

## ***APENDICE H***

---

### ***SISTEMA DE MONITOREO***

---

**APPENDICE H**  
**SISTEMA DE MONITOREO**

**Tabla de Contenido**

<b>CAPITULO I</b>	<b>SISTEMAS DE MONITOREO METEOROLOGICOS E HIDROLOGICOS.....</b>	<b>H-1</b>
1.1	General .....	H-1
1.2	Sistemas de Monitoreo Meteorológicos e Hidrológicos Actuales	H-1
1.2.1	Sistema de Monitoreo Meteorológico .....	H-1
1.2.2	Sistema de Monitoreo Hidrológico .....	H-1
1.3	Mejoramiento de los Sistemas de Monitoreo .....	H-1
1.3.1	Sistema de Monitoreo Meteorológico .....	H-1
1.3.2	Sistema de Monitoreo Hidrológico .....	H-2
1.4	Estimativo de Costos.....	H-2
1.4.1	Costos de Instalación.....	H-2
1.4.2	Costo de Operación y Mantenimiento .....	H-3
<b>CAPITULO II</b>	<b>SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA.....</b>	<b>H-4</b>
2.1	General .....	H-4
2.2	Monitoreo de la Calidad de Agua en la Actualidad .....	H-4
2.2.1	Calidad de Agua de Ríos/Lagos y Aguas Residuales..	H-4
2.2.2	Equipos Actuales para Análisis de la Calidad del Agua .....	H-4
2.3	Mejoramiento del Sistema de Monitoreo de la Calidad del Agua	H-4
2.3.1	Ejecución del Monitoreo de la Calidad del Agua.....	H-4
2.3.2	Mejoramiento de las Observaciones Periódicas .....	H-5
2.3.3	Mejoramiento del Laboratorio.....	H-5
2.4	Costo de Mejoramiento del Sistema de Monitoreo .....	H-5
2.4.1	Costo de Consecución y Costo de Construcción.....	H-5
2.4.2	Costo de O&M .....	H-6
<b>CAPITULO III</b>	<b>MONITOREO PARA EL CONTROL DE PLANTAS ACUATICAS DE LA LAGUNA.....</b>	<b>H-7</b>
3.1	General .....	H-7
3.2	Metodología del Monitoreo.....	H-7
3.2.1	Estudio del Area de Plantas Acuáticas .....	H-7
3.2.2	Estudio de la Fauna y Flora.....	H-7

	3.2.3	Estudio de la Línea Frontal de Juncos y el Nivel del Lecho en la Zona del Lago Dragada.....	H-8
	3.2.4	Medida del Crecimiento y Ratos de Consumo de la Carpa Herbívora .....	H-8
	3.3	Costo del Monitoreo.....	H-8
<b>CAPITULO IV</b>		<b>SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG) .</b>	<b>H-9</b>
	4.1.	Reseña del Sistema Actual de Información Geográfica (SIG)..	H-9
	4.1.1.	Estructura Organizacional y Jurisdicción de la CAR..	H-9
	4.1.2	Actividades relacionadas con el Sistema de Información Geográfica (SIG) .....	H-9
	4.1.3	El Hardware y Software de la CAR .....	H-9
	4.1.4	Personal Técnico Responsable por las Actividades del Sistema de Información Geográfica .....	H-10
	4.1.5	Disponibilidad de la Información.....	H-10
	4.2	Recomendaciones para el SIG Propuesto.....	H-12
	4.2.1	Estrategia de Implementación del SIG para el Sistema de Manejo Ambiental.....	H-12
	4.2.2	Puntos Principales a Considerar .....	H-12
	4.3	Ingreso de Información al SIG y su Aplicación .....	H-13
	4.3.1	Presentación de la Información Espacial y Unión de ésta con las Tablas de Atributos .....	H-13
	4.3.2	Análisis de Información Espacial.....	H-13
	4.3.3	Predicción de Demanda de Agua de Irrigación.....	H-14
	4.3.4	Estabilidad de la Pendiente.....	H-14
	4.3.5	Extracción de Información sobre la Laguna de Fúquene a partir de Fotografía Aérea.....	H-14

### **Lista de Tablas**

Tabla H.2.1	Equipo Actual de Análisis de Calidad del Agua en el Laboratorio de la CAR.....	H-T1
Tabla H.2.2	Infraestructura para el Laboratorio de la CAR.....	H-T2
Tabla H.2.3	Plan de Monitoreo la Calidad del Agua para Río/Laguna .....	H-T3
Tabla H.2.4	Plan de Monitoreo de la Calidad del Agua para Fuentes Contaminantes Puntuales .....	H-T4
Tabla H.2.5	Parametros a Ser Obsevados para el Agua Superficial y el Agua Residual .....	H-T5
Tabla H.2.6	Consecución de Equipo Adicional para Analisis de Calidad del Agua.....	H-T6
Tabla H.4.1	Inventario de Informaciones Digital es de la CAR.....	H-T7
Tabla H.4.2	Inventario de Mapas Existentes en la CAR .....	H-T12

### **Lista de Figuras**

Fig. H.4.1	Organigrama de la CAR.....	H-F1
Fig. H.4.2	Ejemplo que muestra la Rotación Agríc ola en el Area de Reserva ..	H-F2
Fig. H.4.3	Ejemplo del Cambio de Uso de la Tierra Utilizando Datos de Dos Periodos .....	H-F3
Fig. H.4.4	Diagrama de Flujo para Predecir la Necesidad de Irrigación Espacial.....	H-F4
Fig. H.4.5	Diagrama de Flujo para el Anál isis de Estabilidad de la Pendiente..	H-F5
Fig. H.4.6	Diagrama de Flujo para obtener Información Espacial de la Laguna por Aerofotografía .....	H-F6

**APENDICE H SISTEMA DE MONITOREO**  
**CAPITULO I SISTEMAS DE MONITOREO METEOROLOGICOS E**  
**HIDROLOGICOS**

**1.1 General**

En el Area de Estudio, las características hidrológica y meteorológicas son monitoreadas por la CAR y el IDEAM. Juzgando por la condición actual de las observaciones meteorológicas/hidrológicas y la administración del recurso hídrico por la CAR, parece necesario mejorar los sistemas de monitoreo actual en armonía con las condiciones futuras. Estos temas están estudiados en este capítulo.

**1.2 Sistemas de Monitoreo Meteorológicos e Hidrológicos Actuales**

**1.2.1 Sistema de Monitoreo Meteorológico**

La Tabla B.1.3 y la Fig.B.1.3 muestran el inventario y la localización de las estaciones climatológicas y pluviométricas. En la mayoría de estas estaciones, se han efectuado mediciones por más de veinte (20) años, pero algunos datos son deficientes.

Las estaciones pluviométricas en el Area de Estudio están igualmente distribuidas excepto para la cuenca superior del Río Ubaté, la cual tiene una densidad de estaciones más alta para operar y administrar el Embalse del Hato. En la cuenca de la laguna de Cucunubá, el IDEAM tiene dos (2) estaciones pluviométricas. La CAR no tiene estaciones pluviométricas.

Las estaciones climatológicas en el Area de Estudio también están igualmente distribuidas. Solamente el IDEAM observa el clima cerca de la laguna de Fúquene.

**1.2.2 Sistema de Monitoreo Hidrológico**

La Tabla B.2.2 y la Fig. B.2.1 muestran el inventario y la localización de las estaciones de aforo del nivel y caudal de agua. Al menos una (1) una estación automática se ha instalado a lo largo de cada río principal. La mayoría de las estaciones están instaladas en lugares donde las condiciones de observación son preferibles en términos de estabilidad hidráulica y facilidad de acceso a la estación, etc.

**1.3 Mejoramiento de los Sistemas de Monitoreo**

**1.3.1 Sistema de Monitoreo Meteorológico**

Basados en los resultados del estudio de campo y los análisis de clima y precipitación, se propone el mejoramiento del sistema de monitoreo como sigue:

- (1) Recolección de Datos de Climáticos y de Precipitación del IDEAM

Se le recomienda a la CAR recolectar los datos climáticos y de precipitación del IDEAM de las áreas donde la CAR no tiene estaciones de monitoreo. Estas áreas son el área media cerca a la laguna de Fúquene para datos climatológicos y, la cuenca de la Laguna de Cucunubá, para datos de precipitación.

