S1- EXT
	<i>Puma concolor</i>	Puma, león	S1S2- EXT
	<i>Tayassu pecari</i>	Tatabro	S1- EXT
	<i>Mazama americana</i>	Venado bayo o de monte	S2- EXT
<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatín, ñeque	S2S3	
<i>Agouti paca</i>	Guagua, boruga, lapa	-S1S2- EXT	

**Nota:**

S1=Especie muy amenazada en el departamento por su extrema rareza o por algunos factores que la hacen especialmente vulnerable a extinguirse del departamento. Se encuentra en cinco localidades o menos, o quedan muy pocos individuos, o tienen poco hábitat.

S1S2=Estado intermedio.

S2=Especie amenazada en el departamento por su rareza o por algunos factores que la hacen muy vulnerable a extinguirse en el departamento. Se encuentra entre seis y 20 localidades, o quedan pocos individuos, o tienen poco hábitat.

S2S3=Estado intermedio.

S3=Especie rara o poco común en el departamento, de 21 a 100 localidades.

Se debe tener en la cuenta que muchas de las actividades de introducción y trasplante de especies, han sido apoyadas o impulsadas a partir de recomendaciones realizadas en estudios y evaluaciones de los humedales del Valle del Cauca; como Sterling (1980)<sup>393</sup>, quien

recomienda realizar repoblamiento icticos de Tucunaré y Tilapia rendalli, junto con otras especies nativas en la Laguna de Sonso.

Dentro de la ictiofauna reportada en el presente estudio se encontró varias especies ocasionales como los Rollizos (*P. caliensis*) reportada solo para el Cauca, los Rollicitos (*Cb. fasciatum*), la Corcovada (*R. dayi*), y los Barbudos (*R. quelem*), producto de la influencia del régimen hídrico de la zona, que en época

<sup>392</sup> CVC. (2006a). Coordinación, Seguimiento y Consolidación de Resultados del Trabajo de las Mesas del 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.

<sup>393</sup> Sterling, J.E. (1980). Estudio Preliminar para la Evaluación del Estado de las Poblaciones de Peces y del Mantenimiento de las Madre viejas Buga, Chiquique, Videles

y Laguna de Sonso. Informe presentado a la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC.



de inviernos son arrastrados por las inundaciones al área de la Laguna, aunque no son abundantes ni mantienen poblaciones estables dentro de la Laguna.

Como unos elementos exógenos a la fauna de mamíferos nativos, hay especies domésticas introducidas como mascotas: perros y gatos. La introducción de estos mamíferos depredadores ha causado la extinción de poblaciones y especies de aves, que en ausencia de ellos no presenta apropiadas respuestas antidepredadores.

Otras especies exógenas en el área son las Ratas (*Rattus* spp) y el Ratón Común (*Mus musculus*). Estas especies se encuentran asociadas a los asentamientos humanos y son consideradas plagas (Valencia, 1998)<sup>394</sup>. La presencia de estos roedores puede causar la exclusión de especies de roedores silvestres.

Un especie introducida en que se presenta en numerosos humedales y cuerpos de agua en gran parte del valle geográfico del Río Cauca es la Rana Toro (*Lithobates catesbeiana*) (Castro et al. 1998<sup>395</sup>, F. Vargas, *observ. pers.*). Esta es una especie de anfibio anuro, que dado su tamaño corporal y voracidad alimenticia, puede generar un efecto negativo en la fauna nativa, ya sea por competencia o depredación.

La Babilla (*Caiman crocodilus*) es una especie introducida (trasladada) en la Laguna de Sonso y corresponder a un individuo aislado; su presencia no aparenta una amenaza para el ecosistema y por el contrario, puede ejercer una presión depredadora sobre la Rana Toro.

<sup>394</sup> Valencia, D. (1998). Biología y Control de Roedores. Cartilla divulgativa. ICA-CI Palmira. 24 p

<sup>395</sup> Castro-H, F.; Bolívar, W.; Velásquez, A.; Daza, J.D. y Areiza, T. (1998). Estudio para el Monitoreo y Control de la Rana Toro en el Valle del Cauca. Informe Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC. Contrato inter-administrativo No. 7118 de 1996.

La Hormiga Loca (*Paratrechina fulva*) es considerada como una plaga en habitaciones, agricultura y ganadería (Fowler et al., 1990)<sup>396</sup>. En Colombia, *P. fulva* fue introducida deliberadamente para el control de la hormiga arriera y su expansión ha causado un grave impacto económico y ecológico.

En cuanto a la Hormiga Loca (*Paratrechina fulva*) en la Laguna de Sonso, Aldana et al. (1995)<sup>397</sup> reportó que esta especie había causando un grave impacto ecológico, atacando especies de Iguanas (*Iguana iguana*), Chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*), Buitre de Ciénaga (*Anhimus cornutus*), Pellares (*Vanelus chilense*), y muy probablemente aquellas especies de aves que anidan en árboles ocupadas por la hormiga

#### • Especies Vulnerables

En la Tabla 51 se observa que de acuerdo a la clasificación de vulnerabilidad y peligro crítico de la IUCN, se encontraron 2 peces, 1 ave acuática, 10 mamíferos y 11 especies de flora.

El Pato Colorado (*Anas cyanoptera*) es una especie acuática en peligro de extinción en el Valle del Cauca, amenazada por la reclamación de tierras, colmatación y fragmentación de madrejuelas, y procesos de eutrofización. Actualmente, la escasez de sitios de reproducción y disminución de oferta alimenticia tienen en amenaza esta especie. Actualmente su población está siendo monitoreada por Ecoandina.

<sup>396</sup> Fowler, H.G.; Bernardi, J.V.E.; Delabie, J.C.; Forti, L.C. Pereira da Silva, V. (1990). Major ant Problems of South America. En: Applied Myrmecology: A world perspective. Vander Meer, R.K., Jaffe K. y Cedeño, A., eds. Westview Press, Inc. Boulder. Pp. 3-14.

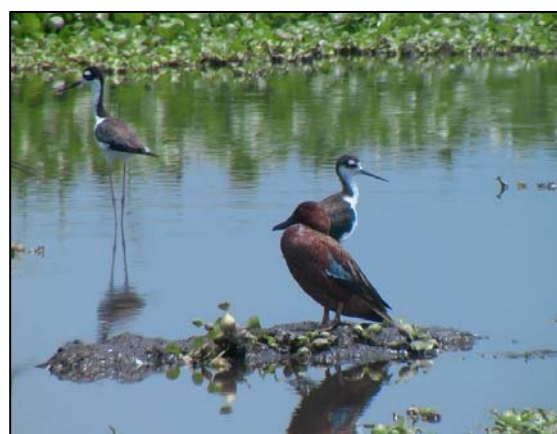
<sup>397</sup> Aldana, R.C.; Baena, M.L y Chacón de Ulloa, P. (1995). Introducción de la Hormiga Loca (*Paratrechina Fulva*) a la Reserva Natural Laguna de Sonso (Valle del Cauca, Colombia). Bol. Mus. Ent. Univ. Valle. 3(1): 15-28.

**Tabla 51. Especies de Fauna y Flora Catalogadas con Amenaza de Crítica y Vulnerable  
Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso según IUCN**

Grupo	Nombre Científico	Nombre Común	Estatus IUCN
Peces	<i>Parodon caliensis</i>	Rollizo	NT
	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	CR
	<i>Genycharax tarpon</i>	Boquiancha	VU
Aves	<i>Anas cyanoptera</i>	Pato Colorado	LR
Mamíferos	<i>Marmosops impavidus</i>	Chucha pequeña, tunato	LR
	<i>Caluromys derbianus</i>	Chucha lanuda	VU
	<i>Chironectes minimus</i>	Chucha de agua	LR
	<i>Lutra longicaudis</i>	Nutria	VU
	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Gato pardo	VU
	* <i>Leopardus tigrinus</i>	Tigrillo gallinero	LR
	<i>Panthera onca</i>	Tigre mariposo o jaguar	LR
	* <i>Ichthyomys hydrobates</i>	Rata acuática cangrejera	LR
	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatín, ñeque	LR
	<i>Agouti paca</i>	Guagua, boruga, lapa	LR
Flora	<i>Anacardium excelsum</i>	Caracoli	LC
	<i>Xylopia ligustrifolia</i>	Burilico	NT
	<i>Aiphanes merican</i>	Corozo	LC
	<i>Attalea butyracea</i>	Corozo de Puerco	LC
	<i>Sabal mauritiaeformis</i>	Palmiche	NT
	<i>Syagrus sancona</i>	Zancona	VU
	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	LC
	<i>Crataeva tapia</i>	Totofando	LC
	<i>Heliconia episcopalis</i>	Platanilla	VU
	<i>Heliconia platystachys</i>	Platanilla	VU
		<i>Rheedea madrunno</i>	Madroño

Libro rojo. NT: Casi amenazada, CR: Peligro crítico, VU: Vulnerable.

Su población en el Valle del Cauca se ve muy afectada por la reducción de su hábitat estimada en un 90%, con una población que puede ser inferior a los 500 individuos, aunque en la Laguna de Sonso se observan algunas parejas de ellas y es por esta razón que las charca estacionales y el ecotono pantanoso cobra importancia en este humedal (Foto 20)



**Foto 20. Pato Colorado (*Anas cyanoptera*)  
en la Laguna de Sonso**





### 5.1.6 Representatividad

La Laguna representa el último cuerpo lagunar del completo del Alto Río Cauca, cuya importancia y representatividad se reconoció internacionalmente con la asignación como sitio AICA en el año 2004 por la BirdLife Internacional con una población de avifauna acuática que puede alcanzar los 15000 individuos. Al considerar la Laguna como complejo, la población de aves acuáticas sobrepasa los 20.000 individuos considerando los sitios de anidamiento fuera de la Laguna como el Cormorán que se ha observado que pueden agrupar entre 600 a 800 parejas en sólo dos árboles.

El bosque de Las Chatas, es un corredor biológico de hábitats boscosos entre la Laguna y sistemas del pie de monte del flanco occidental de la cordillera Central; que aunque es un área que si bien presenta fuerte intervención por estar en medio de zona ganadera, su conformación y estructura corresponde a una vegetación sucesional. La antigüedad del bosque y su potencial constituyen un importante enfoque para el mantenimiento de la representatividad de los bosques secos del Valle Geográfico del Río Cauca y de la fauna que se habita en ellos.

Este humedal por su posición y características es de tipo lacustre y de acuerdo con el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2006)<sup>398</sup> se debe clasificar como **O** o Lagos permanentes de aguas dulces (Tabla 52). Este humedal es representativo de la dinámica hídrica de la zona puesto que al oriente se encuentra la cordillera Central con una zona de afloramiento de agua subterránea y por la parte occidental limita con el río Cauca, el cual

<sup>398</sup> Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). Resolución 0196 del 1 de Febrero de 2006. República de Colombia. 36 p.

en época de verano el humedal se convierte en una fuente de recarga para el río y en invierno es un vaso regulador de forma subsuperficial.

Es necesario destacar el carácter único de la Laguna de Sonso como humedal léntico interior de tierras bajas (<1000 m de elevación) en el sur-occidente colombiano. Si bien es cierto que esta laguna forma parte de un complejo de unos 50 ecosistemas lénticos dispersos a lo largo del valle alto del río Cauca, la mayoría de ellos son pequeñas madrevejas que aun en condiciones estacionales óptimas tienen extensiones inferiores a 20 ha, presentan grados avanzados de sucesión ecológica y colmatación, y están expuestas a múltiples interferencias antrópicas intensificadas en virtud de su pequeño tamaño, esto es, su desfavorable relación superficie/perímetro.

Sin embargo, para efectos relacionados con el manejo no debería subestimarse el hecho de que todos estos cuerpos de agua constituyen un sistema de unidades interconectadas por un eje hídrico principal, el río Cauca, y por lo tanto interdependientes, además de que en el caso de la mayoría de las aves acuáticas la unidad mínima funcional del paisaje probablemente trasciende la extensión de cualquiera de los componentes individuales.

### 5.1.7 Restauración

El espejo lagunar se ve afectado por varios factores, entre ellos contenido de nutrientes, descargas de aguas residuales domésticas, modificación del régimen hidráulico, deforestación y fragmentación del Bosque Seco Tropical Inundable, y proliferación de la cobertura de plantas acuáticas que ocasionan una disminución en la superficie del espejo lagunar. Por lo que las posibilidades de mejoramiento se traducen básicamente en implementación de saneamiento básico en la



cuenca de captación de la Laguna, seguimiento y control de los sectores agroindustriales en pequeña y grande escala, modificación hidráulica con la apertura del caño Carlina, y

definición de una franja protectora en algunas zonas de la Laguna.

**Tabla 52 Clasificación de Humedales Naturales**  
(modificado de Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006)<sup>399</sup>

Ámbito	Sistema	Subsistema	Clase	Subclase	
Marino y Costero	Marino	Submareal		A: Aguas marinas someras	
			Lecho acuático	B: Lecho marino submareales	
			Arrecife	C: Arrecifes de coral	
		Intermareal	Roca	D: Costas marinas rocosas	
			No consolidado	E: Playas de arena o de guijarros	
	Estuarino	Submareal		F: Estuarios	
		Intermareal	No consolidado	G: Bajos intermareales de lodo, arena o con suelos salinos	
			Emergente	H: Pantanos y esteros	
			Boscoso	I: Humedales intermareales arbolados	
	Lacustre/Palustre	Permanente/Estacional		J: Lagunas costeras salobres/saladas	
			K: Lagunas costeras de agua dulce		
Interior	Fluvial	Permanente		L: Deltas interiores	
		Intermitente	Emergente	M: Ríos/arroyos permanentes	
	Lacustre	Permanente		N: Ríos/arroyos estacionales/intermitentes/irregulares	
		Estacional		<b>O: Lagos permanentes de aguas dulces</b>	
		Permanente/Estacional		P: Lagos estacionales/intermitentes de agua dulce	
		Intermitente/Estacional		Q: Lagos permanentes salinos/salobres/alcalinos	
	Palustre	Permanente	Emergente		Sp: Pantanos/esteros/charcas permanentes salinas/salobres/alcalinos
					Tp: Pantanos/esteros/charcas permanentes de agua dulce
					U: turberas no arboladas
					Va: Humedales alpinos/ de montaña
			Vt: Humedales de la tundra		
		Arbustivo		W: Pantanos con vegetación arbustiva	
		Boscoso		Xf: Humedales boscosos de agua dulce	
				Zp: Turberas arboladas	
	Estacional	Emergente		Y: Manantiales de agua dulce, oasis	
				Ss: Pantanos/esteros/charcas estacionales/intermitentes/salinos/salobres/alcalinos	
				Ts: Pantanos/esteros/charcas estacionales/intermitentes de agua dulce sobre suelos inorgánicos	
	Geotérmico			Zg: Humedales geotérmicos	

<sup>399</sup> Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). Resolución 0196 del 1 de Febrero de 2006. República de Colombia. 36 p.



En la definición de la franja protectora se debe tener en cuenta que como el ecotono lagunar-pantanosos alrededor de la Laguna se define dependiendo de la tabla de agua ocasionada por el cambio estacional de verano e invierno, la estricta interpretación de crear la franja protectora paralela a la cota 937 m restringirá la entrada de ganado con el consecuente crecimiento de cobertura de vegetación arbustiva (Zarza y Martingalvez) y arbustos (Manteco y Espina de Mono) tolerantes a los cambios de agua. Esto afectará la población de avifauna acuática ya que se disminuirá la franja pantanosa y por lo tanto su hábitat para alimentación como lo reporta (RAMSAR, 1989)<sup>400</sup>.

## **5.2 EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA**

### **5.2.1 Valores Estéticos, Culturales e Históricos**

La Laguna de Sonso ha estado enmarcada dentro de la cultura de las personas del área, y es así como se ha dedicado a ella múltiples canciones, alegrías, poemas y recuerdos.

Como se ha podido referenciar, existen múltiples alusiones históricas que confirman el valor de la Laguna de Sonso como un sitio estratégico de importancia histórica, arqueológica y cultural en la zona.

### **5.2.2 Educación e Investigación**

Muy pocas localidades como esta Reserva brindan similares oportunidades en materia de educación ambiental enfocada en las aves. Debido a sus características de vegetación y

topografía, así como a las preferencias de hábitat de muchas de sus aves, en la Laguna es posible observar detenidamente un apreciable número de especies sin esfuerzo especial y a simple vista, esto es, sin recurrir obligatoriamente a instrumentos tales como binóculos o telescopios. Con la debida orientación un observador novel podrá identificar varias especies de patos, garzas y correlimos, para citar sólo unos cuantos grupos, y estudiar su comportamiento alimentario, sus preferencias habitacionales y podrá ver sus adaptaciones morfológicas en acción.

Lo más importante, sin embargo, es que podrá apreciar la belleza de las aves en un paisaje natural y llegará a entender el valor que ambos tienen en nuestro entorno y la necesidad de conservar el hábitat para conservar las especies y, con muy poca elaboración teórica, entenderá las relaciones del bienestar humano con la biodiversidad.

El valor de la Laguna de Sonso como entorno ideal para la educación ambiental puede incrementarse con el desarrollo de materiales adecuados para la orientación de 'eco-guías' y docentes, así como mediante la dotación de una cierta infraestructura para el confort de los visitantes. La sensibilidad hacia la naturaleza es el fundamento único de las actitudes de respeto hacia el medio ambiente y sus integrantes silvestres y sólo puede desarrollarse en el contacto directo con ambientes naturales.

Durante los últimos trece años se ha celebrado en la Laguna el Día Nacional de las Aves, una tradición surgida en la Laguna misma como un medio para provocar reflexión sobre la inmensa biodiversidad que nos rodea. Cada año asisten centenares de personas de todas las edades para disfrutar de un día al aire libre observando a las aves y gracias a esta convocatoria cada vez más personas conocen la Reserva y comienzan a apreciar las aves.

<sup>400</sup> RAMSAR. (1989). Procedimiento de Orientación para la Gestión, Informe No. 39: Sitio Ramsar Parque Nacional Palo Verde, Costa Rica. Gland. Suiza. 25 p. [http://www.ramsar.org/ram/ram\\_rpt\\_39s.htm](http://www.ramsar.org/ram/ram_rpt_39s.htm).



La Laguna de Sonso ya es ampliamente reconocida en las universidades de la región como un laboratorio al aire libre para docencia en disciplinas tales como ecología, limnología, y botánica, o como un sitio de demostración sobre fenómenos discutidos en clase, o como campo para trabajos prácticos. En Ornitología, en particular, las aves de Sonso proveen la mejor oportunidad de la región para comenzar a desarrollar, en primer lugar, la destreza en la observación, la identificación y la clasificación de las aves. En un nivel más avanzado se podrán efectuar observaciones más detalladas en tópicos particulares como descripciones de hábitat, migración, alimentación, interacciones territoriales, y reproducción, entre otros.

La posibilidad de vincular sobre el terreno a las aves con hábitat particulares, por ejemplo aves playeras migratorias con sus hábitats de playas de limo o arena, conduce a apreciar la dinámica de cambio de tales hábitats en relación con las distintas épocas del año, las correspondientes variaciones climáticas, y las respuestas adaptativas de las aves. El efecto de las modificaciones introducidas por el hombre también comienza a hacerse evidente por la vía de las aves.

En la Laguna de Sonso, efectivamente, se han hecho los primeros contactos entre las aves y los biólogos profesionales formados en la Universidad del Valle durante los últimos cuarenta años, muchos de los cuales trabajan hoy en día en campos afines con la conservación en instituciones oficiales y organizaciones no gubernamentales en todo el país.

Más que sobre la investigación llevada a cabo (Álvarez-López y Heredia 1997<sup>401</sup>, Naranjo

<sup>401</sup> Álvarez-López, H. y M.D. Heredia. (1997). Aves Acuáticas y Dinámica del Hábitat en la Laguna de Sonso (Valle del Cauca, Colombia). Primer Congreso de Biología de la

1986<sup>402</sup>, 1995<sup>403</sup>) se debe relevar la necesidad de investigar a fondo la multiplicidad de aspectos de las relaciones ecológicas de las aves con su entorno en la Laguna, con el fin de proveer los fundamentos necesarios para las acciones de conservación. De entre una amplia gama de posibilidades cabría mencionar, a manera de ejemplos:

- El efecto de actividades humanas tales como ganadería y agricultura en sus diferentes modalidades sobre el hábitat de especies o grupos de especies particulares.
- La dispersión de las colonias de reproducción de garzas y cormoranes.
- La estacionalidad de la reproducción de especies selectas.
- El impacto del buchón de agua sobre la abundancia, la alimentación y la reproducción de las aves.
- La historia natural y la demografía de especies amenazadas localmente como el Buitre de Ciénaga.
- El impacto de la contaminación por diversos agentes en la reproducción de las aves.

A pesar de que los humedales están reconocidos desde años atrás por su importancia para la conservación de la diversidad aviar, son muy pocos los estudios ornitológicos efectuados sobre estos ambientes. Con el debido impulso a la investigación, la Reserva de la Laguna de Sonso llegaría a liderar el avance científico en importantes áreas para la conservación de los humedales interiores de todo el país.

Conservación y Tercer Simposio sobre Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas de Montaña. Resúmenes. Cali.

<sup>402</sup> Naranjo, L.G. (1986). Aspects of the Biology of the Horned Screamer in Southwestern Colombia. *Wilson Bulletin* 98:243-256.

<sup>403</sup> Naranjo, L.G. (1995). Patrones de Reproducción en Dos Poblaciones Aisladas de *Agelaius icterocephalus* (Aves: Icteridae). *Caldasia* 18:89-100.



### 5.2.3 Ecoturismo

Este ecosistema presenta un gran potencial para ecoturismo, es así como la Laguna está incluido en el directorio de Rutas Verdes del Valle del Cauca haciendo alusión a que se puede disfrutar de hermosos paisajes naturales, observación de avifauna y flora especializada del ecosistema inundable (CVC, 2005)<sup>404</sup>.

Sin embargo se debe tener en cuenta que se deben estudiar más alternativas de senderos que estarían objeto de estudio de capacidad de carga y que por lo tanto se necesitaría de una mayor cantidad de personal especializado con miras de abrir nuevos senderos. Puesto que la evolución de la capacidad de atención y visitantes fue de 2.9, equivalente al 71.25 % del porcentaje óptimo, dando como resultado que el ámbito administrativo es medianamente satisfactorio, y se debe tener en cuenta que la infraestructura actual debe ser optimizada, porque no existe un adecuado sistema de saneamiento, no se tiene licencia de funcionamiento para venta en el ecorestaurante y no se posee de un sistema adecuado de manejo de residuos sólidos.

El sendero evaluado que conduce a la torre de observación ubicada en la península tiene una capacidad de carga de 63 visitantes/día. Sin embargo dadas las características de ser un sendero plano y con un ancho que varía en algunas partes, y por facilidad de manejo para el guía y satisfacción de los visitantes, se debe trabajar con grupos de máximo 15 personas.

<sup>404</sup> CVC. (2005). Rutas Verdes del Valle del Cauca. Cali. Colombia. 232 p.

### 5.2.4 Bienes y Servicios del Humedal

De acuerdo con el sistema de valoración de humedales siguiendo a Naranjo et al. (1999)<sup>405</sup> y el Ministerio del Medio Ambiente (2002)<sup>406</sup>, las funciones que cumple el humedal son: recarga y descarga de acuíferos, retención de sedimentos, tóxicos y nutrientes, transporte acuático, soporte de cadenas tróficas y hábitat para vida silvestre; entre los productos se cuenta como recursos de vida silvestre, pesquerías, recursos forrajeros, forestales y agrícolas, y fuentes de agua. Mientras que los atributos de este ecosistema consiste en la Importancia cultural e histórica y la Diversidad biológica.

#### 5.2.5 Vestigios Paleontológicos y Arqueología

La importancia de los humedales en culturas precolombinas, es evidenciada por los sitios arqueológicos documentado dentro de los que hoy es conocido como Reserva Natural Laguna de Sonso y las vegas del río Cauca, donde se sabe de la existencia de cultivos de maíz, yuca y algodón, además de la oferta de bocachico.

En el predio San Joaquín, en el Paso de La Barca, sobre la margen derecha del río Cauca dentro del área de captación de la Laguna de Sonso, se encontraron cuatro especies indicadoras de asentamientos indígenas:

<sup>405</sup> Naranjo, L.G: Andrade, G. I. y Ponce de León, E. (1999). Humedales Interiores de Colombia: Bases Técnicas para su Conservación y Uso Sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humbolt, Ministerio de Medio Ambiente. Santafé de Bogotá. Colombia. 78 p.

<sup>406</sup> Ministerio del Medio Ambiente. (2002). Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia: Estrategia para su Conservación y Uso Sostenible. Republica de Colombia. Santafé de Bogotá. 67 p.



- Pecueco (*Hymenaea courbaril*) que da sombra al cacao.
- Achira (*Canna indica*) en el sustrato bajo del cacao.
- Bure (*Xanthrosoma sp.*).
- Iraca (*Carludovia palmata*).
- Palmiche (*Sabal mauritilfomris*).

## 5.2.6 Sistemas Productivos

### 5.2.6.1 Caña de Azúcar

En el sector cañicultor, existe una concertación para la producción limpia con el sector público, entidades ambientales regionales y el sector privado con ASOCAÑA como representante de los Ingenios.

Este convenio está enfocado a la reducción de contaminantes mediante la adopción de métodos de producción y operación más limpias. En particular se refiere a las quemas de caña y el manejo de agroquímicos como abonos, herbicidas y madurantes.

Las restricciones en la quema de caña de la azúcar ha traído como consecuencia la introducción de cortes mecanizados de la caña; avances en las tecnologías de riego con el uso de tubos de riego con ventanas que generan actualmente hasta un 50% de reducción de consumo de agua.

Se desconoce la adopción de estas prácticas de producción limpia para la producción de caña en la cuenca de captación a nivel de finca o predio, lo que implica una falta de seguimiento para poder medir el impacto que puede tener al ecosistema y que puede variar desde el impacto en la calidad del agua hasta la fauna muerta en quemas y su desplazamiento por falta de su hábitat.

### 5.2.6.2 Producción Pecuaria

Dentro de la cuenca de captación existe la producción pecuaria a distintas escalas, desde caseras hasta comerciales.

La producción avícola tiene un convenio regional pactado con la CVC para el manejo de los residuos sólidos en seco y se usa como compostaje para la producción limpia, aunque no todos cumplen correctamente con los requisitos y se observa las descargas de agua del lavado de galpones y disposición de gallinaza a las acequias que finalmente van a la Laguna.

La producción porcícola con más de 50 animales está incluida en el programa de monitoreo de vertimientos por parte de la DAR Centro Sur y el Laboratorio Ambiental de la CVC con evaluaciones puntuales y periódicas de la calidad del agua. Sin embargo se observa aproximadamente unas 7 porcícolas pequeñas que no tienen ningún control y todas las descargas la realizan directamente a las acequias que llegan a la Laguna. Es de destacar que en el predio Guayabito que colinda con la Laguna se tiene una producción de cerdos y se maneja sus excrementos con un biodigestor que sirve de ejemplo de producción limpia.

La producción ganadera en su mayoría esta semitecnificada basada en el pastoreo semi intensivo con pastos mejorados y subdivisión de potreros con rotación del ganado.

La falta de definición de linderos con la Laguna y la falta de definir si se debería seguir con el uso tradicional de pastoreo en el ecotono pantanoso, constituye un paradigma para la conservación de las especies de aves migratorias acuáticas y el uso racional sostenible de la Laguna.



Existen fincas como la Lanchera con prácticas silvopastoriles, constituidos con cercos vivos y árboles de sombra para el ganado, que sirve de ejemplo en otras fincas y ofrecen una alternativa para la ronda forestal o protectora.

### **5.3 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y CONFRONTACIÓN DE INTERESES**

#### **5.3.1 Problemática Ambiental**

La problemática ambiental se identificó teniendo en cuenta la información primaria y secundaria consignada en el diagnóstico del presente estudio y usando como referencia los factores de afectación naturales y antrópicos externos e internos contemplados en la Política Nacional para Humedales Interiores (Ministerio del Medio Ambiente, 2002)<sup>407</sup>. En este humedal se identificaron que los factores de perturbación asociados se deben a factores naturales y antrópicos de tipo interno y externo.

##### **5.3.1.1 Factores Naturales Internos**

- **Macrófitas**

Este humedal cuya vegetación macrófita refleja diferentes etapas de sucesión, indicando diferentes intervenciones antropogénicas.

El estado trófico hipereutrófico y la poca circulación del agua favorece el crecimiento de plantas macrófitas, dominado por el buchón de agua que en parte contribuye con los procesos de asimilación de nutrientes ocasionado su excesiva proliferación cubriendo casi el 75% del espejo lagunar,

<sup>407</sup> Ministerio del Medio Ambiente. (2002). Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia: Estrategia para su Conservación y Uso Sostenible. Republica de Colombia. Santafé de Bogotá. 67 p.

asimilación de metales pesados, regulando la temperatura, ofreciendo hábitat y refugio para la ictiofauna. Al mismo tiempo desplaza la vegetación nativa, incrementado en 3.4 veces la evaporación del agua por medio de los fenómenos de evapotranspiración, impidiendo el transporte acuático y por ende restringiendo la pesca artesanal, aumenta la carga orgánica por procesos de sedimentación, reduce la penetración del luz para poblaciones fitoplanctónicas y el intercambio de oxígeno entre la atmósfera y el agua.

Es de resaltar que las macrófitas dominados por el buchón de agua (*E. crassipes*), el junco (*Typha domingensis*) y la zarza (*Mimosa pigra*) son indispensables para la presencia y supervivencias de 2 especies amenazadas en el Valle del Cauca según la clasificación de CVC, como especie muy amenazada (S1) el chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) y la tortuga bache (*Chelydra serpentina*).

De otra parte, la introducción de gramíneas estoloníferas exóticas en el lado oriental de la Laguna, como el pasto pará (*Brachiaria mutica*) y el pasto alemán (*Echinochloa polystachya*) adaptadas ambientes húmedos y extremadamente invasores, son una amenaza puesto que este último desplaza especies nativas y presenta un incentivo para que el ganado entre a comer y por lo tanto se genera una fuente de contaminación y eutroficación del cuerpo lagunar debido a la deposición de estiércol que contiene grandes concentraciones de nitrógeno, fósforo, potasio, coliformes fecales y estreptococos.

- **Balance Hídrico**

Un factor natural interno que incide sobre el balance hídrico de este humedal y cobra gran importancia debido a la cantidad de agua almacenada es la función hidrológica de la zona como es la descarga al río Cauca y



recarga de agua subterránea en época de verano, y recarga del río Cauca y el agua subterránea en invierno. Y la incidencia del agua subterránea y los tributarios que no han sido plenamente identificados en términos cuantitativos.

En términos de caudal, la precipitación anual para el año 2002 aportó  $0.25 \text{ m}^3/\text{s}$  y la evapotranspiración evacuó  $0.63 \text{ m}^3/\text{s}$ ; esto muestra que las pérdidas de caudal por evapotranspiración son mayores al aporte por precipitación para el año 2002, existiendo un déficit total anual de  $0.38 \text{ m}^3/\text{s}$ .

- **Viento**

La dirección, frecuencia, horario y velocidad del viento en el ecosistema juega un papel importante en el movimiento y compactación del buchón en el espejo lagunar.

El viento en término general no tiene una frecuencia predominante, aunque presenta entre 2 y 6% de frecuencia de dirección en promedio, donde la mayor frecuencia del viento se presenta en la dirección SSW y la menor frecuencia en dirección SE. La hora de mayor velocidad del viento son las 6:00 pm con un valor de  $2.2 \text{ m/s}$  y la menor velocidad se presenta entre las 4:00 y las 7:00 am ( $0.9 \text{ m/s}$ ); y un rango de velocidad entre 1 y  $2 \text{ m/s}$ . Estas características implican o condicionan las dinámicas de accesibilidad al espejo lagunar y por lo tanto afectan la jornada de pesca artesanal.

- **Tributarios**

La mayoría de tributarios de la Laguna de Sonso corresponden a derivaciones de los ríos Guadalajara y Sonso para asignaciones de diferentes usos en la cuenca de captación. Sin embargo quebrada Seca, nace en el pie de monte de la cordillera Central, y forman una

gran red interconectada donde se aprovecha de diferentes formas, desde uso para riego hasta receptoras de aguas residuales agropecuarias y domésticas.

Las corrientes provenientes de la cordillera Central, son de tipo intermitente, por lo que en la condición estacional de verano se encuentran en su gran mayoría secas, y en la condición de invierno presentan avenidas puntuales que exceden sus cauces trayendo material en suspensión, que son transportados finalmente hasta la Laguna de Sonso. Este material en suspensión es consecuencia de erosión laminar ocurrida en los pastizales de puntero (*Hyparrhenia rufa*) en el pie de monte de la cordillera Central.

### **5.3.1.2 Factores Naturales Externos**

Este humedal se ve afectado por el régimen hidrológico y sedimentológico del agua del río Cauca.

El río Cauca presenta un régimen de caudales bimodal, con dos períodos secos o de caudales bajos (Enero-Marzo y Julio-Septiembre) y dos de invierno o de caudales altos (Abril-Junio y Octubre-Diciembre) acorde con el régimen de lluvias en la zona de estudio que afectan o condición la hidrología de la Laguna.

La regulación de Salvajina incide en los cambios de niveles en la Laguna de Sonso y ha permitido que durante el período seco, correspondiente a los meses de Agosto y Septiembre, los caudales del período Post-Salvajina sean superiores a los caudales del período Pre-Salvajina, y durante la época de invierno en los meses de abril – mayo y octubre- diciembre se da la situación contraria. Por lo tanto la frecuencia de inundaciones del río Cauca en su valle ha disminuido y esto ha afectado el sistema lagunar, y por tanto los





volúmenes de agua aportados por el río a la Laguna son menores que en el pasado.

Aunque el río Cauca en época de invierno aporta caudal, también lo hace en términos de carga de sedimentos en suspensión o de lavado que debido con las bajas velocidades en el interior de la Laguna por sus modificaciones hidráulicas, finalmente se decantan con la consecuente disminución en la capacidad de almacenamiento. A esto se le suma además las avenidas que tienen los tributarios o entradas de agua en la zona oriental que en invierno sobrepasan la capacidad de conducción de los canales y aportan a la laguna gran cantidad de sedimentos.

Este proceso de sedimentación en la Laguna ha disminuido progresiva su capacidad de almacenamiento de agua, menores profundidades de agua disponible en algunos sectores y principalmente en la zona norte, reduce la capacidad de amortiguamiento.

### **5.3.1.3 Factores Antrópicos Internos**

- **Introducción de Especies**

Este humedal ha sido transformado antrópicamente con la introducción de especies como tilapia, rana toro, perros y gatos entre otros que han afectado o desplazado especies nativas.

- **Tráfico Ilegal de Especies**

La ciudad de Buga está localizada en el eje de dos carreteras nacionales, por lo que se convierte en un centro de acopio para el tráfico de vida silvestre, no solo interandina, sino del Pacífico y del Putumayo.

Con la colaboración de la Policía Nacional de Carreteras y la Fiscalía Regional de Buga, la

CVC DAR Centro Sur funciona como Estación de Paso para animales decomisados, reflejando los compromisos del Convenio Internacional de CITES (1981)<sup>408</sup>. Los decomisos realizados, reflejan la lamentable situación, donde se tienen pavas, guacamayos, félidos, tortugas y primates entre otros (CVC, 2005b)<sup>409</sup>.

La Laguna de Sonso, no escapa de esta predación, donde los Turpiales y Loras sufren las consecuencias de este comercio. La cacería de chigüiros representa otra oportunidad perdida por los visitantes, que no tienen la oportunidad de observar esta especie, debido a la presión ejercida por su cacería.

- **Modificación Hidráulica**

La modificación hidráulica debido a la construcción de la carretera Buga-Buenaventura, diques a lo largo de los ríos Cauca y Sonso, diques para evitar el nivel de la Laguna en sector sur y oriental dentro del área de Reserva, la modificación de la conexión natural con el río Cauca y la construcción de caño Nuevo, ha modificado su régimen hidrológico disminuyendo su capacidad de almacenamiento, velocidades internas del agua y confinando el buchón de agua dentro del ecosistema, implicando la inversión de grandes cantidades de dinero para la evacuación del mismo, que es mayor su proliferación que la extracción de este por su dinámica de reproducción sexual y asexual.

La futura construcción de la doble calzada Buga- Buenaventura presenta una oportunidad de rectificar este problema con la reapertura del caño Carlina y los otros canales.

<sup>408</sup> República de Colombia. (1994). Ley 17 de 1981. Bogotá. Colombia.

<sup>409</sup> CVC. (2005b). Ejemplares de Fauna Relacionados y Recibidos (entrega voluntaria) Donados y/o Decomisados DAR Centro-Sur. Oscar Emiro Fernández Cruz, Técnico Operativo Proceso 3.



- **Ganadería**

La ganadería genera impacto en la calidad fisicoquímica del agua, la estabilidad del cauce y los organismos acuáticos debido a la falta de cobertura vegetal nativa y al libre acceso a los cursos de agua y al pastoreo en potreros inundables ubicados en bacines y en la zona de captación, generando sedimentos e incrementando los niveles de coliformes fecales. Aunque al mismo tiempo RAMSAR (1998)<sup>410</sup> ha reportado que el ganado no sólo tiene la capacidad de mantener espejos de aguas abiertas y de disminuir la biomasa de vegetación al alimentarse de vegetación acuáticas, sino que puede tener un papel secundario al favorecer la compactación del suelo. Al eliminar ganado, se favorece el aumento de biomasa, que provoca mayor acresión por muerte y acumulación de esta, y al mismo tiempo se deja de pisotear y compactar el suelo, resultando en una disminución de los espejos de agua.

RAMSAR (1998) indica que en muchos ecosistemas humedales del mundo se benefician del uso intensivo del ganado; e indican que si desea recuperar un humedal de importancia internacional, tanto la heterogeneidad de hábitat de los humedales, el hábitat de especies de aves acuáticas y los servicios del humedal para las comunidades, el uso de ganado es sin duda una de las mejores herramientas. Recomendación que va acorde con el concepto de uso racional que promueve la Convención de Humedales.

Una buena práctica de ganado sirve para mantener a los humedales “estacionados” en una etapa de su evolución natural y al interrumpirse dichas prácticas se produce un

<sup>410</sup> RAMSAR. (1998). Procedimiento de Orientación para la Gestión, Informe 39, Sitio Ramsar Parque Nacional Palo Verde, Costa Rica. Gland. Suiza. 25 p. [http://www.ramsar.org/ram/ram\\_rpt\\_39s.htm](http://www.ramsar.org/ram/ram_rpt_39s.htm).

proceso acelerado de sucesión vegetal con cambios en la cobertura y composición de vegetación (RAMSAR, 1998).

- **Calidad del Agua**

Uno de los principales factores antropogénicos en el humedal, es el inadecuado saneamiento básico de las comunidades asentadas dentro del área de captación de la Laguna como El Porvenir, Sonso, Quebrada Seca, El Vínculo y Zanjón Hondo y en particular la que está dentro del área de la Reserva (Puerto Bertín) que en ninguno de los casos posee sistema de tratamiento de aguas residuales, y la única comunidad que lo tiene, El Manantial, trabaja inadecuadamente. Los pozos sépticos instalados tienen un funcionamiento inadecuado debido a que quedan sumergidos por el nivel freático. Lo que aumenta la carga contaminante y facilita procesos de sedimentación y eutrofización de la Laguna.

Y es aquí que radica la importancia de las asignaciones de agua a las áreas de cultivo de caña que usan en la parte oriental el agua para riego de cultivos disminuyendo así su impacto sobre la Laguna, al igual que el buchón de agua que ejerce entonces un papel importante asimilando la carga orgánica en el espejo lagunar.

De los predios colindantes con la Laguna, 4 tienen casas las cuales poseen pozo séptico como alternativa de tratamiento de sus aguas residuales, como son Bello Horizonte, Managua, Villalobin y La Isabela. Estos predios en época de invierno se inundan y los pozos sépticos quedan en agua, siendo un aporte importante en términos de contaminación por heces fecales (Foto 21).



**Foto 21. Nivel de Agua en la Isabela  
(Mayo 2006)**

Es de resaltar que el predio Bello Horizonte, posee una estación bombeo, por lo que en invierno este predio no se inunda (Foto 22), pero de igual forma la tabla de agua, que en este sector es muy alta se contamina probablemente por tener pozo séptico. Otro aspecto fundamental, es que el pozo séptico de La Isabela y los otros dos predios están en niveles bajos y desde hace muchos años están colmatados, por lo que agua residual discurre libremente ocasionan focos de contaminación.



**Foto 22. Estación de Bombeo en la  
Hacienda Bello Horizonte**

Otro aporte importante de contaminación orgánica son las pequeñas actividades del sector porcícola y avícola que aunque no son muy grandes, si aportan de manera conjunta a la contaminación de la Laguna debido al mal manejo que se tiene en ellas como la descarga directa de gallinaza y la descarga directa del lavado a los canales.

En cuanto a los tributarios el zanjón Garzonero, presenta los mayores niveles de nitratos, originados por el arrastre de fertilizantes aplicados en exceso probablemente desde los campos de cultivo de caña de azúcar.

El Zanjón Maldonado (Canadá) es el tributario con mayor contribución de color, turbiedad y nitritos, indicando contaminación orgánica reciente por la descarga de aguas residuales de la explotación porcícola en la Hacienda Canadá y compostadora manual Pronavícola S.A. que fue temporalmente clausurada por el grupo de seguimiento de vertimientos de la CVC en el 2006. La acequia el Vínculo presenta el mayor aporte de fosfatos, fósforo total y nitrógeno total a la Laguna de Sonso, nutrientes descargados con las aguas residuales en la quebrada Las Aguilas, zanjón Hondo y El Vínculo; donde los dos primeros arrojan el agua residual de la comunidad de Zanjón Hondo y la última la comunidad de El Vínculo.

La Laguna se ve afectada por los sedimentos aportados por los tributarios, y en la zona norte por el río Cauca en periodo de lluvias ocasionando una gran variabilidad de la Turbiedad generando una disminución en la penetración de luz solar en la columna de agua y afectando los procesos bioquímicos. Además se evidencia el aporte de agua subterránea reflejado en las concentraciones de conductividad específica que varían de acuerdo con las condiciones estacionales y



más específicamente el efecto dilusor que ejerce el río Cauca en época de crecientes.

El contenido de fósforo y nitrógeno que se encuentra en la Laguna es el resultado de la escorrentía directa e indirecta de las áreas cultivadas, las descargas de aguas residuales domésticas de las comunidades asentadas en la cuenca de captación, la actividad porcícola y avicultora, el aporte de río Cauca y la resuspensión del lodo a la columna de agua,

#### • **Aplicación de Vinaza**

La vinaza es un subproducto derivado de la producción de alcohol en una relación de 14 litros de vinaza por 1 litro de alcohol producido. En octubre de 2005 comenzó en Colombia la producción de alcohol carburante, como parte del proyecto nacional de oxigenación de las gasolinas utilizadas en vehículos automotores. Las primeras destilerías fueron inauguradas en los ingenios Providencia e Incauca, en instalaciones anexas a las fábricas de azúcar que proveen las materias primas (Cenicaña, 2005)<sup>411</sup>.

La vinaza se caracteriza por su bajo pH (4.2 - 4.6), alto contenido de materia orgánica disuelta y en suspensión, alto contenido de sales inorgánicas compuestas de sulfatos y fosfatos de calcio, potasio, sodio y magnesio (Larrahondo y Victoria, 2000)<sup>412</sup>. Aunque la composición de la vinaza puede variar según provenga de melaza, jugo o mezcla de jugo y melaza; Los más altos contenidos de materia orgánica, K, Ca, magnesio (Mg), S y nitrógeno

(N) se encuentran en la vinaza que proviene de melaza (Quintero y Cadena, 2004)<sup>413</sup>.

Con el propósito de evaluar los efectos de las aplicaciones de vinaza se ha venido adelantando un estudio en los ingenios Manuelita y Riopaila, en las áreas donde se han aplicado vinazas de 10% de sólidos totales durante más de 20 años consecutivos. Donde se encontró que el promedio de la producción de caña aumentó en 10% con poca variación en el rendimiento y la pureza del jugo. En suelos del Ingenio Manuelita donde se han realizado aplicaciones de vinaza por más de 20 años, se encontró que el agua subterránea presentaba ligeros incrementos en los contenidos de cloruros, sulfatos, calcio y magnesio, teniendo en cuenta que estos suelos tienen texturas gruesas de tipo franco-arcillosas (Cenicaña, 2004)<sup>414</sup>.

De acuerdo con Quintero (2004)<sup>415</sup>, se encontró que algunas propiedades del suelo como fósforo, potasio y bases intercambiables han aumentado en suelos del Ingenio Manuelita.

El Ingenio Manuelita utiliza como fertilizante una mezcla de vinaza líquida del 60% con urea del 46% de N, mezcla denominada Ureavin con el fin de la sustituir la fertilización de urea con KCl y así aprovechar la vinaza (Ingenio Manuelita, 2005)<sup>416</sup>.

Para la fertilización en cultivos de caña de azúcar, se debe tener en cuenta que la variedad de caña de azúcar, el número del corte, el

<sup>411</sup> Cenicaña. (2005). Azucareros, Pioneros en la Producción de Alcohol Carburante en Colombia. Carta Trimestral. 27 (3-4): 1-2.

<sup>412</sup> Larrahondo, J.E. y Victoria, H. (2000). Compuestos Orgánicos en Vinaza. Cenicaña. Carta Trimestral. 3 (22): 5 - 7.

<sup>413</sup> Quintero, R. y Cadena, S.F. (2004). Cenicaña. Carta Trimestral. 26 (4): 1-5.

<sup>414</sup> Cenicaña. (2004). Efectos acumulados de las aplicaciones sucesivas de vinaza. Carta Trimestral. 27 (3-4): 1-2.

<sup>415</sup> Quintero, R. (2004). Uso y Manejo de la Vinaza (Industria Azucarera y Alcohólica). GTT Ingenio Manuelita. Cenicaña. Presentación Cenicaña Diciembre 2005 GTT Ingenio Pichichí.

<sup>416</sup> Ingenio Manuelita. (2005). Uso de Vinaza en el Ingenio Manuelita. Presentación realizada en Diciembre de 2005.



contenido de materia orgánica del suelo, el drenaje y la profundidad efectiva del suelo influyen en la determinación de la dosis de nitrógeno; la textura del suelo y la variedad de caña de azúcar influyen en el número de aplicaciones de nitrógeno por corte o fraccionamiento de la dosis; el pH del suelo y los costos del fertilizante y de la aplicación influyen en la selección de la fuente de nitrógeno. Con respecto del potasio; la variedad de caña de azúcar y los contenidos de las bases intercambiables del suelo influyen en la dosis de potasio recomendada

Se ha encontrado que las recomendaciones de nitrógeno para el cultivo de la caña de azúcar en suelos del valle del Río Cauca dependen principalmente de tres factores del suelo: el contenido de materia orgánica, el drenaje y la presencia de un nivel freático superficial. El primero de ellos está relacionado con el aporte potencial de nitrógeno por parte del suelo y los dos últimos con el proceso de mineralización del nitrógeno orgánico.

Por lo que la introducción de vinaza como componente en la producción de caña como abono, debe ser monitoreada, con el fin de poder evaluar el impacto en el suelo y aguas subterráneas que van finalmente a la Laguna.

#### **5.3.1.4 Factores Antrópicos Externos**

- **Enfermedades Infecciosas**

La Laguna de Sonso brinda un refugio a aves acuáticas residentes y migratorias; y estas últimas lo utilizan como un lugar de paso en su migración anual o para permanecer durante el invierno del hemisferio norte. Las aves migratorias son potenciales mecanismos para transportar enfermedades infecciosas grandes distancias. Estas a su vez pueden transmitir la enfermedad mediante picadura de mosquito entre aves y humanos, como en el caso del

Virus de Oeste del Nilo, o vía aérea por contacto entre aves infectadas como en la Influenza o Gripe Aviar.

Por medio de la Fundación EcoAndina/WCS Programa Colombia, la Corporación CIDEIM y la Asociación Calidris han monitoreado la presencia de Virus del Oeste del Nilo en el Valle del Cauca desde el año 2005. Encontrando aves que sugieren la presencia del virus en la laguna de sonso y el Parque Natural El Vínculo, aunque estos son resultados preliminares y deben ser confirmados

La presencia de *Ántrax* y rastros de *Aftosa* en muestras de sangre de ganado, dentro de los predios localizados en la Reserva Natural, requiere una coordinación interinstitucional con el ICA para prevenir estas enfermedades infecciosas que podrían poner en peligro a las comunidades aledañas a la Laguna.

- **Calidad del Agua del Río Cauca**

En términos de calidad del agua, el río Cauca presenta a la altura de la Laguna de Sonso un gran número de parámetros limitantes, en términos de OD, DBO<sub>5</sub>, DQO, Sólidos Suspendidos, Turbiedad, Color, Fosfatos, Nitrógeno Amoniacal, Hierro, Manganeso y Coliformes Totales y Fecales, asociados a contaminación de tipo orgánica e inorgánica, debido a las descargas de los principales colectores de aguas residuales domésticas y canales de aguas lluvias de la ciudad de Cali, los vertimientos de las diferentes industrias ubicadas en la zona Industrial Acopi – Yumbo y de los ríos tributarios altamente contaminados por vertimientos domésticos, industriales y agropecuarios



- **Calidad del Agua del Río Guadalajara**

El Río Guadalajara en la parte alta recibe descargas de aguas residuales domésticas de viviendas ubicadas en la ribera del río de forma individual, y de los asentamientos de La Habana y La Magdalena que vierten sus aguas residuales previo tratamiento a través de la quebrada La Zapata. En la parte media de la cuenca, el Río Guadalajara atraviesa la cabecera municipal de Buga, recibiendo las aguas residuales del barrio Aures y los sobrantes del Acueducto Buga. El agua residual de la cabecera municipal de Buga es colectada y descargada al Canal Tiacuante. En la parte baja de la cuenca, se descarga aguas residuales domésticas y agropecuarias provenientes del asentamiento La Palomera, y Coomolsa Ltda. previo tratamiento (Hernández, 2006)<sup>417</sup>.

En ambas condiciones estacionales el oxígeno disuelto presenta una concentración mayor a 5.7 mg/l en todas las estaciones monitoreadas, cumpliendo con el requisito mínimo requerido para la protección de fauna y flora de acuerdo con el Decreto 1594/84. Esto como consecuencia de que existen pocos vertimientos de aguas residuales que llegan directamente al río y que la cabecera municipal de Buga no arroja el agua residual a esta corriente superficial (Hernández, 2006)<sup>418</sup>.

Los resultados del Índice de Calidad ISQUA indica que el Río Guadalajara para la condición de invierno presenta una calidad regular donde el uso del agua en todo el tramo puede destinarse para riego, industria y abastecimiento con tratamiento especial, mientras que en verano la calidad del agua es buena en todo el tramo de estudio, y puede

<sup>417</sup> Hernández, M.F. (2006). Caracterización y Modelación de la Calidad del Agua del Río Guadalajara: Tramo La Piscina – Desembocadura el Porvenir. Volumen II. CVC. Subdirección del Conocimiento Ambiental. Cali. Colombia.

destinarse para fuente de abastecimiento para consumo humano, recreación por contacto directo y piscicultura. Mientras que el ICA de CETESB indica que en condiciones estacionales esta corriente superficial presenta una calidad del agua entre buena y regular, por los altos niveles de oxígeno disuelto, los bajos niveles de turbiedad y de DBO<sub>5</sub> que presenta el río en el tramo de estudio (Hernández, 2006).

El índice de contaminación por materia orgánica, ICOMO, mostró que durante el período 2000 – 2005, en Invierno y Verano se observa que entre las estaciones Antes Acueducto – Puente Vía Férrea, tramo donde se realizan las derivaciones de agua hacia la Laguna de Sonso, se presenta una muy baja y baja contaminación respectivamente (Hernández, 2006)<sup>418</sup>.

- **Calidad del Agua del Río Sonso**

El Río Sonso se encuentra ubicado entre los municipios de Guacarí y Buga en el Departamento del Valle del Cauca, con un área de cuenca de 69.95 Km<sup>2</sup> y una longitud de cauce principal de 14 Km. Entre sus afluentes están el Río Sonsito y el Río Guayabal. (CVC – Universidad del Valle, 2001a)<sup>418</sup>

Aunque las riveras conservan gran parte de la vegetación está circunscrita a una pequeña franja ya que se han construido obras de control de inundación. Esta corriente recibe las aguas residuales del caserío de Sonso, y los desechos industriales de explotaciones agropecuarias y del ingenio Pichichí.

<sup>418</sup> CVC – Universidad del Valle. (2001a). Proyecto de Modelos del Río Cauca: Caracterización de la Calidad del Agua y sus Tributarios, Tramo Salvajina – La Virginia. Volumen VI. Valle del Cauca. Cali.



El oxígeno disuelto está por debajo del límite sugerido por el Decreto 1594/84 para recreación por contacto primario y secundario y para la preservación de la fauna y la flora acuática. En promedio, los parámetros de color, turbiedad y sólidos suspendidos presentan valores de 55.8 UC, 38.1 UNT y 77.6 mg/l respectivamente. Según la EPA (1979) y de acuerdo con los niveles de sólidos suspendidos esta fuente se puede clasificar como de un nivel de protección moderada para la flora y la fauna acuática.

La concentración media de nutrientes en términos de nitrógeno orgánico (1.8 mg/l), nitrógeno amoniacal (0.2 mg/l), nitritos (0.07 mg/l), nitratos (0.8 mg/l) y fosfatos (0.1 mg/l), es característica de un río con una contaminación por nutrientes moderada.

El zinc, níquel y cobre no representan inconvenientes en el agua para los usos reglamentados en el Decreto 1594/84. En el período 1990 - 1995 se han presentado concentraciones puntuales de cromo y plomo superiores a los valores estudiados en el Decreto 1594/84. Estas concentraciones limitan el uso de esta fuente dado que estos metales tienen un grado alto de toxicidad y su efecto es acumulativo.

En general el Río Sonso presenta valores altos de color, turbiedad, metales y contaminación microbiológica que influye en la calidad del agua de la cuenca de captación de la Laguna de Sonso.

- **Minería**

La minería es una actividad que se realiza en las cuencas de los ríos Guabas (afluente del río Sonso) y Guadalajara, de los cuales se realizan unas derivaciones para asignaciones de agua en la cuenca de captación de la Laguna de Sonso.

Las principales fuentes de contaminación de la minería, son los sólidos que se depositan en las cercanías de las minas en zona de ladera, y el mercurio y cianuro utilizados en la extracción del oro, cuyos efectos tóxicos se han manifestado tanto en la biota acuática como en las personas que manipulan estas sustancias (Unión Temporal Obasco y Cia – Análisis Ambiental Ltda., y CVC, 2002)<sup>419</sup>

Baena (2001)<sup>420</sup>, (Unión Temporal Obasco y Cia – Análisis Ambiental Ltda., y CVC, 2002)<sup>421</sup>, El País (2006)<sup>422</sup> y CVC – ASOGUABAS, (2007)<sup>423</sup> han reportado que el agua, los lodos y los sedimentos han presentando concentraciones por encima de los límites permisibles para abastecimiento público y para vertimientos.

Gischler (2005)<sup>424</sup> encontró que en el río Cauca, el mercurio y el plomo en la columna de agua no sobrepasaban los estándares establecidos para los diferentes usos en el Decreto 1594/84 del Ministerio de Agricultura, e identificaron dos focos de contaminación por cromo: 1) el complejo

<sup>419</sup> Unión Temporal Obasco y Cia – Análisis Ambiental Ltda., y CVC. (2002). Estudio para el Control de Contaminación por Cianuro (Cn) y Mercurio (Hg) en las Cuencas de los Ríos Guabas y Guadalajara, Municipios de Ginebra, Guacari y Buga. Tomo II. Contrato CVC-0131-2002. Cali. Colombia.

<sup>420</sup> Baena, L.M. (2001). Informe Técnico Río Guabas. CVC. Subdirección de Gestión Ambiental. Grupo Calidad Ambiental. Cali. Colombia.

<sup>421</sup> Unión Temporal Obasco y Cia – Análisis Ambiental Ltda., y CVC. (2002). Estudio para el Control de Contaminación por Cianuro (Cn) y Mercurio (Hg) en las Cuencas de los Ríos Guabas y Guadalajara, Municipios de Ginebra, Guacari y Buga. Tomo V. Contrato CVC-0131-2002. Cali. Colombia.

<sup>422</sup> El País. (2006). Río Guadalajara, Contaminado. Sección Valle del Cauca. 4 de Noviembre de 2006. Pag B5.

<sup>423</sup> CVC – ASOGUABAS. (2007). Aprovechamiento Inadecuado de la Minería de Oro en la Cuenca Hidrográfica del Río Guabas, Avances del Proceso. POMNCH Río Guabas. Convenio de Asociación 035 de 2006. 4 p.

<sup>424</sup> Gischler, C. (2005). Pathways of Heavy Metals and Implications for Stakeholders, Sonso Lagoon, Colombia. Trita-LWR Master Thesis 05-13. KTH Architecture and the Built Environment. Suecia. 76 p.



industrial Yumbo-Cali-Palmira y 2) las curtiembres del municipio de Cerrito. El primero arroja al río Cauca 0.04 mg/l y el segundo aporta más de 5000 mg/kg de cromo en sedimento superando la norma de contaminación severa de la EPA establecido en 75 mg/kg.

Esta contaminación se debe a actividades de hierro, manufacturas de aluminio, plantas de papel y pinturas localizadas en el municipio de Yumbo; actividades mineras (hierro, bauxita y aluminio) en el municipio de Jamundí; y las curtiembres del municipio de Cerrito entre otros.

Actualmente, la CVC bajo el Laboratorio Ambiental y la Secretaría Salud Departamental están realizando un monitoreo de metales pesados en la Laguna de Sonso con el fin de determinar las implicaciones de estos en el ecosistema y en la salud pública.

#### **5.3.1.5 Resumen de los Factores de Afectación**

Los factores de afectación a la Laguna de Sonso son catalogados de transformación total o magnitud 1 y perturbación severa o magnitud 2, y se atribuyen a factores naturales y antrópicos. Estas perturbaciones se resumen en la Tabla 53 y se esquematizan en la Figura 95.

#### **5.3.2 Confrontaciones y Conflictos**

Dos confrontaciones que existen en la Laguna de Sonso esta relacionado con la definición establecida por la CVC en el Acuerdo 17 de 1978 con relación al área de uso público y su acceso, puesto que en dicho acuerdo se define los límites de la Reserva, y define la zona Pantanosa comprendida desde el límite de la película de agua definida en la cota 936.5 m hasta la cota de 937.0 m.

El INCORA/IGAC estableció mojones en 18 de los 23 predios colindantes en la cota 937 m en el año de 1991, y aún no se ha terminado está delimitación, porque los 5 predios restantes no aceptaron el deslinde y llevaron su demanda hasta el concejo de estado, acción que impide la terminación del deslinde.

La falta de definición física del área de la Laguna y en consecuencia la definición del área de uso público, ha causado muchos conflictos, en particular en cuanto al acceso por parte del público para realizar actividades de pesca.

Los propietarios han manifestado que en sus escrituras no hay servidumbre para acceso a la Laguna, y solamente cuando CVC adquirió el predio La Isabela en el año 2001 se estableció acceso público a la Laguna a través de ella.

La percepción del área lagunar de espejo lagunar es complicado por el hecho de que su nivel generalmente es más alto que 937 m y de acuerdo a los registros del presente estudio, en los últimos años este nivel se ha excedido el 55% del tiempo, extendiéndose así el área pantanosa por encima de esta cota. Y el nivel de la Laguna establecido en 936.5 m asignado por la CVC, ha estado el 97% del tiempo por encima de este nivel durante los años 1988 – 2004.

Otro conflicto que se presenta en la Laguna y no menos importante, es el presentado entre los pescadores deportivos y los artesanales, puesto que en la Laguna de Sonso se han establecido áreas para cada uno de ellos. Es así como El Barbudo y la madre vieja El Burro son áreas para aprovechamiento de pesca deportiva, y la Laguna como tal para pesca artesanal, sin embargo los pescadores deportivos indican que los artesanales entran a estos charcos con atarraya disminuyendo así la posibilidad de pesca. Y de igual forma, en la zona sur, los pescadores deportivos entran a





charcos generados por las inundaciones con atarrayas de ojo no permitido y atrapando

poblaciones ícticas juveniles. Esto es derivado de la falta de control activo en la pesca.

**Tabla 53. Síntesis de Factores de Perturbación en la Laguna de Sonso**

Proceso	Sector	Tipo de Acción	Consecuencia	
<b>Magnitud 1: Transformación Total</b>				
Control de Inundaciones	Agrícola y ganadero.	Construcción de la carretera Buga-Buenaventura en 1966.	Alteración del régimen hidrológico del humedal.	
		Cierre del Caño Carlina y otros caños.		
		Construcción del Canal Nuevo en 1969.		
		Construcción de diques y canales a lo largo de los ríos Sonso y Cauca.		
		Construcción de la represa La Salvajina con el fin de regular el agua del río Cauca en 1985.		
Reclamación de Tierras	Agrícola	Construcción de diques y canales.	Modificación de uso del suelo.	
Introducción de especies invasoras	Piscícola	Liberación de alevinos de tilapia.	Cambio en la estructura y composición de especies.	
		Colonización de rana toro y hormiga loca.		
	Agrícola	Siembra de Leucaena, para ganado.	Invasora, que desplaza la vegetación endémica.	
	Ganadero, Fauna Migratoria	Introducción especies contaminadas.	Aftosa, Ántrax, Virus del Nilo e Influenza Aviar.	
<b>Magnitud 2: Perturbación Severa</b>				
Contaminación	Agrícola	Lavado de nutrientes en las aguas que alimentan al humedal.	Alteración del humedal representado en un avanzado estado de eutroficación	
	Ganadero	Pastoreo en playones y potreros inundables.	Aumento de sedimentos y coliformes fecales.	
		Extracción de buchón de forma mecánica y manual.	removiendo lodos con metales pesados y nutrientes.	
	Comunidades		La caza furtiva de chigueros y pesca sin restricciones.	Sobreexplotación de recursos biológicos.
			Descarga de aguas residuales doméstica con tratamiento en sitio inadecuado.	Contaminación por materia orgánica y nutrientes.
Porcícola y avícola	Descarga de agua residuales doméstica sin tratamiento.			
	Porcícola y avícola	Descarga de lodo y agua residual sin tratamiento.		
Erosión	Comunitario	Asentamientos irregulares	Aceleración de procesos de erosión en zonas de riesgo.	
Urbanización	Comunidad	Asentamientos irregulares	Cambio en el uso del suelo para el funcionamiento del humedal, tal como la vegetación o en la transición con el sistema terrestre.	

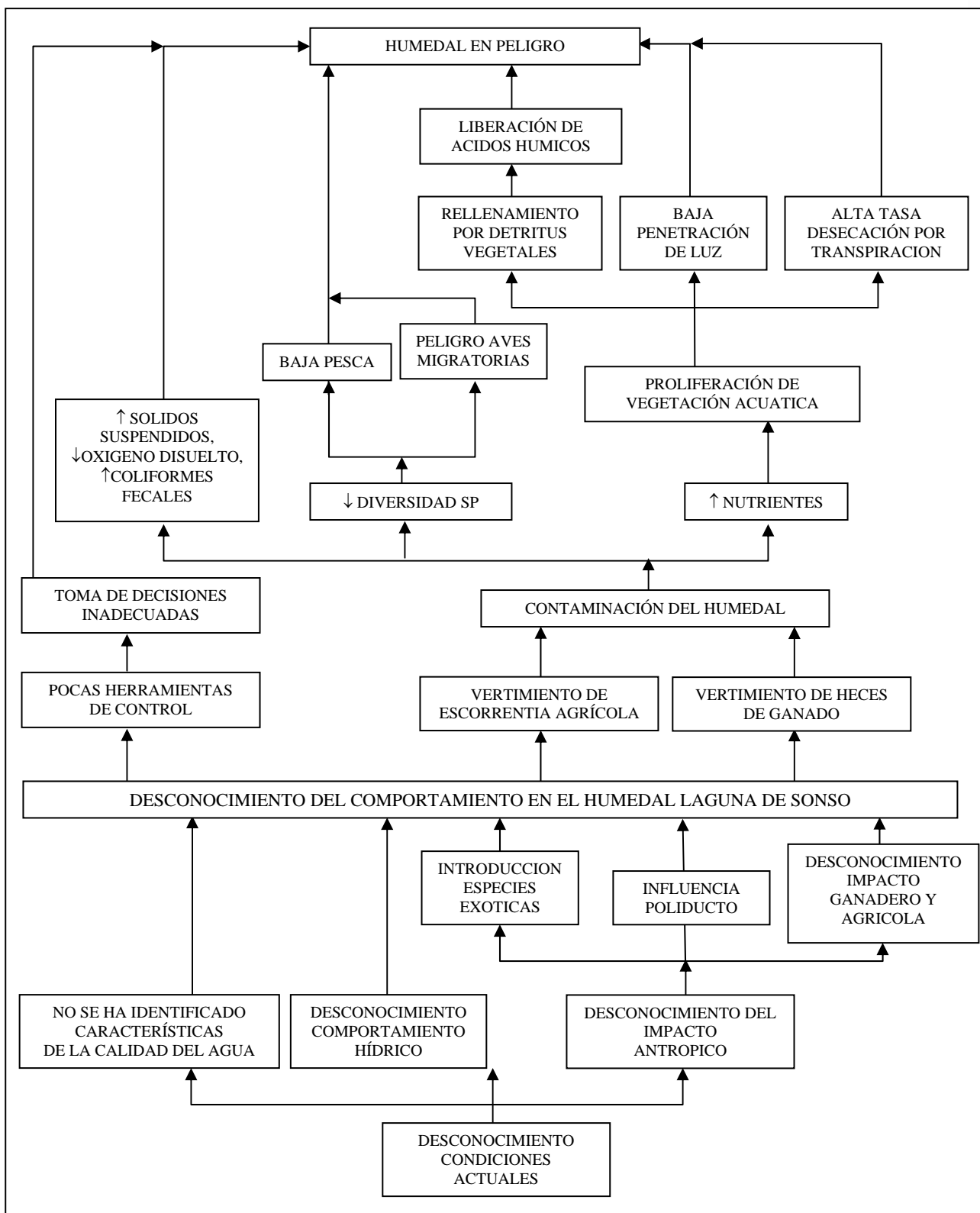


Figura 95. Arbol de Problemas y Consecuencias en la Laguna de Sonso.



## 6 ZONIFICACION

De acuerdo con el diagnóstico, la cartografía temática, los criterios de zonificación y la zonificación ambiental establecidos como fases en los lineamientos para realizar la zonificación de humedales de acuerdo con el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2006)<sup>425</sup>, la zonificación en la cuenca de captación de la Laguna de Sonso incorpora 3 áreas:

### **Conservación**

Zona Lagunar y Pantanosa – ZH  
Zona Forestal Protectora – ZFP  
Zona de Madre Vieja Colmatada – ZMC  
Zona Intangible de Nidificación y Hábitat de Aves – ZIA

### **Restauración**

Zona de Regeneración de Natural – ZRN  
Zona de Recuperación Hídrica - ZRH

### **Producción Sostenible**

Zona de Pesca Deportiva – ZPD  
Zona Agrosilvopastoril – ZAS  
Zona Silvopastoril – ZSP  
Zona Agrícola de Pan Cogor – ZAP  
Zona Agrícola Caña de Azúcar – ZAC  
Zona Atención Público Ecoturística–ZAPE  
;

De manera general para cada una de las zonas se establecieron los usos y las restricciones de acuerdo con el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2006)<sup>426</sup> de la siguiente forma:

**Uso Principal:** Es el uso deseable cuyo aprovechamiento corresponde a la función

<sup>425</sup> Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). Resolución 0196 del 1 de Febrero de 2006. República de Colombia. 36 p.

específica del área y ofrece las mejores ventajas o la mayor eficiencia desde los puntos de vista ecológico, económico y social, en un área y en un momento dado.

**Usos Compatibles:** Son aquellos que no se oponen al principal y concuerdan con la potencialidad, la productividad y demás recursos naturales conexos. Se puede establecer o practicar sin autorización o permiso previo.

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

**Usos Prohibidos:** Aquellos incompatibles con el uso principal del área en particular y con los propósitos de conservación ambiental y/o manejo. Entrañan graves riesgos de tipo ecológico y/o para la salud y la seguridad de la población. Por lo tanto, no deben ser practicados ni autorizados por la Autoridad Ambiental.

## 6.1 ÁREAS DE CONSERVACIÓN

### 6.1.1 Zona de Humedal - ZH

Esta zona comprende el espejo lagunar y el área pantanosa de la Laguna de Sonso. Comprende un área de 798.88 Ha y por lo tanto constituye el 7.7% del área de la cuenca de captación.



**Uso Principal:** Conservación del ecosistema e investigación a partir de las medidas y estrategias fijadas en el Plan de Manejo.

**Usos Compatibles:** En el espejo lagunar pesca artesanal.

**Usos Condicionados:** Uso del área pantanosa con ganadería como herramienta para estacionar el humedal en época de verano condicionada a la reglamentación y acuerdos con la CVC; recuperación para restauración del valor ambiental del humedal en términos de repoblamiento de peces y limpieza de macrófitas del humedal.

**Usos Prohibidos:** Todos aquellos que no compaginen con lo anteriormente propuesto y por lo tanto incluyen cacería, actividades recreativas activas, quemas, fumigaciones, alimentación de fauna, utilización motores fuera de borda.

Pesca artesanal con artes prohibidas por la CVC y pesca deportiva de todo tipo.

### **6.1.2 Zona Forestal Protectora – ZFP**

Esta zona corresponde a áreas que se deben reglamentar para protección de bosques y guaduales existentes. Incluye áreas de nacimientos de quebradas, establecimientos de corredores biológicos alrededor de los ríos Sonso, Guadalajara y el río Cauca.

**Uso Principal:** Áreas forestales protectoras encaminadas a la protección de los relictos de bosques sub-andinos y bosques secos tropicales. Bancos de germoplasma en sitio.

**Usos Compatibles:** Ejecución de medidas y obras encaminadas a la recuperación de posibles corredores biológicos, como aislamientos y enriquecimiento de especies nativas puntuales.

Manejo racional de los guaduales, respetando los bancos de germoplasma.

**Usos Condicionados:** Todos los usos diferentes a conservación están condicionados a la autoridad ambiental.

**Usos Prohibidos:** Uso forestal productor, introducción de especies exóticas, y extracción de flora y fauna.

### **6.1.3 Zona de Madrevieja Colmatada – ZMC**

Esta zona corresponde básicamente al humedal La Marina que presenta un estado de sucesión avanzada.

**Uso Principal:** Área orientada al estudio e investigación de ecología y hábitat de madreviejas con avanzada sucesión vegetal.

**Usos Compatibles:** Educación y monitoreo con permiso previo.

**Usos Condicionados:** Avistamiento de aves por grupos organizados con eco-guías.

**Usos Prohibidos:** Introducción de especies exóticas, y extracción de flora y fauna.

### **6.1.4 Zona Intangible de Nidificación Y Hábitat De Aves – ZIA**

Esta corresponde a zonas que son importantes para el hábitat de aves.

**Uso Principal:** Área orientada al estudio e investigación de ecología y hábitat de aves.

**Usos Compatibles:** Educación ambiental y monitoreo con permiso previo.



**Usos Condicionados:** Introducción de ganadería, esta debe ser coordinada con la autoridad ambiental y de manera sostenible en época de verano, teniendo en cuenta que generan ambientes propicios de hábitat y diversidad de especies.

**Usos Prohibidos:** Introducción de especies exóticas, y extracción de flora y fauna.

## 6.2 ÁREAS DE RESTAURACIÓN

### 6.2.1 Zona de Regeneración de Natural – ZRN

Comprende las áreas que se han aislado los factores de perturbación, por medio de la adquisición de predios por parte de la autoridad ambiental.

**Uso Principal:** Área destinada a la recuperación de vegetación.

**Usos Compatibles:** Educación ambiental y monitoreo con permiso previo.

**Usos Condicionados:** Investigación relacionada con procesos de sucesión de flora y recuperación de fauna.

**Usos Prohibidos:** Introducción de especies exóticas, y extracción de flora y fauna. Introducción de ganadería.

### 6.2.2 Zona de Restauración Hídrica – ZRH

Esta zona comprende el área de los antiguos canales de salida de la Laguna al río Cauca, donde se incluye el caño Carlina, y se hace indispensable su recuperación en los predios Rancho Grande y La Palomera, con el fin de dar solución a la problemática del flujo hidráulico en la Laguna. Esta zona tiene un

área de 235.5 Ha correspondientes al 2.3% del área de la cuenca de captación.

**Uso Principal:** Zona de intercambio de agua entre el río Cauca y la Laguna.

**Usos Compatibles:** Sistemas silvopastoril.

**Usos Condicionados:** Investigación relacionada con procesos de sucesión de flora y recuperación de fauna. Cambio en el uso de la tierra bajo permiso de CVC.

**Usos Prohibidos:** Introducción de especies exóticas, y extracción de flora y fauna. Caña de Azúcar.

## 6.3 ÁREAS DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE

### 6.3.1 Zona de Pesca Deportiva – ZPD

Comprende las áreas correspondientes a la madreveja El Burro y el charco de El Barbudo.

**Uso Principal:** Área destinada a la pesca deportiva para pescadores carnetizados por INCODER.

**Usos Compatibles:** Educación ambiental y monitoreo con permiso previo.

**Usos Condicionados:** Tipo de arte utilizado por parte de los pescadores deportivos. Pescadores sin carnet.

**Usos Prohibidos:** Introducción de especies exóticas, y extracción de flora y fauna. Pesca artesanal. Entrada de mascotas y transporte como motos y vehículos.



### 6.3.2 Zona Agrosilvopastoril – ZAS

Esta zona comprende los terrenos de mayor degradación en la cuenca de captación como consecuencia a la acción erosiva; y corresponden a las áreas de ladera con ganadería extensiva de tradición de producción de muchos años y junto con las quemaduras han erosionado el suelo en un alto grado. Razón por la que se urge la implementación de acciones que vayan encaminadas al aprovechamiento agropecuario técnicamente dirigido siempre y cuando se efectúe dentro de los preceptos básicos del desarrollo sostenible.

**Uso Principal:** Ganadería extensiva y restauración de la flora nativa y conservación a partir de las acciones y medidas establecidas en el Plan de Manejo.

**Usos Compatibles:** Cercos vivos y otras actividades silvopastoriles.

**Usos Condicionados:** Pastoreo rotacional de ganado ajustado a su capacidad de carga con el fin de alcanzar la restauración de los suelos.

Producción pecuaria condicionada a las normas sanitarias del ICA.

**Usos Prohibidos:** Quemaduras para control de malezas en potreros.

### 6.3.3 Zona Agropecuaria Intensiva - ZAI

En esta zona se presentan actualmente actividades de tipo ganadero de importancia en la zona y con una tradición de producción de muchos años. Por lo que en esta zona se propone un aprovechamiento técnicamente dirigido donde se integre los conceptos de producción sostenible.

Esta zona de ganadería semi-intensiva comprende la zona pantanosa del humedal, por lo que se debe tener el manejo de esta actividad en los períodos climáticos de invierno y por lo tanto se debe tener en cuenta los ciclos de dinámica hídrica y el comportamiento de inundabilidad en los basines.

**Uso Principal:** Uso ganadero intensivo.

**Usos Compatibles:** Uso ganadero semi-intensivo y/o producción de caña de azúcar en zonas fuera del área de Reserva. Reforestación con cercos vivos.

**Usos Condicionados:** Ejecución de medidas y obras encaminadas a suministro de agua para ganado y cultivos de caña.

**Usos Prohibidos:** Entrada de ganado a fuentes superficiales, quemaduras para control de maleza en potreros. Reforestación con especies no nativas. Profundización de los canales dentro de la cota 937.

### 6.3.4 Zona Agrícola de Pan Cogor- ZAP

En esta zona se presentan actualmente actividades de tipo agrícola con una tradición de producción de muchos años. Por lo que en esta zona se propone un aprovechamiento técnicamente dirigido donde se integre los conceptos de producción sostenible.

**Uso Principal:** Agrícola intensivo.

**Usos Compatibles:** Regeneración Natural

**Usos Condicionados:** Ejecución de medidas y obras encaminadas a suministro de agua para los cultivos.

**Usos Prohibidos:** Reforestación con especies no nativas.



### 6.3.5 Zona Agrícola de Caña - ZAC

En esta zona se presentan actualmente cultivo de caña azúcar con 4947 Ha y un 47.4% del área de captación de la Laguna con una tradición de producción de muchos años. Por lo que en esta zona se propone un aprovechamiento técnicamente dirigido donde se integre los conceptos de producción sostenible.

**Uso Principal:** Caña de Azúcar.

**Usos Compatibles:** Producción Avícola y Porcícola.

**Usos Condicionados:** Producción Avícola y Porcícola con manejo un adecuado manejo de residuos, por lo que debe estar sujeto a monitoreo.

Ejecución de medidas y obras encaminadas a suministro de agua para los cultivos de caña.

**Usos Prohibidos:** Aplicación de vinaza como fertilizante sin monitoreo por parte de la autoridad ambiental.

### 6.3.6 Zona Atención Público Ecoturístico - ZAPE

Esta zona está dirigido al acceso y atención al público a través de la servidumbre pública existente y sendero ecológico establecido para avistamiento de aves.

**Uso Principal:** Acceso público, atención a visitantes y ecoturismo

**Usos Compatibles:** Investigación.

**Usos Condicionados:** Transporte.

**Usos Prohibidos:** Introducción de especies exóticas, y extracción de flora y fauna. Entrada de mascotas.

En el Plano 11 se presentan la zonificación de la cuenca de captación.



## 7 PLAN DE ACCIÓN

Originalmente, el valle geográfico del Río Cauca estaba cubierto por extensas áreas de bosque seco tropical y humedales. Sin embargo, dichos ecosistemas están representados en la actualidad por pequeños remanentes boscosos y algunas lagunas y madre viejas que se encuentran dispersas en medio de una matriz dominada por actividades de agricultura (principalmente caña de azúcar) y ganadería (Salazar et al., 2002<sup>426</sup>, Flórez y Mondragón, 2002<sup>427</sup>).

Actualmente solo existe un 2% de bosques secos, mientras que los humedales han desaparecido a una velocidad tal, que hoy día existe menos de un 13% de los que existían a principios del siglo pasado (Restrepo y Naranjo, 1987)<sup>428</sup>. Hoy día, las únicas áreas protegidas en la región que abarcan bosques secos tropicales y/o humedales son la Reserva Natural Laguna de Sonso, la Estación Biológica El Vínculo y el Jardín Botánico Juan María Céspedes (Salazar et al., 2002)<sup>427</sup>.

Todo lo anterior resalta la importancia del rol que desempeña La Reserva Natural Laguna de Sonso en la conservación de la biodiversidad del Valle Geográfico del Río Cauca. Es reconocido que la Laguna de Sonso es un

hábitat idóneo para la sobrevivencia y reproducción de numerosas especies de aves, tanto residentes como migratorias (Álvarez-López 1999)<sup>429</sup>. Además de esto, La laguna de Sonso también juega un rol importante en programas de educación e incluso, en el sustento económico y recreación de varias comunidades humanas. No obstante, la Laguna de Sonso afronta graves problemas debido a diversos aspectos tales como: invasión por parte de especies foráneas como Rana Toro (*Litobathes catesbeiana*), Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*), sobrepoblación del Buchón de Agua (*Eichornia crassipes*) entre otras, vertimiento de aguas residuales contaminantes, excesiva sedimentación e interrupciones de su dinámica hidrológica natural.

Un primer paso para afrontar dichos problemas de conservación en la Laguna de Sonso y optimizar las estrategias de manejo que se apliquen, es establecer un plan de manejo acorde a los resultados obtenidos en áreas de trabajo tales como (1) determinación de fuentes de contaminación, (2) aspectos socio-económicos (3) capacidad de carga y (4) biodiversidad.

### 7.1 OBJETIVOS OPERACIONALES

#### 7.1.1 Objetivos Generales

Contribuir a la conservación y restauración de los ecosistemas de la cuenca de captación de la Reserva Natural Laguna de Sonso.

<sup>426</sup> Salazar, M.I.; Gómez, N.; Bragas, W.G.; Reyes-Gutiérrez, M.; Castillo, L.S.; y Bolívar, W. (2002). Bosques secos y muy secos del Departamento del Valle del Cauca. CVC. Subdirección de Patrimonio Ambiental. Grupo de Vida Silvestre. Cali. Colombia. 72 p.

<sup>427</sup> Flórez, P.E. y Mondragón, C.E. (2002). Lagunas y Madre viejas del Departamento del Valle del Cauca, Colombia. CVC. Subdirección de Patrimonio Ambiental. Grupo de Hidrobiología. Cali. Colombia. 48 p.

<sup>428</sup> Restrepo, C. y Naranjo, L.G. (1987). Recuento Histórico de la Disminución de Humedales y la Desaparición de Aves Acuáticas en el Valle Geográfico del Río Cauca, Colombia. Págs. 43-46. En: H. Álvarez-López, G. Kattan y C. Murcia (eds) Memorias III Congreso de Ornitología Neotropical Cali-Colombia.

<sup>429</sup> Álvarez-López, H. (1999). Guía de las Aves de la Reserva Natural Laguna de Sonso. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC.





### 7.1.2 Objetivos Específicos

- Contribuir al conocimiento del balance hídrico en este ecosistema.
- Reducción y control de las entradas de contaminantes al humedal.
- Reforestación con especies nativas.
- Implementación de programas de monitoreo.
- Protección y recuperación de hábitat de valor significativo dentro del ecosistema.

## 7.2 OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN

La Política Ambiental de Colombia establece que las Áreas Naturales Protegidas deben basar su misión en la conservación del patrimonio natural y cultural, y la racionalización del aprovechamiento de recursos naturales en el marco de un desarrollo humano sostenible.

Las Áreas Naturales Protegidas, comprenden espacios geográficos que poseen características paisajísticas y físico-bióticas singulares y algunas veces presencia de relictos históricos o culturales a ellas asociados, que deben ser reervadas en alguna de las categorías de manejo existentes para recibir del Estado y eventualmente de particulares, protección y manejo adecuado y eficaz, mediante los cuales se garantice la perpetuación de los valores allí existentes.

Y en su conjunto estas áreas buscan contribuir al cumplimiento de los objetivos nacionales de conservación y especialmente a la protección de las muestras más valiosas y representativas del patrimonio natural.

El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas – SINAP, es el conjunto de categorías legales existentes que identifica las

posibles interrelaciones existentes entre las categorías de protección que lo integran, con el fin de promover y adelantar las acciones necesarias para establecer o restablecer los lazos ecosistémicos y los vínculos ecológicos, institucionales, sociales, financieros, culturales, simbólicos, de uso, etc., existentes o necesarios, para que el conjunto de las áreas protegidas del país, potencialicen e incrementen los beneficios perseguidos con la declaratoria de cada área en particular y facilitar la puesta en marcha de estrategias de articulación, coordinación y conexión entre ellas (Ponce de León, 2003)<sup>430</sup>

Los objetivos generales del SINAP se refieren a los propósitos nacionales de conservación de la naturaleza, para lo cual se pueden implementar diferentes tipos de mecanismos o estrategias.

Estos objetivos generales tienen unos objetivos específicos que se refieren a los propósitos de conservación de las áreas protegidas que integran el SINAP, por lo que constituyen el referente fundamental para la declaración y el manejo. Los objetivos específicos de conservación definen los diferentes mecanismos o formas como, a partir de la protección *in situ* de ciertos espacios, se logran los objetivos generales de conservación del país. En la Tabla 54 se presenta las figuras de conservación propuestas en el Valle del Cauca de acuerdo a los objetivos específicos de conservación (SIDAP et al., 2004)<sup>431</sup>.

<sup>430</sup> Ponce de León, E. (2003). Estudio Jurídico Sobre Categorías Regionales de Áreas Protegidas. Instituto Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia. 188 p.

<sup>431</sup> SIDAP, Fundación Trópico y CVC. (2004). Construcción Colectiva del Sistema de Áreas Protegidas del Valle: Propuesta de Categorías de Áreas Protegidas para el Valle del Cauca y sus Directrices de Manejo. Cali. Colombia. 90 p.



**Tabla 54. Objetivos Generales y Específicos de Conservación y sus Posibles Figuras de Protección (SIDAP et al., 2004)<sup>433</sup>**

Objetivos Generales de Conservación	Objetivos Específicos de Conservación	Figuras Posibles de Conservación
1. <i>Asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos naturales para mantener la diversidad biológica</i>	1.1 Preservar en su estado natural de muestras que representen en su integridad los ecosistemas o combinaciones de los ecosistemas del país	1.Parque Natural Regional 2.Reserva Forestal Protectora
	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.Reserva de Recursos Naturales 2.Territorio Faunístico
2. <i>Garantizar la oferta natural de bienes y servicios ambientales esenciales para el bienestar humano</i>	2.1. Mantener las coberturas vegetales necesarias, para regular la oferta hídrica, así como para prevenir y controlar la erosión y la sedimentación masivas.	1.Reserva Forestal Protectora-Productora 2.Reserva Forestal Protectora 3.Reserva de Agua
	2.2 Conservar la capacidad productiva de los ecosistemas para el uso sostenible de los recursos de fauna y flora, terrestre y acuática	1.Distrito de Manejo Integrado
	2.3. Proveer espacios naturales para la investigación, el deleite, la recreación y la educación para la conservación.	1.Paisaje Protegido o Área Recreativa Urbana o Rural
3. <i>Garantizar la permanencia del medio natural, o de algunos de sus componentes, como fundamento para el mantenimiento de la diversidad cultural del país y de la valoración social de la naturaleza.</i>	3.1. Conservar vestigios arqueológicos, y sitios de valor histórico y cultural asociados a ecosistemas naturales	1.Reservas Naturales Especiales

Después de recopilar la información de la Laguna de Sonso, se llevó a cabo una ponderación numérica para la definición de objetivos tanto generales como específicos. En el caso de los específicos, se sumaron el número de criterios dentro de cada objetivo específico y se dividió por el total de criterios en el mismo. Esto arrojó un valor numérico que permitió comparar todos los objetivos específicos del cuadro, para determinar cuál presenta mayor importancia y de esta forma tomarlo en cuenta especialmente para la selección de la categoría de área protegida.

Para definir el objetivo general de conservación, se sumaron todos los criterios incluidos dentro del objetivo bajo evaluación y se dividió por el número total de criterios de

ese mismo objetivo general. En todos los casos, como se habla de una ponderación, el máximo valor que se puede obtener es de uno.

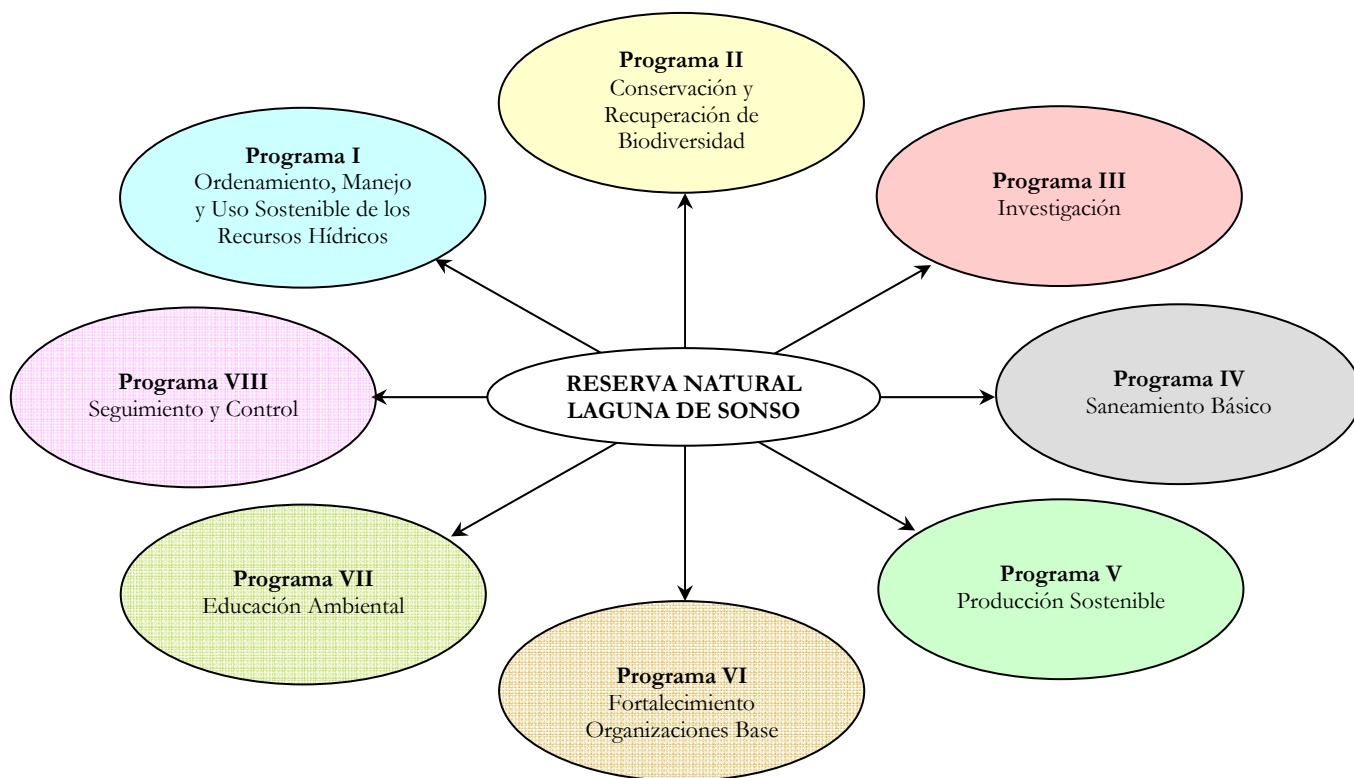
Los valores obtenidos en la matriz de objetivos generales y específicos de conservación se muestran en el Anexo 12. El objetivo general de conservación es el Número 1, “*Asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos naturales para mantener la diversidad biológica*” con un valor de 1. El objetivo específico con valor más alto fue el 1.1 y el 1.2 cumpliendo con un valor de 1.

<sup>432</sup> SIDAP, Fundación Trópico y CVC. (2004). Construcción Colectiva del Sistema de Áreas Protegidas del Valle: Propuesta de Categorías de Áreas Protegidas para el Valle del Cauca y sus Directrices de Manejo. Cali, Colombia. 90 p.

### 7.3 PROGRAMAS DE ACCIÓN

Los programas se desarrollaron con base en la problemática identificada, su evaluación y los aportes realizados por los pescadores, propietarios, comunidades, ingenios, instituciones gubernamentales y no gubernamentales, y la CVC durante el desarrollo del plan a partir de los talleres, zonificación, reuniones técnicas y concertaciones.

Estos están articulados y coherentes de acuerdo con las estrategias programáticas propuestas en la Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia. En la Figura 96 se presentan los 8 programas propuestos que sintetizan la futura gestión en este humedal; estos programas no son líneas fijas y terminadas, sino que por el contrario obedecen a un proceso de retroalimentación en el cual deben participar de manera comprometida todos los actores identificados para la realización del Plan de Manejo.



**Figura 96. Programas de Acción para el Plan de Manejo Ambiental de la Reserva Natural Laguna de Sonso**



Se ha señalado un término máximo de diez años para la realización de los programas pertinentes al plan, plazo dentro del cual se han establecido los siguientes períodos de ejecución de los proyectos: de 1 a 3 años se consideran de corto plazo; de 4 a 6 años de mediano plazo; y de 7 a 10 años los proyectos a largo plazo, de acuerdo con los lineamientos del el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2006)<sup>433</sup>.

### **7.3.1 Programa I. Ordenamiento, Manejo y Uso Sostenible de los Recursos Hídricos**

#### **7.3.1.1 Restablecimiento de la Dinámica Hídrica a Través de la Recuperación de los Caños**

##### **Justificación**

Uno de los mayores problemas que enfrenta la Laguna de Sonso es la alteración hídrica debido a las actividades antrópicas que ha producido una obstrucción en la dinámica entre otras con el río Cauca. Con la consecuente disminución de altura, aumento en la sedimentación, estancamiento del agua con la pérdida de calidad, acumulación y proliferación de vegetación acuática.

Solo a través de la restauración en las condiciones naturales de su dinámica con el río Cauca en el movimiento del agua, será posible la recuperación de la Laguna con todo su potencial productivo.

##### **Objetivo General**

Contribuir a la recuperación de la dinámica hídrica entre el río Cauca y la Laguna de Sonso.

##### **Objetivos Específicos**

- Disminución de sedimentación en la zona norte de la Laguna.
- Aumento en la circulación en el interior de la Laguna.
- Disminución en la acumulación de vegetación acuática.
- Contribución al mejoramiento de los servicios ambientales generando mayores recursos hidrobiológicos.

##### **Meta**

Recuperación del caño Carlina y los otros 4 caños.

##### **Acciones**

- Identificación y ubicación de los caños naturales
- Establecimiento de los sitios exactos para la construcción de los puentes en la doble calzada Buga-Buenaventura.
- Taponamiento del actual caño Nuevo.
- Reforestación con especies nativas los márgenes de los caños a recuperar.

##### **Indicadores**

- Número de puentes construidos.
- Número de caños recuperados.
- Número de árboles sembrados

**Presupuesto** \$6.000'000.000

##### **Responsables**

PISA (Consecionaria construcción doble calzada Buga - Mediacanoa), INVIAS/INCO, Gobernación del Valle y CVC.

**Tiempo de Ejecución** 18 meses.

<sup>433</sup> Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). Resolución 0196 del 1 de Febrero de 2006. República de Colombia. 36 p.



### **7.3.1.2 Evaluación de la Dinámica de las Aguas Subterráneas en relación con el ecosistema Laguna de Sonso**

#### **Justificación**

Para realizar la evaluación del régimen hídrico dentro de una cuenca o un ecosistema específico se necesita conocer detalladamente todas las variables del ciclo hidrológico que intervienen en el área en un periodo de tiempo definido. Dentro de esta evaluación no tiene sentido realizar análisis independientes de las aguas superficiales y subterráneas. Por lo tanto, el estudio de los aportes de aguas subterráneas a la Laguna de Sonso debe considerar todas las entradas y salidas de agua del sistema y los resultados obtenidos solo tendrán validez para el periodo de tiempo analizado; para otros periodos las cifras podrían ser totalmente diferentes.

Dentro de las actividades relacionadas con la formulación del Plan de Manejo de la Laguna de Sonso, es de fundamental importancia definir e implementar una metodología que permita conocer con una buena aproximación la dinámica del recurso hídrico superficial y subterráneo. Esto permitirá definir las actividades e instrumentos que ayuden a mitigar los impactos ambientales y propender por la sostenibilidad de este ecosistema.

#### **Objetivo General**

Evaluar la dinámica del recurso hídrico en la Laguna de Sonso.

#### **Objetivos Específicos**

- Conocer los aportes de las aguas subterráneas a la Laguna de Sonso.
- Evaluar en diferentes periodos hidrológicos la dinámica del recurso hídrico en la Laguna de Sonso.
- Utilizar técnicas isotópicas para identificar los diferentes aportes de agua hacia la Laguna de Sonso.

- Proponer acciones relacionadas con el mejoramiento y protección del ecosistema Laguna de Sonso.
- Proponer un sistema de monitoreo y seguimiento de la dinámica del recurso hídrico en la Laguna de Sonso.

#### **Meta**

- Conocimiento de la dinámica de aguas subterráneas con el humedal Laguna de Sonso.
- Afinación del balance hídrico en el humedal Laguna de Sonso

#### **Acciones**

- Evaluación de la piezometría detallada del acuífero alrededor de la Laguna de Sonso.
- Diseño de red de piezómetros.
- Construcción e instalación de 30 piezómetros, de los cuales en algunos sitios pueden ser múltiples (a diferente profundidad en un mismo sitio).
- Nivelación de la red de piezómetros, referidas a una BM conocida con la cual se trabaje todo el sistema. Preferiblemente IGAC
- Utilización de las técnicas isotópicas para evaluar la recarga de la laguna de Sonso.
- Realización de muestreos en sitios claves de aguas superficiales y subterráneas para hacer determinaciones principalmente de 3H (tritio) y 14C. No se recomienda con isótopos estables (deuterio y 18) porque en el pasado estudio de hidrología isotópica realizado por CVC en la zona sur del Valle del Cauca, no se encontró relación entre los isótopos estables en la lluvia, aguas superficiales y aguas subterráneas. No se debe realizar determinaciones de 14C en el agua de la laguna porque la materia orgánica presente contaminará las muestras con carbono orgánico reciente. Antes de realizar los muestreos para 14C se debe



evaluar en cada muestra los  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  y  $\text{COT}$ .

- Evaluación de la infraestructura existente para cuantificar las entradas y salidas de agua de la laguna. Es necesario realizar una evaluación de la infraestructura existente en la laguna de Sonso para determinar la entrada y salida de agua de la laguna de Sonso en tiempo real y tener igualmente niveles del río Cauca automatizados de tal manera que en un mediano plazo se pueda disponer de un modelo calibrado para predecir eventuales impactos frente a diferentes escenarios de precipitación, escorrentías, etc.

#### **Indicadores**

- Número de piezómetros instalados.
- Cuantificación del aporte de agua subterránea a la Laguna de Sonso.
- Formato de toma de muestra en los piezómetros.
- Registros isotópicos con  $^3\text{H}$  (tritio) y  $^{14}\text{C}$ .
- Cartografía de corrientes de flujo de aguas subterráneas.
- Dirección espacial y temporal de flujo subterráneo.

**Presupuesto** \$77'000.000

**Responsables** CVC, Asesor ambiental.

**Tiempo de Ejecución** 24 meses.

### **7.3.2 Programa II. Conservación y Recuperación de Biodiversidad**

#### **7.3.2.1 Implementación de una Estación Biológica**

#### **Justificación**

La importancia de la biodiversidad de la Reserva Natural Laguna de Sonso está

reflejada no solo por la avifauna residente y migratoria, sino también por ser el albergue de especies focales amenazadas con extinción de las diferentes especies de fauna y flora.

Como último humedal en el complejo del Alto Río Cauca, su localización estratégica para aves migratorias está reflejada por la llegada anual de 55 especies de las cuales 28 son acuáticas y 7 son amenazadas.

La Reserva fue reconocida por BirdLife Internacional como sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad, declarado como sitio AICA o área importante para la conservación de aves.

Dada su importancia regional, nacional e internacional en términos de conservación de su biodiversidad y la complejidad de su manejo, se requiere una gestión con los distintos actores que interactúen en la Reserva, y por lo tanto se considera que la cuenca de captación de la Laguna requiere de una administración propia de la CVC para poder coordinar y unir esfuerzos para su restauración.

#### **Objetivo General**

Transformar el actual Centro de Educación e Investigación Buitre de Ciénaga en una Estación Biológica con fines de monitorear, restaurar y conservar el ecosistema humedal Laguna de Sonso desde el concepto de cuenca de captación.

#### **Objetivos Específicos**

- Evaluación del funcionamiento actual del Centro de Educación Buitre de Ciénaga.
- Definición de funcionamiento de la estación biológica.
- Identificación

#### **Meta**

Creación de la Estación Biológica.



### **Acciones**

- Definición de líneas de acción.
- Gestionar los recursos para co-financiación de la Estación Biológica Buitre de Ciénaga.
- Identificación de personal.
- Definición de funciones y perfiles.

### **Indicadores**

- Número de perfiles de personal creados.
- Número de funciones asociadas a perfiles creados.
- Número de líneas de acción establecidas.
- Número de alianzas estratégicas firmadas.
- Documento de estructuración de funcionamiento de la estación biológica.

**Presupuesto** \$10.000.000

**Responsables** CVC

**Tiempo de Ejecución.** 6 meses.

### **7.3.2.2 Restauración de Flora del Bosque Seco Tropical Inundable**

#### **Justificación**

La compra de los predios La Isabela y Villalobín por la CVC, ha brindado la oportunidad para el conocimiento del público la Laguna de Sonso y los servicios y productos que brinda.

Con el aislamiento de estos predios se ha iniciado un proceso de sucesión natural basado en regeneración natural y la siembra de especies nativas para establecer un banco de germoplasma para la conservación de especies en sitio.

#### **Objetivo General**

Realizar limpiezas selectivas para favorecer las especies de flora amenazadas y a su vez

permitir a los visitantes gozar de los espacios exteriores del bosque hacia la Laguna.

#### **Objetivos Específicos**

- Crear un paisaje vistoso para el visitante.
- Fomentar un banco de germoplasma en sitio de las especies de las especies de flora que refleja el ecosistema Bosque Seco Tropical.

#### **Meta**

Restaurar de flora en la Laguna de Sonso.

#### **Acciones**

- Mantenimiento de los dos predios para la atención al visitante tres veces al año, limpiando las malezas sin guadaña.
- Mantener los senderos limpios con identificación de especies arboreas..

#### **Indicadores**

- Número de hectáreas limpiadas.
- Número de especies recuperadas y marcadas con su nombre.

**Presupuesto** \$12'600.000/año

#### **Responsables**

CVC

**Tiempo de Ejecución** 1 mes/jornada de 5 personas. En el año se necesitaran 5 personas por 6 meses.

### **7.3.2.3 Efectos de la Vía Buga-Buenaventura en los Vertebrados Terrestres de la Reserva Natural Laguna de Sonso**

#### **Justificación**

Teniendo en cuenta que las actuales vías Buga-Buenaventura y Pamericana atraviesa la cuenca de captación de la Laguna de Sonso, los mamíferos terrestres y las serpientes aparentan



ser especialmente susceptibles a morir atropelladas, mientras que las aves pueden ser especialmente sensibles debido al disturbio acústico producido por el tráfico automotor, se hace necesario identificar el impacto de las vías en la población de vertebrados de este ecosistema.