(2) Condiciones de los Alrededores de las Estaciones

La estación climatológica de Novilleros está rodeada por árboles, lo cual afecta sus datos del monitoreo. Se recomienda por tanto, mejorar sus condiciones en sus alrededores. Esta clase de consideración es necesaria para otras estaciones también.

(3) Inspección de las Estaciones de Observación

Son notables los datos defectuosos en las estaciones en la cuenca del Río Lenguazaque en comparación con las otras estaciones. Las razones de los defectos son el mal funcionamiento del equipo de registro, incluida la terminación del rollo de papel. Es necesario la inspección periódica de los equipos de observación y el material de consumo para estas estaciones.

### **1.3.2 Sistema de Monitoreo Hidrológico**

La operación óptima del Embalse del Hato será monitoreada/ajustada basados en los datos de caudal de los Ríos Ubaté y Suta. Al presente, existen estaciones de medición a lo largo de estos ríos, las estaciones Código No. 2401715 y No. 2401716 en Ubaté Suta, respectivamente.

Por otro lado, la operación óptima de la Laguna de Fúquene será monitoreada/ajustada basados en la información del influente y efluente de la laguna. En relación con este aspecto, se proponen las siguientes mejoras:

(a) Río Ubaté

Existe una estación de medición automática en la parte baja del Río Ubaté, alrededor de 8 km aguas arriba de la Laguna de Fúquene. Esta es la código No. 2401729, Pte. Colorado. Sin embargo, los datos de esta estación eran solamente niveles de agua desde 1989 (vea la Tabla B.2.2). Así, se propone efectuar mediciones de caudal y el establecimiento de curvas de rateo en esta estación.

(b) Río Suárez

En la actualidad, no existe estación de medición cerca de la salida de la Laguna de Fúquene. Por tanto, se propone la instalación de una estación en el mencionado lugar. En principio, será realizada en esta estación para la época lluviosa, las medidas de caudal y el establecimiento de la curva de su tasa.

### **1.4 Estimativo de Costos**

Los costos del mejoramiento se estiman para el sistema de monitoreo hidrológico. El costo del mejoramiento del sistema meteorológico no se estiman debido a que su mejoramiento es metodológico.

#### **1.4.1 Costos de Instalación**

Los costos de instalación para una (1) nueva estación de medición en el Río Suarez se estima como sigue:

Item	Unidad	Precio Unitario (Col\$)	Cantidad	Total (1,000 Col\$)
Equipo	nos.	3,500,000	1	3,500
Costo de Labor	L. S.		1	100
Total				3,600
Total (1,000 US \$)				(1.9)

Tasa de cambio: 1 US\$ = 106 ₺ = 1,920 Col\$

#### 1.4.2 Costo de Operación y Mantenimiento

El incremento en los costos anuales de operación y mantenimiento de las dos (2) estaciones se estima en:

Item	Unidad	Precio Unitario (Col\$)	Cantidad	Total (1,000 Col\$)
Observación y Mantenimiento	Hombre/día	20,000	20/año	400
Materiales de Consumo	L. S.		1	40
Total				440
Total (1,000 US\$)				(0.23)

Tasa de cambio: 1 US\$ = 106 ₺ = 1,920 Col\$

## **CAPITULO II SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA**

### **2.1 General**

La CAR estipuló las normas de calidad de agua superficial y subterránea para el Area de Estudio a través del acuerdo 58 en 1987, basada sobre normas nacionales. Más aún, se categorizó la calidad de agua objetivo de los ríos/lagos en el Area de Estudio de acuerdo con el nivel del uso del agua.

Por otro lado, el actual sistema de monitoreo de calidad de agua en el Area de Estudio está en un nivel bajo debido al déficit de equipos de análisis, hombres y finanzas. La CAR ha efectuado monitoreo de la calidad de agua ad hoc solamente cuando hay fuertes peticiones pronunciadas al respecto.

La calidad de agua de los ríos/lagos debe ser periódicamente observada para administrar el agua de los ríos/lagos a fin de cumplir las normas. Para este propósito, el laboratorio existente debe ser mejorado también. En este capítulo, se propone un plan de mejoramiento de este sistema de monitoreo actual.

### **2.2 Monitoreo de la Calidad de Agua en la Actualidad**

#### **2.2.1 Calidad de Agua de Ríos/Lagos y Aguas Residuales**

La calidad de agua de los ríos/lagos y la calidad de las aguas residuales son monitoreadas por la CAR sobre bases Ad Hoc. La información de la calidad de agua de ríos/lagos actual se muestra en la Tabla E 1.1.

#### **2.2.2 Equipos de Actuales para Análisis de la Calidad del Agua**

Los equipos actuales para el análisis de la calidad del agua se listan en la Tabla H 2.1, y el espacio existente en el laboratorio de la CAR se lista en la Tabla H 2.2. El equipo de análisis actual no es suficiente para la observación periódica de la calidad del agua.

### **2.3 Mejoramiento del Sistema de Monitoreo de la Calidad del Agua**

#### **2.3.1 Ejecución del Monitoreo de la Calidad del Agua**

(1) CAR

CAR tiene que monitorear la calidad de agua superficial de ríos/lagos y el efluente de aguas residuales a los ríos/lagos. El propósito de monitorear el influente de aguas residuales en los ríos/lagos es hacer un chequeo cruzado con la información de calidad de agua de cada municipio.

(2) Municipios

Cada municipio debe monitorear la calidad de agua de sus aguas residuales influente/efluente y la descarga de las fábricas al alcantarillado.



### 2.3.2 Mejoramiento de las Observaciones Periódicas

#### (1) Agua Superficial

La calidad de agua del Area de Estudio deberá ser monitoreada cada tres (3) meses en los 17 puntos propuestos los cuales incluyen cuatro (4) puntos en la laguna y trece (13) puntos en los ríos. Estos puntos y la frecuencia de la observación se muestra en la Tabla H 2.3.

#### (2) Aguas Residuales

En el plan de mejoramiento, la calidad de las aguas residuales en el sistema de tratamiento del alcantarillado deberá ser monitoreada con una frecuencia de dos (2) veces al año en los 14 alcantarillados y en los tres (3) puntos del efluente de las grandes industrias como se muestra en la Tabla H 2.4.

#### (3) Parámetros

Los parámetros para el análisis periódico de la calidad de agua se seleccionaron como se muestra en la Tabla H 2.5. Cada parámetro se considera para adaptar a las normas Nacionales/CAR.

### 2.3.3 Mejoramiento del Laboratorio

Para el monitoreo periódico de la calidad del agua, el equipo del laboratorio deberá ser mejorado como se muestra en la Tabla H 2.6.

## 2.4 Costo de Mejoramiento del Sistema de Monitoreo

### 2.4.1 Costo de Consecución y Costo de Construcción

Los costos de consecución y construcción para el mejoramiento del sistema de monitoreo consisten del costo de consecución de equipos de laboratorio, vehículos y muebles, así como el costo de construcción de edificaciones. Estos costos se estimaron basados en los precios del mercado que prevalecían a octubre de 1999.

El costo de construcción para los equipos de laboratorio, vehículos y muebles se estima en 544.4 millones de Col\$ (0.28 millones de US\$) como se muestra en la Tabla H 2.6.

El costo de construcción del laboratorio se estima como sigue.

Item	Area(m <sup>2</sup> )	Precio Unitario ( Col\$ )	Total (millones de Col\$ )
Construcción de 1 Planta	278	2,500,000	695
Garaje y Almacén	120	1,500,000	180
Total	398		875
Total (millones de US\$)			(0.46)

Tasa de cambio: 1 US\$ = 106 ₱ = 1,920 Col\$

Los costos totales de consecución y construcción relacionados con el laboratorio se resumen abajo.

Item	Costo (millones de Col\$ )
Costo de Consecución	544.4
Costo de Construcción	875.0
Total	1,419.4
Total (millones de US\$)	(0.74)

Tasa de cambio: 1 US\$ = 106 ₴ = 1,920 Col\$

#### 2.4.2 Costo de O&M

El costo de O&M relacionado con el laboratorio se compone del costo de personal y el costo de los materiales de consumo. El número de personal para el monitoreo de la CAR se lista abajo.

Departamento	Existente	Plan
Laboratorio	5	10
Conductores	0	2

El costo anual de O&M se estima abajo.