La carretera Buga-Guacarí, correspondiente a la Ruta 25 Panamericana, cruza la cuenca de captación en el ecotono entre el pie de monte y la zona plana. La fauna que vive en esta área, donde predomina los relictos de Bosque Seco Tropical y los sistemas de producción pecuaria extensiva, son atropellados al cruzar la carretera en busca de agua en los canales y Laguna que dista aproximadamente 4-5 km. La carretera Buga-Buenaventura intercepta el flujo de fauna entre el río Guadalajara y la Laguna, el cual está separado por menos de un kilómetro en la parte más estrecha, en donde se observa fauna vertebrada atropellada con frecuencia en esta zona.

Dada la existencia de 3 anfibios y 22 mamíferos catalogados con algún grado de amenaza, la mortalidad de fauna al cruzar la carretera representa una probable pérdida de material genético en este ecosistema.

### **Objetivo General**

Determinar tasas de atropellamiento de vertebrados por efecto de las vías Buga-Buenaventura y Buga-Guacarí.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar las especies más susceptibles a morir por el cruce de carreteras.
- Proponer estrategias de manejo que puedan mitigar los niveles de mortalidad de vertebrados por atropellamiento y los efectos en la distribución de las especies.
- Determinación de los tramos de carretera con mayores niveles de mortalidad.

### **Meta**

Identificar el efecto de las vías en la población de vertebrado terrestres de la cuenca de captación de la Laguna de Sonso.

### **Acciones**

- Monitoreos sistemáticos en la carretera 3 veces por semana durante seis meses.
- Registro de especies y aspectos conductuales en diferentes zonas del área de estudio.
- Registro de fauna atropellada en los dos tramos de carretera de 15 km.
- Caracterización del volumen de tráfico por clase y tamaño.
- Determinación de la distribución de especies que habita en las áreas aledañas a las carreteras.

### **Indicadores**

- Número de animales muertos en la vía
- Volumen de tráfico

**Presupuesto** \$25.000.000

**Responsables** CVC

**Tiempo de Ejecución** 10 meses

### **7.3.2.4 Estatus de Conservación y Tendencias Poblacionales del Buitre de Ciénaga (*Anhima cornuta*) en la Reserva Natural Laguna de Sonso.**

#### **Justificación**

El Buitre de Ciénaga es la especie de mayor valor emblemático de la Reserva. Debido a procesos cuya naturaleza no se conoce, ha venido disminuyendo de manera drástica a partir de las que ya se reconocían como poblaciones muy precarias. Aparte de un estudio con énfasis en aspectos conductuales





(Naranjo, 1986)<sup>434</sup> en cuanto al estado de sus poblaciones y su reproducción en la Laguna sólo se dispone de observaciones anecdóticas. En general, se desconoce su historia natural.

### **Objetivo General**

Completar el cuadro básico de historia natural de Buitre de Ciénaga (*Anhima cornuta*).

### **Objetivos Específicos**

- Establecer el estado actual de sus poblaciones.
- Determinar la tendencia poblacional.
- Evaluar si su alimentación esta amenazada por ser desplazado por especies invasoras como el Pasto Aleman y/o el Buchón de Agua.

### **Meta**

Definir los requerimientos territoriales para el Buitre de Ciénaga y ajustar las zonas intangibles para su nidificación.

### **Acciones**

- Se realizaran dos campañas de campo mensuales durante 3 días y se observaran cada especie en jornadas de 0600 a 1700.
- Se determinará la población de esta especie, sus preferencias habitacionales, sus fluctuaciones en el ciclo anual, sus sitios y épocas de reproducción y su éxito reproductivo.
- Realización de un mapa de anidamiento.

### **Indicadores**

- Número de jornadas de campo.
- Número de horas de observación por jornada de campo.
- Número de especies encontradas.
- Bitácora de actividades.
- Mapa de anidamiento

<sup>434</sup> Naranjo, L.G. (1986). Aspects of the Biology of the Horned Screamer in Southwestern Colombia. Wilson Bull. 98(2):243-256.

**Presupuesto** \$35.000.000 por año

**Responsables** CVC, Universidad del Valle

**Tiempo de Ejecución** Cinco años

### **7.3.2.5 Micromamíferos de Interés para la Conservación en La Laguna de Sonso**

#### **Justificación**

Los estudios sobre micromamíferos en el VGC se basan en listas de especies obtenidas de localidades como el Hatico (El Cerrito) y el bosque del Medio (Zarzal) y no existen estudios metódicos en la Laguna de Sonso.

Tan solo se conoce de la presencia de unas pocas especies que por datos históricos han sido listadas o de algunos especímenes colectados, pero no se ha desarrollado estudios o muestreos sobre este grupo. Mucho menos se conoce de especies con distribución restringida al VGC que pueden ser de interés para la conservación como el Micuré (*Micoureus denarevae*), el Ratón Rastrojero Grande (*Zygodontomys brunneus*) y el Ratón Campestre (*Akodon* sp nov.).

#### **Objetivo General**

Establecer la composición y estructura de la comunidad de micromamíferos del Humedal Reserva Laguna de Sonso.

#### **Objetivos Específicos**

- Realizar inventario de los micromamíferos presentes en el Humedal Reserva
- Establecer la composición y estructura de la comunidad de micromamíferos.
- Identificar micromamíferos de interés para la conservación.



### **Meta**

Conocer la riqueza de micromamíferos (marsupiales y roedores) presentes en el Humedal Reserva y de la presencia de especies de interés para la conservación.

### **Acciones**

- Durante un año se efectuarán muestreos empleando 80 trampas tipo Sherman realizando muestreos de ocho días mensuales en varios sectores de la Laguna. Los sectores seleccionados deberán cubrir todos los flancos de la Laguna (norte, sur, este, oeste) y representar los diferentes tipos de hábitats disponibles (regeneración natural, pastoreo y agricultura intensiva).
- Para los muestreos se utilizará cebo compuesto de maíz, avena y esencia de vainilla.
- Las trampas serán cebadas al caer la tarde (17:00 hrs) y revisadas al día siguiente a las 5:30 hrs ya que las condiciones climáticas y la exposición de las trampas pueden afectar la condición de los animales capturados y ocasionar su muerte por calor.
- Algunos ejemplares de referencia serán colectados y preparados a la manera piel-cráneo para luego ser depositados en una colección registrada; esto para dar soporte al registro de especies.

### **Indicadores**

- Número de noches de muestreo.
- Número de muestreos efectuados.
- Número de especies registradas.

**Presupuesto** \$55.360.000

**Responsables** CVC, Universidad del Valle

**Tiempo de Ejecución.** 12 meses

### **7.3.2.6 Reintroducción de Guatín (*Dasyprocta punctata*) en la Laguna de Sonso.**

#### **Justificación**

El guatín (*Dasyprocta punctata*) es una especie muy importante por su labor en la distribución de semillas para regeneración natural. En el área de la Laguna esta era frecuente hasta la década de los 70's. Aunque en localidades del pie de monte cordillerano asociadas a la Laguna aún es frecuente, en la planicie y en la Laguna se encuentra ausente. La pérdida de esta especie pudo deberse a efectos de la cacería, la pérdida de cobertura boscosa o la pérdida de alimentación durante parte del año.

#### **Objetivo General**

Restablecer la población de guatines en la Laguna de Sonso.

#### **Objetivos Específicos**

- Establecer requerimientos de hábitats del guatín
- Realizar reintroducciones de Guatín a la Laguna de Sonso.
- Realizar seguimiento con radio telemetría de guatines liberados.

#### **Meta**

Tener una población mínima de 40 guatines en el área de captación de la Laguna de Sonso.

#### **Acciones**

- Un primer paso, previo a las actividades de reintroducción es recopilar información bibliográfica e histórica sobre los requerimientos de hábitat de la especie (áreas de acción, hábitos alimenticios, de refugio, entre otros).
- Para los datos históricos se efectuarán entrevistas con pobladores de la Laguna. Al mismo tiempo se identificará la procedencia de los individuos a introducir: 1) ejemplares decomisados o procedentes



de zoológicos y/o 2) de localidades cercanas donde aún existan poblaciones de la especie.

- El segundo paso, en caso de que los individuos provengan de poblaciones cercanas, se capturan algunos individuos de ambos sexos empleando trampas tipo National.
- La técnica de captura debe estar acompañada de un protocolo de captura y manejo ya que los individuos deben ser anestesiándolos con una inyección intramuscular de 10% de Telazol o Katamina, la cual será administrada con un rifle de aire. Deben ser anestesiados, con supervisión de veterinario.
- Estos individuos serán analizados para ver condiciones de salud y confirmar la viabilidad para ser liberados en el Humedal Reserva.
- Cuatro de los individuos (machos, hembras y juveniles) capturados y que sean liberados en la Laguna estarán provistos de radio-collares para el seguimiento con telemetría para evaluar el acondicionamiento de estos al nuevo ambiente.
- Una vez liberados los guatines se llevará a cabo trampeos par verificar la recolonización.

#### **Indicadores**

- Número de días gastados en capturar guatines.
- Número de individuos liberados.
- Número de individuos seguidos con técnicas de telemetría.
- Número de días de monitoreo con radio-collares.
- Número de animales capturados en áreas colonizadas.

**Presupuesto \$35.000.000**

#### **Responsables**

CVC, Fundación Zoológica de Cali

**Tiempo de Ejecución** 12 meses

#### **7.3.2.7 Refugios para Murciélagos**

##### **Justificación**

Los murciélagos pasan más de la mitad de su vida dependiendo de sus refugios. Por lo tanto, las condiciones de éstos tienen un papel importante en la ecología de las poblaciones y son fundamentales para la presencia de especies en una determinada región (Alberico 1996<sup>435</sup>). Sin embargo, debido a la pérdida de cobertura boscosa en el VGC los sitios de refugio también han disminuido y tan solo unas pocas especies pueden encontrar refugio en edificios (Alberico *et al.* 2005<sup>436</sup>). Por este hecho, brindar refugios alternos surge como estrategia para la conservación, los cuales son especialmente usados por especies insectívoras comunes en áreas urbanas de las familias Molossidae y Vespertilionidae (Alberico *et al.* 2004<sup>437</sup>).

##### **Objetivo General**

Brindar refugios para murciélagos insectívoros del Humedal Reserva Laguna de Sonso.

##### **Objetivos Específicos**

Identificar las especies de murciélagos caseros presentes en el área de incidencia de la Laguna.

<sup>435</sup> Alberico, M. (1996) Historia Natural de los Murciélagos Neotropicales. Pp 106-125. En: C. E. Angel (ed). Memorias Ecología de Mamíferos Neotropicales. Pontificia Universidad Javeriana. Santafé de Bogotá. 206 p.

<sup>436</sup> Alberico, M. Saavedra-Rodríguez, C.A. y García-P, H. (2005) Murciélagos Caseros del Área Urbana de Cali. *Caldasia* 27(1): 117-126.

<sup>437</sup> Alberico, M., C.A. Saavedra-Rodríguez y H. García-P. (2004) Criterios, diseño y Construcción de Casas para Murciélagos: Proyecto CPM (Cali). *Actualidades Biológicas* 26 (80): 5-11.



### **Meta**

Brindar refugios a murciélagos del Humedal Reserva Laguna de Sonso.

### **Acciones**

- Se ubicaran viviendas y edificaciones donde que estén siendo invadidas por murciélagos para determinar las especies que las habitan.
- En algunas de estas edificaciones se desarrollará la técnica de exclusión de los animales, la cual consiste en captura de estos, sellado de orificios y vías de acceso a los refugios. Estos ejemplares capturados serán introducidos en los refugios para murciélagos ya construidos.
- Estas actividades se han de repetir constantemente hasta lograr que los animales abandonen el antiguo refugio. De esta manera, se pretende que los murciélagos vayan adoptando estas estructuras como nuevos refugios.
- Se realizaran dos salidas de 4 días por mes.
- La construcción de los refugios deberá corresponder a una actividad concertada entre el biólogo, el arquitecto y la CVC para determinar tamaño y ubicación del refugio.
- El refugio consiste de una cámara cubierta en cuyo interior se encuentran celdas de madera con superficies ásperas para que los animales se suspendan en las ranuras.

### **Indicadores**

- Numero de actividades de exclusión.
- Número de refugios artificiales construidos.
- Número de refugios funcionando.

**Presupuesto** \$45.000.000

**Responsables** CVC

**Tiempo de Ejecución** 12 meses

### **7.3.2.8 Zoocria de Chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*)**

#### **Justificación**

El chigüiro es una especie emblemática de la Laguna, la cual ha sido y sigue siendo cazada en humedales del Valle. La cacería y la pérdida de áreas de humedales han ocasionado la disminución de las poblaciones. Si bien, existen cuestionamientos sobre el origen de las poblaciones en el Valle (nativas o introducidas), el conocimiento sobre su ecología y el éxito de reproducción en cautiverio permiten sugerir que programas de zoocria para recuperar las poblaciones son viables y de gran valor para la conservación.

#### **Objetivo General**

Iniciar el programa de zoocria de chigüiros en el Humedal Reserva.

#### **Objetivos Específicos**

- Realizar zoocrias de chigüiro en cautiverio.
- Efectuar liberaciones de chigüiro en la Laguna de Sonso.

#### **Meta**

Reestablecer la población de chigüiros en la Laguna de Sonso.

#### **Acciones**

- Los individuos para iniciar la zoocria serán procedentes del Humedal y/o de otros humedales del Valle Geográfico del Río Cauca o de zoológicos.
- Para desarrollar el programa se requiere capturar individuos “padrones” (de ambos sexos), lo cual se efectuará anestesiándolos con una inyección intramuscular de 10% de Telazol o Katamina, la cual será administrada con un rifle de aire.
- Los animales serán llevados a instalaciones del criadero para iniciar la cría en cautiverio.



- Prestación de asistencia técnica para monitoreo de salud, nutrición y reproducción de crías.
- Después de los primeros nacimientos, se iniciará la etapa de repoblamiento, para lo cual se desarrollaran protocolos para identificar los ejemplares óptimos para liberación.

#### **Indicadores**

- Número de individuos capturados.
- Número de nacimientos en cautiverio.
- Número de individuos liberados a los hábitats de la Laguna.
- Número de zocriaderos construidos.

**Presupuesto** \$35.000.000/año

#### **Responsables**

CVC, Fundación Zoológica de Cali, Propietarios.

**Tiempo de Ejecución** 5 años

### **7.3.3 Programa III. Investigación**

#### **7.3.3.1 Evaluación de los Corredores Biológicos**

#### **Justificación**

La deforestación causada por la expansión de la frontera agrícola y la consecuente fragmentación de los bosques subandinos y del bosque seco tropical, ha resultado en la pérdida de diversidad y el aislamiento genético de comunidades de fauna y flora. La falta de cobertura arbórea le priva fauna de fuentes de alimentación, refugio, sitios de anidamiento y albergue.

La Laguna de Sonso por estar localizada en la parte más estrecha del Valle Geográfico, y transectado por los ríos que bajan de las cordilleras Central y Occidental; y sobre el eje

hidrológico del río Cauca, un corredor natural aumentaría las posibilidades de lograr conectar los fragmentos de bosque para el desplazamiento genético de especies.

#### **Objetivo General**

Determinar el estado actual de los corredores existentes entre las dos cordilleras, central y occidental y el Río Cauca.

#### **Objetivos Específicos**

- Identificar los corredores biológicos, los predios y sistemas de producción actual con las opciones de reforestar.
- Determinar las prioridades en la conservación de especies, tanto de flora como de fauna para los dos ecosistemas estratégicos con su respectivas ecotonos.

#### **Meta**

Lograr a corto plazo el apoyo de la comunidad, tanto de los propietarios como de las autoridades municipales para aceptar como necesidad los corredores biológicos.

#### **Acciones**

- Inventarios sistemático de flora y avifauna en el pie de monte de la cordillera Central y Laguna de Sonso, en los fragmentos existentes.
- Inventarios sistemáticos de lo flora en los bosques ribereños de los ríos Sonso, Cauca, y la quebrada Seca.
- Levantamiento cartográfico predial y social con los propietarios, comunidad, gubernamental y escolar.

#### **Indicadores**

- Especies encontradas por ecotono.
- Localización de semilleros naturales.
- Cartas de compromiso de propietarios de predios para conservar corredores biológicos.
- Identificación de prácticas por predio.



**Presupuesto** \$150.000.000

**Responsables**

CVC, Ecofondo, Instituto von Humboldt, Universidad del Valle.

**Tiempo de Ejecución** 12 meses.

**7.3.3.2 Historia Natural y Evaluación del Impacto de los Renacuajos y Juveniles de la Rana Toro (*Lithobates catesbeiana*) en la Reserva Natural Laguna de Sonso**

**Justificación**

Una primera aproximación al impacto que la Rana Toro pueda generar en la fauna nativa se estudió con base en individuos adultos (Castro *et al.* 1998). Sin embargo, durante la fase de renacuajo y juvenil, la Rana Toro puede generar un impacto negativo en la fauna local, ya sea por competencia de espacio y recursos alimenticios, o por su actividad como depredador.

Dado que los renacuajos y juveniles de la Rana Toro pueden alcanzar altas densidades, tallas corporales mayores a las alcanzadas por la mayoría de anfibios en Colombia y dicha fase puede durar desde pocos meses hasta años, su impacto puede ser considerable y debe ser evaluado.

**Objetivo General**

Determinar aspectos de historia natural de los renacuajos y juveniles de la Rana Toro.

**Objetivos Específicos**

- Identificar predadores naturales de la Rana Toro.
- Cuantificar el impacto de la Rana Toro en la etapa juvenil como predador en La Marina y El Barbudo.

**Meta**

Determinación del tiempo requerido para llegar a la madurez sexual de la Rana Toro.

**Acciones**

- Características de microhabitat durante las diferentes etapas de crecimiento.
- Análisis de dieta.

**Indicadores**

- Número de individuos capturados
- Registro de tallas corporales y tiempo de metamorfosis.
- Identificación de especies consumidas en las diferentes etapas del desarrollo.
- Registro fotográfico

**Presupuesto** \$ 20.000.000

**Responsables** CVC

**Tiempo de Ejecución** 8 meses

**7.3.3.3 Filogeografía de Chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*)**

**Justificación**

El Chigüiro es una especie típica de zonas planas y humedales de los llanos orientales y de valles interandinos entre los 0 y 1000 m. Históricamente esta especie ha estado presente en el VGC, pero también se conoce que fue comúnmente cazada y que algunos animales procedentes de la Orinoquía fueron liberados.

Se desconoce si las poblaciones del VGC, particularmente de la Laguna de Sonso, provienen de individuos de la región o de individuos introducidos, por lo que se hace necesaria su identificación. Considerando que esta especie es emblemática de la Laguna, el establecer la existencia de poblaciones propias de la localidad implicaría una justificación adicional para proteger esta(s) población(es).



### **Objetivo General**

Establecer el origen de las poblaciones de chigüiros de la Laguna.

### **Objetivos Específicos**

Establecer relaciones entre poblaciones de Chigüiro de la Laguna y de poblaciones de los Llanos Orientales

### **Meta**

Brindar bases de filogeografía para establecer la singularidad de la población de Chigüiros de la Laguna para justificar su conservación.

### **Acciones**

- Se requiere capturar 20 individuos aplicándoles una inyección intramuscular de 10% de Telazol o Katamina; para su aplicación se utilizará un rifle de presión.
- A estos animales se les tomará una muestra de 2 ml de sangre y porción de tejido de oreja, guardada en solución buffer y, en el campo, almacenada en una nevera con hielo seco, a -10°C o en nitrógeno líquido.
- A 20 Individuos provenientes de la Orinoquia (que estén en zoológicos o zoológicos) también se les toman estas muestras.
- Las muestras de sangre han de ser llevadas a las instalaciones del IaVH en Palmira, donde serán almacenadas en tanques nitrógeno líquido hasta que se inicien los análisis de ADN. Los análisis de ADN se harán con técnica de PCR.

### **Indicadores**

- Número de individuos capturados.
- Número de análisis realizados.

**Presupuesto** \$195.000.000

### **Responsables**

CVC, IaVH, Fundación Zoológica de Cali

**Tiempo de Ejecución.** 12 meses

### **7.3.3.4 Presencia de Predadores en la Laguna de Sonso**

#### **Justificación**

En la Laguna de Sonso se ha mencionado de la presencia de mamíferos carnívoros predadores como son canidos, mustélidos y felinos, pero no existen reportes recientes que documenten esta presencia. Los datos históricos y de distribución permiten suponer la presencia de Nutrias (*L. longicaudis*), Tairas (*E. barbara*), Tigrillos (*Leopardus* sp.), entre otros.

Para los estudios de carnívoros se emplean diferentes técnicas entre ellas la búsqueda de huellas, de heces y la postura de trampas olfativas. En localidades donde existen asentamientos cercanos, el conocimiento de pobladores tiene gran valor.

#### **Objetivo General**

Establecer la presencia de mamíferos predadores.

#### **Objetivos Específicos**

Determinar la presencia de especies de mustélidos, felinos y cánidos que potencialmente pueden estar en la Laguna.

#### **Meta**

Determinación de los mamíferos predadores presentes en la Laguna para tener bases para la orientación de programas de conservación.

#### **Acciones**

- Se realizaran entrevistas con pobladores y pescadores que mantienen regularmente en el sector de la Laguna para establecer inventario de especies.
- De manera paralela, se implementaran técnicas de muestreo como transectos de



observación, búsqueda de huellas y trampas olfativas. Estas técnicas se implementarán en diferentes sectores del área de incidencia de la Laguna.

- Durante un año se efectuarán 10 muestreos de ocho días de duración en los que se implementarán 10 recorridos de observación nocturna, empleándose linternas de cabeza y se tomarán datos de especies observadas y número de individuos.
- La búsqueda de huellas y las trampas olfativas se implementarán de día; la huellas se buscarán sin seguir rumbos determinados.
- Un número de 30 trampas olfativas se instalarán por salida. Para identificar las huellas, se seguirá guía de campo elaboradas para tal fin y se revisarán especímenes para ver conformación de extremidades.

#### **Indicadores**

- Número de trampas de huellas puestas.
- Número de registros de huellas obtenidos.
- Número de entrevistas realizadas

**Presupuesto** \$59.500.000

**Responsables** CVC

**Tiempo de Ejecución** 12 meses

#### **7.3.3.5 Valoración de Especies de Micos Introducidos en la Laguna de Sonso.**

#### **Justificación**

Las personas que tienen animales silvestres como mascotas regularmente pretenden aliviar el daño causado liberando estos animales en cualquier lugar. Esta situación no es ajena en la Laguna. Entre esas especies están los micos

maiceros (*Cebus* sp.) y mico ardilla (*Saimiri sciureus*).

Estas especies introducidas pueden afectar a poblaciones de especies nativas ecológicamente (como nuevos competidores, predadores, entre otras interacciones) y como portadores de agentes patógenos. Cuando se hacen estas liberaciones, por lo menos por personal que desconoce de estos aspectos, no se desarrollan los protocolos básicos para la tarea.

Adicionalmente, el hecho de que un animal sea extraído de su medio, que sea mantenido en cautiverio durante un tiempo, siendo alimentado y adquiriendo otros comportamientos durante ese cautiverio, y que luego sea liberado, no asegura la supervivencia del individuo.

Los animales liberados en lugares ajenos a su medio desconocen el ambiente y de los recursos que pueden aprovechar, por ejemplo, el alimento. Conocer de la presencia y el estado de poblaciones de especies introducidas es un aspecto de mucha relevancia en conservación dado los efectos que pueden tener estas sobre poblaciones de especies nativas y como estrategia para el redoblamiento de zonas donde se hayan extinguido dichas especies.

#### **Objetivo General**

Establecer la presencia de especies introducidas.

#### **Objetivos Específicos**

Establecer sitios de presencia y abundancia de micos introducidos.

#### **Meta**

Determinar la cantidad y ubicación de micos liberados en la Laguna de Sonso.





### **Acciones**

- Inicialmente, se recopilará información sobre sitios donde se tenga registro de presencia de las especies.
- Posteriormente, se efectuarán censos diurnos en busca de individuos de especies introducidas, registrar su localización, hábitat y cantidad.
- Cada área de la que se tenga registro deberá ser visitada por lo menos dos veces para confirmar la presencia o no de las especies.
- Los censos consistirán en observaciones a lo largo de senderos y/o carreteras con longitud variable en los que se registrará la presencia de micos, el número animales, hábitat y datos ecológicos.

### **Indicadores**

- Número de registros de avistamientos de las especies.
- Número de recorridos.
- Mapa de distribución de especies.
- Número de especies encontradas.
- Número de grupos de micos encontrados.

**Presupuesto** \$21.300.000

**Responsables** CVC

**Tiempo de Ejecución** 6 meses

### **7.3.3.6 Estructura y Composición de Comunidades de Murciélagos en el Humedal Reserva Laguna de Sonso.**

#### **Justificación**

La heterogeneidad de hábitats es un aspecto de importancia para la diversidad de las comunidades tropicales. En este sentido, el área que corresponden a la Reserva de la Laguna abarca hábitats acuáticos, rastrojos,

bosques y zonas intervenidas que adicionan una variable espacial de hábitats disponibles. Estos ambientes son explotados diferencialmente por la especies y en cada uno existen elementos característicos.

#### **Objetivo General**

Establecer la estructura y composición de comunidades de murciélagos en la cuenca e captación de la Laguna de Sonso.

#### **Objetivos Específicos**

- Realizar inventario de murciélagos.
- Establecer la distribución de los murciélagos en los diferentes hábitats presentes en la Laguna y de la alimentación preferida.

#### **Meta**

Determinar la composición y distribución de mamíferos en la cuenca de captación de la Laguna de Sonso

#### **Acciones**

- Desarrollar 12 muestreos en diferentes sectores y hábitats (regeneración natural, potrero y zonas agrícolas) de la Laguna. Cada muestreo tendrá una duración de ocho días.
- Se emplearán 5 redes de niebla en cada una de los hábitats (20 redes por muestreo).
- Cada ejemplar capturado será medido (largo total, antebrazo, pie, oreja), pesado, se le establecerá el sexo (macho o hembra), estado reproductivo (lactando, preñez, etc.), será marcado y luego liberado en los mismos sitios de captura.
- Para el marcaje se emplearán anillos plásticos numerados.
- Los animales que por eventos de fuerza mayor fallezcan serán preparados ala manera piel-cráneo y luego serán entregados a una colección registrada.



### **Indicadores**

- Número de muestreos.
- Número de noches de muestreo.
- Número de capturas.
- Número de especies.

**Presupuesto** \$33.700.000

**Responsables** CVC

**Tiempo de Ejecución** 12 meses

### **7.3.3.7 Evaluación del Estado de Salud de Poblaciones de Mamíferos Medianos en el Humedal Reserva Laguna de Sonso.**

#### **Justificación**

La búsqueda de herramientas para determinar las condiciones actuales de las poblaciones naturales lleva a la evaluación de parámetros patológicos y de presencia de parásitos que generan información adicional sobre la biología de las diferentes especies.

De esta manera, se genera un punto de partida para determinar el estado de salud de poblaciones de mamíferos. Recientemente fue reportada la presencia de fiebre aftosa en la Laguna, esto pone de manifiesto la necesidad de valorar la incidencia de esta patología sobre la fauna de mamíferos silvestres de la Laguna.

#### **Objetivo General**

Establecer el estado de salud de poblaciones de mamíferos medianos.

#### **Objetivos Específicos**

- Identificar los agentes patógenos que portan los mamíferos medianos de la Laguna.
- Identificar las especies afectadas por agentes patógenos.

### **Meta**

Establecer los problemas de salud que afectan especies de mamíferos medianos en la Laguna.

### **Acciones**

- Se efectuarán capturas de especies de mamíferos medianos (chuchas, zorros cañeros, gatos pardos, comadreas y chigüiros) empleando trampas tipo National.
- La técnica de captura debe estar acompañada de un protocolo de captura y manejo ya que los individuos deben ser anestesiándolos con una inyección intramuscular de 10% de Telazol o Katamina, la cual será administrada con un rifle de aire, con supervisión de veterinario.
- A estos individuos se les tomará muestra de sangre (1ml) que serán almacenadas y congeladas en el campo para luego ser llevadas a laboratorio para determinar presencia de patógenos (prueba de lisa y campo oscuro).
- Una vez hechos estos análisis, las muestras de sangre serán entregadas al IaVH para que sean guardados para posteriores análisis de ADN.
- Cada animal capturado será revisado para determinar la presencia de ecoparásitos y colectarlos; los ectoparásitos colectados se almacenarán en viales con alcohol para después identificarlos.

### **Indicadores**

- Número de animales capturados
- Número de especies evaluadas.
- Agentes patógenos encontrados e identificados

**Presupuesto** \$100.000.000

**Responsables** CIDEIN, ICA, Secretaria de Salud Departamental, CVC



**Tiempo de Ejecución** 18 meses

### **7.3.3.8 Densidad de Roedores Plaga en el Humedal Reserva Laguna de Sonso.**

#### **Justificación**

Los roedores *Mus musculus*, *Rattus rattus* y *R. norvegicus* son consideradas las especies plagas de mayor importancia en el mundo. Estas especies son altamente prolíficas y se encuentran en zonas rurales y urbanas. La importancia de conocer su densidad es que, al ser plagas, originan un impacto significativo social, económico y ecológico para el hombre al ser transmisores de zoonosis (salmonelosis, tifo murino, triquinosis, leptospirosis, entre otras), al ocasionar daños en cultivos y sitios de residencia, y al desplazar por competencia a otras especies de roedores nativas. Esto puede ser una información inicial para adelantar futuros controles (Valencia 1998<sup>438</sup>).

#### **Objetivo General**

Establecer la densidad de especies asociadas al hombre y que son plagas al ser introducidas a nuevos hábitats.

#### **Objetivos Específicos**

Establecer la densidad de *Mus musculus* y *Rattus* ssp en el Humedal Laguna de Sonso.

#### **Meta**

Conocer la densidad de roedores plaga en el Humedal Reserva Laguna de Sonso.

#### **Acciones**

- Estimar la densidad de individuos con base a cebos consumidos, rastros de heces y/o trampeo.

<sup>438</sup> Valencia, D. (1998.) Biología y Control de Roedores. Cartilla divulgativa. ICA-CI Palmira. 24 p.

- Esto se realizará tanto en sectores de asentamientos humanos como en áreas de no urbanas (diferentes hábitats).

#### **Indicadores**

- Número de muestreos.
- Número de especies encontradas.

**Presupuesto** \$21.300.000

#### **Responsables**

CVC, Salud Pública Departamental

**Tiempo de Ejecución** 6 meses

### **7.3.3.9 Murciélagos Frugívoros como Modeladores del Paisaje en el Humedal Reserva Laguna de Sonso.**

#### **Justificación**

Los murciélagos frugívoros como desempeñan una función crucial como dispersores de semillas para muchas especies de árboles tropicales, las cuales dependen de ellos para su reproducción (Fleming y Soza 1994<sup>439</sup>). Sin embargo, los estudios establecen información generalizada y pocos trabajos han sido elaborados enfatizando sobre el papel de los Quirópteros en la regeneración de un área. Adicionalmente, la flora y su explotación como recurso alimenticio por una especie de murciélago varía entre localidades y regiones

#### **Objetivo General**

Establecer la importancia de los murciélagos para la regeneración y restauración de bosques naturales.

<sup>439</sup>Fleming, T.H. y Sosa, V.J. (1994). Effects of Nectarivorous and Frugivorous Mammals on the Reproductive Success of Plants. Journal of Mammalogy 75:845-851.



### Objetivos Específicos

- Establecer el papel de los murciélagos frugívoros como dispersores de semillas de especies del VGC, presentes en la Laguna de Sonso y áreas aledañas.

### Meta

Determinar el potencial de los murciélagos frugívoros para la regeneración y restauración de bosques dentro del área de la cuenca de captación de la Reserva Natural.

### Acciones

- Los murciélagos frugívoros de la Laguna son *Artibeus lituratus*, *Sturnira lilium*, *Carollia perpicillata*; estas especies se alimentan de diferentes plantas en un sitio, por lo tanto, inicialmente se recopilarán especímenes vegetales para coleccionar frutos y semillas que luego han de ser comparados con los que se obtengan de los murciélagos capturados; es decir, la creación de un banco de semillas.
- Se efectuarán 2 salidas por mes con una duración de 4 noches por salida durante 10 meses.
- Se efectuarán capturas de murciélagos empleando redes de niebla y serán guardados en bolsas de tewa individuales. A cada animal se le coleccionarán los frutos que pueden estar cargando y las heces que depositen dentro de la bolsa y se almacenarán en una solución de formaldehído al 10%.
- Posteriormente, en laboratorio se compararán estos elementos con los de referencia del banco de semilla para determinar la especie vegetal consumida. Para establecer que especies, que tantas semillas dispersan y el papel de los murciélagos frugívoros en la regeneración (para la Laguna el bosque seco), se va a poner trampas de polietileno (trampas de semillas) distribuidas en diferentes hábitats como bosque, rastrojo y zonas

abiertas para coleccionar e identificar las semillas transportadas.

- Una vez identificada la semilla, se realizarán pruebas de germinación para establecer el éxito de la dispersión.
- Estas pruebas consisten en comparar la germinación de la semilla no consumidas por murciélagos y de aquellas que pasan por el tracto digestivo de estos.

### Indicadores

- Número de murciélagos capturados.
- Número de semillas identificadas.
- Número de trampas de semillas instaladas.
- Número de semillas que germinan.

**Presupuesto \$40.000.000**

**Responsables CVC**

**Tiempo de Ejecución 12 meses**

### ***7.3.3.10 El Papel de los Murciélagos Insectívoros como Controladores de Insectos Potenciales Plagas y Vectores de Enfermedades en la Laguna de Sonso.***

#### **Justificación**

En el papel de control biológico de insectos, los murciélagos constituyen los mayores predadores de insectos voladores nocturnos, al consumir grandes cantidades en la noche. Un individuo puede llegar a consumir hasta un cuarto de su propio peso cada noche; se estima que un murciélago insectívoro de 20 g puede llegar a consumir de 5 a 10 g de insectos a diario, que equivalen a cerca de 4 a 8 libras por año (Fascione et al., 1991)<sup>440</sup>.

<sup>440</sup> Fascione, N.; Marceron, T. y Fenton, M.B. (1991). Evidence for Mosquito Consumption in *Myotis lucifugus*. Bat Research News 32: 2-3.



Una amplia variedad de especies se especializan en el consumo de zancudos, mariposas nocturnas, escarabajos, etc. (Gardner, 1977)<sup>441</sup>, algunos nocivos para cultivos y propagan enfermedades a animales y al hombre (Murphy, 1989<sup>442</sup>; 1993<sup>443</sup>). En este aspecto, pueden ser eficientes controladores biológicos de insectos, aunque las evidencias sobre el biocontrol de poblaciones de insectos son anecdóticas. Es necesario documentar este tema y esto podría significar una disminución en el empleo de productos químicos empleados como insecticidas.

### **Objetivo General**

Evaluar el papel de los murciélagos como biocontroladores de poblaciones de insectos potenciales plagas y transmisores de enfermedades.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar los componentes de la dieta de los murciélagos insectívoros.
- Estimar la cantidad de insectos que pueden consumir las diferentes especies de murciélagos insectívoros.

### **Meta**

Determinar el potencial de los murciélagos insectívoros como controladores de poblaciones de insectos en la Laguna de Sonso.

### **Acciones**

- Se efectuarán capturas de murciélagos insectívoros (Vespertiliónidos, Molósidos, Filostómidos y Noctiliónidos) durante un

año, de manera que se cubran todas las épocas climáticas y que puede establecer diferencias en la composición de la dieta.

- Se realizarán 2 salidas por mes con una duración de 4 días durante 10 meses.
- A cada animal capturado se le tomará datos morfométricos, peso, se determinará el sexo y la condición reproductiva; también se les colectarán las heces, almacenándolas en alcohol y, adicionalmente, a los ejemplares que fallezcan se les extraerá el contenido estomacal e intestinal en busca de partes identificables de insectos.
- De manera paralela, se efectuarán colecciones entomológicas de referencia.
- En laboratorio, las partes de insectos halladas en las heces de los murciélagos serán comparadas con la colección de referencia para identificar los insectos consumidos hasta el nivel taxonómico más alto que se pueda.

### **Indicadores**

- Número de muestreos efectuados.
- Número de especies incluidas en el estudio.
- Número de individuos capturados.
- Especies de insectos consumidos

**Presupuesto** \$25.000.000

**Responsables** CVC, Universidad del Valle

**Tiempo de Ejecución** 12 meses

### **7.3.3.11 Evaluación del Estado Poblacional de la Boquiancha (*Genycharax tarpon*) en la Laguna de Sonso.**

### **Justificación**

El enfoque metodológico de este plan busca plantear soluciones apropiadas para la

<sup>441</sup> Gardner, A.L. (1977) Feeding habits. Pp 293-350. En: Baker, R. J.; Jones, J. K. Jr., y Carter, D. C. (eds). Biology of Bats of the New World Family Phyllostomatidae, Part II. Special Publications of the Museum, Texas Tech University. Texas, 364 p.

<sup>442</sup> Murphy, M. (1989) Dr. Campbell's Malaria-Eradicating, Guano Producing Bat Roosts. Bats 7:10-13.

<sup>443</sup> Murphy, M. (1993). Bats: a Farmer's Best Friend. Bats 11:21-22.



conservación de la especie endémica *Genycharax tarpon*, cuyas poblaciones en la laguna de Sonso han mermado considerablemente y la cual es una especie vulnerable de acuerdo al libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia.

Esta es una especie restringida al alto Cauca y con muy pocos registros; en la Laguna de Sonso se tenían reportes de *Genycharax tarpon*, y en presente estudio solo se capturó un individuo, por lo cual se hace necesario investigar el estado población teniendo en cuenta que el hábitat donde se encuentra esta especie está fuertemente intervenido.

Con este estudio se busca aumentar el conocimiento de los aspectos ecológicos y biológicos de la especie, así como identificar los requerimientos e identificar las presiones que permitirían enfocar esfuerzos conjuntos con los diversos actores que garanticen que la especie permanezca con poblaciones viables dentro de la Laguna de Sonso.

#### **Objetivo General**

Evaluar el estado poblacional de la especie endémica *Genycharax tarpon*.

#### **Objetivos Específicos**

- Evaluar el estado de conservación de la especie *Genycharax tarpon* en la Laguna de Sonso.
- Identificar las principales amenazas sobre la especie en la Laguna de Sonso.
- Determinar políticas de manejo y actividades para la conservación y el conocimiento de la especie.

#### **Meta**

Generar un plan para la conservación para especie *Genycharax tarpon* en la Laguna de Sonso.

#### **Acciones**

- Recopilación de información acerca de la especie en la laguna de Sonso.
- 12 salidas de 4 días s con el fin de realizar muestreos y capturas de la especie dentro de la Laguna en las diferentes condiciones estacionales.
- Aproximación a la ecología de la especie (abundancia, reproducción, alimentación, preferencia de hábitat) usando la identificación de contenidos estomacales y el estudio de los estados gonadales.
- Evaluar las causas y grados de amenaza en la Laguna de Sonso.
- Estructurar un plan de acción para la especie donde se incluyan las prioridades para la especie, los requerimientos para su presencia, los objetivos y metas de conservación, políticas, acciones de conservación y un monitoreo y actualización del plan.

#### **Indicadores**

- Número de muestreos realizados.
- Número de individuos capturados y analizados.
- Número de contenidos estomacales analizados.
- Número de estados gonadales analizados

**Presupuesto** \$18.230.000

**Responsables** CVC

**Tiempo de Ejecución** 8 meses



### **7.3.3.12 Seguimiento de la Dinámica de Poblaciones de Bocachico (*Prochilodus magdalenae*) en la Laguna de Sonso**

#### **Justificación**

Se estima que el volumen de capturas del Bocachico ha descendido en un 90% en los últimos 25 años. Su declinación ha llegado incluso a que en la Laguna de Sonso, donde antes se pescaban grandes cantidades de esta especie y era la de mayor importancia, se capturen ocasionalmente.

Esta especie a pesar de la importancia económica que representa se encuentra en peligro crítico, principalmente por la sobrepesca, el deterioro de los humedales y ciénagas, el uso de artes altamente destructivos, interrupción en su migración y finalmente por el desplazamiento por la especie exótica invasora Tilapia.

Los resultados de intentar repoblar esta especie no han sido satisfactorios, por una parte por los altos costos, y por otra parte porque en los programas de liberación de alevinos, no se contempla la alta mortalidad que ocurre de manera natural en los estadios juveniles, que es cercana al 98%. El seguimiento a los programas de repoblamiento, podría garantizar que los esfuerzos y la inversión sean eficientes para los objetivos propuestos. La liberación de alevitos requiere de una declaratoria de veda que permita su desarrollo.

#### **Objetivo General**

Realizar el monitoreo de las poblaciones de Bocachico (*Prochilodus magdalenae*), en la Laguna de Sonso

#### **Objetivos Específicos**

- Evaluar el estado actual de las poblaciones de bocachico (*Prochilodus magdalenae*) en la Laguna de Sonso.

- Realizar programas de repoblamiento de esta especie, con su respectivo monitoreo y seguimiento.
- Identificar estrategias de conservación para el Bocachico aplicables a los humedales del Departamento del Valle del Cauca.

#### **Meta**

Lograr establecer poblaciones viables de Bocachico en la Laguna de Sonso, a partir de su repoblamiento y de estrategias de conservación aplicadas al área de Reserva.

#### **Acciones**

- Reconocer áreas de presencia de la especie
- Estimar las poblaciones de Bocachico en las áreas identificadas.
- Realizar programas de repoblamiento en áreas identificadas durante 12 jornadas. Liberando cada dos meses 5000 alevinos para un total de 60.000 alevinos en 24 meses.
- Realizar los seguimientos y monitoreos a partir del marcaje de individuos en los meses intermedios a las jornadas de repoblamiento.
- Reconocer fuentes de presión para el Bocachico en los humedales del Valle del Cauca.
- Proponer estrategias de conservación para la especie.
- Establecer campañas educativas y de sensibilización para los diferentes actores que tienen relación con esta especie.

#### **Indicadores**

- Número de individuos capturados y marcados.
- Número de individuos recapturados y/o en seguimiento.
- Número de actores capacitados.

**Presupuesto \$46.000. 000**



**Responsables CVC**

**Tiempo de Ejecución** 24 meses

**7.3.3.13 Impacto de las Especies Introducidas y Trasplantadas, sobre las Especies Ícticas Nativas en la Laguna de Sonso.**

**Justificación**

Las especies foráneas pueden estar ejerciendo diferentes presiones sobre las poblaciones de especies nativas en la Laguna de Sonso. Considerando que mas de la mitad de las especies registradas para la laguna son foráneas, y que su adaptación y abundancia demuestran el éxito alcanzado por estas especies, se hace necesario evaluar el impacto que estas han venido generando no solo a las poblaciones de peces locales, sino en el cambio de los hábitos de pesca en las comunidades que se benefician del recurso.

**Objetivo General**

Evaluar los impactos generados por las especies foráneas sobre las especies de peces nativas.

**Objetivos Específicos**

- Identificar las relaciones ecológicas que tienen las especies foráneas en la Laguna de Sonso.
- Reconocer los impactos generados por las especies foráneas hacia las especies nativas.

**Meta**

Identificar las dinámicas ecológicas de las especies foráneas y el impacto que estas generan sobre las especies nativas en la Laguna de Sonso.

**Acciones**

- Realizar 10 salidas de muestreos (4 días por salida) a lo largo del año en la Laguna de Sonso con el fin de realizar capturas que permitan observar el estado de madurez y la evolución de las poblaciones de especies foráneas presentes en la Laguna.
- Identificar las relaciones tróficas de las especies foráneas, a partir del método de los pesos del contenido estomacal por clase de presa para luego utilizar los coeficientes de vacuidad y el de frecuencia.
- Analizar el estado reproductivo de las especies foráneas con exámenes de gónadas y etapas de madurez de acuerdo a la metodología propuesta por Galvis *et al*, donde se incluyen cuatro estadios (inmadura, en maduración, madura y post-desove).
- Observar las abundancias relativas de acuerdo al número de capturas por especie.

**Indicadores**

- Número de muestreos realizados.
- Número de especies capturadas y analizadas.
- Número de muestreos realizados, número de especies predadoras de especies nativas.
- Número de especies foráneas con alta tasa reproductivas.

**Presupuesto** \$20.000.000

**Responsables CVC**

**Tiempo de Ejecución** 12 meses





### 7.3.4 Programa IV. Saneamiento Básico

#### 7.3.4.1 Manejo de Residuos Sólidos

##### **Justificación**

Debido a la gran afluencia de visitantes y a la comunidad que entra a la Reserva Natural, se observa una gran cantidad de residuos sólidos dispersos por todo el área y en especial cerca del humedal, lo cual impacta negativamente en el ecosistema y el entorno en general, generando problemas de contaminación que afectan a la fauna y flora, además de la calidad de la visitancia.

Por lo tanto se pretende construir una serie de estaciones de aseo, donde se puedan concentrar estos residuos y promover una campaña de concientización acerca de su manejo y reciclaje tanto para la población de la zona de influencia y el público en general, con la posibilidad de que se generen recursos económicos para la comunidad aledaña que se involucre en el proceso.

##### **Objetivo General**

Contribuir al mejoramiento del entorno y a minimizar los impactos negativos producidos por el mal manejo de los residuos sólidos.

##### **Objetivos Específicos**

- Realizar una caracterización de los residuos sólidos en la Reserva Natural Laguna de Sonso.
- Diseñar e implementar una estrategia de sensibilización y
- Divulgar el manejo de residuos sólidos a la comunidad, visitantes y público en general.

##### **Meta**

- Tener un adecuado manejo de los residuos sólidos en la Laguna.
- Generar ganancias para las comunidades aledañas

##### **Acciones**

- Socialización del proyecto ante diferentes instituciones y organizaciones.
- Realizar dos talleres para capacitar en tecnologías apropiadas para el manejo integral de residuos sólidos a los funcionarios y guías de la Reserva.
- Realizar un taller de capacitación en manejo gerencial y cooperativo del reciclaje.
- Caracterizar los residuos sólidos en el área de Reserva de la Laguna de Sonso.
- Diseño de la disposición final de los residuos sólidos.
- Mejorar y adecuar la vía de acceso para la evacuación de los residuos sólidos.
- Realizar un encuentro de intercambios de experiencias.
- Conformar una organización de base comunitaria en Puerto Bertin para el manejo del reciclaje.

##### **Indicadores**

- Número de personas asistentes a los talleres.
- Lista de asistencia.
- Registro de caracterización de los residuos sólidos.
- Recuento fotográfico de las actividades y el desarrollo del programa.
- Número de talleres dictados.
- Número de estaciones construidas
- Número de personas que conforman el grupo de reciclaje.
- Número de intercambios de experiencias.
- Número de metros lineales de vía adecuada.
- Acta de constitución de grupo de reciclaje y documentos varios (libro contable, estatutos, etc.).

**Presupuesto \$17.500.000**



### **Responsables**

CVC, Cámara de Comercio de Buga, Alcaldía Municipal de Buga, Fondo para la Acción Ambiental, Ecofondo, Ingenios, Propietarios Colindantes.

**Tiempo de Ejecución** 12 meses

#### **7.3.4.2 Manejo de Aguas Residuales en los corregimientos El Vínculo, Quebrada seca y Zanjón Hondo.**

### **Justificación**

Los corregimientos El Vínculo, Quebrada seca y Zanjón Hondo ubicados en el piedemonte de la cuenca de captación de la Laguna de Sonso presentan problemas de contaminación por aguas residuales no tratadas en la cuenca de captación de la Laguna de Sonso. Por este motivo, el municipio de Guadalajara de Buga adelanta actualmente un convenio con CINARA para desarrollar un plan de manejo de aguas residuales en diversas localidades. En este sentido, se torna fundamental apoyar al municipio de Guadalajara de Buga en la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales para estos 3 corregimientos.

### **Objetivo General**

Desarrollar un programa de manejo de aguas residuales de los corregimientos de El Vínculo, Quebrada seca y Zanjón Hondo en Guadalajara de Buga para contribuir a la conservación del ecosistema Laguna de Sonso.

### **Objetivos Específicos**

- Implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales para las comunidades de Vínculo, Quebrada Seca y Zanjón Hondo.
- Socialización del proyecto para concientizar y apropiar a la comunidad

para el óptimo funcionamiento del sistema de tratamiento construido.

### **Meta**

Sistema de tratamiento implementados para las comunidades de Vínculo, Quebrada Seca y Zanjón Hondo.

### **Acciones**

- Identificación del lugar de implementación del sistema.
- Adquisición de los predios seleccionados
- Construcción de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las comunidades El Vínculo, Quebrada seca, Zanjón hondo
- Dos talleres de socialización de los sistemas de tratamiento por comunidad.

### **Indicadores**

- Número de predios adquiridos.
- Plantas de tratamiento construidas.
- Número de talleres de socialización.
- Número de personas o familias conectadas a la planta.

**Presupuesto** \$ 500.000.000 por planta de tratamiento sin tener en cuenta la adquisición del terreno

**Responsables** CVC, municipio de Buga, Secretaría de Salud Departamental y Municipal

**Tiempo de Ejecución** 24 meses

## **7.3.5 Programa V. Producción Sostenible**

### **7.3.5.1 Producción Limpia del Cultivo de Caña**

### **Justificación**

La producción de caña representa la actividad económica más importante en la cuenca con extensión de 4947 Ha sembradas en 45



predios correspondientes a suministros de los ingenios Pichichí, Providencia y Manuelita, generando más de 700 empleos directos y 3500 indirectos. Esta actividad económica tiene una alta demanda de agua que sobrepasa los 3480 l/s proveniente de agua superficial y subterránea.

Considerando que más del 50% de la caña es producida por particulares y que los análisis de calidad del agua indica altos aporte de nutrientes en los canales que llegan a la Laguna, y a pesar que la CVC a través de un convenio con Asocaña representante de los ingenios ha pactado un convenio de producción limpia, es necesario concertar con los ingenios y proveedores una acompañamiento para el cumplimiento del convenio de producción limpia.

#### **Objetivo General**

Reducir los impactos ambientales causados por el cultivo de caña a la Reserva Natural y en particular a la calidad del agua.

#### **Objetivos Específicos**

- Crear una base de datos para el acompañamiento de los productores para una producción sostenible.
- Reducir el aporte de nutrientes a la Laguna proveniente del cultivo de caña.

#### **Meta**

Implementación de la producción limpia y sostenible del cultivo de caña de azúcar.

#### **Acciones**

- Concertar un programa de producción limpia y su respectivo protocolo con la industria
- Comprometer a los productores de caña la producción limpia con cartas de compromiso de los ingenios y de los propietarios.

- Establecer un programa de monitoreo de cumplimiento de los productores.
- Hacer un seguimiento de producción de caña para cada predio por subcuenca basado en la red hídrica.
- Formular un paquete de tecnología para cada predio según los estudios de suelos detallados para la producción limpia de caña.
- Acompañar al cañicultor en la producción de caña, optimizando los recursos.
- Evaluación semestral por la unidad de control de vertimientos del DAR Centro Sur, CVC.

#### **Indicadores**

- Número de fincas incorporadas en el programa de producción limpia.
- Grado de cumplimiento con el programa de producción limpia.
- Número de cartas de compromiso de los ingenios y propietarios.
- Registros de nutrientes en los tributarios Canadá, Quebrada Seca, El Vínculo, Guayabito, Mocoa y Garzonero.

**Presupuesto** \$50.000.000 por año

#### **Responsables**

Ingenios, ASOCAÑA y CENICAÑA

**Tiempo de Ejecución Anual.**

#### **7.3.5.2 Evaluación de Zooladeros de Iguana (*Iguana iguana*) en el Área de influencia de la Laguna de Sonso**

#### **Justificación**

La *Iguana iguana*, es una especie que han sido cazadas para su consumo y/o para su comercialización como mascotas, y requieren manejo para su conservación. El eventual



establecimiento de dichos zocriaderos serviría para el repoblamiento de áreas protegidas en el Valle y como un ingreso económico adicional a los pobladores del área de influencia de la Laguna de Sonso. Esta es una actividad que genera expectativas positivas por parte de algunos pobladores del área y sería un complemento a las experiencias que se han obtenido en el Zoológico de Cali y otras instituciones a nivel nacional.

### **Objetivo General**

Determinar la viabilidad de zocriaderos de especies silvestres tales como la Iguana en áreas de influencia de la Laguna de Sonso.

### **Objetivos Específicos**

- Establecer zocriaderos de Iguanas para repoblar la cuenca de captación de la Laguna de Sonso.
- Crear una alternativa económica.

### **Meta**

Evaluación de zocriaderos de iguana

### **Acciones**

- Montaje de infraestructura.
- Realización de talleres de capacitación.
- Crianza de animales.

### **Indicadores**

- Numero de individuos producidos
- Relación costos-beneficios.

**Presupuesto** \$40.000.000

**Responsables** CVC, Secretaria de Agricultura Municipal, Fundación Zoológico de Cali.

**Tiempo de Ejecución** 24 meses.

## **7.3.6 Programa VI. Fortalecimiento Organizaciones Base**

### **7.3.6.1 Proceso de Fortalecimiento Organizativo y Capacitación a las Organizaciones ubicadas en la Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso**

#### **Justificación**

A nivel mundial se encuentran que los países del trópico son los de mayor biodiversidad ecosistémica; sin embargo, las poblaciones humanas han venido afectando negativamente este patrimonio natural por causa de la falta de conciencia y sentido de pertenencia, sumado al aprovechamiento de sus recursos de manera insostenible.

Los planes de manejo de humedales deben contener una estrategia de sensibilización y concientización ambiental que permita generar entre las comunidades asentadas y ubicadas sobre el área de influencia la valoración, sentido de pertenencia y un manejo adecuado con el fin de impedir una mayor intervención sobre estos ecosistemas.

La estrategia de educación ambiental debe de ser la herramienta que implique momentos de reflexión, capacitación y práctica a los diferentes actores que de una u otra manera se relacionan con la reserva Natural y que a través de su implementación les permita la participación activa, la toma de decisiones, compromiso y conciencia del papel que desempeñan como elementos activos del ecosistema al que pertenecen.

#### **Objetivo General**

Desarrollar un proceso de fortalecimiento organizativo que permita la generación de acciones de recuperación y conservación de la laguna de sonso.



### **Objetivos Específicos**

- Capacitar a las organizaciones ubicadas sobre la zona de influencia de la Laguna de Sonso.
- Brindar asesoría y acompañamiento que permita el fortalecimiento de organizaciones comunitarias que inciden directamente sobre la Laguna de Sonso.

### **Meta**

Concientizar o fortalecer las organizaciones ubicadas en la cuenca de captación de la Laguna de Sonso.

### **Acciones**

- Identificación de organizaciones comunitarias que inciden en la cuenca de captación de la Laguna de Sonso.
- Concertación con organizaciones de base comunitaria.
- Desarrollo de proceso de capacitación en cuanto a sus responsabilidades contables y fiscales.

### **Indicadores**

- Número de organizaciones base fortalecidas.
- Número de organizaciones con libros de contabilidad registrados en la Cámara de Comercio.
- Número de talleres realizados.
- Número de líderes comunitarios colaborando.
- Número de líderes comunitarios concientizados y capacitados.

**Presupuesto** \$10.000.000

**Responsables** CVC, Alcaldía Municipal de Buga, Cámara de Comercio.

**Tiempo de Ejecución** 12 meses.

### **7.3.7 Programa VII. Educación Ambiental**

#### **7.3.7.1 Guía de Campo para las Mariposas Diurnas de la Laguna de Sonso**

#### **Justificación**

Los lepidópteros diurnos son elementos vistosos, atractivos y altamente informativos de sus correspondientes comunidades. La mayoría de ellos permiten que se les observe detalladamente a corta distancia y por su colorido brillante y de fuertes contrastes, se prestan para ser identificados, una vez son descritos con precisión y comparados con material gráfico adecuado. En grado similar a las aves, hoy en día se considera a las mariposas como sujetos de estudio importantes en la enseñanza de la ecología en sus niveles más básicos.

#### **Objetivo General**

Publicar un libro que, aunque referido a la Laguna de Sonso, sea de uso general para todos los humedales del Valle Geográfico del Cauca y sus zonas de influencia.

#### **Objetivos Específicos**

- Divulgación de la riqueza de especies de mariposas diurnas de la Laguna de Sonso
- Estimulación al estudio, apreciación estética y su conservación de las mariposas.

#### **Meta**

Producir una guía para divulgación de mariposas en la Laguna de Sonso.

#### **Acciones**

- Recopilar información sobre ocurrencia de las distintas especies en el entorno de la Laguna, su hábitat, sus plantas nutricias, y sus estadíos.



- Producir un libro ilustrado con imágenes digitales que permita identificar las especies más comunes en el área y que brinde información básica sobre los ciclos de vida de las mejor conocidas.

#### **Indicadores**

- Guía de campo de las mariposas diurnas de la Laguna de Sonso

#### **Presupuesto**

\$55'000.000

#### **Responsables**

CVC, Fondo de Acción Ambiental.

#### **Tiempo de Ejecución**

12 meses.

#### **7.3.7.2 Guía de Campo de las Aves de la Reserva Natural Laguna de Sonso**

#### **Justificación**

El reconocimiento por parte de un amplio público sobre la gran variedad y el atractivo estético de las aves, ha hecho de la Laguna de Sonso un foco de atracción para observadores nacionales e internacionales. Por otra parte, los proyectos de investigación sobre la historia natural y la conservación de la avifauna local aumentarán previsiblemente en el futuro cercano, comenzando por aquellos relacionados directamente con las necesidades de manejo de la Reserva. En tercer lugar, pero de importancia similar a las anteriores justificaciones, los programas de educación ambiental vienen concentrando en la Reserva números crecientes de estudiantes de todos los niveles.

Para todos estos públicos una guía de campo ilustrada, al permitir el reconocimiento al nivel específico, constituye un insumo imprescindible para un primer paso en el

estudio de las aves. Es necesario resaltar el efecto altamente estimulante que tiene una publicación de esta naturaleza en la promoción de la observación de las aves y, de manera inmediata, de su conservación. Hasta el presente, la Guía de las Aves de la Reserva Natural Laguna de Sonso (Álvarez-López 1999)<sup>444</sup>, aunque ilustrada en blanco y negro, ha tenido una favorable acogida y ha venido supliendo las necesidades anotadas; sin embargo, requiere de mejoras y actualización.

#### **Objetivo General**

Publicar un libro de fotografías de las especies de avifauna que frecuenta la Laguna de Sonso.

#### **Objetivos Específicos**

- Divulgar la biodiversidad de aves de la Laguna de Sonso.
- Estimular y facilitar la investigación, la apreciación y la conservación de la avifauna de la Reserva.

#### **Meta**

Crear interés en la avifauna de la Laguna de Sonso demostrando su importancia como ecosistema estratégico a través de un concurso de fotografía y publicación de una guía de avifauna de la Laguna.

#### **Acciones**

- Organizar y lanzar una convocatoria de fotografía de la avifauna de la Laguna.
- Creación de comité de selección de fotografías.
- Recepción, identificación y clasificación de fotos para cada especie.
- Selección y premiación para las fotos.
- Redacción de textos descriptivos generales sobre las características hidrológicas, climáticas y ecológicas de la Laguna de

<sup>444</sup> Álvarez-López, H. (1999). Guía de las Aves de la Reserva Natural Laguna de Sonso. CVC. Subdirección de Patrimonio Ambiental. Grupo Vida Silvestre y Areas Protegidas. Cali. Colombia. 60 p.



Sonso y en general de los cuerpos de agua lénticos de naturaleza similar en el Valle Geográfico del Cauca.

- Ilustrar en color las especies que no tienen fotos.
- Creación de página web con avifauna de la Laguna de Sonso.

#### **Indicadores**

- Publicación de la guía de las Aves de la Laguna de Sonso ilustrada en color.
- Número de especies con fotos recibidas
- Recibo de premiación de fotos.
- Número de selección de ilustraciones en color de especies sin foto.

**Presupuesto** \$80'000.000

**Responsables** CVC

**Tiempo de Ejecución.** 12 meses

#### **7.3.7.3 Aves de la Reserva Natural Laguna de Sonso, un Libro para Colorear**

#### **Justificación**

El libro para colorear es un elemento de la mayor importancia para el desarrollo de la apreciación estética de la naturaleza y las habilidades artísticas de los niños.

Un libro de este tipo cuyo sujeto sean las aves de la Laguna de Sonso contribuiría de manera muy significativa a iniciar a una cada vez mayor audiencia infantil en el aprecio y la conservación de la naturaleza y en particular de las aves.

#### **Objetivo General**

Inducir en los niños a la conservación ambiental de la Laguna de Sonso.

#### **Objetivos Específicos**

- Estimular a los niños para que visiten la Laguna, observen sus aves y aprendan sobre sus hábitos y formas de vida.
- Ayudar al desarrollo de las habilidades artísticas y estimular a los niños a la observación de la naturaleza.
- Tener una primera guía de campo de las aves de la Laguna de Sonso para los niños.

#### **Meta**

Publicar un libro para colorear de las aves de la Laguna de Sonso.

#### **Acciones**

- Escoger 50 especies de aves representativas de la Laguna.
- Realizar las ilustraciones de las especies escogidas anteriormente.
- Escribir un texto corto y descriptivo de alguna o algunas características notables de las especies.
- realizar una ilustración a color de cada especie en la carátula, para que el artista-lector tenga a la vista una referencia correcta.

#### **Indicadores**

- Publicación de un libro para colorear de las aves de la Laguna de Sonso.
- Número de especies para colorear.

**Presupuesto** \$15.500.000

**Responsables** CVC

**Tiempo de Ejecución.** 12 meses



### **7.3.7.4 Programa de Educación Ambiental para la Conservación de Anfibios, Reptiles y Mamíferos en la Laguna de Sonso**

#### **Justificación**

Considerando que la comunidad es el principal fiscalizador de las acciones que puedan afectar el medio ambiente, es necesario educarlos para el manejo de los recursos naturales y la biodiversidad.

#### **Objetivo General**

Desarrollar un programa de educación ambiental orientado al estudio y conservación de anfibios, reptiles y mamíferos en la Laguna de Sonso.

#### **Objetivos Específicos**

- Capacitar a la comunidad para poder identificar las diferentes especies de anfibios y reptiles.
- Concienciar a la población del área del Humedal Reserva Laguna de Sonso y zonas de incidencia, sobre los mamíferos y la importancia de la conservación y el estudio de este grupo.
- Capacitar a los visitantes y población aledaña los atributos benéficos de los anfibios y reptiles para su conservación.

#### **Meta**

Al final del programa, los asistentes deben conocer y comprender la importancia de la biodiversidad, el papel de los anfibios, reptiles y mamíferos en el ecosistema, y de métodos básicos para el estudio de estos.

#### **Acciones**

- Efectuar charlas y talleres sobre los mamíferos de la Laguna, de su importancia ecológica, de alternativas para su conservación y normatividad que respalda la conservación de la diversidad biológica (con énfasis en mamíferos).

- Estas actividades serán dictadas en cuatro localidades; dos talleres y cinco charlas, para un total de ocho talleres y veinte charlas.

#### **Indicadores**

- Número de localidades en que se realizan las actividades de talleres y charlas.
- Número de actividades efectuadas.
- Número de personas asistentes a las actividades.
- Número de folletos y afiches realizados

**Presupuesto** \$20.000.000

**Responsables** CVC

**Tiempo de Ejecución** 6 meses

### **7.3.7.5 Creación del Centro de Interpretación de Ecosistemas Acuáticos del Complejo Alto Cauca.**

#### **Justificación**

Los centros de interpretación de ecosistemas acuáticos son un tipo de infraestructura de apoyo para los procesos de aprendizaje y formación, enfocándose en ofrecer un conocimiento para que las personas residentes como visitantes comprendan de una manera básica el entorno y los problemas actuales que los afectan.

El centro de interpretación además de apoyar los procesos educativos, serviría como un elemento o atractivo que respaldaría el potencial ecoturístico de la zona y respaldaría los programas de investigación que se realizarían dentro de la Estación Biológica Buitre de Ciénaga.

#### **Objetivo General**

Crear el centro de interpretación de ecosistemas acuáticos del complejo alto Cauca.





### **Objetivos Específicos**

- Fomentar y favorecer las investigaciones que completen la descripción y evaluación de los recursos hidrobiológicos de la Reserva.
- Concientizar y educar a la comunidad local como visitante acerca de las dinámicas, especies y ecosistemas que se encuentran en el Valle geográfico del río Cauca.
- Convertir el centro de interpretación de ecosistemas acuáticos, en un atractivo de apoyo para las actividades de ecoturismo y educación ambiental que se van a realizar en la zona.
- Resaltar la gran diversidad de especies, y la importancia que estas tienen a nivel cultural, económico y científico.

### **Meta**

Crear el centro de Interpretación de los ecosistemas acuáticos con fines de investigación y principalmente educación ambiental fortaleciendo así el potencial ecoturístico.

### **Acciones**

- Elaboración de listado de posibles especies para la exposición y mantenimiento, de acuerdo a los requerimientos y manejo.
- Creación de hábitat para grupos de especies afines.
- Montajes de acuarios y terrarios.
- Diseño y elaboración de material educativo de soporte y apoyo.
- Captura de especies.
- Seguimiento a las especies con el fin de observar adaptación al cautiverio.
- Capacitación de personal de planta para alimentación de los acuarios.
- Elaboración de protocolo de manejo para las especies.

### **Indicadores**

- Número de acuarios y terrarios construidos.
- Número de especies disponibles para exposición.
- Cantidad de material de apoyo diseñado

**Presupuesto** \$20.500.000

**Responsables** CVC

**Tiempo de Ejecución** 6 meses

### **7.3.7.6 Plegables Informativos sobre los Valores, Servicios y Atributos de la Laguna de Sonso.**

### **Justificación**

Se fundamenta en la acción de hacer práctica y pública la información obtenida en los diferentes estudios que se han realizado en la Laguna de Sonso, (incluyendo los resultados de los diagnósticos bióticos del Plan de manejo), sobre los valores y atributos que tiene la Laguna.

Reconocer e interpretar correctamente un ecosistema y sus componentes se considera como el punto de inicio en lo referente al uso racional y conservación de estos. Cuando realmente se reconocen ciertas peculiaridades sobre un ecosistema, es mayor la probabilidad que la comunidad en general se apropie de estos recursos, comprometiéndose con su preservación.

A partir de este tipo de iniciativas, se puede incentivar a que las personas que visiten el humedal, comprendan algunas dinámicas y reconozcan elementos que se encuentran dentro de la reserva, que a veces no son visibles, pero que cumplen funciones importantes dentro del ecosistema. Además es útil para los procesos de educación y



sensibilización que se vienen realizando con universidades, colegios, visitantes, así como con la comunidad local.

### **Objetivo General**

Realizar una serie de plegables, que destaquen los principales valores y atributos (Peces, aves, herpetos, mamíferos, plantas, macroinvertebrados acuáticos e insectos) que tiene la Laguna de Sonso.

### **Objetivos Específicos**

- Recopilar la información secundaria que sea necesaria, acerca de los principales grupos taxonómicos de la Laguna de Sonso.
- Conceptuar la edición del material que será publicado.
- Incluir la serie de cartillas en los procesos educativos que se realizan en la Laguna de Sonso.
- Publicar la serie de plegables informativos.

### **Meta**

Divulgación de información diagnóstica del Plan de Manejo Ambiental Laguna de Sonso

### **Acciones**

- Recolectar la información publicada sobre los principales grupos presentes en la Laguna
- Identificar y seleccionar la totalidad de información para cada grupo.
- Diseñar y hacer práctica la información que conformará los plegables
- Elaborar las propuestas del producto basándose en criterios educativos y divulgativos.
- Publicar las series de cartillas.
- Realizar jornadas de entrega de material, que se articulen a los programas de educación ambiental de las diferentes entidades que visitan la Laguna, o eventos ambientales de carácter regional.

### **Indicadores**

- Número de plegables publicados.
- Número de plegables entregados en eventos educativos.

**Presupuesto** \$7.000.000

**Responsables** CVC

**Tiempo de Ejecución** 3 meses

### **7.3.7.7 Estrategia de Comunicación y Divulgación de la Reserva Natural Laguna de Sonso.**

### **Justificación**

La comunidad aledaña y el público en general desconoce en buena medida la oferta ambiental y de servicios que brinda este humedal como ecosistema importante para la avifauna, atractivos paisajísticos para los visitantes y seguridad alimentaria como el caso de la pesca para algunas familias. Por lo anterior se hace necesario desarrollar una estrategia de comunicación y divulgación de esta oferta, con el ánimo de promover su conocimiento, protección y conservación.

### **Objetivo General**

Dar a conocer la importancia que tiene como humedal la Reserva Natural y su zona de influencia a la comunidad aledaña y al público en general a través de diferentes medios.

### **Objetivos Específicos**

- Contribuir al conocimiento de la oferta de bienes y servicios que posee la Reserva.
- Elaborar material divulgativo sobre la oferta de bienes y servicios.

### **Meta**

Divulgación de la importancia de la Reserva Natural Laguna de Sonso.



### **Acciones**

- Socialización del proyecto ante diferentes instituciones y organizaciones.
- Análisis del entorno.
- Identificación de audiencias y servicios.
- Promocionar a través de diversos medios de comunicación (radio, prensa, televisión, página WEB, etc.), la importancia, y la oferta de bienes y servicios que ofrece la Reserva, de acuerdo a cada una de las audiencias identificadas.
- Elaborar material escrito y audiovisual.
- Creación de un enlace para la Reserva Natural Laguna de Sonso en la página de Internet de la CVC.

### **Indicadores**

- Número de personas asistentes.
- Lista de asistencia.
- Número de visitas a la página web.
- Número de visitas a otros medios masivos para promocionar.
- Número de comunicados de prensa y boletines emitidos.
- Registro fotográfico de las actividades planteadas para la divulgación
- Número de DVDs.
- Número de plegables en inglés y español elaborados
- Documento de la estrategia.

**Presupuesto** \$13.500.000

### **Responsables**

CVC, Cámara de Comercio de Buga, Alcaldía Municipal de Buga, Ingenios

**Tiempo de Ejecución** 6 meses

### **7.3.7.8 Programa de Educación e Interpretación Ambiental para la Reserva Natural Laguna de Sonso.**

#### **Justificación**

La población aledaña y el público en general desconocen la importancia que posee la Reserva Natural, como ecosistema valioso, su biodiversidad y el entorno cultural que la rodea para la región, el departamento y la nación. Lo anterior se puede subsanar generando procesos educativos y de interpretación ambiental a todo nivel, involucrando y capacitando grupos comunitarios para que promuevan dichos procesos.

#### **Objetivo General**

Generar sensibilización, cambios de actitud y sentido de pertenencia en el público visitante, comunidad y funcionarios sobre la importancia de la Reserva Natural.

#### **Objetivos Específicos**

- Realizar charlas de educación ambiental basados en el Plan de Manejo Ambiental Integral Laguna de Sonso.
- Capacitar en técnicas y herramientas para la interpretación ambiental.

#### **Meta**

Implementar un programa de educación e interpretación ambiental con el fin de que las comunidades se apersonen de los problemas que están en su alcance solucionar.

#### **Acciones**

- Socialización del proyecto ante diferentes instituciones y organizaciones.
- Análisis de las audiencias.
- 1 reunión para definir las temáticas.
- Construcción de estrategias pedagógicas, didácticas y audiovisuales.
- Realización de 100 charlas de educación e interpretación ambiental dirigidas a 5000



visitantes.

- Realización de 2 talleres sobre bienes y servicios ambientales dirigidos a 80 familias de Puerto Bertin y El Porvenir
- Realización de 3 talleres sobre el uso y aprovechamiento sostenible de los recursos hidrobiológicos dirigidos a 1000 familias.
- Realización de 1 taller sobre normatividad sobre recursos hidrobiológicos y sus reglamentaciones.
- Consolidación de la información.
- Construcción de 2 documentos de educación e interpretación ambiental, siendo uno educativo y el otro de interpretación ambiental.

#### **Indicadores**

- Número de personas asistentes.
- Número de familias capacitadas.
- Número de reuniones realizadas.
- Registro fotográfico de las actividades planteadas en el proyecto.
- Número de talleres dictados.
- Número de documentos elaborados.
- Número de charlas dictadas.
- Número de guías y funcionarios capacitados.

**Presupuesto** \$40.000.000

**Responsables** CVC, Cámara de Comercio de Buga, Alcaldía Municipal de Buga, Fondo para la Acción Ambiental, Ecofondo, Ingenios, Propietarios donantes.

**Tiempo de Ejecución** 24 meses

#### **7.3.7.9 Mejoramiento de la Infraestructura del Centro de Educación Ambiental Buitre de Ciénaga**

##### **Justificación**

El Centro de Educación Ambiental y de Investigación Buitre de Ciénaga hasta hace cuatro años cuando fue adquirido por la CVC funcionaba como Hacienda Ganadera.

Para poder lograr los objetivos de ofrecer educación ambiental a la comunidad en general y ofrecer una infraestructura mínima para investigación y administración del Centro, requiere de mejorar su infraestructura actual.

En el último estudio de capacidad de carga se encontró que la posibilidad de atención pública era de 63 visitantes/día con un óptimo de 15 visitantes/por recorrido, y se encontró una serie de limitaciones para atención del público como:

- Falta de señalización.
- Parqueadero deficiente.
- Falta de saneamiento básico.
- Presencia de construcciones poco apropiadas.
- Limitaciones de atención de más visitantes por falta de senderos.
- Deficiente amoblamiento en la unidad administrativa.
- Falta de casa para vigilancia.
- Falta de definición de futuro Eco-Restaurante

##### **Objetivo General**

Adecuar la infraestructura del Centro de Educación Ambiental e Investigación Buitre de Ciénaga para atención de visitantes e investigadores.



### **Objetivos Específicos**

- Optimizar la infraestructura de saneamiento básico.
- Adecuar y optimizar la infraestructura del área administrativa.
- Adecuar y optimizar la infraestructura para la atención de visitantes.

### **Meta**

Mejorar la infraestructura del Centro de Educación Ambiental Buitre de Ciénaga.

### **Acciones**

- Diseñar y construir un sistema de tratamiento de aguas residuales teniendo en cuenta las inundaciones una capacidad de atender 10 personas de residencia, 90 visitantes diarios y 500 visitantes eventuales.
- Adecuación y amoblamiento de cocina, oficina, bodega/laboratorio y dormitorios.
- Diseño y construcción de una casa para el vigilante de acuerdo al estilo arquitectónico de la casa administrativa.
- Construir una nueva estructura para alojar los botes y demoler la actual ramada que causa polución visual.
- Diseñar y construir un parqueadero para 30 carros y 10 buses.
- Mejorar la estructura de la Torre de Observación Nueva.
- Erradicar especies invasoras y realizar ornamentación con especies nativas en el área administrativa
- Desmantelar la casa prefabricada con el fin de mejorar la estética natural del paisaje, ya que su función de albergue no se cumple.
- Estudio de capacidad de carga para más senderos.
- Señalización de los senderos.

### **Indicadores**

- Registro fotográfico.
- Número de construcciones adecuadas y mejoradas.

- Número de metros cuadrados construidos.
- Número de baños instalados.
- Número de especies florísticas sembradas.
- Número de especies de flora no nativas erradicadas.
- Infraestructura de aguas residuales construida.
- Número de señalizaciones implementadas.

**Presupuesto** \$150.000.000

**Responsables** CVC, Cámara de Comercio de Buga, Alcaldía Municipal de Buga, Fondo para la Acción Ambiental, Ecofondo, Ingenios, propietarios donantes.

**Tiempo de Ejecución** 12 meses

### **7.3.8 Programa VIII. Seguimiento y Control**

#### **7.3.8.1 Monitoreo de la Avifauna del Área de Amortiguación de la Reserva Natural Laguna de Sonso.**

#### **Justificación**

La Laguna de Sonso está situada en el centro geográfico del Valle del Cauca, donde el área colindante está dedicada a actividades agropecuarias, dominada por la producción de caña de azúcar y la ganadería semi-intensivas.

La existencia de unos pocos relictos de Bosque Seco Tropical Inundable y franjas protectoras sobre los ríos y quebradas contribuyen a la gran diversidad de avifauna, con especies adaptadas a las condiciones climáticas e hidrológicas. Las adaptaciones a estas condiciones fisiográficas deben ser monitoreada como indicadores de cambios en el ecosistema humedal Laguna de Sonso.



### **Objetivo General**

Actualizar el inventario de la avifauna de zonas inundables la Laguna de Sonso y relacionar la composición de la comunidad aviaria con las posibles formas de uso del suelo en la Reserva.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar los efectos de distintos regímenes de manejo y hábitat sobre la riqueza de especies de aves.

### **Meta**

Actualización del inventario de aves en la Laguna de Sonso como bioindicadores del ecosistema y su relación con el uso del suelo.

### **Acciones**

- Censos de las aves terrestres en cada una de tres áreas contrastantes en cuanto a régimen de manejo: 1) regeneración natural (pastoreo excluido), 2) pastoreo y 3) agricultura intensiva.
- Caracterizar la estructura de la vegetación en cada una de las áreas. Cada área deberá ser censada tres veces por año (abril-mayo, agosto-septiembre y diciembre-enero) durante cuatro días consecutivos.
- Los censos consistirán en observaciones visuales y auditivas a lo largo de por lo menos 500 m de ruta de ancho variable y capturas mediante 10 redes de niebla en cada una de las áreas.
- Las rutas y sitios de las redes se georeferenciarán en un mapa y se mantendrán constante a lo largo de varios ciclos anuales.
- Registro de especie, estatus de residente o migratoria, indicadores de reproducción, tipo de vegetación, número de individuos vistos de cada especie en la jornada de censo y frecuencias relativas en los distintos tipos de vegetación.
- Los ejemplares que no puedan ser plenamente identificados en el momento

de su captura deberán ser colectados y preparados como especímenes de estudio para su posterior confrontación e identificación por expertos en colecciones ornitológicas regionales o nacionales.

### **Indicadores**

- Número de jornadas de campo.
- Número de días de duración por campaña de campo.
- Número de redes instaladas por campaña de campo.
- Número de especies registradas (observaciones y capturas).
- Registros de las características de los individuos observados.

**Presupuesto** \$30.000.000

**Responsables** CVC, Universidad del Valle, ONG's.

**Tiempo de Ejecución Anual.**

### **7.3.8.2 Monitoreo de la Avifauna Acuática en la Reserva Natural Laguna de Sonso.**

#### **Justificación**

La avifauna acuática constituye uno de los valores de más amplio reconocimiento nacional e internacional de la Laguna de Sonso, siendo sido citado repetidamente como uno de los últimos relictos de su clase en el sur-occidente colombiano y ha sido objeto de algunos estudios orientados a la conservación y manejo de su avifauna acuática.

Las aves acuáticas migratorias neárticas acentúan las variaciones estacionales de la Laguna, le añaden atractivo estético y le confieren importancia internacional. Por otra parte, es plausible predecir que las aves acuáticas conforman la porción más



vulnerable de su comunidad a alteraciones del medio tales como las interferencias con los regímenes naturales de flujo en la Laguna, la sedimentación acelerada, la contaminación con desechos de origen industrial y agroquímicos, y la invasión por plantas introducidas como el Buchón de Agua (*Eichornia crassipes*).

Es primordial establecer las relaciones ecológicas de las aves acuáticas, en lo que se refiere a su dinámica habitacional y a los efectos de las distintas alternativas de manejo y uso del suelo.

### **Objetivo General**

Realizar y actualizar el inventario de la avifauna acuática en la Laguna de Sonso y relacionar la composición de esta comunidad aviaria con los diferentes hábitat's acuáticos y con las posibles formas de uso del suelo en la Reserva.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar los efectos de distintos hábitat y regímenes de manejo del humedal y su entorno inmediato sobre la riqueza de especies de aves acuáticas.
- Determinar las preferencias habitacionales y la dinámica estacional de las aves acuáticas migratorias y residentes en cuatro sitios de la Laguna: La Península en Bello Horizonte (occidente), Rancho Grande (norte), San Isidro (oriente) y La María/Villalobín (sur).

### **Meta**

Monitorear las poblaciones de aves acuáticas de la Laguna de Sonso.

### **Acciones**

- En el humedal abierto, tres veces por año (febrero-marzo, junio-julio, octubre-noviembre) se efectuarán recorridos a lo largo de las áreas pantanosas, por la orilla de la Laguna, durante cuatro días

consecutivos, alternando entre 0600 y 1200 y entre 1200 y 1800.

- A lo largo de la ruta se distribuirán 10 redes de niebla a intervalos regulares, y se mantendrán abiertas entre 0600 y 1800 durante los mismos períodos de censos.
- Georeferencias de las rutas y sitios de redes.
- Se realizaran registros de especie, estatus (residente o migratoria), indicadores de reproducción, tipo de sustrato, número de individuos de cada especie vistos o capturados en la jornada y frecuencias relativas en los distintos tipos de sustrato
- De cada ave capturada se tomarán fotografías digitales y se anotarán identidad, medidas convencionales, peso, estado de muda y estado reproductivo.
- Los ejemplares que no puedan ser plenamente identificados en el momento de su captura deberán ser colectados y preparados como especímenes de estudio para su posterior confrontación e identificación por expertos en colecciones ornitológicas regionales o nacionales.

### **Indicadores**

- Número de jornadas de campo
- Número de días de duración por campaña de campo.
- Número de redes instaladas por campaña de campo.
- Número de especies registradas (observaciones y capturas).
- Registros de las características de los individuos observados.
- Fotografías de los individuos.

**Presupuesto** \$30.000.000

**Responsables** CVC, Universidad del Valle, ONG's.

**Tiempo de Ejecución.** Anual



### **7.3.8.3 Monitoreo de Aves Acuáticas Coloniales en la Reserva Natural Laguna de Sonso.**

#### **Justificación**

Muchas aves acuáticas como cormoranes, garzas, ibis, iguazas y gavilanes se reproducen formando grandes concentraciones o colonias que pueden ser monoespecíficas o multiespecíficas. Tales concentraciones no son sólo espaciales; sino suele haber un alto grado de sincronización dentro de cada especie y entre diferentes especies, de manera que es normal que la colonia esté activa, sólo durante una determinada época del año.

Esta coincidencia espacio-temporal de varias especies en grandes números puede conferirles un alto grado de vulnerabilidad ante varias interferencias antrópicas como la destrucción de la vegetación que ocupa la colonia, ahuyentamiento intencional, etc.

Por lo que el éxito reproductivo y, por ende, la permanencia de varias especies en la Reserva, dependen de que las colonias puedan ser efectivamente protegidas dentro del esquema de manejo, para lo cual es indispensable que sean localizadas, descritas y evaluadas en sus dimensiones y composición. El monitoreo de las colonias puede, junto con los censos visuales, dar importante información complementaria acerca del desarrollo y el estado de las poblaciones.

#### **Objetivo General**

Realizar un inventario biológico de las aves acuáticas que forman colonia en el humedal Laguna de Sonso.

#### **Objetivos Específicos**

- Identificar y localizar las especies de aves acuáticas que forman colonias.
- Determinar la estacionalidad de la actividad reproductiva,

- Describir las fluctuaciones poblacionales, y establecer los posibles impactos de la actividad humana sobre las colonias de aves acuáticas en las inmediaciones de la Laguna.

#### **Meta**

Identificar y monitorear las aves acuáticas que forman colonias en la Laguna de Sonso

#### **Acciones**

- Por medio de recorridos alrededor del perímetro de la Laguna en todos los sectores de la Reserva y con apoyo de información brindada por lugareños, se localizarán en un mapa todas las colonias encontradas.
- Los recorridos deberán efectuarse por lo menos dos veces por mes, con cinco grupos. En donde a cada grupo le corresponderá un sector de la Laguna.
- Tan pronto se localice una colonia se someterá a observación desde sitios camuflados con el fin de no ocasionar perturbaciones.
- Se llevarán registros de composición específica, número de nidos por especie, extensión temporal de la presencia de cada especie, y el éxito reproductivo.
- Se determinará el área y el perímetro de la colonia y se observarán las actividades humanas en sus inmediaciones con el fin de anticipar su impacto y poner en efecto las medidas necesarias para neutralizarlo.

#### **Indicadores**

- Número de campañas de campo.
- Número de aves acuáticas que forman colonias.
- Registro de ecología por especie.
- Efecto de la actividad antrópica en el área y perímetro de la colonia por especie.

**Presupuesto \$30.000.000**





**Responsables** CVC, Universidad del Valle

**Tiempo de Ejecución.** Anual.

#### 7.4 RESUMEN DEL PLAN DE ACCION

En la Tabla 55 se presenta un resumen de los programas y proyectos, con sus respectivos costos y prioridades, con el fin de alcanzar los

objetivos de uso racional y conservación de la Laguna de Sonso.

El programa de Seguimiento y Control, incluye proyectos que debe realizarse en el tiempo y el costo estipulado corresponde al costo del valor neto presente, y es de suprema importancia realizar estos proyectos para poder determinar si las medidas implementadas han sido eficaces.

**Tabla 55. Resumen del Plan de Acción**

<i>Programa</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Duración (meses)</i>	<i>Costos (\$)</i>	<i>Prioridad</i>
Ordenamiento, Manejo y Uso Sostenible de los Recursos Hídricos	1. Restablecimiento de la Dinámica Hídrica a Través de la Recuperación de los Caños.	18	6.000'000.000	1
	2. Evaluación de la Dinámica de las Aguas Subterráneas en relación con el ecosistema Laguna de Sonso.	24	77.000.000	1
Conservación y de Recuperación Biodiversidad	1. Implementación de una Estación Biológica.	6	10'000.000	1
	2. Restauración de Flora del Bosque Seco Tropical Inundable.	--	12.600.000/anual	1
	3. Efectos de la Vía Buga-Buenaventura en los Vertebrados Terrestres de la Reserva Natural Laguna de Sonso.	10	25.000.000	
	4. Estatus de Conservación y Tendencias Poblacionales del Buitre de Ciénaga ( <i>Anhimia cornuta</i> ) y en la Reserva Natural Laguna de Sonso.	5 AÑOS	35.000.000/anual	1
	5. Micromamíferos de Interés para la Conservación en La Laguna de Sonso.	12	55.360.000	2
	6. Reintroducción de Guatín ( <i>Dasyprocta punctata</i> ) en la Laguna de Sonso.	12	35.000.000	1
	7. Refugios Artificiales para Murciélagos	12	45.000.000	1
	8. Zootocria de Chigüiro ( <i>Hydrochaeris hydrochaeris</i> ).	5 AÑOS	35.000.000/anual	1



**Tabla 55. Resumen del Plan de Acción (Continuación)**

<i>Programa</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Duración (meses)</i>	<i>Costos (\$)</i>	<i>Prioridad</i>
Investigación	1. Evaluación de los Corredores Biológicos.	12	150.000.00	1
	2. Historia Natural y Evaluación del Impacto de los Renacuajos y Juveniles de la Rana Toro ( <i>Lithobates catesbeiana</i> ) en la Reserva Natural Laguna de Sonso.	8	20.000.000	3
	3. Filogeografía de chigüiros ( <i>Hydrochaeris hydrochaeris</i> ).	12	195.000.000	2
	4. Presencia de Predadores en la Laguna de Sonso.	12	59.500.000	2
	5. Valoración de Especies de Micos Introducidos en la Laguna de Sonso.	6	21.300.000	3
	6. Estructura y Composición de Comunidades de Mamíferos en el Humedal Reserva Laguna de Sonso.	12	33.700.000	2
	7. Evaluación del Estado de Salud de Poblaciones de Mamíferos Medianos en el Humedal Reserva Laguna de Sonso.	18	100.000.000	2
	8. Densidad de Roedores Plaga en el Humedal Reserva Laguna de Sonso.	6	21.300.000	1
	9. Murciélagos Frugívoros como Modeladores del Paisaje en el Humedal Reserva Laguna de Sonso.	12	40.000.000	1
	10. El Papel de los Murciélagos Insectívoros como Controladores de Insectos Potenciales Plagas y Vectores de Enfermedades en la Laguna de Sonso.	12	25.000.000	2
	11. Evaluación del Estado Poblacional de la Boquiancha ( <i>Genycharax tarpon</i> ) en la Laguna de Sonso.	8	18.230.000	1
	12. Seguimiento de la Dinámica de Poblaciones de Bocachico ( <i>Prochilodus magdalenae</i> ).	24	46.000.000	1
	13 Impacto de las Especies Introducidas y Trasplantadas, sobre las Especies Ícticas Nativas en la Laguna de Sonso.	12	20.000.000	1
Saneamiento Básico	1. Manejo de Residuos Sólidos	12	17.500.000	1
	2. Manejo de Aguas Residuales en los corregimientos El Vínculo, Quebrada seca y Zanjón Hondo.	24??	500.000.000/planta	1
Producción Sostenible	1. Producción Limpia del Cultivo de Caña.	--	50.000.000/ anual	1
	2. Evaluación de Zoocriaderos de Iguana (Iguana iguana) en el Área de influencia de la Laguna de Sonso.	24	40.000.000	1



**Tabla 55. Resumen del Plan de Acción (Continuación)**

<i>Programa</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Duración (meses)</i>	<i>Costos (\$)</i>	<i>Prioridad</i>
Fortalecimiento Organizaciones Base	1. Proceso de Fortalecimiento Organizativo y Capacitación a las Organizaciones ubicadas en la Cuenca de Captación de la Laguna de Sonso.	12	10.000.000	1
Educación Ambiental	1. Guía de Campo para las Mariposas Diurnas de la Laguna de Sonso.	12	55.000.000	1
	2. Guía de Campo de las Aves de la Reserva Natural Laguna de Sonso.	12	80.000.000	1
	3. Aves de la Reserva Natural Laguna de Sonso, un Libro para Colorear.	12	15.500.000	1
	4. Programa de Educación Ambiental para la Conservación de Anfibio, Reptiles y Mamíferos en la Laguna de Sonso.	6	20.000.000	1
	5. Creación del Centro de Interpretación de Ecosistemas Acuáticos del Complejo Alto Cauca.	6	20.500.000	1
	6. Plegables Informativos sobre los Valores, Servicios y Atributos de la Laguna de Sonso.	3	7.000.000	2
	7. Estrategia de Comunicación y Divulgación de la Reserva Natural Laguna de Sonso.	6	13.500.000	1
	8. Programa de Educación e Interpretación Ambiental para la Reserva Natural Laguna de Sonso.	24	40.000.000	2
	9. Mejoramiento de la Infraestructura del Centro de Educación Ambiental Buitre de Ciénaga	12	150.000.000	1
Seguimiento y Control	1. Monitoreo de la Avifauna del Área de Amortiguación de la Reserva Natural Laguna de Sonso.	--	30.000.000	1
	2. Monitoreo de la Avifauna Acuática en la Reserva Natural Laguna de Sonso.	---	30.000.000	1

Es de resaltar que los monitoreos de calidad del agua se deben seguirse realizando.



## **8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **8.1 CONCLUSIONES**

#### **8.1.1 Hidrología e Hidráulica**

El taponamiento del caño Carlina y los otros caños en el año de 1966 por la construcción de la carretera Buga-Buenaventura, y la construcción de diques alrededor de la Laguna, cortó el flujo hidráulico natural de la Laguna, ocasionando una acumulación de nutrientes, sedimentos y buchón al interior de la misma.

Sólo el 15% del tiempo, el río Cauca supera los niveles de la Laguna, mientras que el 50 y el 97% de las veces se exceden el nivel de 936.5 m en Caño Nuevo y la Laguna de Sonso respectivamente. Este nivel de 936.5 corresponde a la cota establecida para delimitar el área lagunar de la Laguna de Sonso por el Acuerdo No. 16 de 1979 de la CVC.

La Laguna de Sonso ha tenido significativas transformaciones, principalmente, por la modificación hidráulica para la adecuación de tierras a uso agrícola y ganadero, poniendo en peligro el hábitat para diferentes especies de fauna y flora, y en particular mención, las aves acuáticas que son muy susceptibles al ecotono agua-pantano para su alimentación.

En la cuenca de captación de la Laguna de Sonso existe un déficit de oferta hídrica para agricultura requiriendo una red de canales par transportar agua de otras cuencas como la de los ríos Guadalajara y Sonso con derivaciones de 954 y 611 l/s respectivamente, además de contar con 24 pozos profundos localizados dentro de la cuenca de captación con un aforo de 1929 l/s.

Se debe realizar una actualización en la resolución de derivaciones de agua en los ríos Guadalajara y Buga, debido a los déficit encontrados en estos dos ríos, puesto que se asigna más cantidad de agua que la que se deriva, causando malestar entre los usuarios que tiene que pagar por aguas que no utilizan.

La CVC está en mora de adaptar el sistema nacional de georeferenciación del IGAC, para la determinación de niveles sobre el nivel del mar, prestando ha confusiones debido a la existencia de BM's en el sistema CVC e IGAC.

#### **8.1.2 Calidad del Agua**

La expansión de la población en la cuenca de captación de la Laguna de Sonso incide directa e indirectamente en la calidad del agua, lo que ocasiona la contaminación de la Laguna de Sonso por el vertimiento de aguas residuales domésticas y la afectación de todo el ecosistema el cual posee un invaluable valor ecológico.



Las actividades agropecuarias dentro de la cuenca de captación, identificadas como producción de caña de azúcar, ganadería extensiva e intensiva, granjas avícolas, porcinas y bovinas, arrojan sus afluentes a las corrientes que eventualmente llegan a la Laguna. Y junto con los asentamientos humanos ha afectado la calidad del agua, con la consecuente estado de hipereutrofización de hace ya algunos años.

Durante los últimos veinte años, la Laguna de Sonso ha acumulado aproximadamente 2.000.000 m<sup>3</sup> de sedimento, y ha perdido 55 ha de superficie de espejo de agua, referente a la cota 936.5. Esto refleja una pérdida en volumen de aguas de inundación que se puede almacenar y un aumento en el área pantanosa de la Laguna.

En el sector Norte de la Laguna, se observa el avanzado estado de sedimentación y la invasión de plantas helófitas enraizadas como pasto alemán y zarza, debido al transporte de sedimentos perdiendo su carácter lagunar para transformarse en pantano.

Uno de los principales tensionantes es la presencia de metales pesados, debido al peligro de su acumulación ascendente en las cadenas tróficas, lo que representa una amenaza seria a la salud de las personas y la supervivencia de las aves acuáticas. La dificultad de la remoción de estos contaminantes obliga a priorizar la prevención por todos los medios posibles.

Es preocupante el desarrollo de estudios de metales pesados que están llevando a cabo otras entidades sin la debida coordinación con Secretaría de Salud Pública Departamental y la CVC, por tratarse de un potencial problema de salud pública.

No existen sistemas de tratamiento de aguas residuales tanto para las comunidades asentadas en la cuenca de captación como de las actividades pecuarias que actualmente no poseen sistema alguno. En las actividades pecuarias se debe tener en cuenta las porcícolas pequeñas o que tengan menos de 30 individuos, puesto que son bastantes y que sus aguas llegan a la Laguna de Sonso.

Los 45 predios con producción de caña de azúcar en un área de 4947 Ha no tienen sistemas de monitoreo para dar cumplimiento de producción limpia pactado por Asocaña. Esto brindará la oportunidad de ofrecer asistencia técnica para el uso racional del agua de riego y de fertilización principalmente.

El Centro de Educación Ambiental Buitre de Ciénaga posee actualmente un pozo séptico para el tratamiento de las aguas residuales, que en la condición estacional de invierno queda bajo agua por la inundación y en verano queda inoperante por la cantidad de lodo que tiene después de que el agua ha bajado. Este es un punto crítico que se constituye en un problema de salud pública si lo que se quiere es potencializar este ecosistema con ecoturismo.

### **8.1.3 Biodiversidad**

En la Laguna de Sonso se encontraron 165 especies de aves, de las cuales 55 son aves acuáticas, 24 anfibios y reptiles, 50 mamíferos, 31 especies de peces y 232 de flora acuática y terrestre. Las especies focales, indicadoras de la biodiversidad en este ecosistema es uno de los argumentos para determinar que esta zona sea considerada un refugio importante para la vida silvestre, este grupo se encuentran



las especies endémicas, las migratorias y las especies amenazadas o en peligro de extinción. Se ha podido observar 138 especies con algún grado de amenaza representadas en 78 aves, 2 anfibios, 5 reptiles, 35 mamíferos y 18 especies de flora.

La Reserva Natural ha sido identificada como un ecosistema estratégico, como el último relicto lagunar en el complejo de humedales de la cuenca del Alto Río Cauca, con reconocimiento regional en términos de Patrimonio Vallecaucano, e internacionalmente como sitio AICA por BirdLife Internacional.

La Laguna de Sonso es refugio de aproximadamente 15000 aves, entre las cuales hay 25 especies de aves acuáticas migratorias y 9 de ellas presentan algún grado de amenaza.

Se puede afirmar que la Zona de Reserva Natural Laguna de Sonso fue declarada con la legislación vigente del año de 1978 basado en el Código de los Recursos Naturales y que esta categoría sigue vigente al suscribirse Colombia al Convenio Internacional Ramsar en el año de 1997.

El manejo de los recursos ícticos requiere la toma de decisiones bilaterales entre INCODER y la CVC para garantizar un manejo racional del recurso íctico y lograr así un mayor beneficio a la comunidad que se beneficia de la pesca, incluyendo aquí tanto a los pescadores deportivos como a los artesanales.

Se observó la falta de control sobre el aprovechamiento del recurso íctico, así como la falta de coordinación con el INCODER en temas como liberación de alevinos de Tilapia, que aun cuando se realiza con la metodología de reversión sexual utilizando la hormona 17 alfa metil testosterona, va en contra de la política nacional que prohíbe la liberación de estos individuos en ecosistema naturales de acuerdo con la Resolución 0531 del Ministerio de Agricultura., y va además en contra de la reglamentación de la Laguna según el Acuerdo 16 de 1979 de la CVC, donde prohíbe la introducción de especies florísticas y faunísticas extrañas en la zona de Reserva.

La introducción o liberación de especies de flora y fauna sin el respectivo estudio de comportamiento e impacto biológico, ha propiciado la propagación de especies depredadoras e invasoras para la biodiversidad nativa de la Laguna, ocasionando la disminución del patrimonio natural regional y la pérdida de especies valiosas para el departamento.

La introducción de especies exóticas ha causado una pérdida de diversidad biológica y de valores culturales. Es así como la introducción de tilapia en la Laguna ha contribuido a la pérdida del bocachico y la faena cultural del pescador artesanal con la dinámica de migración anual del bocachico.

En los predios La Isabela y Villalobón que son propiedad de la CVC se ha hecho aislamiento con cercos para restringir la entrada de ganado y caballos en el ecotono pantanoso favoreciendo el crecimiento de herbáceas y zarza, formando matorrales y permitiendo la aceleración de sucesión del humedal, con la consecuente pérdida del hábitat pantanoso para las aves migratorias, nueve de las cuales tienen grado de amenaza de extinción.



#### **8.1.4 Capacidad de Carga**

Los resultados del estudio de capacidad de carga indican 63 visitantes/día, sin embargo dadas las características de tener un sendero plano y con un ancho que varía, por facilidad de manejo para el guía y la satisfacción de los visitantes, se debe trabajar con grupos de máximo 15 personas.

La capacidad de atención y manejo de visitantes fue de 2.9, equivalente al 71.25 % del porcentaje óptimo, dando como resultado que el ámbito administrativo es medianamente satisfactorio, teniendo en cuenta que su infraestructura necesita ser optimizada.

La entrada de animales domésticos como perros y gatos afecta la calidad de los visitantes y la conservación de la Reserva, generando impactos muy negativos como la acumulación de deposiciones e impactos en la avifauna.

En invierno se dificulta realizar actividades de interpretación ambiental y senderismo pues muchas áreas de la Reserva son inundadas, por lo que el acceso de visitantes debe ser restringido.

El mantenimiento del área de atención al visitante, debe darle importancia a los espacios existentes abriendo la panorámica sobre los espacios exteriores hacia la Laguna. Para lo cual se debe anticipar de 4 a 5 limpiezas por año hasta que la sombra de los árboles controle la maleza del soto bosque en un área de 15 a 20 ha.

El mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura destinada para la atención de visitantes debe ser más constante (cada mes como mínimo); y mejorar la señalización que es casi inexistente y la que hay esta muy deteriorada.

Los ecoguías y funcionarios requieren mayor capacitación en aspectos de interpretación ambiental y legislación ambiental. Así mismo se requiere una capacitación en planes de negocios y en atención, manejo y prevención de desastres.

#### **8.1.5 Socioeconómico**

Los impactos de la urbanización en la cuenca de captación Laguna de Sonso se pueden resumir en: vertimientos de aguas residuales domésticos y agropecuarios sin previo o adecuado tratamiento, disposición inadecuada de residuos sólidos, expansión urbana en tierras de óptima calidad agrícola y asentamientos subnormales en zonas de riesgo.

Los impactos del cultivo de la caña de azúcar en la cuenca de captación Laguna de Sonso se pueden resumir en: emisión al aire de cenizas y pavesas con gran contenido de nutrientes solubles en agua, aporte de contaminantes al suelo por uso de abonos químicos, herbicidas y vinaza, ampliación del área cultivada, alto consumo de agua para riego y sustitución de cultivos tradicionales.

Los impactos de la ganadería extensiva en la cuenca de captación de la Laguna de Sonso se pueden resumir en: incremento de la demanda de tierras para pasturas en zona de ladera, ocupación de áreas de protección de corrientes hídricas, desplazamiento de cultivos tradicionales, generación de



procesos erosivos por potrerización en zona de ladera, modificación del paisaje, aporte de sedimentos y aporte de materia orgánica y coniformes fecales por defecación.

La propuesta para la construcción de un parque temático en el pie de monte de los corregimientos de Quebrada Seca y Zanjón Hondo para la atención de público de 10.000 personas diarias, va a contribuir a la expansión urbana del municipio y demandar recursos ambientales como utilización de agua para consumo y descarga de aguas residuales. Por lo que este proyecto requiere de una política de concertación que respete los derechos existentes para el recurso hídrico y flora y fauna en esta zona.

Para la definición de manejo de la Laguna se considera necesario que se termine de realizar el deslinde con los predios aledaños a la Laguna para poder realizar prácticas de manejo sostenible.