Item	Costo (1,000 Col\$ / año)	Observaciones
Costo de Personal	141,400	
Costo de materiales de consumo	1,360	0.25% del costo de consecución
Total	142,760	
Total (1,000 US\$)	(74)	

Tasa de cambio: 1 US\$ = 106 ₴ = 1,920 Col\$

## **CAPITULO III MONITOREO PARA EL CONTROL DE PLANTAS ACUATICAS DE LA LAGUNA**

### **3.1 General**

Para controlar el exceso de plantas acuáticas en la Laguna, se proponen las siguientes tres (3) clases de proyectos en este estudio.

- (1) Dragado del lecho de la Laguna en frente de los Juncos para controlar su expansión.
- (2) Cosecha y Remoción mecánica de Elodea y Buchón
- (3) Control de Elodea por la Carpa Herbívora

Los siguientes cambios deberán ser monitoreados para conocer los efectos o impacto de los proyectos en el medio ambiente de la Laguna.

- (1) Cambio en el área de las plantas acuáticas
- (2) Cambio en las especies de fauna y flora
- (3) Cambio en la línea frontal de Junco y elevación del lecho en la zona de la laguna dragada
- (4) Crecimiento y tasas de consumo de la carpa herbívora

### **3.2 Metodología del Monitoreo**

#### **3.2.1 Estudio del Area de Plantas Acuáticas**

El área de las plantas acuáticas cambiará de acuerdo con el progreso del proyecto. Así, los siguientes estudios se deberán hacer.

- (1) El área de las plantas acuáticas emergentes y flotantes pueden ser medidas por fotografía aérea a escala macro. Las fotografías aéreas que cubren el área de la laguna se han tomado doce (12) veces irregularmente desde 1940 por el IGAC y una (1) por JICA en 1999 como se describe en el Apéndice G Capítulo II. Esta deberá ser tomada regularmente cada tres (3) años para conocer el cambio del área de las plantas acuáticas con precisión. Las fotografías serían analizadas por el SIG de la CAR para preparar los mapas de plantas acuáticas.
- (2) El área de las plantas sumergidas será estudiada con observaciones de campo con el soporte de las fotografías aéreas una vez cada tres (3) años.

#### **3.2.2 Estudio de la Fauna y Flora**

- (1) Las especies de plantas acuáticas en la Laguna han sido estudiadas sobre bases Ad Hoc por la CAR y otras organizaciones. Sin embargo, las especies pueden cambiar, posiblemente de acuerdo con el progreso del proyecto. Así, las especies de plantas acuáticas deberían ser verificadas una vez cada tres (3) años.

- (2) Las especies de animales acuáticos incluyendo peces, pajaros y otros en la laguna hansido también estudiados por la CAR y otras organizaciones. Estos también pueden cambiar de acuerdo con el progreso del proyecto, luego es necesario estudiarlos regularmente una vez cada tres (3) años.

### 3.2.3 Estudio de la Línea Frontal de Juncos y el Nivel del Lecho en la Zona del Lago Dragada

El dragado del lecho de la Laguna propuesto, pretende parar el movimiento de avance de la línea frontal del Junco hacia la laguna. Entonces, la línea frontal del Junco debería ser estudiada una vez cada tres (3) años para confirmar los efectos del proyecto.

El lecho de la Laguna de la zona dragada puede, posiblemente, ser enterrada por depósitos de sedimentos o deformaciones topográficas en el futuro. Por tanto, el nivel del lecho de la Laguna de la zona dragada deberá ser estudiado una vez cada tres (3) años.

### 3.2.4 Medida del Crecimiento y Ratas de Consumo de la Carpa Herbívora

La carpa herbívora crecerá en etapas a una rata alta. La rata de consumo de plantas también se incrementará en proporción al crecimiento de la carpa herbívora. Almacenando muchas carpas herbívoras, pueden sobre consumir las plantas acuáticas en la Laguna, causando daños sobre las otras formas de vida en la Laguna. Por otro lado, un escaso almacenamiento de carpas acuáticas puede no lograr el control satisfactorio del excesod e plantas acuáticas. Por tanto, el número de carpas herbívoras deberá ser adecuadamente controlado. Para este propósito, el siguiente monitoreo deberá hacerse.

- (1) Muestreo de Medición de tamaño y peso de la carpa herbívora una vez al año
- (2) Muestreo de medición de la densidad de Elodea para estimar la biomasa remanente una vez al año.

### 3.3 Costo del Monitoreo

El costo del anterior monitoreo se estima como sigue.

Monitoreo	Costo (1,000 Col\$)	Observaciones
1. Estudio del Area de Plantas Acuáticas	21,100	
Toma de Fotografías Aéreas	20,000	Uno cada 3 años
Estudio de Campo	1,100	Uno cada 3 años
2. Estudio de Fauna y Flora	4,000	Uno cada 3 años
3. Estudio de la Línea Frontal de Juncos y Nivel del Lecho Dragado	2,200	Uno cada 3 años
4. Medida de la Carpa Herbívora y Biomasa	7,300	
Medición de la Carpa Herbívora	6,000	Uno cada año
Medida de la Biomasa	1,300	Uno cada año
<b>Total (Costo Anual Equivalente: 1,000 Col\$/año)</b>	<b>16,400</b>	
<b>Total (Costo Anual Equivalente: 1,000 US\$/año)</b>	<b>(8.54)</b>	

Tasa de cambio: 1 US\$ = 106 ₴ = 1,920 Col\$

## **CAPITULO IV SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG)**

### **4.1. Reseña del Sistema Actual de Información Geográfica (SIG)**

#### **4.1.1. Estructura Organizacional y Jurisdicción de la CAR**

(1) Naturaleza de la CAR

La CAR de Cundinamarca es una corporación pública con autonomía administrativa y financiera, que tiene por derecho las funciones de manejo del medio ambiente y los recursos naturales con desarrollo sostenible del área que se encuentra bajo su jurisdicción.

(2) Estructura Institucional

La Corporación Autónoma Regional - CAR está compuesta por los siguientes estamentos: Junta Corporativa, Consejo Directivo, Dirección General, 7 sub-direcciones y 7 Direcciones Regionales (Ver Fig. H.4.1).

(3) Jurisdicción de la CAR

La CAR maneja el territorio que cubre toda la cuenca del Río Bogotá, incluyendo el municipio de Girardot y la cuenca de los Ríos Ubaté y Suárez los cuales se encuentran ubicados en Cundinamarca y Boyacá. Toda su jurisdicción incluye 104 municipios de Cundinamarca y Boyacá.

#### **4.1.2 Actividades relacionadas con el Sistema de Información Geográfica (SIG)**

Cuatro (4) de las siete (7) sub-direcciones de la CAR utilizan información de tipo espacial.

(1) Sub-dirección de Planeación y Desarrollo

(2) Sub-dirección Científica

(3) Sub-dirección de Control de Calidad del Medio Ambiente

(4) Sub-dirección de Operaciones

El uso de computadores con este sistema de información geográfica está limitado a la División de Informática de la sub-dirección de Planeación y Desarrollo y a la División de Evaluación Técnica de subdirección científica. En la actualidad, las actividades relacionadas con este sistema de información geográfica sólo se utilizan para las presentaciones, más no en forma importante para el análisis.

#### **4.1.3 El Hardware y Software de la CAR**

A continuación se presenta el hardware y software que se encuentra a disposición para el desarrollo de las actividades relacionadas con este sistema de información geográfica:

- (1) En la División de Informática (Sub-dirección de Planeación y desarrollo)

Hardware:

- Dos computadores personales - PC
- Una estación de trabajo Unix
- Mesa digitalizadora 24''x 36''
- Mesa Calcomp

Software:

- Dos programas Genasys versión 7.2
- Un programa CAD MAP
- Un ER Mapper versión 6.0
- Un programa Oracle

- (2) En la División de Evaluación Técnica (Sub-dirección Científica)

Hardware:

- Dos computadores PC
- Una unidad de trabajo Unix
- Mesa digitalizadora Microgrid
- Un Plotter HP250C
- Un Plotter HP 750c

Software:

- Dos programas Genasys versión 7.2
- Microstation

#### **4.1.4 Personal Técnico Responsable por las Actividades del Sistema de Información Geográfica**

En cada una de las divisiones de Información y Evaluación Técnica se encuentran 3 personas encargadas de desarrollar las actividades relacionadas con el sistema de información geográfica. Además, en la División de Informática trabaja un técnico en sistemas.

#### **4.1.5 Disponibilidad de la Información**

- (1) Información Digital en la CAR

La información digital que se encuentra disponible en la CAR se presenta en el Cuadro H.4.1. Esta información incluye la información espacial de toda la CAR: red fluvial, áreas de reserva, estaciones meteorológicas y los riesgos regionales y municipales tales como uso del suelo y topografía. Además de esto, la CAR también tiene información sobre algunas cuencas particulares como la de Fúquene, Apulo, Subachoque y las relacionadas con algunos proyectos específicos como los de Checua, Hidrotec y Cardan. Esta información puede tener la debida importancia para el manejo de los problemas ambientales.

(2) Mapas en la CAR

En la CAR se encuentra a disposición un buen archivo de mapas relacionados con la cuenca de la Laguna de Fúquene (Ver Cuadro H.4.2). En general se incluyen mapas de hidrología, topografía, catastro, batimetría de lagos, isogramas, irrigación, etc. Algunos cubren toda la cuenca, mientras que otros son específicos de algún lugar como el mapa de la Compuerta de la Laguna de Palacio. Esta información es importante en el momento que se requiera.

(3) Información Seleccionada/Recogida por el Equipo de JICA

Además de esta información, el Equipo de Estudio de JICA ha utilizado la información espacial que se presenta a continuación:

S.N.	Título
1	Uso actual del suelo, actualizado
2	Propagación histórica de las Plantas Acuáticas
3	Geología
4	Cuenca Hidrográfica
5	Municipios
6	Batimetría de la Laguna de Fúquene
7	Area de Reserva
8	Bloques de Riego
9	Mapa Isoyético
10	Red Fluvial
11	Vías
12	Localización de las Estaciones Meteorológicas
13	Localización de las Estaciones de Aforo
14	Localización de las Estaciones de Agua Subterránea
15	Localización de los Puntos de Muestreo
16	Localización de los Puntos de Agua Complementarios
17	Mapa de erosión de Suelo

Además de la información actualizada existente, la actualización de la información relacionada con el uso del suelo y propagación histórica de las plantas acuáticas se logró a través de fotografías aéreas tomadas durante el estudio.

(4) Otras Agencias que Poseen Información Relacionada con el Sistema de Información Geográfica

La CAR tiene nexos con un número de entidades privadas y estatales de donde puede obtener información espacial relacionada con el tema. Algunas de estas entidades se mencionan a continuación:

- IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi)
- URPA (Unidad Regional de Planeación Agrícola, Gobernación de Cundinamarca)
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística)
- DAMA (Departamento Administrativo del Medio Ambiente)
- Ingeominas
- Universidad Javeriana

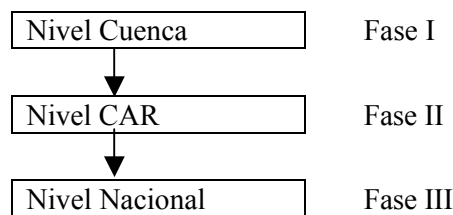
## 4.2 Recomendaciones para el SIG Propuesto

### 4.2.1 Estrategia de Implementación del SIG para el Sistema de Manejo Ambiental

La descripción acerca de la capacidad del SIG ya ha sido presentada anteriormente. Esto refleja claramente su potencialidad oculta para efectuar control ambiental. Nuevamente, si consideramos el hecho de que el uso del SIG en la CAR está actualmente limitado para fines de presentación, sería más conveniente iniciar su aplicabilidad con áreas pequeñas, digamos a nivel de cuenca. Por ejemplo, podría iniciarse con la cuenca de la laguna de Fúquene y después de asimilar bien este nivel podría ampliarse a todas las jurisdicciones de la CAR y luego a toda la nación, así como se muestra en el diagrama de flujo.

La fase I es la columna vertebral de dos fases sucesivas. En cuanto a control ambiental se refiere, esta fase debe ser manejada con mucha atención debido a la escasez de información.

También debería anotarse que siendo pequeña el área de comando, la escala de análisis podría ser relativamente mayor y sus resultados podrían ser afectados directamente por la escala y el patrón de la información captada.



Después de obtener resultados satisfactorios de la Fase I, valdría la pena seguir aplicando este sistema y continuar con la Fase II en otra cuenca y cubrir gradualmente toda la jurisdicción de la CAR. En esta fase, cabe anotar que la necesidad de control ambiental dentro de una cuenca puede diferir de otra y así mismo los tipos de información SIG requeridos. Después de dar luz verde al uso de este sistema en toda un área de la CAR se procedería a nivel nacional, lo que equivaldría a la Fase III.

### 4.2.2 Puntos Principales a Considerar

#### (1) Grupos SIG

Para una implementación suave del Sistema SIG se recomienda combinar los dos grupos existentes de SIG en uno sólo. Esto tendría la ventaja que no sólo se comparte el hardware, software y la base de datos disponibles, sino que el personal involucrado tendría una gran oportunidad para intercambiar su conocimiento y experiencias. De esta forma, el personal involucrado tendría un tipo de entrenamiento interno.

#### (2) Entrenamiento del Personal

Complementario al entrenamiento interno antes mencionado, el personal involucrado necesitará un entrenamiento, de vez en cuando acerca del SIG para el manejo ambiental y el software relacionado de los institutos pertinentes. Esto les ayudará a aumentar su habilidad para mantenerse actualizados en cuanto a tecnología.



(3) Compatibilidad de Información

La creación de toda la información puede no ser factible durante el curso de implementación del SIG. La CAR podría necesitar, de manera repetitiva, el uso de información creada por otras entidades relacionadas. Mientras esto se lleva a cabo valdría la pena considerar puntos tales como qué tanto el total de la información disponible reúne los requisitos necesarios o si el sistema SIG disponible en la entidad relacionada es compatible con Autocad (DXF), ARC/INF (E 0 0) ARC/VIEW (SHP) o no con el uso de la información.

(4) Aspectos Geodésicos

Para obtener resultados más confiables del sistema SIG instalado, valdría la pena hacer énfasis en producir más mapas temáticos exactos con información clara y precisa como escala, sistema de proyección, metodología utilizada para la producción del mapa y demás aspectos relacionados.

(5) Coordinación dentro de la CAR

Esta coordinación es de vital importancia para que el uso de SIG sea exitoso.

### **4.3 Ingreso de Información al SIG y su Aplicación**

Para poder descubrir la capacidad de monitoreo ambiental del SIG, se discutieron algunos ejemplos de aplicaciones del SIG con la contraparte pertinente, y luego se ejecutaron utilizando el software Genasys que se encuentra disponible en la CAR, dándole el debido énfasis a la metodología. Para esto, se ingresó la información necesaria al software de Genasys. La información utilizada incluía uso de la tierra, red de río/canal, información meteorológica, plantas acuáticas, características topográficas, área de reserva, mapa catastral, información sobre agua subterránea, características batimétricas, uso del agua, etc. A continuación se da una descripción breve de los ejercicios ejecutados.

#### **4.3.1 Presentación de la Información Espacial y Unión de ésta con las Tablas de Atributos**

Además de presentar la información espacial en ambiente SIG, se mostró la metodología para unir esta información con la tabla de atributos que contenía la información ambiental. Luego de esta unión, sólo bastó hacer “click” con el “mouse” del computador para encontrar las características de un atributo especial o de una localización. Así, esto puede ser de gran importancia al preparar información para el manejo ambiental.

#### **4.3.2 Análisis de Información Espacial**

El SIG es una herramienta fácil para superponer dos piezas de información al realizar análisis comparativo. Por ejemplo, la comparación de uso del suelo con la información de área de reserva, facilita observar el posible cercenamiento de cultivos en el área de reserva (ver Fig. H.4.2).

También, la superposición del mismo tipo de mapas preparados en dos ocasiones diferentes muestra el cambio en ese período. Por ejemplo, se extendieron dos mapas de uso del suelo, de 1985 y el presente. Esto proporcionó la oportunidad de conocer el alcance en que el uso de la

tierra ha cambiado desde 1985 al presente (ver Fig. H.4.3).