La definición del área para franja protectora deberá resolverse al terminar el deslinde, dado que la existencia del área pantanosa en gran parte depende de la presencia de ganado y la decisión de los propietarios colindantes con el área lagunar de mantener estas áreas en pasto limpiando las malezas.

## **8.2 RECOMENDACIONES**

El monitoreo ambiental del humedal debe tener en cuenta los aspectos hidrológicos (caudales afluentes, amplitud de crecientes, batimetría, variaciones hidráulicas naturales), la avifauna (diversidad, distribución, migración, movilidad, nidación, cortejo, forrajeo), los mamíferos, los herpetos, los peces, los tensionantes típicos (en especial aquellos que mayor amenaza representan: alteraciones hidráulicas, contaminación hídrica y sedimentación), y la sucesión vegetal, con especial atención al crecimiento de las macrófitas acuáticas y la expansión de las franjas de vegetación, pues son el rasgo más visible de los procesos de colmatación y terrificación.

### **8.2.1 Hidrología e Hidráulica**

Se debe aprovechar la construcción de la doble calzada Buga-Buenaventura para recuperar el flujo hidráulico, con la apertura del caño Carlina y los otros caños, como la última oportunidad de iniciar la restauración del ecosistema por el costado norte.

Para monitorear la sedimentación en la Laguna de Sonso, se recomienda tomar como línea base las secciones determinadas en el presente estudio por la falta de precisión de las secciones anteriores. Para lo que en próximos monitoreos de sedimentación en la Laguna se debe tener en cuenta que la numeración de las secciones va de sur a norte y que el sentido de las secciones son de occidente a oriente (izquierda a derecha) y deben iniciar y terminar en las siguientes coordenadas:





**Tabla de Ubicación de Coordenadas para Monitoreo de Sedimentación**

Sección	Izquierda		Derecha	
1	1079387.95	917686.58	1082863.36	918899.75
2	1079606.94	918458.72	1082175.17	918732.99
3	1079928.37	918927.10	1081821.84	918180.27
4	1080403.93	919244.80	1081218.97	918013.83
5	1080608.43	919907.66	1080994.49	917361.57
6	1081116.46	920208.70	1080664.42	916731.46

### **8.2.2 Calidad del Agua**

Se debe diseñar PTAR' s para las comunidades de El Vínculo, Zanjón Hondo y Quebrada Seca asentadas en la cuenca de captación de la Laguna de Sonso, y para la comunidad de Sonso, que aunque no pertenece a esta cuenca, sus aguas residuales entregan al río Sonso, cuyas aguas son utilizadas para riego en la cuenca de captación.

Se recomienda gestionar con las comunidades, municipio y autoridades regionales un programa de saneamiento básico, enfocado al uso de detergentes biodegradables con el fin de lograr una reducción de fósforo que llega a la Laguna. Programa que debe ir de la mano con la implementación de las PTAR' s.

Se recomienda ampliar el monitoreo de las avícolas y porcícolas pequeñas dentro de la cuenca de captación de la Laguna de Sonso, puesto que actualmente no están incluidas. Teniendo en cuenta que este es un ecosistema frágil y que se debe conservar debido a sus valores, bienes y servicios que brinda, se debe tener un monitoreo constante a toda la agroindustria asentada en la cuenca de captación de la Laguna de Sonso.

Se recomienda que se siga realizando el monitoreo de calidad del agua como lo tiene establecido la CVC actualmente, pero se debe incluir los parámetros de DBO, alcalinidad, dureza y cloruros, con el fin de hacer seguimiento a la Laguna por medio del índice de Dinius para diferentes uso del agua. Y hacer una línea base por medio de este.

Se debe continuar con el actual monitoreo encabezado por la CVC y la Secretaría de Salud Pública Departamental con la evaluación de la presencia de metales pesados en agua, sedimentos y buchón. Y se recomienda ampliar el estudio a fauna para la evolución de los metales pesados en la cadena trófica.

### **8.2.3 Biodiversidad**

Debido a la importancia de la Laguna de Sonso como refugio de flora y fauna, y otras funciones que brinda como regulador de inundaciones, carga y descarga de acuíferos, y retenedor de sedimentos y nutrientes, se debe aplicar a la lista de Ramsar como humedal importante a nivel mundial para poder canalizar recursos económicos para su restauración como ecosistema sostenible.



Para el monitoreo de aves migratorias se recomienda apoyar los programas de censos regionales, nacionales e internacionales que están organizados, para establecer las tendencias en las poblaciones que requieren hábitat y alimentación en los dos hemisferios

Se recomienda que para el monitoreo de avifauna se hagan alianzas estratégicas con universidades y ONG's ornitológicas para mantener y garantizar los monitoreos en el tiempo. Es así como se podrían realizar estos monitoreos como parte de cursos de ornitología.

A pesar de los diferentes estudios en la Laguna, existen algunos vacíos de información de algunas especies. Es así como en busca de llenar esos vacíos, se han planteado una serie de proyectos en busca del conocimiento de ciertas especies o grupos que por su grado de amenaza o estatus de conservación se deban hacer. Debido a lo anterior se recomienda que muchos de estos proyectos, necesarios para aumentar y comprender aún más la dinámica ecosistémica de la Laguna de Sonso, sean manejados a través de una serie de tesis.

#### **8.2.4 Socioeconómico**

Evaluar la reubicación de los asentamientos irregulares de Puerto Bertín y El Porvenir donde cada día se asientan más personas y están situadas en una zona de riesgo de acuerdo con el POT del municipio de Buga.

Se debe terminar el deslinde de la Laguna con los 5 predios faltantes a través de concertación con los propietarios, aprovechando los contactos establecidos durante la realización del diagnóstico del presente plan de manejo.

Es necesario y perentorio mejorar las condiciones de salubridad en la Reserva pues afectan el normal desarrollo de las actividades y la calidad de los residentes, visitantes e investigadores.

Se debe considerar declarar como una estación biológica, para lo cual requiere de un grupo de personas altamente calificadas con el fin de hacer monitoreo, seguimiento y control de las actividades realizadas dentro de la cuenca de captación de la Laguna de Sonso.

Las normas y reglamentación sobre los usos permitidos y no permitidos, contempladas en el acuerdo No. 16 de 1979, deben ser revisadas y divulgadas.

Al mejorar la infraestructura del Centro de Educación Ambiental y de Investigación Buitre de Ciénaga, se debe resaltar el valor arquitectónico de la hacienda y dismantelar la casa prefabricada del vigilante y la ramada para guardar los botes, pues crea polución visual, rompiendo con la arquitectura tradicional del lugar.

Se requiere para el Centro de Educación Ambiental e Investigación Buitre de Ciénaga, un reglamento interno de funciones y responsabilidades de los funcionarios, que incluya las normas y restricciones de los visitantes, pescadores artesanales y deportivos, así como de los investigadores.



Se deben considerar las apreciaciones plasmadas en el documento “Diseño Paisajístico para el Centro de Educación Ambiental de la Laguna de Sonso (finca la Isabela)”<sup>445</sup>, y el proyecto, elaborado y avalado por el Comité Inrinstitucional para el desarrollo turístico en el río Cauca, Laguna de Sonso y los humedales de los municipios de Buga, Yotoco y Guacarí de Rutas Verdes de Valle del Cauca<sup>446</sup>. Lo anterior generaría alternativas de ingresos, mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades y contribuiría a minimizar impactos sobre la Reserva y el ecosistema.

Existe infraestructura para divulgar la importancia que tiene la Reserva y las actividades que se realizan, pero es necesario que la información relevante llegue a más personas, y en especial a los que visitan la Reserva, utilizando otros medios de comunicación y divulgación como el Internet por medio de una página web, para facilitar su acceso a la comunidad y público en general. Aquí se hace necesario adquirir para los eventos de divulgación en la Laguna los equipos de video beam, computador portátil y pantalla de proyección.

Las actividades lúdicas y de recreación pasiva deben ser dirigidas por los guías que atienden visitantes y no ser realizadas por los visitantes sin ningún control. Aquí se hace necesario y prioritario implementar una estrategia de recolección y disposición de residuos sólidos acorde con la política nacional y departamental.

Implementar una biblioteca en el Centro de Educación Ambiental e Investigación Buitre de Cienaga, donde se concentren y se sistematice la información concerniente a la Laguna de Sonso, para lo cual se hace necesario la adquisición de equipos de computador.

---

<sup>445</sup> Detours, F. (2005). Diseño de Jardines y Espacios Públicos del Centro de Educación Ambiental de la Hacienda La Isabela en el Área de Protección Ambiental Laguna de Sonso, Municipio de Guadalajara de Buga, Valle del Cauca, Colombia. Práctica Profesional. Escuela Superior de Arquitectura de Jardines, París y CVC.

<sup>446</sup> CVC. (2005). Rutas Verdes de Valle del Cauca- Colombia. Dirección de Gestión Ambiental Dirección - Técnica Ambiental. Cali. Colombia. 232 p.



## 9 BIBLIOGRAFÍA

Adamus, C.L. y Bergman, M.J. (1995). Estimating no Point Source Pollution Loads with a GIS Screening Model. *Water Resources Bulletin*. 31 (4):647 – 655.

Aguadesonso. (2003). Caracterización de los Habitantes de los diferentes Grupos de las Comunidades Aledañas a la Reserva Natural Laguna de Sonso. El Porvenir. Colombia.

Aguadesonso, CVC y Fondo para la Acción Ambiental. (2005). Reserva Natural Laguna de Sonso o del Chircal. Deapartamento del Valle del Cauca. Guía para Visitante. El Porvenir. Colombia. 34 p.

Alberico, M. (1996) Historia Natural de los Murciélagos Neotropicales. En: C. E. Ángel (ed). *Memorias Ecología de Mamíferos Neotropicales*. Pontificia Universidad Javeriana. Santafé de Bogotá. Colombia. 206 p.

----- . (1983) Lista Anotada de los Mamíferos del Valle. *Cespedesia* 12:57-72.

----- . (1981) Lista Preliminar de los Murciélagos del Valle. *Cespedesia* 10:223-230.

Alberico, M.; Cadena, A.; Hernández-Camacho, J. y Muñoz-Saba, Y. (2000) Mamíferos (Synapsia: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana* 1: 43-75.

Alberico, M. Saavedra-Rodríguez, C.A. y García-P, H. (2005) Murciélagos Caseros del Área Urbana de Cali. *Caldasia* 27(1): 117-126.

Alberico, M., C.A. Saavedra-Rodríguez y H. García-P. (2004) Criterios, diseño y Construcción de Casas para Murciélagos: Proyecto CPM (Cali). *Actualidades Biológicas* 26 (80): 5-11.

Alcaldía Municipal de Buga, Aguas de Buga y Cinara. (2006). Formulación y Desarrollo de un Plan de Saneamiento y Manejo de Excretas y Aguas Residuales Domésticas en la Zona Rural del Municipio de Buga: Informe de Diagnóstico Participativo Vereda El Manantial Quebrada Seca. Cali. Colombia. 110 p.

Alcaldía Municipal de Buga, Aguas de Buga y Cinara. (2006a). Formulación y Desarrollo de un Plan de Saneamiento y Manejo de Excretas y Aguas Residuales Domésticas en la Zona Rural del Municipio de Buga: Informe de Diagnóstico Participativo Vereda El Vínculo. Cali. Colombia. 122 p.

Aldana, R.C.; Baena, M.L y Chacón de Ulloa, P. (1995). Introducción de la Hormiga Loca (*Paratrechina Fulva*) a la Reserva Natural Laguna de Sonso (Valle del Cauca, Colombia). *Bol. Mus. Ent. Univ. Valle*. 3(1): 15-28.

Alden, P. y Gooders, J. (1981). *Finding Birds Around the World*. Houghton Mifflin Co., Boston.



Alonso A. y, Camargo J.A. (2005). Estado actual y Perspectivas en el Empleo de la Comunidad de Macroinvertebrados Bentónicos como Indicadora del Estado Ecológico de los Ecosistemas Fluviales Españoles. *Ecosistemas*. 2005/3.

----- (2004). Sub-lethal Responses of the Aquatic Snail *Potamopyrgus antipodarum* (Hydrobiidae, Mollusca) to Unionized Ammonia: a Tolerant Invading Species. *Fresenius Environmental Bulletin* 13: 607-615.

Álvarez-López, H. (1999). Guía de las Aves de la Reserva Natural Laguna de Sonso. Imágenes de la Naturaleza, CVC. Cali.

Álvarez-López, H. y Heredia, M.D. (1997). Aves acuáticas y Dinámica del Hábitat en la Laguna de Sonso (Valle del Cauca, Colombia). Primer Congreso de Biología de la Conservación y Tercer Simposio sobre Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas de Montaña. Resúmenes. Cali.

Ambiotec y Asocaña. (1998). Diagnóstico Ambiental del Sector Azucarero. Informe Final – Rev. 2.0. Santafé de Bogotá D.C. 159 p.

Arias, F.L.A. (2001). Caracterización y Recomendaciones para el manejo de las comunidades animales en la Estación Biológica El Vínculo-Municipio de Buga-Valle del Cauca, Colombia. *Cespedecia*, 24(75-78): 69-94.

ASOYOTOCO-CVC. (2006). Orden de Servicio para el Mantenimiento y Restauración de Mojones en la Laguna de Sonso.

ASOYOTOCO-CVC–Ingenio Pichichí. (2005). Plan de Manejo Ambiental Humedal El Cocal, Municipio de Yotoco. Cali. Colombia. 140 p.

Axelrod, H., Burgess W.; Emmens C.; Pronek N.; Walls J. & Hunziker R. (1992). Mini Atlas de Peces de Acuario. T.F.H. Publications. Editorial Hispano Europea S.A. Barcelona, España. 700 p.

Azcuntar, O. (2005). Mapa de Descarga de Agua Subterránea a la Laguna de Sonso. CVC. Grupo de Hidrología. Sin publicar.

Baena, L.M. (2004). Estudio Experimental para la Determinación de las Constantes Bénticas en el Río Cauca en el Tramo Salvajina – La Virginia. Tesis de Maestría para optar al Título de Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. 56 p.

----- (2001). Informe Técnico Río Guabas. CVC. Subdirección de Gestión Ambiental. Grupo Calidad Ambiental. Cali. Colombia.

----- (1998). Resultados de Monitoreo de la Laguna de Sonso. CVC. Subdirección de Gestión Ambiental. Grupo de Calidad Ambiental Memorando SGA-CA-2276. Cali. Colombia. 7 p.

Barret, S.C.H. (1989). Waterweed Invasions. *Scientific American*. October; p. 90-97.



- Bejarano, J.M. (1995). Palabras para decir las a Orillas de la Laguna de “El Chircal” o de Sonso. En: Buga La Real. Boletín de Divulgación de la Academia de Historia “Leonardo Tascón” 1(6):64-68.
- Bennett, A.F. (1991). Roads, Roadsides and Wildlife Conservation: a Review. En: D. A. Saunders y R. J. Hobbs (eds.). Nature Conservation 2: the Role of Corridors. Surrey Beatty y Sons Pty Limited. Australia. Pags: 99-118.
- Beyruth, Z. (1993). Fitoplancton em Lagos do Parque Ecológico do Tiete, Sao Paulo, 1986-1987. Estudo para reabilitação. Dae 170:5-10.
- BirdLife International y Conservation International. (2005). Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales: Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad. Quito, Ecuador: BirdLife International (Serie de Conservación de BirdLife No. 14).
- Blackburn, T.M.; Cassey, P.; Duncan, R.; Evans, K.L. y Gaston, K.J. (2004). Avian Extinction and Mammalian Introduction on Oceanic Islands. Science 305:1955-1958.
- 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 Humbolt. Bogotá. Colombia. 166 p.
- Bonaccorso, F.J. (1978) Foraging and Reproductive Ecology in a Panamanian Bat Community. Bulletin of the Florida State Museum, Biological Science 24:359-408.
- Botero, L. y Salzwedel, H. (1999). Rehabilitation of the Ciénaga Grande de Santa Marta, a mangrove-Estuarine System in the Caribbean Coast of Colombia. Ocean and Coastal Management, 42: 243-256.
- Boyd, C.E. (1976). Accumulation of Dry Matter Nitrogen and Phosphorus by Cultivated Water Hyacinths. Econ. Bot., 30(1): 51-56.
- Bray, W. y Moseley, M.E. (1976). Una Secuencia Arqueológica en las Vecindades de Buga, Colombia. Céspedes 5(17-18): 55-78.
- Camargo, J. A., Alonso A. y De la Puente M. (2004). Multimetric Assessment of Nutrient Enrichment in Impounded Rivers based on Benthic Macroinvertebrates. Environmental Monitoring and Assessment 96: 233-249.
- Campbell, J.A. y Lamar, W.W. (2004). The Venomous Reptiles of the Western Hemisphere. Vol. I and II. Comstock Publishing Associates. A Division of Cornell University Press. Ithaca and London.
- Carlson, R.E. (1977). A Trophic State Index for Lakes. Limnology and Oceanography. 22:361-369



Castaño-Mora, O. V. (Ed.). (2002). Libro Rojo de Reptiles de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. ICN-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional Colombia, Bogotá. Colombia.

Castro-H, F. y Vargas-S, F. (*en preparación*). Anfibios y Reptiles en el Departamento del Valle del Cauca, Colombia.

Castro-H, F.; Bolívar, W.; Velásquez, A.; Daza, J.D. y Areiza, T. (1998). Estudio para el Monitoreo y Control de la Rana Toro en el Valle del Cauca. Informe Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC. Contrato inter-administrativo No. 7118 de 1996.

Celis-Hidalgo, J.; Junod, J. Y Sandoval, M. (2005). Recientes Aplicaciones de la Depuración de Aguas Residuales con Plantas Acuáticas. *Theoria*, Vol. 14 (1): 17-25.

Cenicaña. (2005). Azucareros, Pioneros en la Producción de Alcohol Carburante en Colombia. *Carta Trimestral*. 27 (3-4): 1-2.

----- (2004). Efectos acumulados de las aplicaciones sucesivas de vinaza. *Carta Trimestral*. 27 (3-4): 1-2.

Center T.D y Spencer, N.R. (1981). The Phenology and Growth of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in an Eutrophic North Center Florida lake. *Aquat. Bot.* 10:1.

Chadwick, M.J. y Obeid, M. (1966). A Comparative Study of the Growth of *Eichhornia crassipes* Solms and *Pistia stratiotes*. *Water Culture J. Ecol.* 54: 563-575.

CINARA. (2006). Formulación y Desarrollo de un Plan de Saneamiento y Manejo de Excretas y Aguas Residuales Domésticas en la Zona Rural del municipio de Buga. Cali. Colombia.

Cifuentes M. (1999). Capacidad de Carga Turística de las Areas de Uso Público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica. WWF - Centroamérica. Serie Técnica. No. 1. Turrialba, Costa Rica. 76 p.

CITES (2005) Apéndices I, II y III, en vigor desde 17 de febrero de 2005. <http://www.cites.org>. Consultada el 30 de Agosto de 2006.

Codazzi A. (1855). Geografía Física y Política de las Provincias de Nuevo Granada. Citado en Historia del Hábitat Vallecaucano, 1536-1982, CVC 1982, 107 p.

Cofrancesco, A.F.; Steward, M. y Sanders, D.R. (1985). The Impact of *Neochetina eichhorniae* (Coleoptera: Curculionidae) on Water Hyacinth in Louisiana. Proc. VI<sup>th</sup> Int. Symp. Biol. Contr. Weeds. Vancouver, Canada. ed. Delfosse, E. E. *Agric. Can.* pp. 525-535.

Conde-Porcuna, J.M.; Ramos-Rodríguez, E. y Morales-Baquero, R. (2004). El Zooplankton como Integrante en la Estructura Trófica de los Ecosistemas Lénticos. *Ecosistemas*. No 4. 10 p.



CORANTIOQUIA – Universidad Nacional de Colombia. (2004). Prediagnóstico Físico y Sociocultural Participativo del Estado Ambiental de los Humedales del Magdalena Medio antioqueño, Jurisdicción de Corantioquia. Colombia. Medellín. 187 p.

Crump, M.L. y Scout, N Jr. (1994). Visual Encounter Surveys. Pags. 84-92. *In* R. W. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. A. Hayek & M. S. Foster (Eds.). *Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press. Washington and London

CVC. (2006). Decreto 076 del 15 de Diciembre. Cali. Colombia.

----- (2006a). Coordinación, seguimiento y consolidación de resultados del trabajo de las mesas del 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. Contrato, CVC No. 314 de 2005.

----- (2006b). Caracterización de las Aguas Residuales. Laboratorio Ambiental. Dirección Técnica Ambiental. Cali. Colombia.

----- (2005). Acuerdo CD-020 del 2005: Por el cual se establece la estructura de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC y se determinan las funciones de sus dependencias. Cali. Colombia. 19 p.

----- (2005a). Rutas Verdes del Valle del Cauca. Cali. Colombia. 232 p.

----- (2005b). Ejemplares de Fauna Relacionados y Recibidos (entrega voluntaria) Donados y/o Decomisados DAR Centro-Sur. Oscar Emiro Fernández Cruz, Técnico Operativo Proceso 3.

----- (2004). Plan de Acción Trienal 2004 – 2006. Subdirección de Direccionamiento Estratégico Corporativo. Santiago de Cali. 163 p.

----- (2003). Resolución No SGA 106 de 2003. Cali. Colombia. 17 p.

----- (2002). Boletín Hidrológico 2000 -2001. Subdirección de Gestión Ambiental. Grupo de Monitoreo Ambiental. Cali. Colombia. 282 p.

----- (2002a). Plan de Gestión Ambiental Regional del Valle del Cauca 2002-2012: Participación con Compromiso. Subdirección de Planeación. Grupo de Planificación Ambiental. Cali. Colombia. 282 p.

----- (1999). Resolución No SGA 415 de 1999. Cali. Colombia. 9 p.

----- (1998). Informe Técnico Laguna de Sonso. Subdirección de Gestión Ambiental Grupo de Recursos Hídricos. Guadalajara de Buga. Colombia. 6 p

----- (1998a). Planos de Levantamiento Topográfico Pasos de la Laguna de Sonso a través de la Carretera Buga-Buenaventura. Conservación Ecosistema Laguna de Sonso. Buga. Colombia.





---

*Plan de Manejo Ambiental Integral del Humedal Reserva Natural Laguna de Sonso*

- (1988b) Estudios preliminares. Evolución actual Laguna de Sonso. Estudio Socioeconómico. 44 p.
- (1994). Atlas de recursos naturales del Valle del Cauca. Tomo 1, Peces. 132-146 p.
- (1991). Estudio de Impacto Ambiental al Proyecto de Dragado y Disposición Final de Lodos de la Laguna de Sonso. Subdirección de Recursos Naturales. Grupo de Gestión Ambiental. Cali. Colombia. 47 p.
- (1989). El Manejo del Buchón de Agua “*E. crassipes*” en la Reserva Natural Laguna de Sonso. Seminario Internacional sobre Plantas Acuáticas. Cali. Colombia. 13 p.
- (1988). Evaluación de la Situación Actual de la Laguna de Sonso. Subdirección de Recursos Naturales. Cali. Colombia.
- (1988a). Evaluación Preliminar de la Calidad del Agua de la Laguna de Sonso. División de Aguas. Sección de Control de la Contaminación. Laboratorio de Agua. Cali. Colombia. 10 p
- (1988b). Estudio Hidrológico y Sedimentológico. En: Evaluación de la Situación Actual de la Laguna de Sonso. Subdirección de Recursos Naturales. Cali. Colombia. 26 p.
- (1979). Acuerdo 16 de 1979. Cali. Colombia.
- (1976). Acuerdo 014 de 1976. Cali. Colombia.
- (1967). Proyecto de la Laguna de Sonso. Informe CVC No. 67-2. Cali. Colombia.
- CVC – ASOGUABAS. (2007). Aprovechamiento Inadecuado de la Minería de Oro en la Cuenca Hidrográfica del Río Guabas, Avances del Proceso. POMNCH Río Guabas. Convenio de Asociación 035 de 2006. 4 p.
- CVC-Fundación Río Cauca. (2004). Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Cauca. Convenio 192-2002. Cali. Colombia.
- CVC – Fundación Trópico. (2005). Informe Final Contrato No. 178.
- CVC – JICA. (1996). KUM Especies Forestales del Valle del Cauca, Corporación Autónoma Regional del Valle de Cauca. 349 p.
- CVC-IAvH. (2004). Prioridades de Conservación de Fauna (Aves y Mamíferos) de la Jurisdicción de la CVC. Cali. Colombia. 45 p.
- CVC-TNC. (1993) Memorias del Primer Taller Sobre Conservación de Plantas en el Valle del Cauca. Cali. Colombia. 48 p.



CVC – Universidad del Valle. (2005). Caracterización y Modelación Matemática del Río Cauca – PMC Fase II: Identificación de Parámetros Críticos en el Río Cauca y sus Principales Tributarios. Cali.

----- (2004). Caracterización y Modelación Matemática del Río Cauca – PMC Fase II: Muestreo Sedimentológico del Material de Fondo del Río Cauca Principales Tributarios. Cali.

----- (2001). Proyecto de Modelos del Río Cauca: Caracterización del Río Cauca, Tramo Salvajina – La Virginia. Volumen I. Valle del Cauca. Cali.

----- (2001a). Proyecto de Modelos del Río Cauca: Caracterización de la Calidad del Agua y sus Tributarios, Tramo Salvajina – La Virginia. Volumen VI. Valle del Cauca. Cali.

----- (1998). Estudio Hidrobiológico de la Laguna de Sonso. Cali. Colombia. 165 p.

----- (1991). Estudio de Impacto Ambiental al Proyecto de Dragado y Disposición Final de Lodos de la Laguna de Sonso. Subdirección de Recursos Naturales. Grupo de Gestión Ambiental. Cali. Colombia. 47 p.

CVC – Universidad Santiago de Cali. (1994). Laguna de Sonso o del Chircal. Cali. Colombia. 190 p.

Dahl, G. (1971). Los Peces del Norte de Colombia. INDERENA Bogotá: V-XVII. 391 p.

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 Ecosystem Integrity. Conservation Ecology, 1(1): 3. Online: <http://www.consecol.org>

Departamento del Valle del Cauca. (2000). Decreto No. 0395 de 2000. Cali. Colombia.

Detours, F. (2005). Diseño de Jardines y Espacios Públicos del Centro de Educación Ambiental de la Hacienda La Isabela en el Area de Protección Ambiental Laguna de Sonso, Municipio de Guadalajara de Buga, Valle del Cauca, Colombia. Práctica Profesional. Escuela Superior de Arquitectura de Jardines, Paris y CVC.

Doorenbos, J. y Priutt, W.O. (1976). Las necesidades de Agua de los Cultivos. FAO. Riego y Drenaje, No. 24.

Ducks Unlimited. (2002). Conozca sus Patos – Una Guía para la Identificación de Anátidas en el Caribe, América Central y Norte de América del Sur. M. Carbonell y J. Garvin, Eds. Ducks Unlimited, Memphis, EEUU. 70 p.

Duellman, W.E. y Trueb, L. (1986). Biology of Amphibians. McGraw-Hill Book Co, New York, USA.



Eigenmann, C. H. (1922). Memoirs of the Carnegie Museum. The Fishes of Western South America. Part I. 9 (1). 1-346, 38 plates.

Eisenberg, J.F. (1989.) Mammals of the Neotropics: Vol. 1. The Northern Neotropics: Panamá, Colombia, Venezuela, Guyana, Suriname, French Guiana, The University of Chicago Press, Chicago, 449 p.

El País. (2006). Río Guadalajara, Contaminado. Sección Valle del Cauca. 4 de Noviembre de 2006. Pag B5.

Emmons, L.H. (1997). Neotropical Rainforest Mammals: a Field Guide. University of Chicago Press. 307 p.

FAO-OMS. (2000). Informe de la 24ª Reunión del Comité del CODEX Sobre Pescado y Productos Pesqueros. Aalesund, Noruega. 116 p

Fascione, N.; Marceron, T. y Fenton, M.B. (1991). Evidence for Mosquito Consumption in *Myotis lucifugus*. Bat Research News 32: 2-3.

Fernández, J.F. y Quiceno, C.A. (1992). Plan de Manejo de la Laguna de Sonso Años 1993 – 1997. Corporación Autónoma Regional del Cauca. Subdirección de Recursos Naturales. Centro de Datos para la Conservación. Cali. Colombia. 33 p.

Fleming, T.H. y Sosa, V.J. (1994) Effects of Nectarivorous and Frugivorous Mammals on the Reproductive Success of Plants. Journal of Mammalogy 75:845-851.

Flórez, P; Devia, H; Colorado, R; Muñoz, L y Romero, J. (2005). Informe Salida Río Cauca. Dirección Técnica Ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC.

Flórez, P.E. (2006). Funcionario Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, Grupo de Biodiversidad. Com. Pers.

----- (2002). Ecología y Manejo Integral de Humedales Lénticos en el Valle Geográfico del Río Cauca. En: Resúmenes del Diplomado en Ecología y Diversidad de Peces Colombo - Venezolanos. Universidad del Valle. Cali.

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.

Fotografía Aérea. (1976). Sobre 356. Vuelo C1641. Escala 1:33000.

Fotografía Aérea. (1944). Sobre 915. Vuelo C365. Escala 1:33000.

Fotografía Aérea. (1944a). Sobre 912. Vuelo 365. Escala 1:33000.



Forman, R.T.T., Sperling, D., Bissonette, J., Clevenger, A., Cutshall, C., Dale, V., Fahrig, L., France, R., Goldman, C., Heanue, K., Jones, J., Swanson, F., Turrentine, T. y Winter, T. (2003). Road Ecology: Science and Solutions. Island Press, Washington, DC.

Fowler, H.G.; Bernardi, J.V.E.; Delabie, J.C.; Forti, L.C. Pereira da Silva, V. (1990). Major ant Problems of South America. En: Applied Myrmecology: A world perspective. Vander Meer, R.K., Jaffe K. y Cedeño, A., eds. Westview Press, Inc. Boulder. Pp. 3-14.

Fowler, H.W. (1942). Lista de peces de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 5(17): 128-138.

Franco, L. y Andrade, G. (2004). Implicaciones del Enfoque Ecosistémico para el Manejo del Complejo de Humedales de Fúquene, Cucunubá y Palacio, Valle del Ubate. Bogotá. Colombia. 80 p.

Franco-M, A.M. (1998) Vertebrados Terrestres que presentan Algún Riesgo de Extinción en Colombia. En: Cháves S., M. E y N. Arango (eds.). Informe Nacional sobre el Estado de la Diversidad 1997 – Colombia. (Vol. I) 3 Vol. 535. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente, Santa fe de Bogotá.

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.

Galvis, G; Mojica J. I y Camargo M. (1997). Peces del Catatumbo. Asociación Cravo Norte. Santafé de Bogotá, D.C. 118 p.

Gardner, A.L. (1977) Feeding Habits. Pp 293-350. En: R. J. Baker, J. K. Jones, Jr., y D. C. Carter (eds). Biology of Bats of the New World Family Phyllostomatidae, Part II. Special Publications of the Museum, Texas Tech University. Texas, 364 p.

García, A. (2005). Estudio Detallado de Suelos en el Ingenio Pichichí: GTT 1 y 2 – Ingenio Pichichí. Cenicaña. 47 p.

García, A., Bonilla, C.R. y Martínez, J.C. (1992). Contaminación de Aguas para Riego en la Cuenca del Río Cauca. En: Seminario de Manejo Integral de Suelos para una Agricultura Sostenida. Sociedad Colombia de la Ciencia del Suelo. Comité Regional del Valle. Agosto 26 – 28 de 1992. Palmira. Colombia. Pag 67-81.

GEICOL Ltda. - CVC. (2003). Plan de Manejo Integral Madre Vieja Chiquique. Cali. Colombia.

Gischler, C. (2005). Pathways of Heavy Metals and Implications for Stakeholders, Sonso Lagoon, Colombia. Trita-LWR Master Thesis 05-13. KTH Architecture and the Built Environment. Suecia. 76 p.



Glowka, L.; Burhenne-Guilmin, F.; Synge, H.; McNeely, J.A. y Gündling, L. (1996). Guía del Convenio sobre la Diversidad Biológica. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 179 p.

Gómez, A.S. y Martínez, C.L.R. (1998). Fertilización en los Sistemas Acuícolas. En: C.J.L.R. Martínez (Ed.). (1988). Ecología de los Sistemas Acuícolas. AGT., México. pp. 77-94.

González, I.A. (1998). El Plancton de las Aguas Continentales. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington. D.C. EEUU.

Gopal, B., y Sharma, K. P (1981). Water-hyacinth (*Eichhornia crassipes*) the most Troublesome Weed of the World. New Delhi: Hindasia.

Granados-Díaz, H y Ramírez-Cuervo, L. (1975). Reserva Natural Laguna de Sonso. Cali Colombia. 67 p.

Gutiérrez, F. (2006). Estado del Conocimiento de las Especies Invasoras. Propuestas de Lineamientos para el Control de los Impactos. Instituto de Investigaciones Biológicas. Alexander Von Humboldt, Bogotá, D.C – Colombia. 150 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, J.C. y Ospina, J.E. (1995). Calidad de las Aguas de la Laguna de Sonso: Diagnóstico y Recomendaciones para su Control y Vigilancia. Tesis de Pregrado para optar al título de Ingeniero Sanitario. Departamento de Procesos Químicos y Biológicos. Universidad del Valle. Cali. Colombia. 126 p.

Hernández, M.F. (2005). Estudio de la Calidad del Agua y Estado Trófico de la Laguna de Sonso. Tesis de Maestría para optar al Título de Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. 250 p.

Heyer, W.; Donnelly, M.; McDiarmid, R.; Hayek, L. y Foster, M. (1994). Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press.

Huszar, V. & Silva, L.H.S. 1992. Comunidades Fitoplanctónicas de Quatro Lagoas Costeiras do Norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Acta Limnológica Brasileira, 4: 291 - 314.

IDEAM. (2000). Movimientos en Masa Dañinos ocurridos en Colombia durante el Fenómeno Frío del Pacífico (La Niña) 1999 – 2000. Bogotá. Colombia. 22 p.

IGAC - CVC. (2005). Levantamiento de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Valle del Cauca. Tomo I. santafé de Bogota. Colombia. 539 p.

----- (1980). Estudio Semidetallado de Suelos del Valle Geográfico del Río Cauca. Bogota. 582 p.



Ingenio Manuelita. (2005). Uso de Vinaza en el Ingenio Manuelita. Presentación realizada en Diciembre de 2005.

Ingenio Pichichí. (2005). Mapa de Ubicación de Predios manejado por el Ingenio Pichichí.

Ingenio Providencia. (2005). Plano Orden de Suelos Zona Río Sonso-Guadalajara.

INGEOMINAS. (2002). Metodología para el Procesamiento del Mineral de la Zona Aurífera de Ginebra. Cali. Colombia. 29 p.

Instituto von Humboldt. (2005). Listas Rojas preliminares de plantas Fanerogamas y Briofitos de santafé de Bogotá. Colombia.

----- (1998). Hacia la Conservación de Los Humedales de Colombia: Bases Científicas y Técnica para una Política Nacional de Humedales. Biosíntesis – Boletín Informativo No 9. Bogotá. Colombia. 4 p.

Janzen, D.H. (1988). Tropical Dry Forest: The Most Endangered Major Tropical Ecosystem. En: Biodiversity. E.O. Wilson Eds. Washington. Eeuu. Pag 130-137.

Kafury, O.; Gómez, L.F. y Libreros, L.I. (1987). Reserva Natural Laguna de Sonso: Plan Indicativo. Corporación Autónoma Regional del Cauca. Subdirección de Recursos Naturales. División de Cuencas Hidrográfica. Sección Conservación y Control. Programas Parques y Reservas. Cali. Colombia. 65 p.

Káiser, H.; Barrio-Amorós, C.L.; Trujillo, J.D. y Lynch, J.D. (2002). Expansion of the *Eleutherodactylus johnstonei* in Northern South America: Rapid Dispersal through Human Interactions. Herpetological Review, 33(4): 290-294.

Kattan, G. (2004). Threatened Species in the Central Andes of Colombia: Population Status and Habitat Availability. Fundación Ecoandina/wCS. Cali.colombia.15 p.

Kattan, G.H.; Franco, P.; Rojas, V. y Morales, G. (2004). Biological Diversification in a Complex Region: a Spatial Analysis of Faunistic Diversity and Biogeography of the Andes of Colombia. Journal of Biogeography 31 1-11.

Khanina, L. (1998). Determining Keystone Species. Conservation Ecology (Online) 2(2):R2. <http://www.consecol.org/journal/col2/iss2/resp2>

Kilham, P. y Kilham, S.S. (1980). The Evolucionary Ecology of Phytoplankton. En: I. Morris (Ed.). 1980. The physiological ecology of phytoplankton. Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp. 571-597.

Knipling E.B., West, S.H. y Haller, W.T. (1970). Growth Characteristic, yield Potential and Nutrient Content of Water Hyacinth. Proc. Soil. Crop. Sci. Soc. Fla. 30:51.



Larrahondo, J.E. y Victoria, H. (2000). Compuestos Orgánicos en Vinaza. Cenicaña. Carta Trimestral. 3 (22): 5 -7.

Leal, E. y Lopez, D. (2003). Estudio Ambiental del Humedal Yocambo, Ubicado en el Municipio de Yotoco, Departamento del Valle de Cauca. Tesis de Grado, Universidad Central del Valle de Cauca. Tuluá. Colombia. 103 p.

Lehmann, P. (1999). Composición y Estructura de las Comunidades de Peces de los Tributarios en la Parte alta del Río Cauca, Colombia. Tesis de pregrado. Universidad del Valle, Facultad de Ciencias, Programa Académico de Biología. 111 p.

Lehmann, F.C. (1967) Fauna de la Laguna de Sonso. En: Proyecto de la Laguna de Sonso o del Chircal. Informe Técnico CVC No. 67-2. Santiago de Cali. Colombia. 13 p.

Lehmann, P.; Usma, J.S. (2002). *Genycharax tarpon*. En: Mojica, J.I.; Castellanos, C.; Usma, S.; Álvarez, R. (Eds.). 2002. Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. La serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, Colombia.

Lynch, J.D. (1999). Una Aproximación a las Culebras Ciegas de Colombia (Amphibia: Gymnophiona). Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 23(suplemento especial): 317-337.

Maldonado-Ocampo, J.A.; Ortega-Lara, A.; Usma O., J.S.; Galvis V., G.; Villa-Navarro, F.A., Vásquez G., L.; Prada- Pedreros, S. y 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.

Margalef, R. (1983). Limnología. Edit. Omega, S A. Barcelona, 1010 p.

----. (1969). Comunidades Planctónicas en Lagunas Litorales. *In*: Castañares, A.A. & Phleger, F.B. (eds). Lagunas costeras, un Simposio. México, UNAM - UNESCO. p. 545 - 562.

Martínez, J.C. (1989). Diagnóstico Preliminar de la Calidad de Aguas para Riego en el Valle del Cauca y su Impacto en la Agricultura. Tesis de Grado para optar al Título de Ingeniero Agrícola. Universidad del Valle – Universidad Nacional de Colombia. Plan Integrado de Ingeniería Agrícola. Palmira. Colombia. 119 p.

Martínez, J. y Posso, J.A. (2004). Balance Hidrológico Preliminar del Humedal Laguna de Sonso y Caracterización de sus Procesos Hidrodinámicos a través de la Simulación Numérica. Tesis de Pregrado para optar al título de Ingeniero Sanitario. Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente – EIDENAR. Universidad del Valle. Cali. Colombia.

Martínez-Jiménez, M., Gutiérrez López, E., Huerto Delgadillo, R. y Franco Ruiz E. (2001). Importation, Rearing, Release and Establishment of *Neochetina bruchi* (Coleoptera:Curculionidae) for the Biological Control of water hyacinth in Mexico. J. Aquat. Plant Management. 39: 1.



Martino, P. (1989). Curso Básico sobre Eutroficación. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. 69 p.

Martyn, R.D. (1985). Water Hyacinth Decline in Texas caused by *Cercospora rodmanii*. Aquatic Plant Management. 23: 29-32.

Matsumura-Tundisi, T. y Ocano, W. Y. (1983). Seasonal Fluctuation of the Copepod Population in Lake D. Helvecio Parque Forestal do Rio Doce, Minas Gerais- Brazil. Rev. Hydrobiol. Trop. 16: 35-40.

Matsumura-Tundisin, T. y Tundisi, J. G. (1976). Plankton Estudios in Lacustrine Environment. I. Preliminary Data on Zooplankton Ecology of Broa Reservoir. Oecologia 25: 525-270.

Miles, C.W. (1947). Los peces del Río Magdalena. Ministerio de la Economía Nacional, Sección de Piscicultura, Pesca y Caza. Ed. El Gráfico, Bogotá. 214 p.

Méndez, MF. (2003). Diagnóstico de la Acumulación de Metales Pesados en dos Especies de Anuro (*Rana catesbeiana*) y (*Bufo marinus*) en Músculo y Piel en los Humedales del Valle del Cauca. Tesis para optar al Título de Bióloga. Universidad del Valle. Facultad de Ciencias. Cali. Colombia. 50 p.

Metcalf y Eddy Inc. (1995) Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización. McGraw-Hill/interamericana de España S.A. 1485 p.

Miles, C.W. (1947). Los Peces del Río Magdalena. Ministerio de la Economía Nacional, Sección de Piscicultura, Pesca y Caza. Ed. El Gráfico, Bogotá. 214 p.

----- (1943). Estudios Económicos y Ecológicos de los Peces de Agua Dulce del Valle del Cauca. Cespedita 2(5): 18-59.

Ministerio de Agricultura. (1995). Resolución 000531 del 20 de Diciembre de 1995. Santafé de Bogotá. Colombia.

----- (1993). Acuerdo 00005 del 24 de Febrero de 1993. Santafé de Bogotá. Colombia

----- (1984). Decreto 1594 de 1984. Santafe de Bogota. República de Colombia. 62 p.

Ministerio de Obras Públicas. (1967). Desagüe de la Laguna de Sonso, Localización General. Dibujo No. 301A-01. Cali. Colombia.

Ministerio del Medio Ambiente. (2002). Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia: Estrategia para su Conservación y Uso Sostenible. Republica de Colombia. Santafe de Bogota. 67 p.

----- (1999). Identificación de Prioridades de Gestión Ambiental de Ecosistemas de Páramo, Sabana, Zonas Áridas y Semiáridas y Humedales de Agua Dulce. Geingeniería Ltda..





Plan de Manejo Ambiental Integral del Humedal Reserva Natural Laguna de Sonsón

Ministerio del Medio Ambiente – IDEAM. (2002). Efectos Naturales y Socioeconómicos del Fenómeno del Niño en Colombia. Bogota. Colombia. 58 p.

Ministerio del Medio Ambiente – Instituto Alexander Von Humboldt. (1999). Humedales Interiores de Colombia: Bases Técnicas para su Conservación y Uso Sostenible.

Ministerio de Medio Ambiente, Sociedad de Agricultores de Colombia – SAC y Asocaña. (2002). Guía Ambiental para el Subsector de Caña de Azúcar. Santafé de Bogotá. 120 p.

Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). Resolución 0196 de 1 de Febrero de 2006. Bogotá. Colombia. 36 p.

Mojica, J.I.; Alvarez-León, R. (2002). *Prochilodus magdalenae*. En: Mojica, J.I.; Castellanos, C.; Usma, S.; Álvarez, R. (Eds.). 2002. Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. La serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, Colombia.

Mojica, J.I.; Castellanos, C.; Usma, S.; Álvarez, R. (Eds.). (2002). Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. La serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, Colombia.

Molina-Astudillo, F.I.; Quiroz-Castelán, H.; García-Rodríguez, J. y Díaz-Vargas, M. (2005). Distribución Vertical del Plancton en un Estanque Rústico de Producción Piscícola en el Municipio de Cuautla, Morelos, México. REDVET. 6:4. 18 p.

Mosquera, L.F. (1982) Zoogeografía de la Fauna Quiróptera del Valle del Cauca. Tesis de Biología. Universidad del Valle, Cali, 70 p.

Municipio de Guadalajara de Buga y la Cámara de Comercio. (1999). Plan de Ordenamiento Territorial, Guadalajara de Buga 2000 -2012: Juntos Construyendo el Municipio del Mañana. Guadalajara de Buga. Colombia. 306 p.

Municipio de Yotoco. (2000). Esquema de Ordenamiento Territorial EOT YOTOCO 2000-2010: Documento de Soporte. Yotoco. Colombia. 91 p.

Murgueitio, E. (2003). Impacto Ambiental de la Ganadería de Leche en Colombia y alternativas de Soluciones. Livestock Research for Rural Development 15(10). Febrero 4 de 2006. <http://www.cipav.org.co/1rrd/1rrd15/10/murg1510.htm>.

Murphy, M. (1993) Bats: a Farmer's Best Friend. Bats 11:21-22.

----- (1989) Dr. Campbell's "Malaria-erradicating, guano-producing bat roosts". Bats 7:10-13.

Naranjo, L.G. (1995). Patrones de Reproducción en dos Poblaciones Aisladas de *Agelaius ictercephalus* (Aves: Icteridae). Caldasia 18:89-100.



----- (1986). Aspects of the Biology of the Horned Screamer in Southwestern Colombia. Wilson Bulletin 98:243-256.

Naranjo, L.G; Andrade, G. I. y Ponce de Leon, E. (1999). Humedales Interiores de Colombia: Bases Técnicas para su Conservación y Uso Sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt, Ministerio de Medio Ambiente. Santafe de Bogota. 78 p.

Nogueira, M. G. y Matsumura-Tundisin, T. (1996). Limnología de un Sistema Artificial Raso (Represa de Monjolino-São Carlos, Dinámica das Populações Planctónicas. Acta Limnol. Brasil 8: 149-168

Nowak, R.M. (1991). Walker's Mammals of the World. Fifth Ed. J. Hopkins University Press, Baltimore, USA.

Olvera, V.V. (1989). Biología y Ecología del Lirio Acuático. Control y Aprovechamiento del Lirio Acuático en México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua – IMTA. p 9-19.

Orejuela, J. A. y Ríos, H. (1997). Inventario Florístico de la Reserva Natural Laguna de Sonso, Municipio de Buga, Departamento del Valle del Cauca. Palmira. Colombia. 84 p.

Ortega-Lara, A. (2003). Inventarios de Peces y Macroinvertebrados Acuáticos. *En:* Estela, F. A.; Hernández – Corredor, C. E.; Falk - Fernandez, P. E.; Chavés, P. Caracterización Ambiental Preliminar de los Humedales de la Cuenca del Río Cauca en el Departamento del Cauca. Asociación Calidris.

----- (1999). Los Peces del Alto Cauca. Catálogo de especies. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC. 122 pp.

Ortega-Lara A., Aguiño A, Sánchez G.C. (2002). Caracterización de la Ictiofauna Nativa de los Principales Ríos de la Cuenca Alta del Río Cauca en del Departamento del Cauca. Informe presentado a la Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC. Fundación para la Investigación y el Desarrollo Sostenible, Funindes. Popayán, Colombia. 139 p.

Ortega-Lara, A.; Murillo O.; Pimienta C.; Sterling E. (1999). Los Peces del Alto Cauca. Catálogo de especies. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC. 122 p.

----- (2000). Peces de la Cuenca Alta del Río Cauca. CVC. Subdirección de Patrimonio Ambiental, Grupo Hidrobiología, Cali, Colombia. 68 p.

Ortega-Lara, A.; Usmá, J . S.; Bonilla, P. A; Santos, N. L. (2006). Peces de la Cuenca Alta del río Cauca, Colombia. Biota Colombiana, 7 (1): 39 – 54.

Páez-Ortegón, G.I. (2005). Evaluación de la Vulnerabilidad a la Contaminación de las Aguas Subterráneas en el Valle del Cauca Colombia. CVC. Cali. Colombia. 26 p.



---

*Plan de Manejo Ambiental Integral del Humedal Reserva Natural Laguna de Sonso*

Pardo, R. (2005). Estudio de Capacidad de Carga del Sendero ubicado entre La Zulia y La Cumbre (Zona de Influencia del Parque Regional Natural Páramo del Duende), Municipio de Riofrío y de las Instalaciones Ecoturísticas de la Estación Biológica El Vínculo, Municipio de Guadalajara de Buga. CVC. Cali. Colombia. 157 p.

Parkust, B. (1973). Inventario de Peces de Varios Ríos del Valle del Cauca. Informe Mimeografiado a Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC.

Patiño, R.A. (2003) Caracterización y Formulación del Plan de Manejo Integral de las Madreviejas de El Burro y La Marina (Buga) y El Remolino (Roldanillo). Convenio CVC- CETEC No. 156 del 2002.

----- (1973). Especies de Peces Introducidas al Alto Río Cauca. CESPEDESIA No. 2(5).

Patiño, A. (2003). Caracterización y Formulación del Plan de Manejo Integral de las Madreviejas de El Burro y La Marina (Buga) y El Remolino (Roldanillo). Informe final presentado a CVC. Convenio CVC- CETEC No. 156 del 2002. Cali. Colombia.

----- (1991). Ecología y Compromiso Social, Itinerario de una lucha. Activistas Ecológicos. Fondo Editorial CEREC. Santafé de Bogotá. Colombia.

----- (1970). Una Batalla Ecológica: el Rescate de la Laguna de Sonso. Boletín Universidad del Valle. Departamento de Biología. Cali. Colombia. 38 p.

Pearce, D. G. (1986). In Howard, M. (year unknown) Sustainable Tourism Planning for Old Providence and Santa Catalina Islands: The Importance of Carrying Capacity Analysis. CORALINA.

Pearce, D.G. y Kirk, R.M. (1986). Carrying Capacities for Coastal Tourism. Industry and Environment, United Nations Environment Programme.

Peck, R. Inventario de Flora del Bosque Seco Tropical. En preparación.

Peña, C.E.; Carter, D.E. y Ayala-Fierro, F. (2001). Toxicología Ambiental: Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental. Distributed on the Internet via the Southwest Hazardous Waste Program website at <http://superfund.pharmacy.arizona.edu/toxamb/>.

Pérez-Santos, C. y Moreno, A.G. (1988). Ofidios de Colombia. Monografía IV. Mus. Reg. Sci. Nat. 520 p.

Phillips, B.L. y Shine, R. (2005). The Morphology, and Hence Impact, of an Invasive Species (the Cane Toad, *Bufo marinus*): Changes with Time since Colonization. Animal Conservation, 8: 407-413.

Pieterse, A.H. (1974). The Water Hyacinth. Review Article. Tropical Abstracts 29:2.

Ponce de León, E. (2003). Estudio Jurídico Sobre Categorías Regionales de Áreas Protegidas. Instituto Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia. 188 p.



Prat, N. (1997). Bioindicadores de Calidad de Aguas. En: Bioindicadores Ambientales de Calidad del Agua.

Quiceno, C.A. (1993) Sistemática y Distribución del Género Akodon (Rodentia: Cricetidae) en el Valle del Cauca. Tesis de Biología, Universidad del Valle. Cali. Colombia. 126 p.