#### **4.3.3 Predicción de Demanda de Agua de Irrigación**

Este ejercicio se realizó en un sección del área irrigada, utilizando el mapa de uso del suelo, mapa catastral, información meteorológica como precipitación y evapotranspiración e información asignada, como el coeficiente de cultivos. Rápidamente pudo calcularse la precipitación efectiva (Pe) a partir del período disponible de precipitación anual, estableciendo como criterio el 65%. Similarmente, pudo obtenerse el valor promedio de evapotranspiración (Ev) para el mismo período. Estos dos datos se expresaron en forma de polígono. De otra parte, se pudo conocer la utilización precisa del suelo en cada parcela, superponiendo el mapa actual de uso del suelo sobre el mapa catastral existente. Se ingresó el valor del coeficiente de cultivo (K) a la información obtenida del uso adecuado de parcelas, de lo cual se pudo conocer el uso consuntivo superponiéndolo a la información de evapotranspiración. Finalmente, la información de uso consuntivo se superpuso a la información de polígono de precipitación efectiva (Pe) para calcular la demanda de irrigación neta, utilizando la fórmula como se muestra en la Fig. H.4.4.

#### **4.3.4 Estabilidad de la Pendiente**

Utilizando la información de curva de nivel se creó el Modelo de Elevación Digital (DEM). Este DEM se utilizó después para derivar la pendiente que fue comparada con el uso actual de la tierra para predecir la estabilidad de la pendiente. El DEM también fue usado para crear degradación de aspecto y colina (Ver Fig. H.4.5.)

#### **4.3.5 Extracción de Información sobre la Laguna de Fúquene a partir de Fotografía Aérea**

En este ejercicio, se “escanearon” las fotos aéreas para obtener la información digital la cual fue geo-referenciada utilizando puntos de control de los mapas existentes. Luego, se extrajo la información relacionada con lagos, riberas, distribución de plantas acuáticas, etc (ver Fig. H.4.6). Al ejecutar esta operación para fotografía aérea en otro momento, se podían sobreponer los resultados para observar el cambio de ribera y distribución de ubicación de las plantas acuáticas.

Además de los anteriores ejercicios, se discutió bastante sobre la posible metodología y puntos a tener en cuenta para estimar la erosión de la tierra utilizando USLE bajo las condiciones de Fúquene.

**Tabla H 2.1 Equipo Actual de Análisis de Calidad del Agua en el Laboratorio de la CAR**

Equipo de Análisis	Tipo/Modelo	Numero	Observaciones
Cromatografo de gas	Philips Modelo PU 4410	1	
(Detector ECD,FID)	Philips Modelo PU 3120	1	
Incubador (Uno para DBO, uno para analisis)	Precision	1	
Equipo de analisis de DQO,Grasa,Aceite	Nacional	4	
Balanza de lectura directa	Precisa Model AOSM 200A	1	
Espectrometro de absorcion atomica	Perkin Elmer Model Landa 3B	1	
Autoclave	All American Model 25	3	
Bomba de Vacio	Gast	4	
Aparato de Titulacion	Digital	2	
Stirrer	Lab-line L.E.D	2	
	Lab-line L.E.D	1	Con control de temperatura
pH metro	Orion Reseach Model 301	1	
	Fisher Scientific	1	
	Mettler Ref M 320	1	
	Mettler Ref M 340	1	
Electroconductimetro	Digital	1	
Bano de agua para prueba serologica	Precision	1	
Bano de agua	Precision	2	
Aparato de destilacion	Labconco	1	para analisis de nitrogeno y fenol
Horno de mufla		1	
Medidor de turbidez	Chemetrix Type 12	1	
Medidor de OD	YSI Model 57	1	
Oximetro	YSI Model 54 ARC	2	
Camara de Calado	Labconco	1	
Camara de flujo laminar	Labconco	1	
Espectrometro de masas con cromatografia de gases	Hewlett Packard Model Series HP 6890	1	
Espectrometro Ultravioleta	Perkin Elmer Model Landa 3B	1	
Separador Centrifugo	Fisher Model 225	1	
Calentador	Corning	1	con agitador
Jar tester	Schott	3	
Secador	Precision	2	
	Lab-line	1	
Horno de secado	Sybron Termolite Model FA1730	1	
Evaporador rotatorio	Buechi Model RE 111 & 461	2	
Instrumento Grass	Frask, Beaker, etc		
Esterilizador seco	Precision	1	
Rociador para emergencias		1	
Regulador	Soltironic	1	
Correntometro	Propeller tipe	10	
Muestreador de agua	Kemmerer	4	
Muestreador de lodos	Ekman	1	
Generador	Honda	1	
Cernidor		desconocido	
Analizador de calidad de agua de campo		1	electroconductividad, PH y temperatura del agua

**Tabla H 2.2 Infraestructura para el Laboratorio de la CAR**

Infraestructura	Area (m <sup>2</sup> )	Observaciones
Laboratorio de analisis	278	
Administración	12	
Cuarto de preparación	87	
Bodega para muestras con refrigerador	3	
Bodega para muestras sin refrigeración	3	
Bodega para reactivos con ventilación	31	
Cuarto de pretratamiento	10	
Extractor de gases	4	
Cuarto de Instrumentos (Volume)	63	
Cuarto de Instrumentos (Balanza)	31	
Cuarto de Instrumentos (Espectrometro de absorción atómica etc)	34	
Total	556	

**Tabla H 2.3 Plan de Monitoreo la Calidad del Agua para Río/Laguna**

Río/Laguna	Código	Nombre de Punto	Nombre de Río/Laguna	Frecuencia de Observación (Veces/año)
Laguna	QL-1	Cerca Desembocadura	Laguna Fúquene	4
		Río Ubaté		
	QL-2	Cerca al Puerto	Laguna Fúquene	4
		Centro	Laguna Fúquene	
Río	QL-3			4
	QL-4	Cerca Salida Río Suárez	Laguna Fúquene	4
	QR-1	Descarga Represa	Represa Hato	4
	QR-2	Aguas abajo	Río Ubaté	4
		Municipio Ubaté		
	QR-3	Verda Punta Gande	Río Lenguazaque	4
	QR-4	Después Efluente	Río Suta	4
		Alcantarillado Ubaté		
	QR-5	Después Confluencia	Río Ubaté	4
		Río Suta		
	QR-6	After Confluence	Río Ubaté	4
		Lenguazaque River		
	QR-7	Colorado	Río Ubaté	4
QR-8	Puente la Balsa	Río Suárez	4	
QR-9	Aguas abajo Municipio Chiquinquirá	Río Chiquinquirá	4	
QR-10	Antes Compuerta Tolón	Río Suárez	4	
QR-11	Aguas abajo Municipio Chiquinquirá	Río Suárez	4	
QR-12	Pte Reralonso	Río Susa	4	
QR-13	Pte GUZMAN	Río Simijaca	4	

**Tabla H 2.4 Plan de Monitoreo de la Calidad del Agua para Fuentes Contaminantes Puntuales**

Fuente Contaminante Puntual	Municipio	Punto de Observación	Cuerpo Receptor	Frecuencia de Observación (Veces/año)
Alcantarillado	Ubaté	Despues del Tratamiento	Río Suta	2
Alcantarillado	Cucunuba	Despues del Tratamiento	Q.Buida	2
Alcantarillado	Lenguazaque	Despues del Tratamiento	Río Lenguazaque	2
Alcantarillado	San Miguel de Sema	Despues del Tratamiento	Q.Santa Ana	2
Alcantarillado	Saboya	Despues del Tratamiento	Río Suárez	2
Alcantarillado (Despues de la Construcción )	Carmen de Carupa	Despues del Tratamiento	Q. La Playa	2
Alcantarillado (Despues de la Construcción )	Tausa	Despues del Tratamiento	Río Suta	2
Alcantarillado (Despues de la Construcción )	Sutatausa	Despues del Tratamiento	Río Suta	2
Alcantarillado (Despues de la Construcción )	Guacheta	Despues del Tratamiento	Q.Gualacacia	2
Alcantarillado (Despues de la Construcción )	Fúquene (Urban)	Despues del Tratamiento	Q.Ochoque	2
Alcantarillado (Despues de la Construcción )	Fúquene (Capellania)	Despues del Tratamiento	Q.Bautista	2
Alcantarillado (Despues de la Construcción )	Susa	Despues del Tratamiento	Río Susa	2
Alcantarillado (Despues de la Construcción )	Simijaca	Despues del Tratamiento	Río Simjaca	2
Alcantarillado (Despues de la Construcción )	Caldas	Despues del Tratamiento	Río Chiquinquirá	2
Alcantarillado	Chiquinquirá	Despues del Tratamiento	Río Chiquinquirá	2
Mataderos	Simijaca	Efluente al Río	Q.El Capitodio	2
Mataderos	Chiquinquirá	Efluente al Río	Río Chiquinquirá	2
Industria Lechera	Simijaca	Efluente al Río	Q.El Capitodio	2

**Tabla H.2.5 Parametros a Ser Observados para el Agua Superficial y el Agua Residual**

No.	Parametro de Calidad	Unidad	Norma Nacional/CAR		Plan de Monitoreo		
			Agua Superficial	Agua Residual	Río	Laguna	Agua Residual
1	Temperatura del Agua	°C		x	⊙	⊙	○
2	pH	(-)	x	x	⊙	⊙	○
3	DO	O <sub>2</sub> mg/l	x		⊙	⊙	○
4	BOD <sub>5</sub> (OBO <sub>5</sub> )	O <sub>2</sub> mg/l	x	x	⊙		○
5	COD (OOO)	O <sub>2</sub> mg/l			⊙	⊙	○
6	Solidos Suspendidos	SS mg/l		x	⊙	⊙	○
7	Plomo	Pb mg/l	x		△	△	△
8	Zinc	Zn mg/l	x		△	△	△
9	Cobre	Cu mg/l	x		△	△	△
10	Cromo	Cr6+ mg/l	x		△	△	△
11	Niquel	Ni mg/l	x		△	△	△
12	Cobalto	Co mg/l	x		△	△	△
13	Mercurio	Hg mg/l	x		△	△	△
14	Arsenico	As mg/l	x		△	△	△
15	Bario	Ba mg/l	x		△	△	△
16	Cadmio	Cd mg/l	x		△	△	△
17	Cianuro	CN mg/l	x		△	△	△
18	Policlorobifenil	PCB mg/l	x		△	△	△
19	Molibdeno	Mo mg/l	x		△	△	△
20	Plata	Ag mg/l	x		△	△	△
21	Selenio	Se mg/l	x		△	△	△
22	Vanadio	V mg/l	x		△	△	△
23	Boro	B mg/l	x		△	△	△
24	Fluor	F mg/l	x		△	△	△
25	Fenol	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH mg/l					
26	Compuestos organomercuricos	Hg mg/l	x		△	△	
27	Tricloroetileno	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub> mg/l					
28	Cloroformo	CHCl <sub>3</sub> mg/l					
29	Tetraclorocarbonos	CCl <sub>4</sub> mg/l					
30	Dicloroetileno	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> mg/l					
31	Disulfuro de carbono	CS <sub>2</sub> mg/l					
32	Otros organoclorados	mg/l			△	△	
33	Otros organofosforados	mg/l			△	△	
34	Carbamatos	mg/l			△	△	
35	Hierro	Fe mg/l	x		⊙	⊙	○
36	Manganeso	Mn mg/l	x		⊙	⊙	○
37	Litio	Li mg/l	x		△	△	△
38	Berilio	Be mg/l	x		△	△	△
39	Nitrogeno Total	N mg/l			⊙	⊙	○
40	Aluminio	Al mg/l	x		△	△	△
41	Amonia	NH <sub>4</sub> -N mg/l	x		⊙	⊙	○
42	Nitrato	NO <sub>3</sub> -N mg/l	x		⊙	⊙	○
43	Nitrito	NO <sub>2</sub> -N mg/l	x		⊙	⊙	○
44	Nitrato + Nitrito	N mg/l	x				
45	Fosforo total	P mg/l			⊙	○	○
46	Acido orto fosforico	PO <sub>4</sub> -P mg/l			⊙	○	○
47	Sal	Peso mg/l	x		△	△	△
48	Materiales flotantes	mg/l		x			○
49	SVI	ml/l					
50	Sustancia extracto de N-hexano	mg/l					△
51	Aceite/Grasas	mg/l		x			○
52	Cloroformo	Cl mg/l	x		△	△	
53	Color	Color Real	x		△	△	
54	Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	x		△	△	
55	Sustancias activas del azul de metileno	mg/l	x		△	△	
56	Turbidez	UJT	x		⊙	⊙	○
57	Coliformes totales	MPN	x		⊙	⊙	○
58	Coliformes fecales	MPN	x		⊙	⊙	○
59	Acidos, sustancias inflamables	-		x			○

x : Regulado en las Normas

⊙ Para ser analizado cada cuatro meses

○:Para ser analizado dos veces al año

△:Para ser analizado una vez al año en periodo seco

Tabla H 2.6 Consecución de Equipo Adicional para Analisis de Calidad del Agua

Equipo de analisis	Parametro de Analisis	Tipo/Modelo	Numero	Costo unitario (10 <sup>4</sup> *Col\$)	Costo (10 <sup>4</sup> *Col\$)	Observaciones
Cromatografo de gases (Detector ECD,FID)	Polychlorobiphenyl, etc	3800 Varian	1	4,284	4,284	
Incubador para DBO	DBO	ITD 150 Type	1	2,592	2,592	
Balanza de lectura directa		Voyager YMI Co	1	396	396	
Espectrometro de absorción atomica	Pb,Cd,Zn,Cu,As,Fe,Mn	Analyst 300 Perkin Elmer Co	1	5,400	5,400	
Espectrometro	PO <sub>4</sub> -P,NH <sub>4</sub> -N NO <sub>2</sub> -N,NO <sub>3</sub> -N	U-2001 Hitachi Co	1	2,340	2,340	
Espectrometro de Ultravioleta		V-550 Nihon Bunko Co	1	2754	2754	
Autoclave	T-N, T-P	ZX-30 CP Hirasawa Co	2	792	1,584	
Aparato de purificación de agua		HPLC/SC Olgano Co	1	2,160	2,160	
Almacenamiento para reactivos		ANX-200 Teraka Co	1	1,116	1,116	
Mesa de experimentos		ZS-105	2	1,314	1,314	
Agitador magnetico			1	248	248	
Aparato de destilación	Nitrógeno and Fenol Analysis	P 521 Sugiyamagen Co	1	2,063	2,063	
Medidor de turbidez	Turbidez	6035 Ogawa seiki Co	1	495	495	
Camara de secado		SA-2FO Kyorichu Co	1	2,992	2,992	
Cromatografo de liquidos		L-7000 Hitachi Co	1	1,368	1,368	
Aparato de lavado por ultrasonidos		SUC2810TBS Toyo rika CO	2	223	446	
Secador		FV-830-1030 Advantac Co	1	1,800	1,800	
Aparato de lavado de hierbas		G7783A Kubota Co	1	2,700	2,700	
Refrigerador		Asahi Life Cycle Co	1	3,366	3,366	
Correntometro		UC-2 Tamaya System Co	2	792	1584	
Muestreador de agua		Bandone	2	630	1,260	
Muestreador de lodos		Ekman	1	513	513	
Analizador de calidad de agua de campo	OD, pH, CE, Temperatura	Asahi kagaku Co	2	432	864	
Vehiculos para el muestreo			2	5,400	10,800	
*Total				46,170	54,439	

\*Tasa de cambio: 1 US \$ = 106 ¥ = Col\$ 1,920 a octubre de 1999.