Quintero, R. (2004). Uso y Manejo de la Vinaza (Industria Azucarera y Alcohólica). GTT Ingenio Manuelita. Cenicaña. Presentación Cenicaña Diciembre 2005 GTT Ingenio Pichichí.

Quintero, R. y Cadena, S.F. (2004). Cenicaña. Carta Trimestral. 26 (4): 1-5.

Ramírez, J. (1995). Estudio Hidráulico y de Sedimentos de la Laguna de Sonso. CVC. Cali – Valle. 49 p.

Ramírez, J.J. (1994). Dinámica Poblacional de dos Especies de Anabaenopsis (Wolosz) V. Mill. 1923 en una Laguna Eutrófica Tropical. Rev. Hydrobiol. Hop. 27 (4): 337-346.

Ramírez, L. (1973). Memoria del Proyecto de la Reserva Natural de la Laguna de Sonso. Informe CVC No. 73-4. 50 p.

Ramírez J.C., Vásquez, J.L., Navarrete, A.V., Vásquez, C.M. y Orejuela, J.E. (2000). Estado Sucesional de Humedales Madre Viejas Guarínó, Ciénaga La Guinea, Caño El Estero, Laguna Pacheco, Madre Vieja Lili, Madre Vieja, Gota e Leche, Madre Vieja Chiquique, Madre Vieja La Herradura y Lagunas Bocas de Tuluá localizadas en los Municipios de Cali, Jamundí, Bolívar y Tuluá, Departamento del Valle del Cauca. CVC. Cali. Colombia.

RAMSAR. (2001). Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia. En: [www.ramsar.org/wurc\\_policy\\_colombia\\_inland.htm](http://www.ramsar.org/wurc_policy_colombia_inland.htm)

----- (1989). Procedimiento de Orientación para la Gestión, Informe No. 39: Sitio Ramsar Parque Nacional Palo Verde, Costa Rica. Gland. Suiza. 25 p. [http://www.ramsar.org/ram/ram\\_rpt\\_39s.htm](http://www.ramsar.org/ram/ram_rpt_39s.htm).

Ray, P.M. (1970) La planta Viviente. Continental. México. 1270 p.

Reddy, K.R y DeBusk, W.F. (1984). Growth Characteristics of Aquatic Macrophytes Cultured in Nutrient Enriched Water: I Water Hyacinth, Waterlettuce and Pennywort. Econ. Bot. 38: 229.

Reddy, K.R. y Sutton, R.L. (1984). Water Hyacinth for Water Quality Improvement and Biomass Production. J. Environ Qual. 13:1.

Reis, R.E.; Kullander, S.O. y Ferraris, C.J. Jr. (eds.). (2003). Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Edipucrs. Porto Alegre, Brasil. 729 p.

Renjifo, L., A.M. Franco-Maya, J., 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.

Restrepo, C. y Naranjo, L.G. (1987). Recuento Histórico de la Disminución de Humedales y la Desaparición de Aves Acuáticas en el Valle Geográfico del Río Cauca, Colombia. En: H. Álvarez-López, G. Kattan y C. Murcia (eds) Memorias III Congreso de Ornitología Neotropical Cali-Colombia. Pág. 43-46.

República de Colombia. (2002). Decreto No 1667 de 2002. Bogotá. Colombia

----- (2002a). Versión 21-05-02. Bogotá. Colombia.

----- (1998). Decreto No 224 de 1998. Bogotá. Colombia.

----- (1997). Ley 357 de 1997. Bogotá. Colombia.

----- (1997a). Resolución 005 de 1997. Bogotá. Colombia.

----- (1994). Ley 17 de 1981. Bogotá. Colombia.

----- (1994a). Ley 165 de 1994. Bogotá. Colombia.

----- (1991). Decreto 2256 de 1991. Santafé de Bogotá. Colombia.

----- (1990). Ley 13 de 1990. Santafé de Bogotá. Colombia.

Rodríguez, C. (2002). Los Peligros de Eutrofización de los Cuerpos de Agua por el Vertimiento de las Aguas Residuales. En: XX Congreso Latinoamericano de Hidráulica. La Habana. Cuba. 7 p.

Rodríguez, C.A. (1983). Histografía de los Estudios Arqueológicos en el Departamento del Valle del Cauca. *Cespedesía* 12(45-46): 139-159.

Rodríguez-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](http://www.humboldt.org.co/conservacion/Listas_Preliminares.htm).

Rodríguez-M., J.V.; Hernández-Camacho, J.I.; Defler, T.R.; Alberico, M.; Mast, R.B.; Mittermeier, R.A. y Cadena, A. (1995) Mamíferos Colombianos: Sus Nombres Comunes e Indígenas. Conservation International y Fundación Mario Santo Domingo. Ocasional Paper No. 3.

Rojas, M. y Verwey, A. (2005). Análisis de Sensibilidad de un Modelo Hidrodinámico en SOBEK para Manejo de Humedales. Seminario Internacional La Hidroinformática en la Gestión Integrada del Recurso Hídrico. Agua 2005. Cartagena. Colombia. 10 p

Rojas-Díaz, V., Reyes-G., M. y Alberico, M. (*en preparación*). Mamíferos del Departamento del Valle del Cauca.



Roldán, G. (2003). Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia: Uso del Método BMWP/Col. Editorial Universidad de Antioquia. Primera Edición. Medellín. Colombia. 170 p.

----- (1992). Fundamentos de Limnología Neotropical. Universidad de Antioquia. Medellín. 529 p.

Román-Valencia, C. (1995). Lista Anotada de los Peces de la Cuenca del Río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. Boletín Ecotrópica, No 29. 10 p.

Romero, G.A. (2006). Digitalización del Plano de Delimitación de la Reserva Natural de la Laguna de Sonso sobre Mosaico de Aerofotografías FAL-CVC 1998 y Levantamiento Cartográfico del Área Oriental. CVC. Cali. 13 p.

Royero, R. y Lasso, C. (1992). Distribución Actual de la Mojarra de Río, *Caquetaia kraussii*, (Steindachner, 1878) (Perciformes, Cichlidae) en Venezuela: Un Ejemplo del Problema de la Introducción de Especies.

Rueda-Almonacid, J.V. (1999). Situación Actual y Problemática Generada por la Introducción de la “Rana Toro” a Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 23 (suplemento especial): 367-393.

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.

Ruíz-Carranza, P.; Ardila-Robayo, M.; y Lynch, J.D. (1996). Lista Actualizada de la Fauna de Amphibia de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 20(77):65-415.

Saavedra-Rodríguez, C.A. (1999) Estructura y Composición de la Comunidad de Murciélagos de la Cuenca Media del Río Calima, Valle del Cauca. Tesis de Biología, Universidad del Valle, Cali. 60 p.

Salas, H.J. y Martino, P. (2001). Metodologías Simplificadas para la Evaluación de Eutroficación en Lagos Cálidos Tropicales. Programa Regional CEPIS/OPS. Lima, Perú.

Salazar, R.M.I.; Gómez, N.; Vargas, W.G.; Reyes, M.; Castillo, L.E.; y Bolívar, W. (2002). Bosques Secos y Muy Secos del Departamento del Valle del Cauca. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC.

Sánchez-C, H.; Castaño-M, O.; y Cárdenas-A, G. (1991). Diversidad de los Reptiles en Colombia. Págs. 277-325. En: O. Rangel (ed.). Colombia Diversidad Biótica I. Universidad Nacional de Colombia, Bogota y Conciencias.

Sánchez-Palomino, P.; Rivas-Pavas, P. y Cadena, A. (1993). Composición, Abundancia y Riqueza de Especies de la Comunidad de Murciélagos en un Bosque de Galería en la Serranía de la Macarena (Meta-Colombia). Caldasia 17:301-312.



Saunders, D.L.; Meeuwig, J. J. y Vincent, C. J. (2002). Freshwater Protected Areas: Strategies for Conservation. *Conservacion Biology*. Vol. 16, No. 1; p. 30 – 41.

Schmitter, J.J. (2006). El caso de la Tilapia Africana en Quintana Roo. En: Texto presentado en el IV Foro Mundial del Agua, México D.F.

Schwartz, S.S. y Ballinger, R.E. (1980). Variations in Life History Characteristics of *Daphnia pulex* Fed Different Algal Species. *Oecologia (Berlin)*, 44:181-184.

Sculthorpe, D.C. (1971). *The Biology of Aquatic Vascular Plants*. London; p 177-193.

Seed, M.T.E. (1978). The Nature of Competition Between *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms and *Pistia stratiotes*. *J. Aquatic Plant Manage.* 16: 53-57.

Shapiro, J. (1973). Blue-Green Algae: Why they become Dominant. *Science* 179:382-384.

Shiralipour, A.; Garrand, L.A.; y Maller, W.T. (1981). Nitrogen Source, Biomass Production and Phosphorus Uptake in Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *J. Aquat. Plant Manage.* 19(0): 40-43.

SIDAP, Fundación Trópico y CVC. (2004). *Construcción Colectiva del Sistema de Áreas Protegidas del Valle: Propuesta de Categorías de Áreas Protegidas para el Valle del Cauca y sus Directrices de Manejo*. Cali. Colombia. 90 p.

Sierra, J.A. (1997). *Laguna de Sonso: Hechos en Lugar de Dichos*. CVC. Cali. Colombia. 7 p.

Sterling, J.E. (1980). *Estudio Preliminar para la Evaluación del Estado de las Poblaciones de Peces y del Mantenimiento de las Madreviejas Buga, Chiquique, Videles y Laguna de Sonso*. Informe entregado a la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC.

Taphorn, D.C. (1992). *The Characiform Fishes of the Apure River Drainage, Venezuela*. Biollania, Edición especial No. 4. Monografías Científicas del Museo de Ciencias Naturales UNELLEZ, Guanare, Estado de Portuguesa, Venezuela. 537 p.

TECNOCENCIA. (2004). *Seguridad Alimentaria: Especial Seguridad Alimentaria*. En:[http://www.tecnociencia.es/especiales/seguridad\\_alimentaria/2.htm](http://www.tecnociencia.es/especiales/seguridad_alimentaria/2.htm).

Timmer, C.E., y Weldon, L. W. (1967). Evapotranspiration and pollution of Water by Water Hyacinth. *Hyacinth Control Journal* 6: 34-37.

Triana, T. (1856). *Nuevos Géneros y Especies de Plantas de la Flora Neogranadina*. Bogota. Colombia.

Tucker, C.S. y Ploeg, M.V. (1993). Seasonal Changes in Water Quality in Commercial Channel Cat Fish Pond Mississippi. *Journal of the World Aquaculture Society*, 24:473-481.



Twombly, S. y Lewis, W. M., JR. (1987). Zooplankton Abundance and Species Composition en Laguna La Osinera, Venezuela Floodplane Lake. Arch. Hydrobiol. 1(supl 79): 87-107.

Uetz, P. (2000). How many reptiles species? Herpetological Review, 31(1): 13-15.

UICN (2004) IUCN Red List of Threatened Species. <[www.redlist.org](http://www.redlist.org)>. Consultada el 30 de Agosto de 2006.

UNEP, UNESCO y WHO. (1996). Water Quality Assessment: A Guide to the Use, of Biota, Sediments and Water Environmental Monitoring. 2 Ed. Londres. Inglaterra. 626 p.

Unión Temporal Obasco y Cia – Análisis Ambiental Ltda., y CVC. (2002a). Estudio para el Control de Contaminación por Cianuro (Cn) y Mercurio (Hg) en las Cuencas de los Ríos Guabas y Guadalajara, Municipios de Ginebra, Guacari y Buga. Tomo II. Contrato CVC-0131-2002. Cali. Colombia.

Usma, J. S.; Ortega-Lara, A. (2002). *Parodon caliense* En: Mojica, J.I.; Castellanos, C.; Usma, S.; Álvarez, R. (Eds.). 2002. Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. La Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, Colombia.

Valencia, D. (1998). Biología y Control de roedores. Cartilla divulgativa. ICA-CI Palmira. 24p.

Vargas, I.C. (1989). Inventario Preliminar de la Ictiofauna de la Hoya Hidrográfica del Quindío. Corporación Autónoma Regional del Quindío, División de Recursos Naturales, Sección Aguas. 96 p.

Vargas, W. (2006). Rescate y Evaluación de Especies de Plantas Amenazadas [www/humboldt.org.co](http://www/humboldt.org.co).

Velásquez, V.A. (1999). Rana Toro (*Rana catesbeiana*) como Bioacumuladora de Cadmio y Plomo en Ecosistemas Lagunares del Valle del Cauca. Tesis de grado en Biología, Universidad del Valle, Cali-Colombia.

Vélez, C.A. (2006). Integrated Water Quality and Ecosystem Modelling a Case Study for Sonso Lagoon, Colombia. MSc Thesis Water Science and Engineering – Hydroinformatics. UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, the Netherlands. 125. p.

Vollenweider, R.A. (1983). Eutrophication. Notes Distributed during the II Meeting of the Regional Project on the Eutrophication of Tropical Lakes.

Wetzel, R. G. (1981).- Limnología. Edit. Omega, S.A. Barcelons, 679 p.

Wolverton, B.C. y McDonald, R.C. (1976). Don't Waste Waterweeds. New Sci. 71(1013):318-320.

----- (1975). Water Hyacinths and Alligator Weeds for Renovation of Lead and Mercury from Polluted Waters. NASA Tech. Memo., (TM-X-72723).





---

*Plan de Manejo Ambiental Integral del Humedal Reserva Natural Laguna de Sonso*

Wooten, J.W. y Dood, J.D. (1976). Growth of Water Hyacinth in Treated Sewage Effluent. *Econ. Bot.*, 30:29-37.

Yount, J.L. y Crossman, R.A. (1970). Eutrophication Control by Plant Harvesting. Part 2. *J. Water Pollut. Control Fed.*, 42(5):173-183.



## **ANEXO 1**

### **ACUERDO CVC 17 DE 1979**



**Acuerdo No. 17 de 1.978  
(Octubre 18)**

“Por el cual se declara como zona de reserva natural la Laguna de Sonso o del Chircal y zonas aledañas en jurisdicción del municipio de Buga Departamento de Valle del Cauca”.

El Consejo Directivo de la Corporación Autónoma Regional del Cauca –CVC- en uso de las atribuciones legales que le confieren los Decretos Leyes Nos. 2420 y 3120 de 1.968, Decreta 737 de abril 30 de 1.971 y Ley 2ª. De febrero 9 de 1.979, y.

**CONSIDERANDO:**

Que por medio del Decreto Ley No. 2420 de fecha 24 de septiembre de 1.968 el Gobierno Nacional reestructuró el Sector Agropecuario, y creó el Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables INDERENA, asignándole en el artículo 23 del mencionado Decreto funciones específicas como las de reglamentar el uso, aprovechamiento y comercialización de los recursos naturales renovables, el otorgamiento de concesiones de aguas, lo mismo que lo relativo a las obras en cauces fluviales, aprovechamiento de materiales de los cauces fluviales, obras para el control y aprovechamiento de las aguas, supervisión y otorgamiento de las licencias respectivas, la movilización de los productos forestales y de fauna y el registro de las personas naturales y jurídicas que aprovechen las aguas, los bosques y la fauna acuática y silvestre.-

Que en el literal b) del artículo 23 del mencionado Decreto Ley 2420 de 1.968, se facultó al INDERENA para delimitar, reservar y administrar las áreas que se consideran necesarias para la adecuada protección de las aguas, los bosques, los suelos la fauna y autorizar la sustracción de zonas dentro de las reservas.-

Que el 26 de diciembre de 1.968, el Gobierno Nacional dictó el Decreto Ley No. 3120 para adicionar el Decreto Ley 2420 del mismo año y en el artículo 4º, que quedó incorporado al Decreto Ley 2420 como artículo 23 bis, se dispuso que la Corporación Autónoma Regional del Cauca – CVC- además de las funciones señaladas en el Decreto No. 1707 del 1.960, tendría las conferidas el INSTITUTO DE DESARROLLO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES – INDERENA- en el artículo 23 del Decreto Ley 2420 de 1.968.

Que como consecuencia de lo dispuesto en el citado Decreto 3120 de 1.968, la CVC tiene la facultad de reglamentar el uso, aprovechamiento y comercialización de los recursos naturales renovables en el área de su jurisdicción.-

Que el Gobierno Nacional dictó el Decreto No. 737 de abril 30 de 1.971, por el cual se aprobó el Acuerdo CVC No. 6 de marzo 22 del mismo año, o sea el Estatuto General de la Corporación.-

Que en el artículo 6º, del mencionado Decreto 737 de 1.971, se ratificaron en forma expresa las funciones de la CVC, entre las cuales se destacan: a) La reglamentación, administración, conservación y fomento de los recursos naturales en los aspectos de pesca fluvial y lacustre, aguas superficiales y subterráneas, suelos, bosques, fauna y flora silvestre, parques, hoyas hidrográficas, reservas naturales,



sabanas comunales y praderas etc. K) La delimitación, reservación y administración de las áreas, los bosques, los suelos y la fauna y la autorización de la sustracción de las zonas dentro de las reservas, con la aprobación del Gobierno 1) El adelantamiento de las actividades y obras necesarias para la mejor conservación y desarrollo de los recursos naturales renovables; n) La realización y fomento de actividades de repoblación forestal, Ictiológica y de fauna silvestre propendiendo por el desarrollo y aprovechamiento adecuado de los recursos vivos de las aguas dulces y la fauna silvestre.-

Que por la Ley 2ª, de febrero 9 de 1.978 se aclara el Decreto Ley 133 de 1.976, en el sentido de que las Corporaciones Autónomas Regionales, conservan las funciones de administración, conservación y manejo de los recursos naturales renovables en sus respectivas jurisdicciones, cuando éstas las tengan asignadas por las leyes que las crearon y por las leyes y decretos reglamentarios correspondientes, como es el caso de esta Corporación, de conformidad con las disposiciones antes señaladas.-

Que la Laguna de El Chircal o de Sonso, situada en el Municipio de Buga, es la única laguna de cierta extensión que subsiste en la planicie vallecaucana y constituye con sus zonas aledañas un biotopo de singular valor ecológico como quiera que posee recursos de flora, fauna y paisaje de gran belleza escénica y de alto potencial turístico y recreacional. Sus aguas sustentan además una elevada producción pesquera de la cual derivan su subsistencia numerosos campesinos de la región.

Que además de su valor ecológico y pesquero la Laguna citada cumple funciones hidrobiológicas importantes como vaso de desfogue de las crecientes del río Cauca, acumulando durante la estación lluviosa reservas de agua que posteriormente contribuyen a mantener el caudal del río en los estiajes prolongados.-

Que el incremento de la agricultura intensiva en las zonas aledañas a la laguna, amenazada con degradar y aún destruir la fisonomía natural de este relicto, por lo cual la CVC debe hacer velar los derechos que corresponden al Estado para preservar la laguna y sus alrededores como patrimonio de la comunidad vallecaucana.

Que la legislación Colombiana prevé para estos casos la declaración de zonas de reserva natural, entendiéndose por tales, aquellas áreas de interés ecológico que es necesario conservar y mantener, sin perjuicio de que en ellas se puedan adelantar actividades agrícolas y/o ganaderas que no sean incompatibles con la preservación de las características ecológicas que les son propias.-

Que en el artículo 723 del Código Civil Colombiano se estipula que “si una heredad ha sido inundada, el terreno restituido por las aguas, dentro de los diez (10) años subsiguientes volverá a sus antiguos dueños”.-

A contrario sensu debe entenderse que si pasados diez años no se realiza la restitución del terreno inundado deja de ser de propiedad de sus dueños y revierte al Estado. Que este fenómeno se ha presentado en la Laguna de El Chircal o de Sonso por lo cual así debe declararse en la parte resolutive.

Que es deber de la Corporación, velar por la conservación y fomento de los recursos naturales renovables en el área de su jurisdicción y para tal efecto se precisa declarar como ZONA DE



RESERVA NATURAL a la Laguna de EL CHIRCAL O DE SONSO y zonas aledañas, de conformidad con los estudios técnicos realizados para tal fin por la Corporación.-

Por lo anteriormente expuesto EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA – CVC-

### ACUERDA:

**Artículo Primero.-** DECLARESE COMO ZONA DE RESERVA NATURAL la laguna conocida con el nombre de EL CHIRCAL o SONSO y ZONAS ALEDAÑAS, ubicada en el Municipio de Buga, Departamento del Valle del Cauca con el objeto de conservar las especies migratorias, la flora y fauna y bellezas escénicas naturales, además de preservar el equilibrio biológico natural, con fines científicos, educativos, recreativos zona de reserva y estéticos, dentro de la cual se encuentra la ZONA PANTANOSA comprendida desde el límite de la película de agua de la laguna hasta la cota (curva de nivel) 937.00 metros según el trazo que existe en el mapa a escala 1:10.000- que se adjunta a este Acuerdo y hace parte integrante del mismo.-

**Parágrafo.-** La zona a que se refiere el presente artículo es la comprendida dentro de los límites demarcados en el plano No. 312-H-03 a escala 1:10.000 con las letras A. B. C. D. E. F. G. H. I. J. K. L. M. N. Ñ. O. P. Q. R. S. T. U. A elaborado por la Corporación Autónoma Regional del Cauca – CVC -, que se anexa al presente Acuerdo y hace parte integrante del mismo, así: partiendo del Kilómetro 2 más 12 metros de la carretera que conduce de Buga a Mediacanoa y Loboguerrero, se encuentra el punto A, de allí se sigue por el lindero de las propiedades Nos. 001002059 y 001002055 con dirección S 14°-16'-05" W y una longitud de 53,38 metros hasta el punto B, sigue el lindero de las propiedades antes mencionadas variando su dirección en S74° – 50'- 14" E con una longitud de 34,63 metros hasta el punto C en este punto cambia su dirección con S15° – 26'-59" W una trayectoria de 31.99 metros hasta encontrar el punto D; de este punto cambia su dirección con S55-31'-56"E y una longitud de 219,48 metros hasta encontrar el punto E; aquí cambia la dirección con S21- 19'-05" W y una distancia de 112.12 metros hasta el punto F; en este varía la dirección con N69°-40'22" W y una longitud de 208,61 metros hasta el punto G, en este punto cambia la dirección con S16°-43'-55" W y una distancia de 289, 01 metros hasta el Delta 1; de aquí cambia su dirección en S14°-36'33" W y una distancia de 233,31 metros hasta el punto H; aquí cambia su dirección en S53°-28'-05" E y una distancia de 201,39 metros hasta el punto I; en este punto cambia la dirección en SO1°-31'52" E y una longitud de 350,44 metros hasta el punto J; en este punto cambia su dirección de N67° -26'-30" W y una distancia de 296,33 metros hasta el punto K; en este punto cambia su dirección en S15°-02-18" W y una longitud de 87,94 metros hasta el punto L; en este punto continua en dirección S24°-29'-52"E y una longitud de 1.015 metros; de este punto continua por una curva de radio 1.074,31 metros, arco 77° 50'26" D de longitud 1.459,51 metros, sigue en dirección S53° 33'42" W 137,81- metros en este punto continua el límite por una curva de radio 5.729,58 metros, arco de 17° 25'48" I y una longitud de 1.743, 00 metros hasta cruzar el lindero de las propiedades Nos. 001002104 y 001002005, punto M, en este punto toma una dirección S69° 27'-05" E y una longitud de 294,05 metros hasta el punto N, bordeando el bosque de las chatas; en este punto toma una dirección S18° -28'-05" E y una longitud de 240,89 metros hasta el punto Ñ, bordeando el bosque de las chatas; en este punto cambia su dirección en S87° -17'41" W y una distancia de 240,70 metros hasta el punto O, bordeando el bosque de las chatas; en este punto cambia su dirección en S42° -55'-37" W y una longitud de 161,17 metros hasta la Quebrada El Vínculo punto P; continuando por esta dirección Noreste y siguiendo el lindero de las propiedades Nos.



001002104 y 001003106 respectivamente, hasta cruzar con la curva de radio S729,58 metros, arco 17 25'48" longitud 1.743,00 metros punto Q; continua en dirección S 35° 49'10" W 318,10 metros para continuar luego con una curva de radio 5.729,58 metros arco de 34° 42'38" longitud de 3.471, 05 metros continuando con la misma dirección de la curva anterior y una longitud de 234,00 metros hasta el punto R de coordenadas N915.000,71, E1'078.248,84; de este punto continua el límite con rumbo S79°- 34'-54" W y longitud de 100.00 metros hasta el punto S a orillas del río Cauca margen derecha. En esta parte el límite de la reserva continua por la margen derecha del río Cauca aguas abajo hasta el punto I sobre el puente de Mediacanoa, en la carrera que conduce de Buga a Mediacanoa, este punto tiene coordenadas N921.994,35 y E1'080,968 de este punto continua por la margen izquierda de la carretera que conduce de Mediacanoa a Buga hasta encontrar el punto A, en el kilómetro 2 más 12 metros de la misma carretera, donde se inicio el límite de la reserva.-

**Artículo Segundo.-** LA CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA –CVC- ejercerá la administración y llevará a cabo la reglamentación de las áreas que se delimitan y declaran como zona de reserva natural por el presente Acuerdo.-

Artículo Tercero.- El presente Acuerdo requiere para su validez la aprobación por parte del Gobierno Nacional.-

Dado en Cali, a los Diez y Ocho (18) días del mes de Octubre de mil novecientos setenta y ocho (1978).-

PUBLIQUESE Y CUMPLASE.-

JAIME ARIZABALETA  
PRESIDENTE

RAUL H. MARTINEZ SÁNCHEZ  
SECRETARIO GENERAL.



## **ANEXO 2**

### **ACUERDO CVC 16 DE 1979**



**Acuerdo CVC No. 16 de 1.979  
(Mayo 30)**

“POR EL CUAL SE REGLAMENTAN LAS ACTIVIDADES RELATIVAS AL USO DEL SUELO, DE LAS AGUAS Y DEL ESPACIO AÉREO EN LA ZONA DE RESERVA NATURAL DE LA LAGUNA DE SONSO O DEL CHIRCAL EN EL MUNICIPIO DE BUGA”.

El Consejo Directivo de la Corporación Autónoma Regional del Cauca –CVC- en uso de las atribuciones legales que le confieren los Decretos Leyes Nos, 2420 y 3120 de 1968, Decreto 737 de 1971, Ley 2ª de 1978, y Decreto No. 2887 de Diciembre de 1978, aprobatorio del Acuerdo No. 17 de Octubre 18 de 1.978, y

**CONSIDERANDO:**

Que por medio del Decreto Ley No. 2420 del 24 de septiembre de 1968 el Gobierno Nacional reestructuró el Sector Agropecuario, y creó el Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables –INDERENA-, asignándole en el Artículo 23 del mencionado Decreto funciones específicas como las de reglamentar el uso, aprovechamiento y comercialización de los Recursos Naturales Renovables, el otorgamiento de concesiones de agua lo mismo que lo relativo a las obras en cauces fluviales, aprovechamiento de las aguas, supervisión y otorgamiento de las licencias respectivas, la movilización de los productos forestales y de fauna y el registro de las personas naturales y jurídicas que aprovechan las aguas, los bosques y la fauna acuática y silvestre.

Que en el literal b) del Artículo 23 del mencionado Decreto Ley 2420 de 1968, se facultó al Inderena para delimitar, reservar y administrar las áreas que se consideren necesarias para la adecuada protección de las aguas, los bosques, los suelos y la fauna y autorizar la sustracción de las zonas dentro de las reservas.

Que el 26 de Diciembre de 1968, el Gobierno Nacional dictó el Decreto Ley No. 3120 para adicionar el Decreto Ley 2420 del mismo año y en el artículo 4º que quedó incorporado al Decreto Ley 2420 como artículo 23 bis, se dispuso que la Corporación Autónoma Regional del Cauca –CVC además de las funciones señaladas en el Decreto No. 1202 de 1960, tendría las conferidas al Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables –INDERENA- en el artículo 23 del Decreto Ley 2420 de 1968.

Que como consecuencia de lo dispuesto en el citado Decreto Ley 3120 de 1968, la CVC tiene la facultad de reglamentar el uso, aprovechamiento y comercialización de los Recursos Naturales Renovables en el área de su jurisdicción.

Que el Gobierno Nacional dictó el Decreto No. 737 de 1971 por el cual se ratificaron en forma expresa las funciones de la CVC., entre las cuales se destacan: e) La reglamentación, administración, conservación, y fomento de los recursos naturales en los aspectos de pesca fluvial y lacustre, aguas superficiales y subterráneas, suelos, bosques, fauna y flora silvestre, parques, hoyas hidrográficas, reservas naturales, sabanas comunales y praderas, etc. k) La delimitación, reservación y administración de las áreas que se consideran convenientes para la adecuada protección de las aguas,





los bosques, los suelos y la fauna y la autorización de la sustracción de las zonas dentro de las reservas, con la aprobación del Gobierno. l) El adelantamiento de las actividades y obras necesarias para la mejor conservación y desarrollo de los Recursos Naturales Renovables. n) La realización y fomento de actividades de repoblación forestal, ictiológica y de fauna silvestre propendiendo por el desarrollo y aprovechamiento adecuado de los recursos vivos de las aguas dulces y la fauna silvestre.

Que por el Decreto Ley 133 de 1976 se asignó al Inderena la administración, conservación y manejo de los Recursos Naturales Renovables en todo el territorio nacional.

Que por la Ley 2ª. de Febrero 9 de 1978 se aclaró el Decreto Ley 133 de 1976, en el sentido de que las Corporaciones Autónomas Regionales conservan las funciones de administración, conservación y manejo de los Recursos Naturales Renovables en sus respectivas jurisdicciones cuando éstas las tengan asignadas por las leyes que las crearon y por las leyes y Decretos Reglamentarios correspondientes, como es el caso esta Corporación, de conformidad con las disposiciones antes señaladas.

Que en el artículo 2º., del Acuerdo CVC No. 17 de Octubre 18 de 1978, aprobado por el Decreto Nacional No. 2887 de diciembre de 1978, que declaró como zona de Reserva Natural la Laguna de Sonso o Chircal en el municipio de Buga, Departamento del Valle del Cauca, se dispone que la Corporación Autónoma Regional del Cauca -CVC- ejercerá la administración y llevará a cabo la reglamentación de las áreas que se delimitan y declaran como zona de reserva natural por el citado Acuerdo.

Por lo anteriormente expuesto, el Consejo Directivo de la CVC,

#### **ACUERDA:**

**Artículo Primero.-** La zona de Reserva Natural Laguna de Sonso o del Chircal ubicada en el Municipio de Buga, para efectos de la presente reglamentación se divide en las siguientes áreas, según el plano CVC N.312-H-01-2R a escala 1:10.000 que hace parte integrante de esta reglamentación.

AREA LAGUNAR, delimitada por la curva de nivel 936.50 (Del sistema de nivelación de la CVC, el cual se encuentra debidamente ajustado al sistema de nivelación Geodésica). Cubre una extensión de 745 Has. aproximadamente y su característica principal es la de haber permanecido con ese nivel de agua por más de diez (10) años y ser el hábitat de una gran variedad de especies ictiológicas y de avifauna.

AREA AMORTIGUADORA, corresponde a la zona de terreno comprendida entre la curva de nivel 937 anteriormente mencionada y el límite de la reserva definida en el Acuerdo No. 17 de Octubre 18 de 1978, aprobado por el Decreto Nacional No. 2887 de Diciembre de 1978; cubre una extensión de terreno de 1.300 Has. aproximadamente y en ella habita una gran variedad de flora y fauna silvestre.

**Artículo Segundo.-** Dentro del área de Reserva Natural quedan prohibidas las siguientes actividades:



1. Cazar o simplemente disparar, la destrucción de nidos, huevos o polluelos o cualquiera otra acción que atente contra la vida silvestre.
2. La pesca por cualquier método ilícito, tales como: el uso de sustancias químicas, barbosco, explosivos o redes no reglamentarias etc.
3. La sustracción de especies florísticas y faunísticas propias del área, así como la introducción de especies florísticas y faunísticas extrañas a la zona de reserva.
4. La extracción de aguas de la Laguna.

Parágrafo.- Sólo se permitirá la pesca artesanal comercial por parte de aquellos pescadores legalmente inscritos ante la CVC.

Parágrafo.- La CVC en su debida oportunidad reglamentará y controlará la pesca a que se refiere el parágrafo anterior, estableciendo épocas de veda.

**Artículo Tercero.**- Quedan suspendidos dentro de las áreas antes mencionadas, los aprovechamientos de bosques existentes al momento de expedir esta reglamentación, la práctica de quemas, ya se trate de arbustos o rastrojos; actividades que sólo se permitirán en casos especiales, previo concepto técnico emitido por la Corporación Autónoma Regional del Cauca – CVC-. En el área amortiguadora se permitirá además del cultivo de pastos, la reforestación con especies nativas del área, de conformidad con el correspondiente plan de reforestación que deberá ser aprobado por la CVC.

**Artículo Cuarto.**- Los movimientos de tierra y obras de ingeniería que sea necesario efectuar en la zona de reserva, para apertura, mejoramiento y mantenimiento de carreteras construcción de canales de riego y drenaje o para otros fines, estarán sometidos al concepto técnico previo emitido por la CVC.

**Artículo Quinto.**- Prohíbese en el área de reserva la aplicación de cualquier tipo de plaguicidas mediante aspersión aérea. Solamente se permitirá la utilización de plaguicidas de acción no residual mediante la utilización de equipo terrestre (bombas de espalda, de bestia o equipo acoplable a un tractor). Igualmente prohíbese el vertimiento a la laguna o caños que a ella drenen de residuos industriales y residuos tóxicos provenientes de la industria agropecuaria.

Parágrafo.- El control de plagas dentro del área de reserva se deberá hacer fundamentalmente por medio del control biológico y sólo será permitida la utilización de agroquímicos de acción no residual, con previa solicitud del usuario del suelo a la CVC.-

**Artículo Sexto.**- En el área de reserva se prohíben los vuelos de aeronaves dedicadas a la aspersión de agroquímicos, así como el paso de cualquier otro tipo de aeronaves a alturas inferiores a 1040 pies (800 m).

**Artículo Séptimo.**- En las áreas Lagunar, se prohíbe la utilización de maquinaria o equipos que produzcan ruido y que perturben el ambiente natural tales como motores fuera de borda etc.

**Artículo Octavo.**- En una faja de 40 mts a partir del límite de la película de agua deberá establecerse plantaciones proteccionistas con especies propias de la región aptas para zona húmeda y con el fin de



conservar la fauna y preservar la laguna. Estas plantaciones podrán realizarse con los propietarios de los predios correspondientes o directamente por la CVC y servirán para delimitar en el terreno la zona lagunar.

Parágrafo.- Dentro de la zona a que se refiere el presente artículo no se permitirá la explotación de las especies forestales plantadas, por tratarse de una plantación proteccionista.

**Artículo Noveno.**- En el área Amortiguadora se permitirá: a) La práctica de la ganadería en fomra tal que no perturbe el medio natural; b) Cultivos de frutales, hortalizas, legumbres, flores, cultivos de pancoger, reforestación con especies nativas y cultivos que utilicen insecticidas y acción sistémica que no afecten la zona lagunar; c) La construcción de estanques para el cultivo de peces con fines de aprovechamiento comercial.-

**Artículo Décimo.**- La CVC aplicará las disposiciones pertinentes del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, y sus Decretos Reglamentarios, el Reglamento para el Control de Contaminación de los Recursos Hídricos por Vertimientos Domésticos e Industriales (Acuerdo CVC No. 14 de Noviembre 23 de 1976). La CVC coordinará las actuaciones que fueren necesarias con otras entidades de Derecho Público para el cumplimiento de las disposiciones que aquí se señalan.-

Parágrafo.- Será responsabilidad de la CVC el mantener en buen estado de conservación los canales de alivio de la Laguna con el fin de favorecer el desove de los peces y mantener el control sobre el área lagunar.

**Artículo Décimo Primero.**- El incumplimiento de las disposiciones del presente Acuerdo será sancionado con multas sucesivas hasta de CINCUENTA MIL PESOS (\$50.000.00) diarios, las cuales serán impuestas mediante resolución motivada del Jefe de la División de Recursos Naturales de la CVC.-

**Artículo Décimo Segundo.**- El presente Acuerdo rige a partir de la fecha de su expedición y deberá publicarse en el Diario Oficial.-

Dado en Cali, a los (30) días del mes de Mayo de mil novecientos setenta y nueve (1979).-

COPIESE, COMUNIQUESE, PUBLIQUESE Y CUMPLASE.

EUGENIO CASTRO BORRERO  
Presidente

ROSARIO MORENO OLIVER.  
Secretaría General



## **ANEXO 3**

### **ANALISIS DE CALIDAD DEL AGUA**



## ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA (1985 – 2006)

La calidad de agua de la Laguna de Sonso se ve afectada por la escorrentía de los tributarios por el lado oriental, la poca circulación del agua dentro de la Laguna y las entradas de agua en época de creciente del río Cauca.

### 1 PARÁMETROS FÍSICOS

#### 1.1 Temperatura Superficial

La temperatura superficial en los puntos de muestreo Sur, Centro y Norte de la Laguna de Sonso, durante el período 1989 – 2006, están entre 22.0 y 29.4°C para la condición seca y 22 a 27.5°C para la condición húmeda, con desviaciones estándar entre 1.7 a 2.0 y 1.5 a 1.7 respectivamente (Tabla 1).

**Tabla 1 Promedio de Temperatura Superficial por Estación y por Condición Estacional en la Laguna de Sonso (Período: 1989 – 2006)**

Estación	Verano				El período húmedo			
	Max	Min	Promedio	Desv. Est.*	Max	Min	Promedio	Desv. Est.
Sur	29.4	22.0	26.1	2.0	27.0	22.0	25.6	1.5
Centro	28.4	22.0	25.7	1.7	27.5	22.0	25.5	1.6
Norte	28.7	22.0	25.9	1.9	26.9	22.0	25.3	1.7

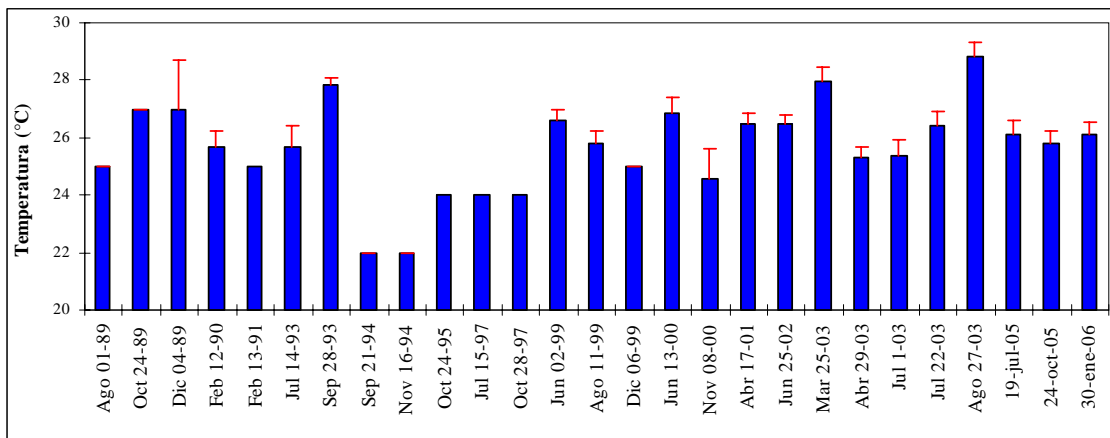
**Nota:** \* Desv. Est. = Desviación Estándar

Estadísticamente se encuentra que la temperatura no varía, ni por condición estacional ni por punto de muestreo, y que los valores medios de temperatura en la superficie de la Laguna se encuentran entre 24.0 y 28.3°C con un promedio de 26°C y una desviación estándar promedio de 1.6°C (Figura 1).

#### 1.2 Perfil de Temperatura

De acuerdo con Hernández (2005)<sup>447</sup> la temperatura en la superficie de la Laguna varía entre los 25 y 28°C, con un promedio de 26.6°C, siendo espacialmente homogénea en todo el cuerpo de la Laguna, además de no presentar variaciones temporales estacionales. A medida que aumenta la profundidad la temperatura disminuye a valores entre 24 y 26.5°C.

<sup>447</sup> Hernández, M.F. (2005). Estudio de la Calidad del Agua y Estado Trófico de la Laguna de Sonso. Tesis de Maestría para optar al Título de Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. Colombia. 250 p.



**Figura 1 Variación de la Temperatura en la Superficie de la Laguna de Sonso  
(Período: 1989 – 2006)**

No se presenta estratificación térmica en la Laguna de Sonso. En promedio para todos los puntos de muestreo se presenta una diferencia de  $0.7^{\circ}\text{C}$  entre la superficie y el fondo, en razón de la poca profundidad de la lámina de agua. En el punto Norte se presenta la menor diferencia de temperatura, puesto que el 60% de las veces para el período seco e el período húmedo la temperatura no cambia con la profundidad, lo que refleja el efecto de mezcla ocasionado por la entrada de agua del río Cauca.

### 1.3 pH

El pH en la estación Mediacanoa se encuentra entre 6.5 y 7.5 unidades y un promedio de 6.8 unidades durante el período (1985 – 2005); valores que están dentro de los límites admisibles para el río Cauca según el Acuerdo 014/76 de la CVC y el Decreto 1594/84 para uso del agua con destino a preservación de flora y fauna. Estos valores de pH se encuentran dentro de los rangos típicos presentados en fuentes superficiales no contaminadas según la UNESCO (1996)<sup>448</sup>.

El pH de los tributarios se encuentra entre 7 y 9 unidades. En promedio, los valores más altos de pH se presentan en el período húmedo en Guaymaral y Garzonero y en el período seco en Canadá. En términos generales, Garzonero es el tributario donde se presentan los valores de pH más altos durante el período evaluado 1989 – 2006 con registros en 7.6 y 8.6 unidades, y un promedio de 8.0 unidades.

Los valores de pH encontrados en la Laguna de Sonso son óptimos para el desarrollo de la biota acuática y cumplen con los criterios de calidad admisible para la destinación del recurso para

<sup>448</sup> UNESCO. (1996). Water Quality Assessments. Londres. Reino Unido.



Preservación de Flora y Fauna según el Decreto 1594 de 1984 y se encuentran dentro del rango de lagos y reservorios de pH entre 6 y 9 (Horne and Goldman, 1994)<sup>449</sup>.

El pH en la superficie del cuerpo de agua es ligeramente alcalino cercano a la neutralidad, puesto que en promedio para las tres estaciones de muestreo se obtienen valores de pH entre 6.8 y 8.4 unidades. En el período evaluado los registros de pH son muy estables en la Laguna, con un valor promedio de 7.6 y desviación estándar de 0.4.

En el punto Norte se presentaron las mayores variaciones de pH. Esto como consecuencia de la entrada de agua del río Cauca que aporta de iones bicarbonato en el período húmedo, causando la baja en el pH. En el período seco, cuando no entra agua fresca del Cauca, comienza a subir el pH por el consumo del ión bicarbonato por parte de las algas como fuente de alimento.

Los valores de pH que se presentan en la Laguna son favorables para el crecimiento de macrófitas flotantes como *Eichhornia crassipes*, puesto que crecimiento óptimo se encuentra en el rango de pH de 6.9 a 7.0 (Chadwick y Obeid, 1966)<sup>450</sup>, aunque Seed (1978)<sup>451</sup> asegura que *Eichhornia crassipes* domina sobre otras especies de macrófitas en pH's entre 4.7 y 9.0. Además de que esta planta acuática tiene una gran capacidad de llevar a pH neutro el agua donde se encuentra (Jamil et al., 1987)<sup>452</sup>.

#### **1.4 Color**

En el río Cauca, estación Mediacanoa, se encuentran diferencias de color, (aunque no significativas estadísticamente) entre las mediciones de los períodos seco y húmedo. En el período seco se encuentra un promedio de color de 58 mg/l, mientras que en el período húmedo se presentan los registros más altos con un promedio de 138 mg/l; situación que se presenta por el arrastre de materiales del lecho y del suelo. Con estos valores el río Cauca en Mediacanoa se cataloga, como una fuente muy deficiente según el RAS (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000)<sup>453</sup> de acuerdo con la clasificación de fuentes para abastecimiento, además de presentar limitaciones para los usos que determina el Decreto 1594/84.

Durante el periodo 1989 -2006, los registros promedio de color en los tributarios monitoreados se encuentran entre 16 y 60 unidades. Los valores más altos se presentan en la acequia Canadá con registros entre 5 y 350 unidades y un promedio de 59.8 unidades, esto como consecuencia de la actividad porcícola de la Hacienda Canadá que arroja sus aguas domésticas y agroindustriales a este tributario.

<sup>449</sup> Horne, A.J. y Goldmans, C.R. (1994). Limnology. McGraw-Hill. New York. USA. 576 p.

<sup>450</sup> Chadwick, M.J. y Obeid, M. 1966. A Comparative Study of the Growth of *Eichhornia crassipes* Solms and *Pistia stratiotes*. Walter Culture J. Ecol. 54: 563-575.

<sup>451</sup> Seed, M.T.E. (1978). The Nature of Competition Between *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms and *Pistia stratiotes*. J. Aquatic Plant Manage. 16: 53-57.

<sup>452</sup> Jamil, K.; Madhavendra, S.S.; Jamil, M.Z. y Rao, P.U.R. (1987). Studies on Water Hyacinth as a Biological Filter for Treating Contaminants from Agricultural Wastes and Industrial Effluents. J. Environ. Sci Health Part B Pestic Food Contam. Agric. Wastes. 22(1): 103-112.

<sup>453</sup> Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Tomo I. Bogota. Colombia.



En la Laguna de Sonso el color presenta variaciones entre 20 y 160 unidades. En el período húmedo se presenta una mayor variación con desviaciones estándar entre 0 y 72, mientras que el período seco presenta variaciones estándar en el rango de 0 y 5.8 unidades. En el punto Norte se presentan las mayores concentraciones con valores hasta de 188 unidades en épocas de invierno, debidas a los aportes del río Cauca y la acequia Canadá. En términos generales, la Laguna de Sonso presentó durante el período 1989-2006 una concentración promedio de 52.2 con una desviación estándar de 34 unidades.

## **1.5 Turbiedad**

Los registros más altos de turbiedad en la estación Mediacanoa sobre el río Cauca se presentan en el período húmedo con un promedio de 188 UNT, mientras que en el seco se presenta un promedio de 76 UNT. Esto es debido al arrastre de material particulado y disuelto del río como consecuencia de las lluvias. Una fuente de agua con concentraciones de turbiedad entre 40 y 50 UNT está catalogada como deficiente y turbiedades mayores a 160 serán fuentes muy deficientes (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000)<sup>454</sup>.

Al igual que en el parámetro de color, Canadá es el tributario que presenta los valores más altos de turbiedad, con registros entre 0.8 y 725 UNT, y con un valor promedio de 70.4 UNT, como consecuencia de los vertimientos de aguas residuales que drenan directamente a este cauce. Los registros de turbiedad en los tributarios monitoreados de la Laguna de Sonso, en promedio se encuentran entre 13 y 70 UNT.

En la Laguna de Sonso la turbiedad en el período seco presenta valores entre 7 y 100 UNT, con los mayores valores en la estación Centro. En el período de lluvias se presentan valores de turbiedad hasta 150 UNT, correspondiendo los mayores registros a la estación Norte por causa de la entrada de aguas del río Cauca, además de que la acequia Canadá, que también aporta en este punto, es el tributario con mayores niveles de turbiedad en la condición estacional de invierno.

En promedio la turbiedad para la Laguna de Sonso se encuentra entre 7 y 84 UNT con desviaciones estándar de 0.6 y 105.4, lo que muestra una gran variabilidad entre los puntos de muestreo. La turbiedad es causada por la presencia de materia orgánica finamente dividida y material suspendido, presente en los sedimentos aportados por los tributarios, y en la zona norte por el río Cauca en periodo de lluvias. La turbiedad causa la disminución en la penetración de luz solar en la columna de agua, afectando los procesos bioquímicos.

## **1.6 Conductividad Eléctrica**

En la estación Mediacanoa la conductividad no presenta un comportamiento estacional definido, oscilando entre 79 y 237  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La variación en este parámetro se encuentra dentro del rango de valores esperados para fuentes superficiales; correspondiendo a la variación en concentración sólidos disueltos y en especial a sales minerales.

---

<sup>454</sup> Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Tomo I. Bogotá. Colombia.





En la acequia Guayabito se presentan los registros más altos en todo el periodo histórico con valores entre 89 y 940  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y un promedio de 541.59  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En Canadá se presentan los valores más bajos, entre 28.8 y 556.8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y un promedio de 212.9  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

De acuerdo con Hernández (2005)<sup>455</sup>, la conductividad presenta un comportamiento bimodal relacionado con los periodos seco y húmedo. Es así como durante el periodo 1989 – 2006, los mayores registros de conductividad eléctrica en la Laguna de Sonso se presentan en el periodo seco, con valores entre 329 y 840  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que en el periodo húmedo se encuentran valores entre 209 y 655  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

## **2 PARÁMETROS QUÍMICOS**

### **2.1 Oxígeno Disuelto**

En Mediacanoa el oxígeno disuelto no tiene un comportamiento estacional presentándose concentraciones entre 0 y 4.0 mg/l con un promedio de 1.5 mg/l, con un 99% de las veces por debajo de los 4.0 mg/l (Figura 2), valor requerido para la protección de fauna acuática de acuerdo con el Decreto 1594/84).

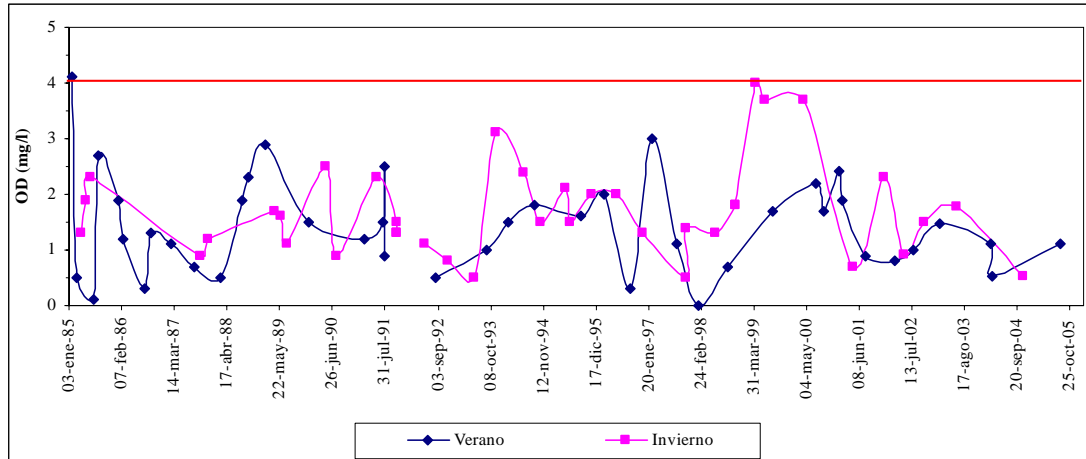
Estas bajas concentraciones de oxígeno disuelto, se debe a que esta estación se encuentra dentro del tramo más crítico, aunque esta estación no es el punto más crítico sobre el río Cauca en el tramo Salvajina – La Virginia, correspondiente al tramo Hormiguero – Mediacanoa, el cual presenta mayor contaminación por materia orgánica, puesto que recibe las cargas contaminantes de los municipios de Cali y Vijes, los aportes de los ríos Guachal, Cali, Desbaratado, Yumbo, Cerrito y Sonso, e industrias que descargan directamente al río Cauca, ocasionando que disminuyan los niveles de oxígeno disuelto.