**Tabla H.4.1 Inventario de Informaciones Digital es de la CAR (1/5)**

S. N.	Título	Año
Información que corresponde a toda la CAR		
1	Límite Interno de la Cuenca	1994
2	Cuadrícula de la Cuenca	1997
3	Límite de la CAR y Cundinamarca	1993
4	Mapa General Cuadrículado de la CAR	1996
5	División Política Jurisdiccional de la CAR	1994
6	Ríos bajo Jurisdicción de la CAR	1987
7	Mayores Cuencas de la CAR	1994
8	Areas Centrales de Municipios bajo la CAR	1994
9	Area del Distrito Capital	1994
10	Riesgos de Cundinamarca y Grados de Amenazas	1992
11	Curvas Cada 500 Metros	1994
12	Perímetro D.C.	1993
13	Localización de Estaciones Hidro-meteorológicas	1992
14	Puntos de Pozos Base de Ingeominas	1991
15	Zonas de Vida de acuerdo a Holdrisge	1997
16	Area de Reserva de acuerdo a Hidrotec	1996
17	Zonas de Reserva Establecidas por la CAR	1992
18	Riesgos y Amenazas en Cundinamarca	1992
19	Urpa /87 - General	1987
20	Límite de Zonificación	1996
21	Cuadrícula de Colombia	
22	Límites Municipales del Antiguo CAR	1985
23	Ferrocarril del Antiguo CAR	1985
24	Límite Veredal del Antiguo CAR	1985
25	Límite Jurisdiccional del Antiguo CAR	1990
26	Mapa de Ríos bajo jurisdicción del Antiguo CAR	1992
Información que corresponde a Regionales de la CAR:		
27	Cuadrícula Regional de Funza	1997
28	Límite Regional de Funza	1995
29	Mapa de Riesgos de la Regional de Funza	1997
30	Cuadrícula Regional de Fusagasuga	1997
31	Límite Regional de Fusagasuga	1995
32	Cuadrícula Regional de Girardot	1997
33	Límite Regional de Girardot	1995
34	Mapa de Riesgos de la Regional de Girardot	1997
35	Cuadrícula Regional de Ubaté	1997
36	Límite Regional de Ubaté	1995
37	Mapa de Riesgos de la Regional de Ubaté	1997
38	Límite Regional de Villeta	1995
39	Mapa de Riesgos de la Regional de Villeta	1997
40	Mapa de Riesgos de la Regional de Zipaquirá	1997
41	Límite Regional de Zipaquirá	1995
Información Municipal:		
42	Uso de Suelo del Municipio de Agua de Dios	1987
43	Topografía del Municipio de Agua de Dios	1990
44	Uso de Suelo del Municipio de Alban	1987
45	Topografía del Municipio de Alban	1990
46	Uso de Suelo del Municipio de Anapoima	1987
47	Topografía del Municipio de Anapoima	1990
48	Uso de Suelo del Municipio de Analaima	1987
49	Topografía del Municipio de Analaima	1990
50	Uso de Suelo del Municipio de Apulo	1987

**Tabla H.4.1 Inventario de Informaciones Digitales es de la CAR (2/5)**

S. N.	Título	Año
51	Topografía del Municipio de Arbelaez	1990
52	Uso de Suelo del Municipio de Beltran	1987
53	Topografía del Municipio de Beltran	1990
54	Uso de Suelo del Municipio de Bituina	1987
55	Topografía del Municipio de Bituina	1990
56	Uso de Suelo del Municipio de Bojaca	1987
57	Topografía del Municipio de Bojaca	1990
58	Topografía del Municipio de Buena Vista	1990
59	Uso de Suelo del Municipio de Cabrera	1987
60	Topografía del Municipio de Cabrera	1990
61	Uso de Suelo del Municipio de Cachipay	1987
62	Topografía del Municipio de Cajica	1990
63	Uso de Suelo del Municipio de Calera	1987
64	Vertedero Poligonal del Municipio de Caparrapi	1997
65	Uso de Suelo del Municipio de Caparrapi	1987
66	Uso de Suelo del Municipio de Carmen de Carupa	1987
67	Topografía del Municipio de Carmen de Carupa	1990
68	Uso de Suelo del Municipio de Chaguani	1987
69	Topografía del Municipio de Chaguani	1990
70	Uso de Suelo del Municipio de Chia	1987
71	Topografía del Municipio de Chia	1990
72	Topografía del Municipio de Chiquinquirá	1990
73	Alcantarillado del Municipio de Choconta	1996
74	Uso de Suelo del Municipio de Choconta	1987
75	Uso de Suelo del Municipio de Cota	1987
76	Topografía del Municipio de Cota	1990
77	Uso de Suelo del Municipio de Cucunuba	1987
78	Topografía del Municipio de Cucunuba	1990
79	Uso de Suelo del Municipio de El Colegio	1987
80	Topografía del Municipio de El Colegio	1990
81	Uso de Suelo del Municipio de El Peñón	1987
82	Topografía del Municipio de El Peñón	1990
83	Uso de Suelo del Municipio de Facatativa	1987
84	Topografía del Municipio de Facatativa	1990
85	Uso de Suelo del Municipio de Funza	1987
86	Topografía del Municipio de Funza	1990
87	Planta de Tratamiento del Municipio de Funza	1996
88	Uso de Suelo del Municipio de Fuquene	1987
89	Topografía del Municipio de Fusagasuga	1990
90	Topografía del Municipio de Girardot	1990
91	Topografía del Municipio de Guachetá	1990
92	Uso de Suelo del Municipio de Guaduas	1987
93	Topografía del Municipio de Guaduas	1990
94	Uso de Suelo del Municipio de Guataqui	1987
95	Topografía del Municipio de Guataqui	1990
96	Uso de Suelo del Municipio de Guatavita	1987
97	Topografía del Municipio de Guayabal	1990
98	Uso de Suelo del Municipio del Mesa	1987
99	Uso de Suelo del Municipio del Palma	1987
100	Uso de Suelo del Municipio del Peña	1987
101	Uso de Suelo del Municipio del Ramada	1994
102	Canal del Municipio del Ramada	1996
103	Canal del Municipio del Ramada - Sistema Hídrico	1996

**Tabla H.4.1 Inventario de Informaciones Digitales es de la CAR(3/5)**

S. N.	Título	Año
104	Rutas y Humedales del Municipio de la Ramada	1996
105	Plan de Zonificación del Municipio del Ramada	1994
106	Uso de Suelo del Municipio del Vega	1987
107	Uso de Suelo del Municipio de Lenguazaque	1987
108	Zona de Reserva del Municipio de Macheta	1997
109	Puntos Zonales de Reserva del Municipio de Macheta	1997
110	Uso de Suelo del Municipio de Macheta	1987
111	Uso de Suelo del Municipio de Madrid	1987
112	Topografía del Municipio de Madrid	1990
113	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Madrid	1996
114	Uso de Suelo del Municipio de Manta	1987
115	Topografía del Municipio de Mesa	1990
116	Topografía del Municipio de Mosquera	1990
117	Topografía del Municipio de Nariño	1990
118	Uso de Suelo del Municipio de Nemocon	1987
119	Uso de Suelo del Municipio de Nilo	1987
120	Uso de Suelo del Municipio de Nimaima	1987
121	Topografía del Municipio de Nimaima	1990
122	Uso de Suelo del Municipio de Nocaima	1987
123	Topografía del Municipio de Nocaima	1990
124	Uso de Suelo del Municipio de Pacho	1987
125	Uso de Suelo del Municipio de Paimé	1987
126	Uso de Suelo del Municipio de Pandi	1987
127	Topografía del Municipio de Pandi	1990
128	Uso de Suelo del Municipio de Pasca	1987
129	Topografía del Municipio de Pasca	1990
130	Uso de Suelo del Municipio de Puerto Salgar	1987
131	Topografía del Municipio de Puerto Salgar	1990
132	Uso de Suelo del Municipio de Puli	1987
133	Topografía del Municipio de Puly	1990
134	Uso de Suelo del Municipio de Quebrada Negra	1987
135	Uso de Suelo del Municipio de Quipile	1987
136	Topografía del Municipio de Quipile	1990
137	Topografía del Municipio de Ráquira	1990
138	Topografía del Municipio de Ricarte	1990
139	Uso de Suelo del Municipio de S. M. de Sema	1987
140	Mapa Base del Municipio de San Antonio de Teq.	1997
141	Trabajo de Hidrología del Municip. de San Antonio de Teq.	1993
142	Rutas del Municipio de San Antonio de Teq.	1990
143	Topografía del Municipio de San Antonio de Teq.	1990
144	Usos y Afectaciones del Municip. de San Antonio de Teq.	1997
145	Area de Zonificación del Municip. de San Antonio de Teq.	1997
146	Uso de Suelo del Municipio de San Bernardo	1987
147	Topografía del Municipio de San Bernardo	1990
148	Uso de Suelo del Municipio de San Cayetano	1987
149	Topografía del Municipio de San Cayetano	1990
150	Topografía del Municipio de San Francisco	1990
151	Uso de Suelo del Municipio de San Juan de Rio Seco	1987
152	Topografía del Municipio de San Juan de Rio Seco	1990
153	Uso de Suelo del Municipio de Sasaima	1987
154	Topografía del Municipio de Sasaima	1990
155	Uso de Suelo del Municipio de Sibate	1987
156	Uso de Suelo del Municipio de Sylvania	1987