En el tributario Guayabito se presentan las menores concentraciones de OD con valores por debajo de 4.0 mg/l el 66% de las veces, valor mínimo recomendado para la preservación de flora y fauna en un cauce. En términos generales, los tributarios Mocoa, Guayamaral y Garzonero presentan niveles de oxígeno disuelto por encima de 4.0 mg/l más del 80% de las veces, tanto para el periodo húmedo como para verano.

El promedio de los datos en el periodo 1989 – 2006 para la condición seca en los puntos de muestreo Sur, Centro y Norte varía en promedio entre 3.6 y 4.2 mg/l con una desviación estándar de 1.9. En el periodo húmedo el OD varía entre 2.5 y 3.7 mg/l, con desviación estándar entre 1.9 y 2.2 (Tabla 2). Las desviaciones estándar presentadas tanto para el periodo seco como el periodo húmedo indican muy poca dispersión de los datos con respecto a la media.

---

<sup>455</sup> Hernández, M.F. (2005). Estudio de la Calidad del Agua y Estado Trófico de la Laguna de Sonso. Tesis de Maestría para optar al Título de Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. Colombia. 250 p.



**Figura 2 Oxígeno Disuelto en la Estación Mediacañoa sobre el Río Cauca  
Período: 1985 – 2005**

Tabla 2 Promedio de OD Superficial por Condición Estacional  
(Período: 1989 – 2006)

Estación	Período Seco		Período Húmedo	
	Promedio	Desv. Est.*	Promedio	Desv. Est.
Sur	3.61	1.95	2.74	1.98
Centro	4.19	1.90	3.69	1.95
Norte	3.90	1.96	2.52	2.21

Nota: \*Desv. Est. = Desviación Estándar

En la Laguna de Sonso los valores de OD en períodos secos se encuentran entre 5.7 y 0.9 mg/l, y en la condición de lluvia entre 5.5 y 0.6 mg/l. Los niveles de oxígeno disuelto en la época del período de lluvias son menores que en el seco (Figura 3), esto en razón de que en el período húmedo se producen escorrentías que llegan a la Laguna, de forma directa o indirecta por medio del río Cauca y de tributarios, con arrastre de material orgánico presente en el suelo, aguas de riego de cultivo y residuos de actividades agroindustriales de la zona, cuya degradación en la Laguna ocasiona el consumo de oxígeno disuelto del agua. La entrada del río Cauca en la época del período húmedo afecta significativamente los niveles de OD en la Laguna y especialmente en la estación Norte de la misma.

En promedio en la Laguna de Sonso, el 43% de las veces se supera los 4.0 mg/l, valor requerido para la protección de fauna acuática de acuerdo con el Decreto 1594/84 (Figura 4). Para las condiciones de altitud y temperatura de la Laguna de Sonso, presión barométrica de 683 mm Hg y temperatura promedio de 25°C, se espera una concentración de saturación o máxima del oxígeno en el agua de 7.5 mg/l. La máxima concentración encontrada de OD en el agua de la Laguna ha sido del 76% de la



concentración máxima esperada (5.7 mg/l), indicando presencia de material orgánico biodegradable y otros compuestos, además del consumo de oxígeno por organismos acuáticos. La presencia de plantas flotantes en la Laguna de Sonso interrumpe el intercambio de oxígeno entre el aire y el agua, disminuyendo la capacidad de reoxigenación de la Laguna.

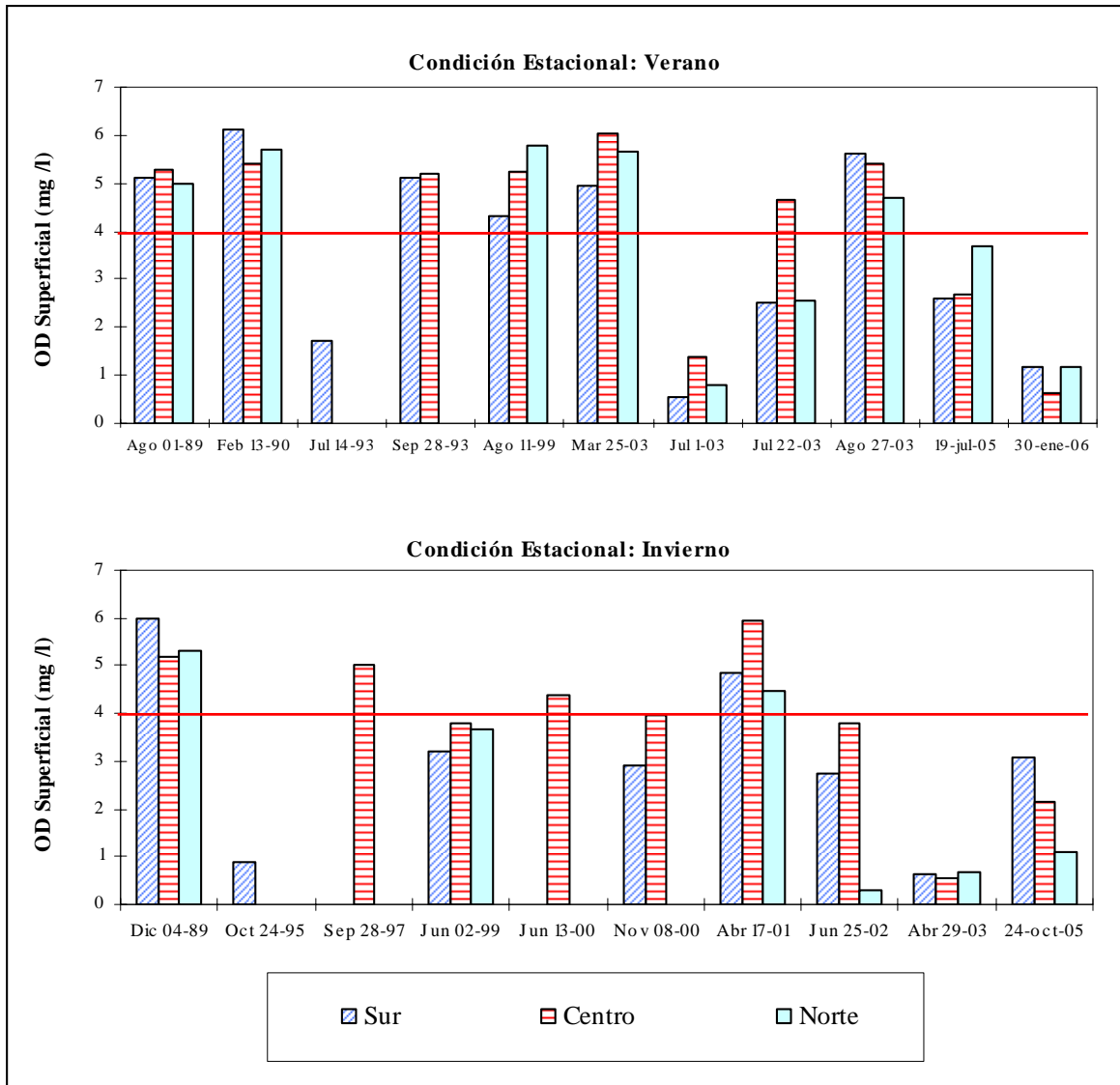
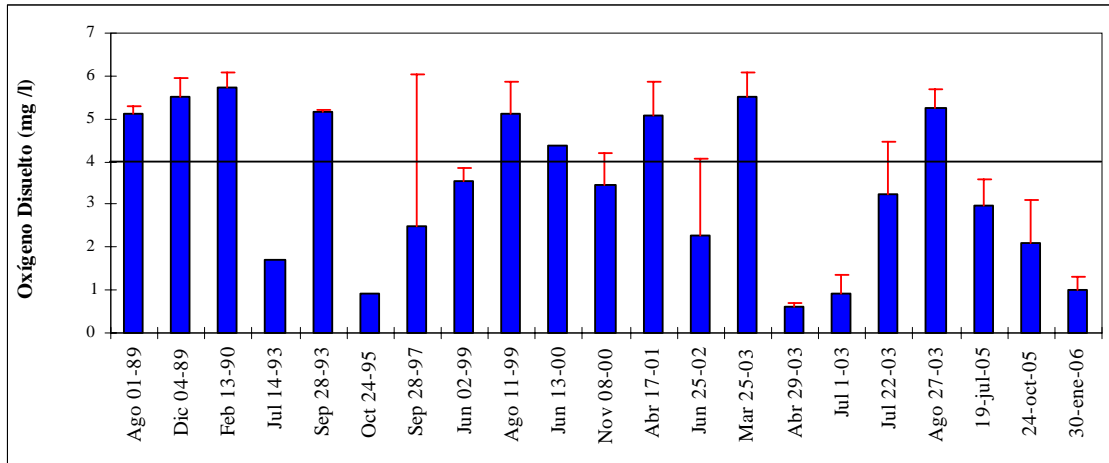


Figura 3 Promedio de OD Superficial por Condición Estacional y Estación de Muestreo (Período: 1989 – 2006)



**Figura 4 Promedio de Oxígeno Disuelto en la Laguna de Sonso (Período: 1989 -2006)**

## 2.2 Perfil del Oxígeno Disuelto en la Laguna de Sonso

De acuerdo con Hernández (2005)<sup>456</sup>, la concentración de oxígeno disuelto disminuye gradualmente conforme aumenta la profundidad de la masa de agua, hasta llegar incluso en algunas ocasiones a condiciones anóxicas.

En ambas condiciones o períodos, en la estación Sur se presenta la mayor dispersión en los datos de OD, con valores entre 6.0 y 0.9 mg/l en la superficie y 5.0 y 0.0 mg/l en el fondo. Esto es consecuencia de la menor recirculación en esta zona de la Laguna.

En las estaciones Centro y Norte el OD Superficial en época de poca lluvia se encuentra entre 5.0 y 6.0 mg/l, y 5.0 a 3.8 mg/l en el fondo. Solamente se presenta un valor menor a los indicados en el fondo, en el punto Centro en Jul 14 – 93, con un valor de 2.0 mg/l de OD.

En el período húmedo, se observa que en las estaciones Sur y Norte se llega a valores por debajo de 3.0 mg/l en el agua a la última profundidad muestreada. En la estación Centro se presentan valores en el fondo de la columna de agua entre 2.0 y 3.5 mg/l de OD.

<sup>456</sup> Hernández, M.F. (2005). Estudio de la Calidad del Agua y Estado Trófico de la Laguna de Sonso. Tesis de Maestría para optar al Título de Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. Colombia. 250 p.



## **ANEXO 4**

### **LISTADO DE MACROINVERTEBRADOS**

**Listado de Especies y Número de Individuos de Macroinvertebrados por Estación en la Laguna de Sonso (2006)**

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Especie	Bosque de Las Chatas	La Draga	La Península	El Rincón de los Abuelos	El Canal	Río Cauca	
Arthropoda	Insecta	Arachnoidea	Acarina	<i>s.i</i>			75				
		Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus sp</i>	2	20	39		378		
				<i>s.i.</i>		10	5		2		
				Ceratopogonidae	<i>Stilobezzia sp</i>						
		Odonata	Libellulidae	<i>Dytthemis sp</i>	2	2					
		Hemiptera	Vellidae	<i>Huseyella sp</i>		6	12				
				<i>s.i</i>					2		
			Corixidae	<i>Tenegobia sp</i>					4		
		Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Berosus sp</i>		1	6			4	
				<i>Tropisternus sp</i>		9	1		29		
			Dytiscidae	<i>Thermonectus sp</i>							
			Elmidae	<i>Heterelmis sp</i>			12				
			Dryopidae	<i>Elmoparnus sp</i>		6					
				<i>s.i.</i>			4				
Curculionidae	<i>s.i</i>				3						
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubifex sp 1</i>		12	15		93	1652	
				<i>Tubifex sp 2</i>		3					
				<i>Tubifex sp3</i>		1					
		Enchytraeidae	<i>Lumbriculus sp</i>	5	25	42	4	14			
			<i>s.i.</i>		17						
		Naididae	<i>Nais sp</i>					7			
Molusca	Gasteropoda	Basomatophora	Planorbidae	<i>Blomphalaria sp</i>	10	9	46	6			
				<i>Helisoma sp</i>			5	2			
		Physidae	<i>Physa sp</i>			5					
		Mesogastropoda	Ampullariidae	<i>Pomacea sp</i>	3	13	23				
			Thiaridae	<i>Hemisinus sp</i>	48	19	218	39			
	<i>s.i.</i>				2						
Bivalva	Veneroidea	Sphaeriidae	<i>Pisidium sp</i>				1				
<b>Total de Individuos</b>					<b>70</b>	<b>157</b>	<b>509</b>	<b>58</b>	<b>527</b>	<b>1652</b>	



## **ANEXO 5**

### **LISTADO DE FLORA DEL BOSQUE SECO TROPICAL**



## Especies de Flora Terrestre Registradas en el Bosque Seco Tropical

FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	NOMBRE COMUN	ESTATUS		Laguna de Sonso
			Libros Rojos	CVC	
Achatocarpacea	<i>Achatocarpus nigricans</i>	Totocal			♦
Anacardiaceas	<i>Anacardium excelsum</i>	Caracoli	LC	S2	♦
	<i>Spondias mombin</i>	Hobo			♦
Annonaceas	<i>Guatteria colina</i>	Cargadero		S1	♦
	<i>Xylopia ligustrifolia</i>	Burilico	NT	S2	♦
Arecaceae (Palmae)	<i>Aiphanes american</i>	Corozo	LC		♦
	<i>Attalea amygdalina</i>	Almendron	EN		
	<i>Attalea butyracea</i>	Corozo de Puerco	LC	S2	♦
	<i>Sabal mauritiaeformis</i>	Palmiche	NT		♦
	<i>Syagrus sancona</i>	Zancona	VU		♦
Asteraceae	<i>Tessaria integrifolia</i>	Sauce de Playa			
Bignoniaceas	<i>Jacaranda caucana</i>	Gualanday			♦
Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	LC		♦
	<i>Ochroma lagopus</i>	Balsa			♦
Borraginaceae	<i>Cordia alba</i>	Biyuyo			♦
Caesalpinaceae	<i>Brownea ariza</i>	Palo de Cruz			♦
	<i>Hymenaea courbaril</i>	Pecueca			♦
	<i>Senna spectabilis</i>	Flor Armarillo			♦
	<i>Senna grandis</i>	Cañfistula			♦
Capparaceae	<i>Capparis pendula</i>	Naranjuelo			♦
	<i>Capparis verrucosa</i>	Cotirito			♦
	<i>Crataeva tapia</i>	Totofando	LC		♦
Cecropiaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Yarumo			♦
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Barcino	DD		
	<i>Clusia ellipticifolia</i>	Cucharero			♦
Elacocarpaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Chitato			♦
Fabaceae	<i>Myroxylon balsamum</i>	Balsamum		S1	
	<i>Ormosia coutinboi</i>	Chocho			♦
Euforbiaceae	<i>Margaritaria nobilis</i>	Chaquiro			
Flacourtiaceae	<i>Laetia americana</i>	Manteco		S2	♦
Lacistemaceae	<i>Lacistema aggregatum</i> (	Cafeto			♦
Lauraceae	<i>Beilschmiedia costaricensis</i>	Aguacatillo			♦
	<i>Nectandra acutifolia</i>	Jigua Amarillo	DD		♦
	<i>Ocotea veraguensis</i>	Jigua Rojo			♦
	<i>Phoebe cinnamomifolia</i>	Jigua Blanco			♦
Lythraceae	<i>Lafoensia acuminata</i>	Arayan			♦
Malpighiaceae	<i>Bunchosia pseudononitada</i>	Cereza Flor Ros			♦
	<i>Bunchosia nitida</i>	Cereza Flor Arm			♦
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro Rojo			♦
	<i>Guarea guidonia</i>	Cerdo Macho			♦





Especies de Flora registradas en el Bosque Seco Tropical (continuación)

FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	NOMBRE COMUN	ESTATUS		Laguna de Sonso
			Libros Rojos	CVC	
Mimosaceae	<i>Acacia farrnriesana</i>	Aromo			♦
	<i>Acacia pennatula</i>	Trapichero			♦
	<i>Albizzia guachapele</i>	Igua			♦
	<i>Calliandra pittieri</i>	Carbonero			♦
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Piñon De Oreja			♦
	<i>Inga vera</i>	Guamo			♦
	<i>Pithecllobium dulce</i>	Chiminango			♦
	<i>Pithecllobium lanceolatum</i>	Espino De Mono			♦
	<i>Pithecllobium saman</i>	Saman			♦
Moraceae	<i>Brosimum utile</i>	Guaymara			♦
	<i>Ficus glabrata</i>	Higueron del Río			♦
	<i>Ficus velutina</i>	Higeron de Loma			♦
	<i>Ficus dendroidea</i>	Matapalo			♦
Myrsinaceae	<i>Myrsine guianensis</i>	Chagualo			♦
Myrtaceae	<i>Eugenia biflora</i>	Arrayan Escoba			♦
	<i>Eugenia monticula</i>	Arrayan			♦
	<i>Myrcia fallax</i>	Arrayan de Monte			♦
	<i>Psidium guayava</i>	Guaba			♦
Papiolioncidea	<i>Erythrina fusca</i>	Chamburo			♦
	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Pisamo			♦
	<i>Machaerium capote</i>	Capote		S2	♦
	<i>Ormosia continboi</i>	Chocho			♦
Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i>	Vara Santa			♦
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Jugua			♦
Rutaceae	<i>Amyris pinata</i>	Cipress			♦
	<i>Zanthoxylum amoyensis</i>	Tachuelo Rojo			♦
	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Uña Gato			♦
	<i>Zanthoxylum robifolium</i>	Tachuelo Blanco			♦
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce			♦
Sapindaceae	<i>Cupania americana</i>	Mestizo			♦
	<i>Sapindus saponaria</i>	Chambimbe			♦
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guacimo			♦
Ulmaceae	<i>Trema micranthum</i>	Zurrumbo			♦
Verbenaceae	<i>Citharexylum kuntianum</i>	Palo Blanco			♦
<b>Arbustos</b>					
Caesalpinaceae	<i>Senna reticulata</i>	Martin Galvis			♦
Papiolioncidea	<i>Aeschynomene americana</i>	Falsa Zarza			♦
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylon citrifolium</i>	Coca De Monte			♦
	<i>Mimosa pigra</i>	Zarza			♦
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	Cordoncillo			♦
	<i>Piper umbellatum</i>	Santa Maria			♦
Solanaceae	<i>Solanum wrightii</i>	Tachuelo			♦



## Especies de Flora registradas en el Bosque Seco Tropical (continuación)

FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	NOMBRE COMUN	ESTATUS		Laguna de Sonso
			Libros Rojos	CVC	
<b>Graminias</b>					
Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i>	Guadua			♦
	<i>Gynerium sagittatum</i>	Caña Brava			♦
<b>Musaceas</b>					
Heliconiaceae	<i>Heliconia bibai</i>	Platanilla			♦
	<i>Heliconia episcopalis</i>	Platanilla	VU		♦
	<i>Heliconia latispatha</i>	Platanilla			♦
	<i>Heliconia platystachys</i>	Platanilla	VU		♦
	<i>Heliconia rostrata</i>	Platanilla			♦
<b>Especies Introducidas</b>					
Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>	Nacadero			♦
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	Guayacan Lila			♦
Bombacaceae	<i>Pachira aquatica</i>	Cacao de Monte			♦
Euphorbiaceae	<i>Jatropha aconitifolia</i>	Papayuelo			♦
	<i>Jatropha curcas</i>	Piñon			♦
	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla			♦
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Matarraton			♦
Mimosaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena			♦
	<i>Prosopis juliflora</i>	Algarrobo			♦
Rutaceae	<i>Swinglia glutinosa</i>	Swinglia			♦
Verbenaceae	<i>Vitex cymosa</i>	Aceituno			♦
<b>Huerta Casera: Arboles Frutales</b>					
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango			♦
Annonaceae	<i>Anona cherimolia</i>	Chirimoyo			♦
	<i>Annona muricata</i>	Guanabana			♦
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i>	Totumo			♦
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i>	Achote			♦
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	Almendra			♦
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus acidus</i>	Grosella			♦
Gutifera	<i>Mammea americana</i>	Mamey			♦
	<i>Rbeedia madrunno</i>	Madroño	VU		♦
Mirtaceae	<i>Eugenia jambos</i>	Pomarosa			♦
Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i>	Pepa de Pan			♦
Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i>	Carambolo			♦
Sapindaceae	<i>Melicoccus bijuga</i>	Mamoncillo			♦
Sapotaceae	<i>Achras zapota</i>	Nispero			♦
	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimo Morado			♦
	<i>Calocarpum mammosum</i>	Mamey Zapote			♦
	<i>Pouteria caimito</i>	Caimo Armarillo			♦
Sterculiaceae	<i>Theobroma cacao</i>	Cacao			♦



**Estatus**

**UICN:** Extinto (EX), extinto en estado silvestre (EW), en peligro crítico (CR), en peligro (EN), vulnerable (VU), casi amenazado (NT), preocupación menor (LC), datos insuficientes (DD) y no evaluado (NE). Estas categorías también se establecen a nivel nacional (libros rojos de Colombia).

**CVC:** S1=Especie muy amenazada en el departamento por su extrema rareza o por algunos factores que la hacen especialmente vulnerable a extinguirse del departamento. Se encuentra en cinco localidades o menos, o quedan muy pocos individuos, o tienen poco hábitat; S1S2=Estado intermedio, S2=Especie amenazada en el departamento por su rareza o por algunos factores que la hacen muy vulnerable a extinguirse en el departamento. Se encuentra entre seis y 20 localidades, o quedan pocos individuos, o tienen poco hábitat; S2S3=Estado intermedio; S3=Especie rara o poco común en el departamento, de 21 a 100 localidades; SU=No se puede clasificar debido a la poca información que se tiene de la especie; SE = Introducida; SX = Extinta.

**Bibliografía**

CVC-TNC. (1993) Memorias del Primer Taller Sobre Conservación de Plantas en el Valle del Cauca, Cali. 48p

Instituto von Humboldt. (2005). Listas Rojas preliminares de plantas Fanerogamas y Briofitos de Colombia

Vargas, W. (2006). Rescate y Evaluación de Especies de Plantas Amenazadas [www/humboldt.org.co](http://www/humboldt.org.co)



## **ANEXO 6**

# **MACRÓFITAS DEL COMPLEJO DE HUMEDALES DEL ALTO RÍO CAUCA**



Especies de Vegetación Acuática del Complejo de Humedales del Alto Río Cauca

Clase	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Exótica	Categoría	Laguna de Sonso
<b>Plantas Emergentes Fijas al Sustrato (Comunidades Helofíticas)</b>						
Criptógamas	Teridofitas (Helechos)	<i>Acrostichum danaeifolium</i>				♦
		<i>Thelypteris dentata</i>				♦
	Arthrophyta	<i>Equisetum sp</i>				
Monocotiledoneas	Alismatidae	<i>Sagittaria latifolia</i>	Punta de Flecha			♦
		<i>Limncharis flava</i>	Buchon flor amarillo			♦
	Cyperaceae	<i>Cyperus ferox</i>	Esterrella			♦
		<i>Cyperus odoratus</i>	Cortadera			♦
		<i>Cyperus eragrostis</i>	Papayrus	♦	Muy Invasora	♦
		<i>Juncos spp.</i>	Junco		Invasora	♦
		<i>Scleria melaleuca</i>			Invasora	♦
		<i>Hymenachne amplexicaulis</i>				♦
	Gramineae (Poaceae)	<i>Leersia hexandra</i>	Pasto Alambre			♦
		<i>Cynidon dactylon</i>	Pasto Bermuda o Argentino			♦
		<i>Brachiaria mutica</i>	Pasto Pará	♦		♦
		<i>Echinochloa polystachya</i>	Pasto Alemán	♦	Invasora	♦
		Marantaceae	<i>Thalia Geniculata</i>	Platanillo		Invasora
	Typhaceae	<i>Typha domingensis</i>	Junco		Muy Invasora	♦
	Araceas	<i>Xanthosoma sp.</i>	Bori			♦
Dicotiledoneas	Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	Cordoncillo			♦
	Polygonaceae	<i>Polygonum desiflorum</i>	Tabaquillo			♦
	Caesalpinaceae	<i>Cassia reticulata</i>	Martingalves		Invasora	♦
	Mimosaceae	<i>Mimosa pigra</i>	Zarza		Invasora	♦
	Papilionaceae	<i>Aeschynomene americana</i>	Zarza Falsa			♦
		<i>Sesbania emerus</i>	Pie de Paloma			♦
		<i>Vigna luteola</i>			Invasora	♦
	Euforbiaceas	<i>Croton lachnocarpus</i>				♦
	Sapindaceae	<i>Cardiospermum sp.</i>	Globitos		Invasora	
	Onagraceae	<i>Ludvigia nervosa</i>				♦
		<i>Jussiaea erecta</i>				♦
		<i>Jussiaea leptocarpa</i>				♦
		<i>Sphenoclea zeylanica</i>				♦
	Umbellifereae	<i>Hydrocotyle umbellata</i>	Chupana			♦
	Vitaceas	<i>Cissus erosa</i>	Bejuco de Agua		Invasora	
	Solanaceas	<i>Solanum wrightii</i>	Arole de Papa			♦
	Compuesteae	<i>Erydra fluctuans</i>				Invasora
<i>Ambrosia artemisifolia</i>		Artemisa			Muy Invasora	♦
Campanulaceae	<i>Sphenoclea zeylanica</i>				♦	



**Especies de Vegetación Acuática del Complejo de Humedales del Alto Río Cauca  
(Continuación)**

Clase	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Exótica	Categoría	Laguna de Sonso
<b>Plantas Parásitas</b>						
Dicotyledons	Convolvulaceae	<i>Cuscuta gronovii</i>	Cuerdilla de Oro		Invasora	♦
<b>Plantas de Hojas Flotantes Fijas al Sustrato</b>						
Dicotiledoneas	Menyanthaceae	<i>Nymphoides humboldtianum</i>			Invasora	
		<i>Nymphaea odorata</i>	Loto de Blanco		Invasora	♦
<b>Plantas Sumergidas Enraizadas en el Sustrato</b>						
Criptógamas	Caraceas	<i>Chara seiuincta</i>	Chará		Invasora	♦
Monocotiledoneas	Hydrocharitacea	<i>Elodea (granatensis)</i> ( <i>Apalanthe granatensis</i> )			Invasora	♦
		<i>Hydrilla verticillata</i>			Invasora	♦
		<i>Limnobium laevigatum</i>	Buchón			♦
		Halorragaceas	<i>Myriophyllum elatinooides</i>	Hierba de Agua		
	Potamogetonacea	<i>Potamogeton americana</i>	Chira			♦
	Hidrocaritacea	<i>Vallisneria spiralis</i>	Valisneria	♦		♦
	Najadaceae	<i>Najas minor</i>		♦	Invasora	
<b>Plantas Flotantes Libres (Comunidades Pleustofíticas- Hidrofitas)</b>						
Criptógamas	Azollaceae	<i>Azolla filiculoides</i>	Helechito Colorado	♦	Muy Invasora	♦
	Salviniaceae	<i>Salvinia minima</i>	Helecho de Agua		Muy Invasora	♦
	Parkeriaceae	<i>Ceratopteris pteritoides</i>	Helecho Flotante			
Dicotiledoneas	Lentibulaniaceae	<i>Utricularia inflata</i>	Grasilla		Muy Invasora	♦
Monocotiledoneas	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de Agua	♦	Muy Invasora	♦
	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	Lechuguilla	♦	Muy Invasora	♦
		<i>Lemna menor</i>	Lentejita de Agua	♦	Muy Invasora	♦
	Lemnaceae	<i>Spirodela polyrhiza</i>	Lentejita de Agua de Doble Hoja		Muy Invasora	♦



## **ANEXO 7**

# **RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN ESPECIES ÍCTICAS**



Ictiofauna en la Reserva Natural Laguna de Sonso y otros Humedales

TAXON	NOMBRE COMÚN	LAGUNA DE SONSO		OTROS HUMEDALES <sup>1</sup> (Ramírez <i>et al.</i> 2000)								GREMIO TRÓFICO
		Escobar (1998)	Presente estudio	1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>Parodontidae</b>												
<i>Parodon caliensis</i>	Rollizo		♦									Insectívoro
<b>Prochilodontidae</b>												
<i>Ichthyoelephas longirostris</i>	Jetudo	♦		♦								Detritívoro
<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	Detritívoro
<b>Crenuchidae</b>												
<i>Characidium fasciatum</i>			♦									Insectívoro
<b>Serrasalmidae</b>												
<i>Piaractus brachyomus</i>	Cachama	♦										Herbívoro
<b>Characidae</b>												
<i>Astianax fasciatus</i>	Rabicolorada	♦		♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	Omnívoro
<i>Astianax microlepis</i>	Sardina		♦	♦		♦					♦	Omnívoro
<i>Genicharax tarpon</i>	Boquifarol	♦	♦	♦	♦	♦						Piscívoro
<i>Roebooides duy</i>	Corcovada		♦									Insectívoro
<i>Salminus affinis</i>	Picuda	♦										Piscívoro - Insectívoro
<b>Ctenolucidae</b>												
<i>Ctenolucius bujeta</i>	Agujeto	♦	♦	♦	♦	♦	♦			♦		Piscívoro
<b>Pimelodidae</b>												
<i>Pimelodus clarias</i>	Barbudo azul	♦				♦						Omnívoro
<b>Pseudopimelodidae</b>												
<i>Pseudopimelodus bufonius</i>	Bagre sapo	♦				♦						Piscívoro
<b>Heptapteridae</b>												
<i>Rhamdia quelem</i>	Barbudo		♦			♦						Omnívoro
<b>Loricariidae</b>												
<i>Chaetostoma fisheri</i>		♦										Herbívoro
<i>Hipostomus plecostomus</i>	Corroncho			♦	♦		♦	♦		♦	♦	Herbívoro
<i>Loricariichthys brunneus</i>	Juctón		♦									Herbívoro
<i>Pterigoplychthys undecimalis</i>	Corroncho		♦									Herbívoro
<i>Sturisoma leightoni</i>	Rabisceca					♦						Herbívoro
<b>Trichomycteridae</b>												
<i>Trichomycterus caliense</i>	Guabino.			♦	♦			♦				Insectívoro
<b>Sternopygidae</b>												
<i>Sternopygus aequilabiatus</i>	Viringo	♦										Piscívoro
<b>Poeciliidae</b>												
<i>Poecilia caucana*</i>	Gupy Pipón		♦		♦	♦		♦	♦			Insectívoro
<i>Poecilia reticulata</i>	Gupy		♦									Insectívoro
<b>Cichlidae</b>												
<i>Caquetaia kraussi</i>	Mojarra amarilla	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦		♦		Piscívoro
<i>Aequidens pulcher</i>	M. luminosa	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦		♦		Piscívoro - Insectívoro
<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia nilótica	♦	♦	♦	♦	♦		♦	♦			Insectívoro
<i>Tilapia rendalli</i>	T. herbívora	♦										Herbívoro
<i>Oreochromis mossambicus</i>	T. negra	♦		♦	♦	♦	♦					Omnívoro
<b>Cyprinidae</b>												
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa	♦						♦				Herbívoro
<b>Anabantidae</b>												
<i>Betta splendens</i>	Betta		♦									Insectívoro
<i>Trichogaster trichopterus</i>	Gourami	♦	♦									Insectívoro - Piscívoro

<sup>1</sup>Otros humedales: (1) Madre vieja Guarinó, (2) Ciénaga la Guinea, (3) Madre vieja Chiquique, (4) Madre vieja Román, (5) Madre vieja bocas del Tulúa, (6) Caño el Estero, (7) Madre vieja la Herradura, (8) Laguna Pacheco.





## **ANEXO 8**

### **LISTADO DE HERPETOS**



### Anfibios y Reptiles en los Complejos de Humedales y Bosques Secos Tropicales del Valle Geográfico del Río Cauca en el Departamento del Valle.

ORDEN Y FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	NOMBRE COMUN	MICROHABITAT Y ACTIVIDAD
<b>AMPHIBIA</b>			
<b>Anura</b>			
Bufonidae	<i>Chaunus marinus</i> (Linnaeus, 1758)	Sapo común	Frecuente en charcas de poca profundidad que se forman en zonas clareadas y perturbadas.
Brachycephalidae	<i>Eleutherodactylus jonhstonei</i> Barbour, 1914	Rana burguesa	Especie exótica y asociada a jardines en viviendas humanas.
	<i>Eleutherodactylus w-nigrum</i> (Böttger, 1892)	Ranita	Rana de actividad terrestre en áreas con hojarasca.
Dendrobatidae	<i>Colostethus fraterdanieli</i> sensu lato.		Rana de actividad diurna, vive en hojarasca.
	<i>Colostethus</i> sp.		Especie sin describir.
Hylidae	<i>Dendropsophus colombiana</i> (Böttger, 1892)	Ranita arbórea	Abundante alrededor de cuerpos de agua estancada en áreas clareadas y perturbadas.
	<i>Hypsiboas pugnax</i> (Schmidt, 1857)		Rana arbórea, nocturna e insectívora.
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus columbiensis</i> Heyer, 1994		Canta semienterrada en charcos de agua estancada.
	<i>Leptodactylus</i> sp.		Especie sin describir.
Ranidae	<i>Lithobates catesbeiana</i> (Shaw, 1802)	Rana toro	Especie exótica invasora, acuática y de actividad predominantemente nocturna.
<b>Gymnophiona</b>			
Typhlonectidae	<i>Typhlonectes natans</i> (Fisher 1880)	Anguila	Acuática. Registrada en áreas de buchón y confundida por los pescadores con anguilas.
<b>REPTILIA</b>			
<b>Sauria</b>			
Corytophanidae	<i>Basiliscus basiliscus</i> (Linnaeus, 1768)		Especie que vive en ramas al borde de cuerpos de agua con corriente.
	<i>Basiliscus galeritus</i> Duméril, 1851		Lagarto asociado a vegetación de borde de cuerpos de agua con corriente.
Geckkonidae	<i>Gonatodes albogularis</i> (Duméril y Bibron, 1836)	Lagartija	Lagarto asociado a viviendas humanas y árboles en jardines y límites de potreros y predios privados.
	<i>Hemidactylus brooki</i> (Gray, 1845)	Salamanqueja	Lagartija asociada a viviendas humanas.
	<i>Lepidodactylus lugubris</i> (Duméril y Bibron, 1836)	Salamanqueja	Lagartija asociada a viviendas humanas.
Gymnophthalmidae	<i>Cercosaura argulus</i> Peters, 1863		Especie diurna y terrestre.
	<i>Gymnophthalmus speciosus</i> (Hallowell, 1861)		Lagarto de actividad diurna y terrestre.
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i> (Linnaeus, 1758)	Iguana	Lagarto arbóreo, su dieta incluye hojas y frutos.
Polychrothidae	<i>Norops antonii</i> (Boulenger, 1908)	Lagartijo	Lagarto que se observa en zonas con cobertura arbórea sobre hojas y ramas de arbustos.
	<i>Norops auratus</i> (Daudin, 1802)	Lagartijo	Especie de zonas abiertas y con perturbación humana, bordes de carretera y pastizales.
Scincidae	<i>Mabuya mabouya</i> (Lacépède, 1788)		Lagarto diurno de actividad arbórea.

**Nota:** Listado elaborado con base en Pérez-Santos y Moreno (1988), Ruíz-Carranza *et al.* (1996), Daza y Castro-H. (1999), Lynch (1999), Arias (2001), Kaiser *et al.* (2002), Salazar *et al.* (2002), Campbell y Lamar (2004), Castro-H y Vargas-S (en preparación).



**Anfibios y Reptiles en los Complejos de Humedales y Bosques Secos Tropicales del Valle Geográfico del Río Cauca en el Departamento del Valle. (Continuación)**

ORDEN Y FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	NOMBRE COMUN	MICROHABITAT Y ACTIVIDAD
Teiidae	<i>Ameiva ameiva</i> (Linnaeus, 1758)	Lagarto	Especie de zonas abiertas, borde de bosque, zonas de cultivo, pastizales y basureros.
	<i>Cnemidophorus lemniscatus</i> (Linnaeus, 1758)	Lagarto	Especie de borde de bosque, riberas de ríos, sábanas y jardines de zonas urbanizadas.
<b>Serpientes</b>			
Boidae	<i>Boa constrictor</i> Linnaeus, 1758	Boa	Especie trasladada (exótica nativa). Arbórea y predominantemente nocturna. Comúnmente usada como mascota.
Colubridae	<i>Atractus multicinctus</i> (Jan, 1865)	Coral, Falsa rabo de ají	Terrestre, se observa entre hojarasca y bajo troncos caídos.
	<i>Clelia clelia</i> (Daudin, 1803)	Cazadora negra	Terrestre y arbórea, cazadora de ranas, lagartos y otras serpientes.
	<i>Dendrophidium bivittatum</i> (Duméril, Bibron y Duméril, 1854)	Rayuela	Serpiente terrestre, diurna y cazadora.
	<i>Dipsas cf. sanctiyoannis</i> (Boulenger, 1911)	Cazadora, caracolera	Especie de actividad arbórea y nocturna, cazadora de invertebrados, especialmente moluscos.
	<i>Drymarchon corais</i> Boie, 1827	Petacona	Serpiente de actividad diurna.
	<i>Erithrolamprus bizonus</i> Jan, 1863	Falsa coral, coral	Vive en zonas boscosas, cultivos y áreas perturbadas.
	<i>Imantodes cenchoa</i> Linnaeus, 1758	Bejuquillo	Serpiente arbórea de actividad nocturna.
	<i>Lampropeltis triangulum</i> (Lacépède, 1789)	Coral, mataganado	Terrestre, vive en áreas boscosas y perturbadas.
	<i>Leptodeira annulata</i> (Linnaeus, 1758)		Especie de actividad arbórea y nocturna.
	<i>Leptophis abaetulla</i> (Linnaeus, 1758)	Cazadora verde, fuleteadora	Serpiente de actividad diurna y comportamiento arbóreo. Vive en bordes de bosque y áreas intervenidas.
	<i>Liophis epinephelus</i> Cope, 1862		Serpiente de actividad terrestre, diurna y activa en cercanías de cuerpos de agua.
	<i>Mastigodryas bodaerti</i> (Sentzen, 1796)		Diurna, terrestre y cazadora de pequeños vertebrados.
	<i>Mastigodryas pleii</i> (Duméril, Bibron y Duméril, 1854)	Rayuela	Serpiente terrestre y activa durante el día.
	<i>Oxybelis aeneus</i> (Wagler, 1824)	Cazadora café	Serpiente cazadora, diurna y arbórea.
	<i>Oxyrophus petola</i> (Linnaeus, 1758)	Falsa coral	Terrestre y diurna.
	<i>Pseustes poecilonotus</i> (Günther, 1858)		Vive en áreas perturbadas y bordes de bosque.
	<i>Sibon nebulata</i> (Linnaeus, 1758)	Falsa equis, equis	Serpiente arbórea y nocturna.
	<i>Spillotes pullatus</i> Linnaeus, 1758	Cazadora negra	Serpiente arbórea y diurna.
	<i>Tantilla melanocephala</i> (Linnaeus, 1758)	Rayuela	Vive en áreas abiertas y perturbadas, jardines de fincas y cultivos de caña de azúcar.
	<i>Tretanorhinus taeniatus</i> Boulenger, 1903		Activa durante el día y en cuerpos de agua.
<i>Xenodon rabdocephalus</i> (Wied, 1824)	Falsa equis, equis	Diurna, terrestre y arbórea.	

**Nota:** Listado elaborado con base en Pérez-Santos y Moreno (1988), Ruíz-Carranza *et al.* (1996), Daza y Castro-H. (1999), Lynch (1999), Arias (2001), Kaiser *et al.* (2002), Salazar *et al.* (2002), Campbell y Lamar (2004), Castro-H y Vargas-S (prep).



**Anfibios y Reptiles en los Complejos de Humedales y Bosques Secos Tropicales del Valle Geográfico del Río Cauca en el Departamento del Valle. (Continuación)**

ORDEN Y FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	NOMBRE COMUN	MICROHABITAT Y ACTIVIDAD
Elapidae	<i>Micrurus mipartitus</i> (Duméril, Bibron y Duméril, 1854)	Rabo de ají	Serpiente característica de áreas perturbadas, se observa principalmente en cañaduzales.
Leptotyphlopidae	<i>Leptotyphlops albifrons</i> (Wagler 1824)		Serpiente de vida fosorial.
Viperidae	<i>Bothrops asper</i> (Garman, 1884)	Equis	Serpiente asociada a bordes de bosque y áreas perturbadas.
	<i>Bothriechis schlegelii</i> (Berthold, 1846)	Colgadora	Especie nocturna y de hábitos arbóreos.
<b>Testudinata</b>			
Chelydridae	<i>Chelydra serpentina</i> (Linnaeus, 1758)	Mordelona	Especie omnívora y acuática.
Emydidae	<i>Trachemys scripta</i> (Schoepff, 1792)	Tortuga	Tortuga trasladada (invasora nativa). Omnívora y acuática.
Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i> (Linnaeus, 1766)	Tapacula	Tortuga trasladada (invasora nativa). Omnívora y acuática.
<b>Crocodylia</b>			
Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus</i> Linnaeus, 1758*	Babilla	Especie trasladada (exótica nativa) que vive en ciénagas, grandes ríos, lagos y hábitats acuáticos artificiales.
Crocodylidae	<i>Cocodrilus acutus</i> Cuvier, 1807	Cocodrilo	Lagunas y madresviejas. Considerada extinta para el Valle del Cauca.

**Nota:** Listado elaborado con base en Pérez-Santos y Moreno (1988), Ruíz-Carranza *et al.* (1996), Daza y Castro-H. (1999), Lynch (1999), Arias (2001), Kaiser *et al.* (2002), Salazar *et al.* (2002), Campbell y Lamar (2004), Castro-H y Vargas-S (en preparación).



## **ANEXO 9**

### **LISTADO DE AVES**



## Avifauna Reportada para los Humedales del Valle del Cauca

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	AMENAZA <sup>1</sup> CVC/IUCN	HÁBITAT <sup>2</sup>	ESTATUS <sup>3</sup>	CATEGORIA <sup>4</sup>	FUENTE	SONSO
<b>Tinamidae</b>	<b>Tinamúe</b>						
<i>Crypturellus soui</i>	Tinamú chico				O	4,9,10	
<b>Podicipedidae</b>	<b>Zambullidores</b>						
<i>Podiceps dominicus</i>	Zambullidor Chico		E	R/DV	(A)C	1,2,3,4,5,8,9,10	X
<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor Común		E	R/C	(A)C	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11	X
<b>Pelecanidae</b>	<b>Pelicanos</b>						
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano Comun			N	(A)C	Vagrant Accidental	
<b>Phalacrocoracidae</b>	<b>Cormoranes</b>						
<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Cormoran Neotropical		B-E-F	R/C	(A)C	1,2,3,5,7,8,9,10,11,12	X
<b>Anhingidae</b>	<b>Patos Aguja</b>						
<i>Anhinga anhinga</i>	Pato Aguja	S1-S1S2	B	R/PC	(A)C	1,2,3,5,6,7,8,10,12	X
<b>Ardeidae</b>	<b>Garzas y afines</b>						
<i>Ardea cocoi</i>	Garzon Azul	S2-S2S3	C-E-F	T/C	(A)C	1,2,3,5,6,7,8,9,10,11,12	X
<i>Ardea herodias</i>	Garzon Migratorio			M/PC	(A)C	8,10	X M
<i>Casmerodius albus</i>	Garza Real		C-E-F	T/C	(A)C	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	X
<i>Florida caerulea</i>	Garceta Azul	S2-S2S3	D-E-F	R/C	(A)C	1,2,3,4,5,7,8,9,10,11,12	X
<i>Egretta thula</i>	Garceta Patiamarilla		E-F	T/C	(A)C	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	X
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza del Ganado		A	T/C	I	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12	X
<i>Hydranassa tricolor</i>	Garza Tricolor					1,2,3,6,8	X
<i>Isobrychus exilis</i>	Avetorillo Bicolor	S1-S1S2	E	R/C	(A)C	1,2,3,5,6,8,9,10,11	X
<i>Botaurus pinnatus</i>	Avetoro					1,2,3,10	X
<i>Butorides virescens</i>	Garcita verde					4,5,6,9,10,11	X M
<i>Butorides striatus</i>	Garcita Rayada		E-F	R/C	(A)C	1,2,3,4,5,6,7,8,10,11,12	X
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Guaco		E-F	R/C	(A)C	1,2,3,4,5,7,8,9,10,11,12	X
<b>Ciconiidae</b>	<b>Cigüeñas</b>						
<i>Mycteria americana</i>	Cabeza de Hueso	S1-S1S2		N		10	X
<b>Threskiornithidae</b>	<b>Ibis</b>						
<i>Plegadis falcinellus</i>	Ibis Pico De Hoz		D-F	M/PC	(A)C	2,7,8,9,12	X
<i>Phimosus infuscatus</i>	Coquito		D-F	R/C	(A)C	1,2,3,4,5,6,7,8,10,11,12	X
<i>Theristicus candatus</i>	Cocli	S1-S1S2	A	T/PC	(A)C	4,6,8,10	
<i>Ajaia ajaja</i>	Espatula		D-F	PC-N	(A)C	1,2,6,8,10	X
<i>Endocimus albus</i>	Ibis Blanco	S1-S1S2	D-F				
<i>Endocimus ruber</i>	Corocora	S1-S1S2	D-F	PC-N	(A)C	2,8	X
<b>Anhimidae</b>	<b>Buitre de Ciénaga</b>						
<i>Anhima cornuta</i>	Buitre de Ciénaga o Jamuco	S1-S1S2	D-C		V	1,2,3,6,10	X



## Avifauna Reportada para los Humedales del Valle del Cauca. (Continuación)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	AMENAZA <sup>1</sup> CVC/IUCN	HÁBITAT <sup>2</sup>	ESTATUS <sup>3</sup>	CATEGORIA <sup>4</sup>	FUENTE	SONSO
<b>Anatidae</b>	<b>Patos</b>						
<i>Dendrocygna bicolor</i>	Iguasa Maria	S2-S2S3	E-F	R/C	(A)O	1,2,3,5,6,7,8,9, 10,12	X
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Iguasa Comun	S2-S2S3	E-F	R/C	(A)O	1,2,3,4,5,6,7,8, 9,10,12	X
<i>Dendrocygna viduata</i>	Iguaza Careta	S1-S1S2			(A)O	10	X M
<i>Anas acuta</i>	Pato Rabo de Gallo	S1-S1S2		M	(A)O	10	M
<i>Anas americana</i>	Pato Americano	S1-S1S2		M	(A)O	10	M
<i>Anas discors</i>	Zarceta	S2-S2S3	E-F	M/C	(A)O	1,2,3,4,5,6,7,8, 9,10,12	X M
<i>Anas chrypeata</i>	Pato Cucharo	S1-S1S2		M/PC		2,3,10	X M
<i>Anas cyanoptera</i>	Pato Colorado	S1-S1S2 LR EN	E-F	M/R,C	(A)O	1,2,3,4,5,6,7,8, 9,10,12	X M
<i>Netta erythrophthalma</i>	Pato Negro	S1-S1S2		Extinto?	(A)O	10	
<i>Aythya affinis</i>	Pato Canadiense	S1-S1S2		M/PC	(A)O	10	M
<i>Oxyura dominica</i>	Pato Encapuchado	S1-S1S2	E-F	R/PC	(A)O	1,2,3,5,8,9,10	X
<i>Cairina moschata</i>	Pato Real	S1-S1S2		R/PC	(A)O	10	
<i>Sarkidiornis melanotos</i>	Pato Brasileiro	S1-S1S2		R/PC	(A)O	1,2,3,5,10	X M
<b>Cathartidae</b>	<b>Gallinazos</b>						
<i>Cathartes burrovianus</i>	Guala de cabeza Amarilla			R/PC	D-F	10	
<i>Cathartes aura</i>	Guala Comun		E-F	R/C	C	1,3,4,8,9,11	X M
<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo		A,F,G	R/C	C	1,3,4,6,7,8,9, 11,12	X
<b>Pandionidae</b>	<b>Aguila Pescadora</b>						
<i>Pandion haliaetus</i>	Aguila Pescadora	S2-S2S3	E-F	M/C	(A)C	1,2,3,5,6,7,8,9, 10,11,12	X M
<b>Accipitridae</b>	<b>Aguilas y Gavilanes</b>						
<i>Elanus caeruleus</i>	Aguililla Blanca		A	R/PC	C	1,3,6	X
<i>Ictinia plumbea</i>	Milano Gris	S2-S2S3		R/PC	C	10	
<i>Heterospizias meridionalis</i>	Aguila Roja			R/PC	C	10	
<i>Circus brasiliensis (buffoni)</i>	Aguila Pantanera	S1-S1S2		R/PC	(A)C	10	
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Caracolero	S2-S2S3	E	R/C	(A)C	1,2,3,5,7,8,12	X
<i>Gampsonix swainsonii</i>	Aguililla Enana				C	7,8	
<i>Buteo nitidus</i>	Aguila barrada				C	4	M
<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilan Caminero		A	R/C	C	1,3,4,7,8,9,10, 12	X
<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguila de Cola Blanca	S1-S1S2		R/PC	C	9,10	
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguila Perdicera			R/PC	C	10	
<b>Falconidae</b>	<b>Halcones</b>						
<i>Herpetoteres cachinnas</i>	Halcon Culebrero	S2-S2S3		R/PC	C	10	
<i>Milvago chimachima</i>	Pigua		A	R/C	C	1,3,4,7,8,9,10, 11,12	X
<i>Polyborus plancus</i>	Guaraguao		A	R/PC	C	1,3,4,8,9,10	X
<i>Falco rufifigularis</i>	Halcon Caza-Murcielagos	S2-S2S3		R/PC	C	10	
<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo		A	R/C	C	1,3,4,7,8,9,10, 11	X
<i>Falco columbarius</i>	Esmerejon	S2-S2S3		M/PC	C	1,3,9,10	X M



Avifauna Reportada para los Humedales del Valle del Cauca. (Continuación)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	AMENAZA <sup>1</sup> CVC/IUCN	HÁBITAT <sup>2</sup>	ESTATUS <sup>3</sup>	CATEGORIA <sup>4</sup>	FUENTE	SONSO
<i>Falco peregrinus</i>	Halcon Peregrino	S2-S2S3	A	M/PC	C	1,3,8,9,10	X <b>M</b>
<i>Falco femoralis</i>	Halcon Plomizo	S1-S1S2		R/PC	C	3,1,10	X
<b>Cracidae</b>	<b>Guacharacas</b>						
<i>Ortalis motmot</i>	Guacharaca variable	S2-S2S3		R/C	O	4,9,10	
<b>Phasianidae</b>	<b>Perdices</b>						
<i>Colinus cristatus</i>	Perdiz		A	R/C	G	1,3,4,6,7,8,9, 10,11,12	X
<i>Odontophorus hypertytrus</i>	Perdiz colorada			R/C		4	
<b>Aramidae</b>	<b>Carrao</b>						
<i>Aramus guarauna</i>	Carrao		E	R/C	(A)C	1,2,3,5,6,7,8, 12	X
<b>Rallidae</b>	<b>Pollas de Agua</b>						
<i>Aramides cajanea</i>	Chilacoa Colinegra	S2-S2S3				1,4,10	
<i>Pardirallus nigricans</i>	Rascon Caucano					1,2,3,4,5,9,10	X
<i>Pardirallus maculatus</i>	Rascon Overo			R/C			X?
<i>Porzana albicollis</i>	Polluela Cienaguera	S2-S2S3	E	R/C	(A)C	8,9	X?
<i>Porzana carolina</i>	Sora			M/PC		9,10	X? <b>M</b>
<i>Poliolimnas flaviventer</i>	Polla de pecho amarillo			R/PC		10	X?
<i>Laterallus exilis</i>	Chilacoa pequeña	S2-S2S3		R/PC		9,10	X?
<i>Fulica americana</i>	Focha comun		E	R/C	(A)C	1,2,3,5,8,9,10, 11,12	X
<i>Porphyrio martinica</i>	Polla Azul		E-F	R/C	(A)C	1,2,3,4,5,6,7,8, 9,10,11,12	X
<i>Gallinula chloropus</i>	Polla Gris		F	R/C	(A)C	1,2,3,4,5,6,7,8, 9,10,11,12	X
<b>Heliornithidae</b>	<b>Colimbo Selvatico</b>						
<i>Heliornis fulica</i>	Colimbo Selvatico	S2-S2S3		R/PC		1,10	X?
<b>Jacaniidae</b>	<b>Gallitos de Ciénaga</b>						
<i>Jacana jacana</i>	Gallito de Ciénaga		E	R/C	(A)C	1,2,3,4,5,6,7,8, 9,10,11,12	X
<b>Charadriidae</b>	<b>Chorlos</b>						
<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo Dorado			M/PC		10	X? <b>M</b>
<i>Vanellus chilensis</i>	Pellar Común		A	R/C	(A)C	1,2,3,4,5,6,7,8, 9,10,11,12	X?
<i>Charadrius collaris</i>	Chorlitejo Collarejo		F	R/C	(A)C	1,2,3,5,6,7,8, 10,11	X
<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlito Semipalmeado			M/C		1,2,3,11	X <b>M</b>
<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlito Colirrojo			M/PC		3,10	X <b>M</b>
<i>Charadrius wilsonius</i>	Chorlito Piquigruoso			M/C		1,2,3	X <b>M</b>
<b>Scolopacidae</b>	<b>Andarrios y Caicas</b>						
<i>Actitis macularia</i>	Andarrios Maculado		F	M/C	(A)C	1,2,3,4,5,6,7,8, 9,10,11,12	X <b>M</b>
<i>Tringa flavipes</i>	Andarrios Patiamarillo		D	M/C	(A)C	,12	X <b>M</b>
<i>Tringa solitaria</i>	Andarrios solitario			M/C		1,2,3,4,6,7,9, 10,11,12	X <b>M</b>
<i>Tringa melanolenca</i>	Andarrios mayor			M/C		1,2,3,4,6,7,9, 10,11	X <b>M</b>
<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepedras		F	M/PC	(A)C	1,2,3,8	X <b>M</b>
<i>Calidris minutilla</i>	Correlimos Diminuto			M/C		1,2,3,7,9,10	X <b>M</b>





Avifauna Reportada para los Humedales del Valle del Cauca. (Continuación)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	AMENAZA <sup>1</sup> CVC/IUCN	HÁBITAT <sup>2</sup>	ESTATUS <sup>3</sup>	CATEGORIA <sup>4</sup>	FUENTE	SONSO
<i>Calidris melanotos</i>	Correlimos Pectoral			M/C		1,2,3,7,9,10,11	X M
<i>Calidris mauri</i>	Correlimos Picudo			M/PC		1,2,3,11	X? M
<i>Calidris alba</i>	Correlimos Blanco			M/PC		10	M
<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito Común			M/PC		6	M
<i>Calidris bairdii</i>	Correlimos Patinegro			M/PC		9	M
<i>Limnodromus griseus</i>	Becasina Piquicorta			M/PC		2,10	X M
<i>Micropalama himantopus</i>	Correlimos Zanco			M/PC		11	X M
<i>Gallinago gallinago</i>	Caica Común			M/PC		2,6,9,10	X
<i>Tryngites subruficollis</i>	Correlimos escamado			M/PC		10	M
<b>Recurvirostridae</b>	<b>Cigüeñuelas</b>						
<i>Himantopus mexicanus</i>	Cigüeñuela		F	R/C	(A)C	1,2,3,4,5,6,7,8,10,11,12	X
<b>Laridae</b>	<b>Gaviotas</b>						
<i>Larus atricilla</i>	Gaviota Reidora		F	M/PC	(A)C	1,2,3,8	X M
<i>Larus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin			M/PC		11	X M
<i>Phaetusa simplex</i>	Gaviotin Picudo			R/PC		1,2,3,9,10	X
<i>Sterna supercilialis</i>	Gaviotin Fluvial			R/PC		2,3	X M
<b>Rynchopidae</b>	<b>Picotijeras</b>						
<i>Rynchops nigra</i>	Picotijeras			R/PC		3	X
<b>Columbidae</b>	<b>Palomas, Tortolas</b>						
<i>Columba cayennensis</i>	Torcaza Morada		A	T/C	F	1,3,4,6,7,8,9,10,11,12	X
<i>Columba subvinacea</i>	Torcaza colorada					4	
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita Común		A	R/C	F	1,3,4,6,7,8,9,10,11,12	X
<i>Columba passerina</i>	Tortolita Pechiescamada			R/PC		9,10	X?
<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita Azul	S1-S1S2		R/PC		1,10	
<i>Zenaida auriculata</i>	Torcaza Naguiblanca		A	R/C	F	1,3,4,6,7,8,9,10,11,12	X
<i>Leptotila plumbeiceps</i>	Caminera cabeciazul			R/C		1,3,4,9,10,11	X
<i>Leptofila verreauxi</i>	Caminera Rabiblanco		A	R/C	F	3,7,8,10,12	X
<b>Psittacidae</b>	<b>Loros y Pericos</b>						
<i>Ara severa</i>	Guacamaya cariseca	S2-S2S3		R/PC	F	10	
<i>Aratinga pertinax</i>	Perico Carisucio			R/PC	F	4	
<i>Aratinga wagleri</i>	Perico Choclero	S1-S1S2		R/C	F	8,10	
<i>Brotogeris jugularis</i>	Perico bronceado			R/C	F	4	
<i>Forpus conspicillatus</i>	Periquito de Antojos		A	R/C	F	1,3,4,6,7,8,9,10,11,12	X
<i>Pionus menstruus</i>	Cotorra Cheja	S2-S2S3	A	R/C	F	1,3,4,7,8,9,10,12	X
<b>Cuculidae</b>	<b>Cuculillos y Garrapateros</b>						
<i>Coccyzus pumilus</i>	Cuculillo Rabicorto			R/C		1,3,4,6,7,8,9,10,11,12	X
<i>Coccyzus americanus</i>	Cuculillo Migratorio			M/C		1,3,4,9,10	X M
<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Cuculillo Piquinegro			M/PC		10	M
<i>Coccyzus melacoryphus</i>	Cuculillo de Antifaz			R/PC		1,3,4,6,7,9,10	X
<i>Piaya minuta</i>	Cuculillo Enano			R/C		1,3,4,9,10,11	X



Avifauna Reportada para los Humedales del Valle del Cauca. (Continuación)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	AMENAZA <sup>1</sup> CVC/IUCN	HÁBITAT <sup>2</sup>	ESTATUS <sup>3</sup>	CATEGORIA <sup>4</sup>	FUENTE	SONSO
<i>Piaya cayana</i>	Cuco Ardilla			R/C		4,9,10	X
<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero Común		A	R/C	O	1,3,4,6,7,8,9, 10,11,12	X
<i>Crotophaga major</i>	Garrapatero Mayor	S2-S2S3	A,E,F	R/PC	O	1,3,5,7,8,9,10, 11,12	X
<i>Tapera naevia</i>	Tres-pies		A	R/C	O	1,3,4,6,7,8,9, 10,11,12	X
<b>Tytonidae</b>	<b>Lechuza Común</b>						
<i>Tyto alba</i>	Lechuza Común		A	R/C	C	8,10	
<b>Strigidae</b>	<b>Buhos</b>						
<i>Otus choliba</i>	Currucutu Común		A	R/C	C	3,4,7,8,9,10	X
<i>Pulsatrix perspicillata</i>	Buho Anteojos			R/PC	C	10	X
<i>Ciccaba nigrolineata</i>	Buho Carinegro			R/C	C	10	
<b>Nyctibiidae</b>	<b>Bienparados</b>						
<i>Nyctibius griseus</i>	Bienparado Común		E-F	R/C	I	1,3,4,8,9,10, 11,12	X
<b>Caprimulgidae</b>	<b>Chotacabras y Guardacaminos</b>						
<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotoacabras Menor			M/PC	I	10	X M
<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras Migratorio		A	M/C	I	1,3,7,8,10,11	X M
<i>Caprimulgus cayennensis</i>	Guardacaminos Rastrojero		A	R/DV	I	4,8	X?
<i>Caprimulgus carolinensis</i>	Guardacaminos Carolina			M/PC	I	9	
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Guardacaminos Común			R/C	I	8,9,10	X?
<b>Apodidae</b>	<b>Vencejos</b>						
<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo de Collar		A	R/C	I	1,3,4,6,8,9,10, 12	X?
<i>Chaetura spinicauda</i>	Vencejo n.i. (cenizo)			R/PC	I	4,10	
<i>Cypseloides rutilus</i>	Vencejo Cuellirrojo			R/C	I	9,10	
<b>Trochilidae</b>	<b>Colibríes</b>						
<i>Glaucis hirsuta</i>	Ermitano canelo			R/PC	O	4,10	
<i>Florisuga mellivora</i>	Colibrí Collarejo			R/C	O	10,12	
<i>Colibri delphinae</i>	Chillon Pardo			R/C	O	10	
<i>Amazilia saucerrottei</i>	Amazilia Coliazul			R/C	O	1,3,9,10,11	X
<i>Amazilia tzacatl</i>	Amazilia Colirrufo		A	R/C	O	1,3,4,7,8,9,10, 11,12	X
<i>Anthracoceros nigricollis</i>	Mango pechinegro		A-E-F	R/C	O	1,3,8,9,10,11, 12	X
<i>Chlorostilbon mellisugus</i>	Esmeralda Coliazul			R/C	O	1,3,12	X?
<i>Chrysolampis mosquitus</i>	Cabeza de Rubí		A-E-F	R/C	O	3,7,8,9,10	X?
<i>Hylocharis grayi</i>	Zafiro Cabeciazul			R/C	O	10	
<i>Thalurania colombica</i>	Ninfa Coronada			R/C	O	10	
<i>Heliomaster longirostris</i>	Picudo Coronado			R/C	O	10	
<b>Alcedinidae</b>	<b>Martin-Pescadores</b>						
<i>Ceryle torquata</i>	Martin-pescador Mayor		E-F	R/C	(A)C	1,2,3,4,5,6,7,8, 9,10,12	X
<i>Ceryle alcyon</i>	Martin-pescador Migratorio			M/PC	(A)C	7	X? M



## Avifauna Reportada para los Humedales del Valle del Cauca. (Continuación)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	AMENAZA <sup>1</sup> CVC/IUCN	HÁBITAT <sup>2</sup>	ESTATUS <sup>3</sup>	CATEGORIA <sup>4</sup>	FUENTE	SONSO
<i>Chloroceryle amazona</i>	Martin-pescador Matraquero		E-F	R/C	(A)C	1,2,3,5,6,7,8, 10,12	X
<i>Chloroceryle americana</i>	Martin-pescador Chico		E-F	R/C	(A)C	1,2,3,4,5,7,8,9, 10,12	X
<b>Picidae</b>	<b>Carpinteros</b>						
<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero Real		A	R/C	I	1,3,4,7,8,9,10, 11,12	X
<i>Picumnus granadensis</i>	Carpintero Punteado	EN	A	R/C, En	I	3,4,7,8,9,10,12	X
<i>Chrysomitris punctigula</i>	Carpintero Buchipecoso		A	R/C	I	1,3,4,7,8,9,10, 11	X
<i>Campephilus melanoleucos</i>	Carpintero Marcial			R/PC	I	4,10,12	X
<i>Veniliornis fumigatus</i>	Carpintero Ahumado			R/C	I	10	
<i>Veniliornis kirkii</i>	Carpintero Rabilrojo			R/PC	I	10	
<b>Dendrocolapidae</b>	<b>Trepadores</b>						
<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	Trepador Campestre		A	R/C	I	1,3,4,7,8,10,12	X
<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	Trepador Selvático			R/C	I	4	
<i>Xiphorhynchus guttatus</i>	Trepador Silbador			R/C	I	9,10	
<b>Furnariidae</b>	<b>Horneros y Rastrojeros</b>						
<i>Synallaxis albescens</i>	Rastrojero Palido			R/C		1,3,4,6,7,8,9, 10,11,12	X
<i>Synallaxis brachyura</i>	Rastrojero Pizarra			R/C		10,11,12	X?
<i>Xenops minutus</i>	Xenops Pardusco			R/C		10	
<b>Formicariidae</b>	<b>Hormigueros</b>						
<i>Taraba major</i>	Batara Mayor			R/PC		1,3,4,11	X
<i>Dysithamnus mentalis</i>	Hormiguero Tizado			R/C		10	
<i>Thamnopbilus multistriatus</i>	Batara Carajada	EN	E-F	R/C, En	I	1,3,4,7,8,9	X
<i>Thamnopbilus punctatus</i>	Batara punctatus			R/C		11	
<i>Thamnistes anabatinus</i>	Hormiguero Bermejo			R/PC		9	
<i>Cercomacra tyrannina</i>	Hormiguero Negruzco			R/C		10	
<i>Cercomacra nigricans</i>	Hormiguero Yegua			R/C		1,3,4,10,11,12	X
<i>Microrhophias quisquensis</i>	Hormiguero Abanico			R/PC		9,11	
<b>Cotingidae</b>	<b>Cotingas y Cabezones</b>						
<i>Pachyrampus rufus</i>	Cabezón Cinereo			R/PC		1,3,4,7,10,11	X
<i>Pachyrampus polychopterus</i>	Cabezón Aliblanco			R/PC		9,10,11	X?
<b>Pipridae</b>	<b>Saltarines</b>						
<i>Manacus vitellinus</i>	Saltarin Barbiamarillo			R/PC		10	
<b>Tyrannidae</b>	<b>Atrapamoscas</b>						
<i>Zimmerius viridiflavus</i>	Tiranuelo Matapalos		F	R/C	O	1,3,8,12	X
<i>Campostoma obsoletum</i>	Tiranuelo Silbador			R/C		3,4,7,10,12	X
<i>Phaeomyias murina</i>	Tiranuelo Murino			R/C		1,3,7,9,10,12	X
<i>Tyrannulus elatus</i>	Tiranuelo Colorado			R/C		3,9	X
<i>Elaenia flavogaster</i>	Elaenia Copetona		A	R/C	F	1,3,4,7,8,9,10, 11,12	X
<i>Elaenia chiriquensis</i>	Elaenia Menor			R/C		9	
<i>Myiophobus fasciatus</i>	Atrapamoscas Pechirrayado			R/C		4,9	X



Avifauna Reportada para los Humedales del Valle del Cauca. (Continuación)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	AMENAZA <sup>1</sup> CVC/IUCN	HÁBITAT <sup>2</sup>	ESTATUS <sup>3</sup>	CATEGORIA <sup>4</sup>	FUENTE	SONSO
<i>Empidonax virescens</i>	Atrapamoscas verdoso			M/C		4,10	X? M
<i>Sayornis nigricans</i>	Atrapamoscas guardapuentes			R/C		4,7,9	
<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla Comun		A	R/C	O	1,3,4,6,7,8,9, 10,12	X
<i>Todirostrum sylvia</i>	Espatulilla Rastrojera					1,3,4,9,10,11, 12	X
<i>Tolmomyias sulphureus</i>	Picoplano azufrado			R/C		4,10	X
<i>Contopus virens</i>	Atrapamoscas Oriental			M/C		3	X M
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Atrapamoscas Pechirrojo		A	R/C	O	1,3,4,6,7,8,9, 10,11,12	X
<i>Fluvicola pica</i>	Viudita Comun		E-E-F	R/C	(A)I	1,3,4,5,6,7,8,9, 10,11,12	X
<i>Leptopogon superciliosus</i>	Atrapamoscas orejinegro			R/C		9	
<i>Machetornis rixosus</i>	Atrapamoscas Ganadero			R/C		1,3,4,7	X
<i>Myiarchus cinerascens</i>	Atrapamoscas Copeton			M/PC		1,3,10,11	X M
<i>Myiarchus apicalis</i>	Atrapamoscas Apical	EN		R/C, En		8,10	X
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Atrapamoscas Capinegro			R/C		4,9,10	M
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bichofue Griton		A	R/C	F	1,3,4,6,7,8,9, 10,11,12	X
<i>Myiodynastes maculatus</i>	Atrapamoscas maculado			R/C		4,10,12	X?
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	Suelda Crestinegra		A	R/C	O	1,3,4,6,7,8,9, 10,11,12	X
<i>Tyrannus savana</i>	Sirirí Tijereta		A	R (M?)/C	F	1,3,4,7,8,9,10, 11	X M
<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano Migratorio		A-F	M/C	F	1,3,4,7,8,9,10, 11	X M
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sirirí Comun		A	R/C	O	1,3,4,6,7,8,9, 10,11,12	X
<b>Hirundinidae</b>	<b>Golondrinas</b>						
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Azul y Blanca		A	R/C	I	1,3,4,6,7,8,10, 11,12	X
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina Barranquera		A-F	R/C	I	1,3,4,6,7,8,9, 10,11,12	X
<i>Riparia riparia</i>	Golondrina Riparia		F	M/PC	I	1,4,8,9,11	X M
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta		A	M/C	I	1,3,4,6,7,8,9, 10,11,12	X M
<i>Progne subis</i>	Golondrina de Campanario			R/C		1,10	X
<b>Troglodytidae</b>	<b>Cucaracheros</b>						
<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero Comun		A	R/C	O	1,3,4,6,7,8,9, 10,11,12	X
<i>Henicorbina leucosticta</i>	Cucarachero Pechiblanco					9	
<b>Mimidae</b>	<b>Sinsontes</b>						
<i>Mimus gilvus</i>	Sinsonte Comun		A-F	R/C	F	4,7,8,9,10,11	
<b>Turdidae</b>	<b>Mirlas</b>						
<i>Cathartes aura</i>	Zorzal de Swainson			M/C		4,9,10	X? M
<i>Turdus obsoletus</i>	Mirra Selvatica			R/PC		4	
<i>Turdus ignobilis</i>	Mirra Ollera		A-F	R/C	F	1,3,4,7,8,9,10, 11,12	X



## Avifauna Reportada para los Humedales del Valle del Cauca. (Continuación)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	AMENAZA <sup>1</sup> CVC/IUCN	HÁBITAT <sup>2</sup>	ESTATUS <sup>3</sup>	CATEGORIA <sup>4</sup>	FUENTE	SONSO
<b>Vireonidae</b>	<b>Verderones</b>						
<i>Vireo olivaceus</i>	Verderón ojírojo			R/C		1,3,9,10,11	X M
<i>Hylophilus semibrunneus</i>	Verderón Castaño					10	
<b>Icteridae</b>	<b>Turpiales, Arrendajos</b>						
<i>Molothrus bonariensis</i>	Chamón Parasito		A	R/C	O	1,3,4,6,7,8,9,10,11,12	X
<i>Psarocolius decumanus</i>	Oropendola Crestada			Extinguida localmente?		10	
<i>Scaphidura oryzivora</i>	Chamón Gigante					3,4,10	X
<i>Icterus chrysater</i>	Turpial Montañer		A	R/PC	O	4,8	
<i>Icterus nigrogularis</i>	Turpial Amarillo		A	R/C	O	1,3,4,7,8,12	X
<i>Icterus spurius</i>	Turpial Hortelano		A	M/C	O	1,3,8,9,11	X M
<i>Icterus galbula</i>	Turpial de Baltimore		A	M/PC	O	3,8	X M
<i>Leistes militaris</i>	Soldadito		A	R/C	O	1,3,4,6,7,8,9,10,11,12	X
<i>Gymnomystax mexicanus</i>	Turpial Lagunero		A	R/PC	O	4,7,8,12	X
<i>Cacicus cela</i>	Arrendajo Común		A-F	R/PC	O	1,3,8	X
<i>Agelaius icterocephalus</i>	Cabeciamarillo		E	R/C	(A)O	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11	X
<b>Parulidae</b>	<b>Reinitas</b>						
<i>Mniotilta varia</i>	Reinita Trepadora			M/C		1,3,4,10	X M
<i>Parula pitayumi</i>	Reinita Tropical		A	R/C	I	1,3,4,7,8,10,11,12	X
<i>Dendroica petechia</i>	Reinita Amarilla		A	M/C	O	1,3,4,7,8,9,10,11,12	X M
<i>Dendroica fusca</i>	Reinita Naranja			M/C		1,3,4,9,10,11	X M
<i>Dendroica striata</i>	Reinita Rayada			M/PC		4,10	M
<i>Seiurus noveboracensis</i>	Reinita Acuática			M/C		10	
<i>Geothlypis semiflava</i>	Reinita Carinegra			R/PC		4	X?
<i>Oporornis philadelphia</i>	Reinita Enlutada			M/PC		3,4,9,10,11	X M
<i>Wilsonia canadensis</i>	Reinita del Canada			M/C		9,10	M
<i>Setophaga ruticilla</i>	Reinita Norteña			M/C		10	X M
<i>Basileuterus tristriatus</i>	Arañero Cabecilistado			R/C		9,10	
<b>Coerebidae</b>	<b>Mieleros</b>						
<i>Coereba flaveola</i>	Mielero Común			R/C		1,3,4,10,11	X
<i>Chlorophanes spiza</i>	Mielero Verde			R/C		10	
<b>Thraupidae</b>	<b>Tangaras y afines</b>						
<i>Euphonia saturata</i>	Eufonia Saturada		A-F	R/PC	O	3,7,8,10,12	X
<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia común			R/C		4,11	
<i>Euphonia lanirostris</i>	Eufonia Gorgiamarilla		A-F	R/C	O	1,3,4,7,8,9,10,12	X
<i>Tangara vitriolina</i>	Tangara Rastrojera	EN	A-F	R/C, En	O	1,3,4,7,8,12	X
<i>Thraupis episcopus</i>	Azulejo Común		A-F	R/C	O	1,3,4,6,7,8,9,10,11,12	X
<i>Thraupis palmarum</i>	Azulejo Palmero		A-F	T/PC	O	4,8,9	X
<i>Piranga flava</i>	Piranga Bermeja		A-F	R/PC	O	4,7,8	M
<i>Piranga rubra</i>	Piranga Roja			M/C		1,3,4,10,11	X M
<i>Piranga olivacea</i>	Piranga Alinegra			M/PC		3	X M



## Avifauna Reportada para los Humedales del Valle del Cauca. (Continuación)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	AMENAZA <sup>1</sup> CVC/IUCN	HÁBITAT <sup>2</sup>	ESTATUS <sup>3</sup>	CATEGORIA <sup>4</sup>	FUENTE	SONSO
<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	Asoma Terciopelo			R/C		1,9,10,11	
<i>Ramphocelus flammigerus</i>	Asoma Candela			R/C		1,3,4,9,10,11	
<i>Tachybonus rufus</i>	Parlotero Malcasado			R/C		10	
<i>Hemithraupis guira</i>	Pintasilgo Guira			R/PC		3,10	X
<i>Schistochlamys melanopsis</i>	Pizarrita Sabanera			R/PC		10	
<b>Fringillidae</b>	<b>Sabaneros, Semilleros y afines</b>						
<i>Cyanocopsa brissonii</i>	Azulón Ultramarino		A	R/C	G	1,3,8,9	X
<i>Cyanocopsa cyanoides</i>	Azulón Silvicola			R/C		10	
<i>Paroaria gularis</i>	Cardenal Pantanero		A-F	R/C	(A)I	1,3,5,7,8	X
<i>Pitylus grossus</i>	Picogordo Pizarra			R/PC		1,11	
<i>Saltator albicollis</i>	Saltator Pio-judio		A	R/C	G	1,3,4,7,8,9,10, 11,12	X
<i>Spiza americana</i>	Arrocero Migratorio			M/PC		4,9	M
<i>Sporophila intermedia</i>	Espiguero Gris		A	R/C	G	1,3,4,7,8,9,10, 11,12	X
<i>Sporophila minuta</i>	Espiguero Ladrillo		A	R/C	G	1,3,4,6,7,8,9, 10,11,12	X
<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero Capuchino			R/C		1,3,4,7,9,10, 11,12	X
<i>Sporophila schistacea</i>	Espiguero Pizarra			R/PC		4,12	
<i>Volatinia jacarina</i>	Volatinero Negro		A	R/C	G	1,3,4,7,9,10, 11,12	X
<i>Ammodramus savannarum</i>	Sabanero Grillo			R/PC		10	
<i>Sicalis luteola</i>	Sicalis Sabanero			R/C		1,9,11	
<i>Sicalis flaveola</i>	Canario		A	R/C	G	1,3,4,7,8,9,12	X
<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero Aliblanco			R/C		1,3,4,7,8,9,11	X
<i>Emberizoides herbicola</i>	Sabanare coludo			R/PC		4,9,10	
<i>Tiaris olivacea</i>	Semillero Cariamarillo			R/C		1,3,7,9,10,11	X
<i>Oryzoborus angolensis</i>	Curio Ventricastano			R/C		1,9,11	
<i>Oryzoborus crassirostris</i>	Curio renegrado			R/C		4,1	
<b>Estrildidae</b>	<b>Capuchinos</b>						
<i>Lonchura malacca</i>	Capuchino	EX	A,E,G	N/PC	G	7,8,12	X
<i>Lonchura atricapilla</i>	Capuchino	EX	A,E,G	N/PC		7,12	X?

(M) Aves Migratorias, (Ex) Aves Exóticas Invasoras, (En) Aves endémicas para Colombia.

<sup>1</sup> **Amenaza:** Categorías definidas acorde a CVC (2006) y Renjifo *et al.* (2002).

<sup>2</sup> **Hábitat:** **A)** Hábitats terrestres conformados en su totalidad por cultivos y dehesas con cercos arbolados y árboles dispersos afectados en grado variable por inundaciones periódicas. **B)** Hábitats acuáticos abiertos (espejo) sin vegetación flotante ni emergente. **C)** Márgenes de la Laguna densamente cubiertos por vegetación flotante y emergente en condiciones variables y complejas dependiendo de las condiciones de profundidad; este tipo de hábitat se encuentra también representado en algunas madrevejas aledañas casi colmatadas. **D)** Márgenes de la Laguna con cobertura escasa o inexistente, incluidas charcas marginales someras de tamaño variable y orillas y fondos lodosos. Incluye además playones del río. **E)** Madrevejas en estado avanzado de colmatación, cubierta vegetal densa constituida, principalmente por *Typha domingensis* (neas), con mezcla creciente de arbustos y árboles de tamaño pequeño a mediano que progresen la sucesión ecológica. **F)** Ribereño- Barrancas y playas del río Cauca. **G)** Área Protectora de los ríos y las madrevejas con vegetación arbórea.

<sup>3</sup> **Estatus:** T - Parte de su Territorio; R – Residente; M – Migratorio; C- Común vista diariamente; PC- Poco Común; N – Nómada.



<sup>4</sup> **Categoría:** C- Carnívoro; F- Frugívoro; G- Granívoro; I- Insectívoro; O- Omnívoro; A- Acuático.

<sup>5</sup> **Fuente:**

- (1) Álvarez-López, H. (1994) Lista de las aves de la Laguna de Sonso. Mimeogr. Universidad del Valle, Cali-Colombia.
- (2) Álvarez-López, H. (1995) Monitoreo de la avifauna de la Laguna de Sonso. Comité Interinstitucional de la Laguna de Sonso.
- (3) Álvarez-López, H. (1999) Guía de las aves de la Reserva Natural Laguna de Sonso. Guía de campo Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC, Cali-Colombia.
- (4) Cárdenas C.G. (1998) Comparación de la composición y estructura de la avifauna en diferentes sistemas de producción. Tesis de pregrado Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad del Valle, Cali-Colombia.
- (5) Castillo C., I.S., (1999) Evaluación de la avifauna acuática en cuarto humedales del Valle Geográfico del río Cauca. Universidad del Valle, Cali.
- (6) Heredia, M D, (1987) Informe CDC para el Grupo Evaluador del Proyecto Tiacuante-El Conchal Centro de Datos para la Conservación, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC, Cali-Colombia.
- (7) Restrepo C.A. (2005) Caracterización de avifauna en la Madre Vieja Chiquique (Valle del Cauca) y sus posibles variaciones durante los procesos de reforestación. Convenio de 079 CVC-ASOYOTOCO.
- (8) Peck B.R. (2003) Aves observadas en la Hacienda La Bolsa. Plan de Conservación para la Madre Vieja Yocambo, Yotoco, Valle de Cauca. Sin Publicar
- (9) Naranjo, L.G. (1992) Estructura de la avifauna en un área ganadera en el Valle del Cauca, Colombia. *Caldasia* 17 (1): 55-66.
- (10) Lehmann, F.C. (1967) Fauna de la Laguna de Sonso, Anexo F, Informe CVC No. 67-2. Proyecto la Laguna de Sonso o del Chircal, Cali-Colombia.
- (11) Centro de Datos para la Conservación, (1990) Comparación de cobertura de bosques y humedales entre 1957 y 1986 con delimitación de las comunidades naturales críticas en el Valle Geográfico del río Cauca. CVC, Subdirección de Recursos Naturales.
- (12) ASOYOTOCO/CVC, (2006) Plan de manejo integral Humedal El Cocal, Municipio de Yotoco Grupo de Gestión Ambiental.



## ANEXO 10

### LISTADO DE MAMÍFEROS





## Lista de Mamíferos del Humedal Reserva Laguna de Sonso, Valle del Cauca.

TAXON	NOMBRE COMÚN	REGISTRO <sup>a</sup>	GREMIO <sup>b</sup>	ESTATUS <sup>c</sup>	PRESENCIA <sup>d</sup>	
					LS	P
<b>ORDEN DIDELPHIMORPHIA</b>						
<b>Familia Didelphidae</b>						
<i>Marmosops impavidus</i> (Tshudi, 1844)	Chucha pequeña, tunato	H, L	Omn	LR	♦	♦
<i>Caluromys derbianus</i> (Waterhouse, 1841)	Chucha lanuda	H, L, R, I	Omn	VU-S2S3	♦	
<i>Chironectes minimus</i> (Zimmermann, 1780)	Chucha de agua	L	Omn	LR	♦	♦
<i>Didelphis marsupiales</i> (Zimmermann, 1780)	Chucha, zarigüeya	O, H, L, I	Omn	---	♦	
<i>Phyllander opossum</i> (Linnaeus, 1758)	Chucha gris común	L, I	Omn	---	♦	
* <i>Metachirus nudicaudatus</i> (G. St. Hillaire, 1803)	Chucha	L	Omn	---	♦	
<i>Micoureus demararae</i> (Thomas, 1905)	Micuré	L, I	Omn	S1, END	♦	
<b>ORDEN PHYLLOPHAGA</b>						
<b>Familia Megalonychidae</b>						
* <i>Choloepus hoffmanni</i> (Linnaeus, 1758)	Perezoso de dos dedos	H, L	Fol	A3-S2S3		♦
<b>ORDEN CINGULATA</b>						
<b>Familia Dasypodidae</b>						
* <i>Cabassous centralis</i> (Miller, 1899)	Armadillo cola de trapo	L	Omn	A3-DD	♦	♦
<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	Armadillo común	E, L	Omn	---	♦	♦
<b>ORDEN VERMILINGUA</b>						
<b>Familia Myrmecophagidae</b>						
<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	Oso hormiguero	L, R	Ins	---	♦	
<b>ORDEN CHIROPTERA</b>						
<b>Familia Emballonuridae</b>						
* <i>Didelidurus albus</i> Weid-Neuweid, 1820	Murciélago blanco	L	Ins	---	♦	♦
<i>Peropteryx kappleri</i> Peters, 1867	Murciélago alienvainado	L, I	Ins	---	♦	♦
<i>Saccopteryx bilineata</i> (Temmick, 1838)	M. de tirantes negro	L, I	Ins	---	♦	♦
* <i>Saccopteryx leptura</i> (Schreber, 1774)	M. de tirantes pardo				♦	♦
<b>Familia Noctilionidae</b>						
<i>Noctilio albiventris</i> Desmarest, 1818	M. pescador pequeño	O, C	Ins	---	♦	
<b>Familia Phyllostomidae</b>						
* <i>Micronycteris megalotis</i> (Gray, 1842)	M. orejudo común	L	Ins	---	♦	♦
* <i>Mimon crenulatum</i> (G. St. Hillaire 1810)	M. de hoja nasal peluda	L	Ins	---	♦	♦
* <i>Phyllostomus discolor</i> Wagner, 1943	M. zorro nectarívoro	L	Nect	---	♦	♦
* <i>Phyllostomus bastatus cauceae</i> (Pallas, 1767)	M. zorro grande	L, H, I	Carn	END	♦	♦
<i>Anoura caudifera</i> (G. St. Hillaire 1818)	M. trompudo Cocolo	L, C	Nect	---	♦	♦
* <i>Choeroniscus godmani</i> (Thomas, 1903)	M. trompudo de Godman	L	Nect	---	♦	♦
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	M. trompudo común	C, L, I	Nect	---	♦	♦
* <i>Lonchophylla thomasi</i> Allen, 1904	M. trompudo de Thomas	L	Nect	---	♦	♦
* <i>Carollia castanea</i> Allen, 1890	M. frutero castaño	L	Frug	---	♦	♦
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	M. frutero común	C, L, I	Frug	---	♦	♦
<i>Sturnira lilium</i> (G. St. Hillaire 1810)	M. frugívoro común	C, L, I	Frug	---	♦	♦
<i>Sturnira ludovici</i> Anthony, 1924	M. frugívoro de Anthony	L, I	Frug	---	♦	♦
<i>Artibeus jamaicensis</i> Leach, 1821	M. frugívoro común	L, I	Frug	---	♦	♦
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	M. frugívoro grande	C, L, I	Frug	---	♦	♦
* <i>Artibeus glaucus</i> Thomas, 1893	M. f. de Chanchamayo	L	Frug	---	♦	♦



**Lista de Mamíferos del Humedal Reserva Laguna de Sonso, Valle del Cauca.  
(Continuación).**

TAXON	NOMBRE COMÚN	REGISTRO <sup>a</sup>	GREMIO <sup>b</sup>	ESTATUS <sup>c</sup>	PRESENCIA <sup>d</sup>	
					LS	P
<i>Artibeus bartii</i> Thomas, 1892	M. frugívoro de Hart	L, I	Frug	---	♦	♦
<i>Chiroderma salvini</i> Dobson, 1878	M. dosrsirayado de Salvin	L, I	Frug	---	♦	♦
* <i>Chiroderma villosum</i> Peters, 1860	M. dosrsirayado de Peters	L	Frug	---	♦	♦
* <i>Platyrrhinus dorsalis</i> (Thomas, 1900)	M. dosrsirayado Ecuador	L	Frug	---	♦	♦
* <i>Platyrrhinus belleri</i> (Thomas, 1866)	M. dosrsirayado de Heller	L	Frug	---	♦	♦
<i>Platyrrhinus vittatus</i> (Peters, 1860)	M. dosrsirayado chocolate	L, I	Frug	---	♦	♦
* <i>Vampyressa pusilla</i> (Wagner, 1843)	M. cabecillado cremoso	L	Frug	---	♦	♦
<i>Desmodus rotundus</i> (G. St. Hillaire 1810)	Vampiro común	O, R	Hem	---	♦	♦
* <i>Diphylla ecaudata</i> Spix, 1823	Vampiro peludo	L	Hem	---	♦	♦
<b>Familia Vespertilionidae</b>						
<i>Eptesicus brasiliensis</i> (Desmarest, 1819)	M. perro brasileño	C, L	Ins	---	♦	♦
* <i>Histiotus montanus</i> (Philipi y Landbeck, 1861)	Murciélago orejón andino	L	Ins	---	♦	♦
* <i>Lasiurus blossevillii</i> (Lesson y Garnot, 1826)	M. migratorio rojizo	L	Ins	---	♦	♦
* <i>Lasiurus ega</i> (Gervais, 1856)	M. migratorio amarillento	L	Ins	---	♦	♦
<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	M. negruzco común	C, I, L	Ins	---	♦	♦
<i>Myotis keasy</i> Allen, 1914	Murciélaguito Inca	L	Ins	---	♦	♦
<i>Myotis oxytus</i> (Peters, 1967)	M. negruzco grande	L	Ins	---	♦	♦
<b>Familia Molossidae</b>						
<i>Eumops auripendulus</i> (Shaw, 1800)	M. colalibre grande oscuro	L, I	Ins	---	♦	♦
<i>Eumops glaucinus</i> (Wagner, 1843)	M. colalibre grande gris	L, I	Ins	---	♦	♦
* <i>Molossops abrasus</i> (Temminck, 1827)	M. colalibre de Temminck	L	Ins	---	♦	♦
* <i>Molossus bondae</i> Allen, 1904	M. mastín de Bonda	L	Ins	---	♦	♦
* <i>Molossus molossus</i> (Pallas, 1766)	M. mastín casero	L	Ins	---	♦	♦
* <i>Molossus pretiosus</i> (Schinz, 1821)	M. mastín casero Guaira	L	Ins	---	♦	♦
* <i>Tadarida brasiliensis</i> (G. St. Hillaire 1824)	M. mastín migratorio	L	Ins	---	♦	♦
<b>ORDEN PRIMATES</b>						
<b>Familia Cebidae</b>						
<i>Alouatta seniculus</i> (Linnaeus, 1766)	Aullador colorado	H, L, I	Fol	A2-S2S3-EXT	♦	
<i>Aotus lemurinus</i> (G. St. Hillaire 1824)	Marteja, mico nocturno	H, L	Omn	A2-S3S4	♦	♦
<i>Cebus capucinus</i> (Linnaeus, 1758)	Maicero capuchino	R	Omn	SE	♦	
<b>ORDEN CARNIVORA</b>						
<b>Familia Canidae</b>						
<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	Zorro cañero	R, I	Carn	A2	♦	♦
* <i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorro gatuno	L	Carn	A2	♦	



**Lista de Mamíferos del Humedal Reserva Laguna de Sonso, Valle del Cauca.  
(Continuación).**

TAXON	NOMBRE COMÚN	REGISTRO <sup>a</sup>	GREMIO <sup>b</sup>	ESTATUS <sup>c</sup>	PRESENCIA <sup>d</sup>	
					LS	P
<b>Familia Procyonidae</b>						
* <i>Bassaricyon gabbi</i> Allen, 1876	Leoncillo, macoperro	L	Frug	A3-S2S3		♦
* <i>Potos flavus</i> (Schreber, 1774)	Perro de monte, quincayú	L	Frug	A3-S2	♦	♦
* <i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)	Cusumbo, coatí	L	Omn	A3-S3		♦
<b>Familia Mustelidae</b>						
* <i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	Tayra, ulamá	L, R	Carn	A2-S2S3	♦	♦
<i>Lutra longicaudis</i> (Olfers, 1818)	Nutria	R	Carn	VU-S2	♦	
<i>Mustela frenata</i> Liechtenstein, 1831	Comadreja	R, I	Carn	---	♦	♦
<b>Familia Felidae</b>						
<i>Herpailurus yagouaroundi</i> (G. St. Hillaire 1803)	Gato pardo	R, H	Carn	A1-VU-S2S3	♦	♦
<i>Leopardus pardalis</i> Linnaeus, 1758	Tigrillo	H	Carn	A1-S2	♦	♦
* <i>Leopardus tigrinus</i> Schreber, 1775	Tigrillo gallinero	L	Carn	A1-LR-S1S2		♦
* <i>Leopardus wiedii</i> Schinz, 1821	Tigrillo peludo	L	Carn	A1-S1S2	♦	♦
<i>Panthera onca</i> (Linnaeus, 1759)	Tigre mariposo o jaguar	H	Carn	A1-LR-S1-EXT		
<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	Puma, león	H	Carn	A1-S1S2-EXT		
<b>ORDEN PERISSODACTYLA</b>						
<b>Familia Tapiridae</b>						
<i>Tapirus</i> sp.	Danta	H	Herb	EXT		
<b>ORDEN ARTIODACTYLA</b>						
<b>Familia Tayassuidae</b>						
<i>Tayassu pecari</i> (Link, 1795)	Tatabro	L, H	Herb	A2-S1-EXT		
<b>Familia Cervidae</b>						
<i>Mazama americana</i> (Erxleben, 1777)	Venado bayo o de monte	L, H	Herb	A3-DD-S2-EXT		
<b>ORDEN RODENTIA</b>						
<b>Familia Sciuridae</b>						
* <i>Microsciurus mimulus</i> (Thomas, 1898)	Ardilla chochoana	L	Frug	---	♦	
<i>Sciurus granatensis</i> Humboldt, 1811	Ardilla común	O, L, I	Frug	---	♦	♦
<b>Familia Muridae</b>						
<i>Mus musculus</i> Linnaeus, 1758	Ratón común	L, I	Omn	SE	♦	♦
<i>Rattus norvegicus</i> (Berkenhout, 1769)	Rata noruega	L, I	Omn	SE	♦	♦
<i>Rattus rattus</i> (Linnaeus, 1758)	Rata común	L, H, I	Omn	SE	♦	♦
<i>Akodon affinis</i> (Allen, 1912)	R. campestre colombiano	L, I	Omn	---		♦
<i>Akodon</i> sp. nov.	Ratón campestre	L, I	Omn	END	♦	
* <i>Ichthyomys hydrobates</i> (Winge, 1891)	Rata acuática cangrejera	L	Carn	LR	♦	
<i>Melanomys caliginosus</i> (Tomes, 1860)	Ratón arrocero prieto	L, H, I	Omn	---	♦	♦
<i>Oecomys trinitatis</i> (Allen y Chapman, 1893)	R. aterciopelado oriental	L, I	Omn	---	♦	♦
<i>Oligoryzomys fulvescens</i> (de Saussure, 1860)	R. arrocero pigmeo	L, I	Omn	---	♦	♦
<i>Oryzomys albigularis</i> (Tomes, 1860)	R. arrocero gargantiblanco	L, H	Omn	---	♦	♦
<i>Oryzomys alfaroi</i> (Allen, 1891)	Ratón arrocero de Alfaro	L, H, I	Omn	---	♦	♦
* <i>Reithrodontomys mexicanus</i> (de Saussure 1860)	Ratón cosechero	L	Omn	---	♦	♦
* <i>Rhipidomys latimanus</i> (Tomes, 1860)	Ratón trepador	L	Omn	---	♦	♦



**Lista de Mamíferos del Humedal Reserva Laguna de Sonso, Valle del Cauca.  
(Continuación).**

TAXON	NOMBRE COMÚN	REGISTRO <sup>a</sup>	GREMIO <sup>b</sup>	ESTATUS <sup>c</sup>	PRESENCIA <sup>d</sup>	
					LS	P
* <i>Sigmodontomys alfari</i> Allen, 1897	Ratón selvático de Allen	L	Omn	---	◆	◆
* <i>Zygodontomys brunneus</i> Thomas, 1898	Ratón rastrojero grande	L	Omn	END	◆	◆
<b>Familia Erethizontidae</b>						
* <i>Coendou rufescens</i> (Gray, 1865)	Puerco Espín Colombiano	L	Herb	---	◆	◆
<b>Familia Hydrochaeridae</b>						
<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i> (Linnaeus, 1766)	Chigüiro	O, L, H, I	Herb	SE	◆	
<b>Familia Dasyproctidae</b>						
<i>Dasyprocta punctata</i> Gray, 1842	Guatín, ñeque	L, H, R	Omn	A3-LR-S2S3		◆
<b>Familia Agoutidae</b>						
<i>Agouti paca</i> (Linnaeus, 1766)	Guagua, boruga, lapa	L, H	Omn	A3-LR-S1S2-EXT		◆
<b>ORDEN LAGOMORPHA</b>						
<b>Familia Leporidae</b>						
<i>Sybilagus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)	Conejo de monte	L, H, I, R	Herb	---	◆	◆

\*Especies potenciales para el Humedal Reserva Laguna de Sonso.

<sup>a</sup>**Registro.** H = datos históricos, C = Captura, O = Observación, E = Evidencia, R = referencia de pobladores, L = literatura sobre distribución, I = ingreso a colección de mamíferos de UV o ICN.

<sup>b</sup>**Gremios:** Omnívoro (Omn), Folívoro (Fol), Insectívoro (Ins), Nectarívoro (Nect), Carnívoro (Carn), Frugívoro (Frug), Hematófago (Hem), Herbívoro (Herb).

<sup>c</sup>**Estatus.**

**UICN:** Extinto (EX), extinto en estado silvestre (EW), en peligro crítico (CR), en peligro (EN), vulnerable (VU), casi amenazado (NT), preocupación menor (LC), datos insuficientes (DD) y no evaluado (NE). Estas categorías también se establecen a nivel nacional (libros rojos de Colombia).

**CITES: Apéndice I (A1):** Especies dentro de alguna categoría de amenaza de extinción y afectadas por el comercio.

**Apéndice II (A2):** Todas las especies que, si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a esa situación y aquellas otras especies no afectadas por el comercio, que deberán sujetarse a reglamentación. **Apéndice III (A3):** Incluye algunas poblaciones localizadas de especies que no están amenazadas, pero que deberán sujetarse a reglamentación para su comercio.

**CVC:** S1=Especie muy amenazada en el departamento por su extrema rareza o por algunos factores que la hacen especialmente vulnerable a extinguirse del departamento. Se encuentra en cinco localidades o menos, o quedan muy pocos individuos, o tienen poco hábitat; S1S2=Estado intermedio, S2=Especie amenazada en el departamento por su rareza o por algunos factores que la hacen muy vulnerable a extinguirse en el departamento. Se encuentra entre seis y 20 localidades, o quedan pocos individuos, o tienen poco hábitat; S2S3=Estado intermedio; S3=Especie rara o poco común en el departamento, de 21 a 100 localidades; SU=No se puede clasificar debido a la poca información que se tiene de la especie; SE = Introducida; SX = Extinta.

<sup>d</sup>**Presencia:** registrado en la Laguna de Sonso (LS) y/o en ecosistemas asociados del pie de monte cordillerano (P).



## **ANEXO 11**

### **ESTUDIO DE CAPACIDAD DE CARGA**



## **RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE VISTANTES DE LA RESERVA NATURAL LAGUNA DE SONSO.**

Durante los días 2, 5, 6 y 7 de enero de 2007 se realizaron una serie de encuestas (ver anexo de formato de encuestas) para conocer la percepción sobre varios aspectos que tienen los visitantes cuando ingresan a dicha reserva (ver anexo consolidación de datos). Los siguientes son los resultados generales:

- El promedio de edad esta entre 25 y 40 años de edad (45%).
- La mayoría son pescadores (29%).
- El 91% son personas del sexo masculino.
- Todos los que ingresaron durante las 4 fechas fueron de nacionalidad colombiana.
- El 74% provenían de Guadalajara de Buga.
- 76% de las personas se enteran de que existía la Reserva por amigos. Es interesante destacar que 4 personas incluidas en el conteo, mencionaron que la conocen desde la infancia.
- El medio de transporte que más utilizan para ingresar a la Reserva es la bicicleta (47) y el 23% la motocicleta.
- La pesca deportiva es la actividad que mayor llama la atención (60%) y el 22% lo hace de forma artesanal.
- El 35% pesa de 1 a 2 veces por semana y el 25% una vez al mes.
- El 51% utiliza la lombriz como carnada y el 14% utiliza atarraya. También el 51% compra la carnada en Buga.
- El medio día (4 horas es el horario preferido para pescar (40%) y el 24% utiliza todo el día (8 horas).
- El 41% informa que los resultados de la pesca por lo general son regulares y el 23% dicen que son malos.
- Los adultos son los que más consumen el producto pescado 65% y 35% son niños.
- 67% de las personas visito la Reserva en compañía de amigos y el 24% en compañía de familiares.
- El 38% ha visitado al Reserva más de 10 veces.
- El 76% considera que la información brindada al llegar a la Reserva es buena y el 19% considera que es excelente.
- Para el 74% de las personas el recorrido fue adecuado.
- 54% de las personas considero que la guianza fue excelente y 30% muy buena.
- La señalización la consideran insuficiente el 48% de las personas y otro porcentaje igual consideran que es suficiente.
- La opinión sobre la información que se encuentra a lo largo del recorrido es adecuada (49%; sin embargo el 44% la considera escasa.
- El 74% informo que no conocen el folleto interpretativo.
- Las personas consideran que las instalaciones del lugar son buenas (79%).
- Solo el 23% de las personas le pareció buena la gastronomía.
- El 57% trajo comida preparada y el 53% agua para beber.



- El 73% no trajo ningún equipo eléctrico.
- 80% de las personas no pernoctó en la Reserva.
- 39% de las personas informaron que la atención de los guías y funcionarios fue muy buena y el 33% informo que buena.
- El estado de la Reserva en la actualidad es buena para el 51%.
- La calificación del grado de satisfacción después de haber visitado este lugar fue la siguiente: muy buena el 35%, 25% buena y 21% excelente.



## **ANEXO 12**

### **OBJETIVOS DE CONSERVACION**





OBJETIVOS GENERALES DE CONSERVACIÓN	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CRITERIOS	CUMPLE	PONDERACIÓN OBJETIVOS ESPECIFICOS	PONDERACIÓN OBJETIVO GENERAL
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	SI	1.0	1.0
		1.1.2	SI		
		1.1.3	SI		
		1.1.4	SI		
		1.1.5	SI		
	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	SI	1.0	
		1.2.2	SI		
		1.2.3	SI		
		1.2.4	SI		
		1.2.5	SI		
		1.2.6	SI		
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	NO	0.5	
		2.1.2	SI		
		2.1.3	SI		
		2.1.4	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	SI	0.8	
		2.2.2	SI		
		2.2.3	SI		
		2.2.4	NO		
		2.2.5	SI		
		2.2.6	SI		
	2.3. 2.3. Proveer espacios naturales para la investigación, el deleite, la recreación y la educación para la conservación.	2.3.1	SI	0.5	
		2.3.2	SI		
		2.3.3	NO		
2.3.4		NO			
III. Garantizar la permanencia del medio natural como fundamento de la integridad y pervivencia de las culturas tradicionales	3.1 3.1. Conservar vestigios arqueológicos, y sitios de valor histórico y cultural asociados a ecosistemas naturales	3.1.1	NO	0.75	
		3.1.2	SI		
		3.1.3	SI		
		3.1.4	SI		