**Tabla H.4.1 Inventario de Informaciones Digitales es de la CAR (4/5)**

S. N.	Título	Año
157	Topografía del Municipio de Silvania	1990
158	Uso de Suelo del Municipio de Simijaca	1987
159	Topografía del Municipio de Simijaca	1990
160	Uso de Suelo del Municipio de Soacha	1987
161	Topografía del Municipio de Soacha	1990
162	Topografía del Municipio de Somondoco	1990
163	Uso de Suelo del Municipio de Sopo	1987
164	Cuvas cada 100 m. del Municipio de Subachoque	
165	Area de Bosques del Municipio de Subachoque	
166	Hidrología del Municipio de Subachoque	
167	Mapa de Zona de Reserva del Municip. de Subachoque	1996
168	Zona de Reserva del Municip. de Subachoque con Predial	1993
169	Rutas del Municipio de Subachoque	
170	Sectores del municipio de Subachoque	
171	Uso de Suelo del Municipio de Subachoque	1987
172	Zonificación del Municipio de Subachoque	1995
173	Zonificación y Estudio de Suelos del Municip. Subachoque	1993
174	Uso de Suelo del Municipio de Suesca	1987
175	Uso de Suelo del Municipio de Supata	1987
176	Topografía del Municipio de Supata	1990
177	Uso de Suelo del Municipio de Susa	1987
178	Topografía del Municipio de Susa	1990
179	Topografía del Municipio de Suta	1990
180	Cuadrícula del Municipio de Sutatausa	1997
181	Uso de Suelo del Municipio de Tabio	1987
182	Uso de Suelo del Municipio de Tausa	1987
183	Zonas de Planificación Ambiental del Municip. de Ubaté	1997
184	Rutas del Municipio de Ubaté	1990
185	Uso de Suelo del Municipio de Ubaté	1987
186	Zonificación de Usos de Suelo del Municipio de Ubaté	1997
187	Zonificación del Municipio de Ubate	1997
188	Cuadrícula del Municipio de Utica	1997
189	Uso de Suelo del Municipio de Utica	1987
190	Uso de Suelo del Municipio de Venecia	1987
191	Uso de Suelo del Municipio de Vergara	1987
192	Uso de Suelo del Municipio de Viani	1987
193	Uso de Suelo del Municipio de Villa Gómez	1987
194	Uso de Suelo del Municipio de Villapinzón	1987
195	Uso de Suelo del Municipio de Villeta	1987
196	Uso de Suelo del Municipio de Viota	1987
197	Uso de Suelo del Municipio de Yacopi	1987
198	Uso de Suelo del Municipio de Zipacón	1987
199	Uso de Suelo del Municipio de Zipaquirá	1987
Información de Cuencas:		
200	Cuenca del Río Apulo	1995
201	Uso de Suelo de la Cuenca del Río Apulo	1995
202	Curvas cada 25 m. del Río Apulo	
203	Zona de Reserva Nacional del Río Subachoque (1er. Ver.)	1995
204	Zona de Reserva Nacional del Río Subachoque (2da. Ver.)	1996
205	Zona de Reserva Nacional del Río Subachoque (3era. Ver.)	1997
206	Puntos Zonales de Reserva Nacional del Río Subachoque	1997
207	Ruta de la Cuenca de Fúquene	

**Tabla H.4.1 Inventario de Informaciones Digitales es de la CAR (5/5)**

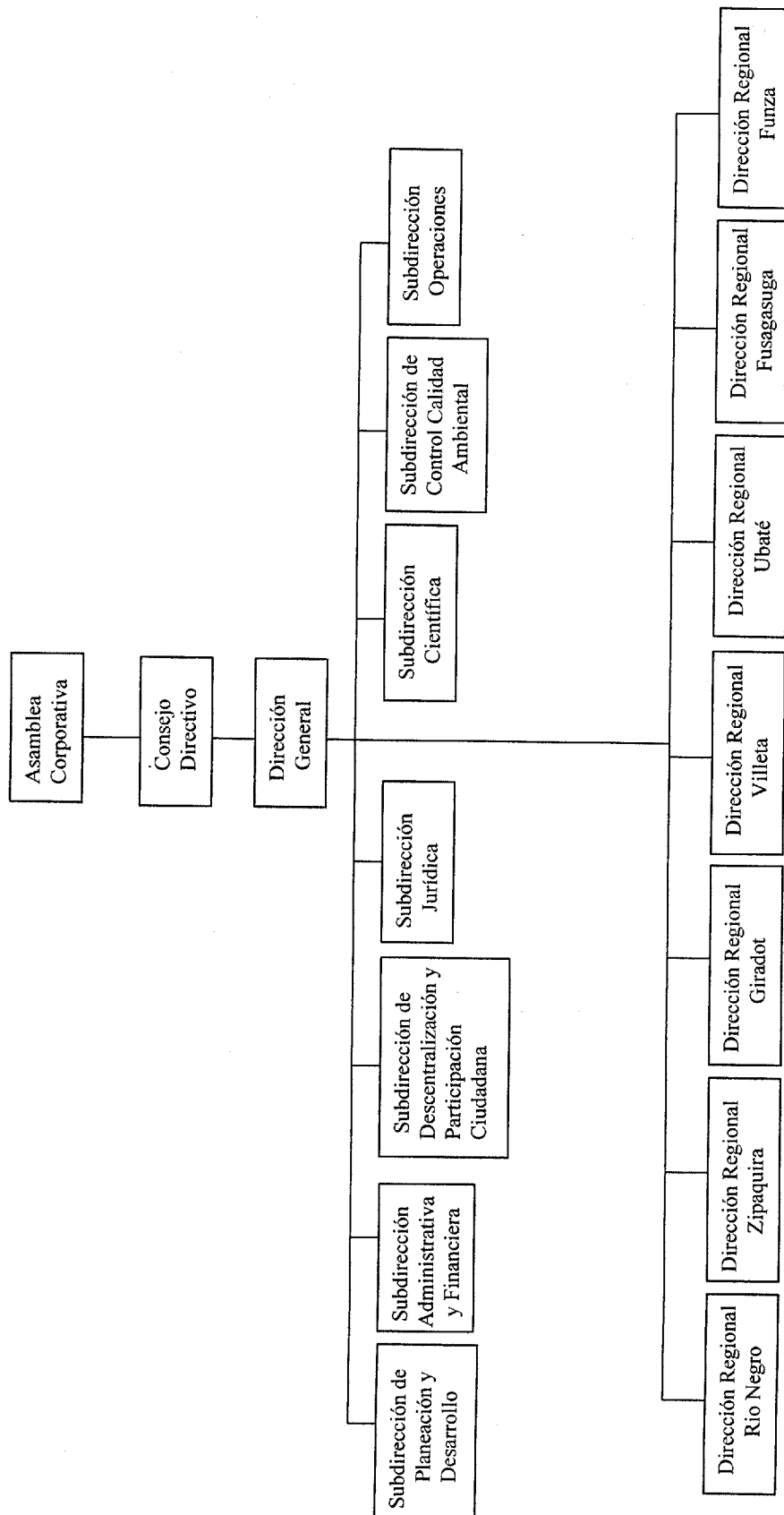
S. N.	Título	Año
Misceláneos:		
208	Mapa del Parque de Villeta	1987
209	Embalse del Hato	1996
210	Mapa de Erosión de Suelos del Proyecto Checua	1990-93
211	Proyecto de Digitalización HIDROTEC	1996
212	Poligonal del Neusa	1996
213	Acuerdo de Uso de Tierra	1997
214	Lámina del Proyecto CARDAN	
215	Batimetría de la Laguna de Fúquene	
216	Cuadrícula de la Quebrada Honda	
217	Rutas de Bogotá	

**Tabla H.4.2 Inventario de Mapas Existentes en la CAR (1/2)**

Referencia No.	Título	Año
Cucunubá 001	Listado General de Planos	1984
Cucunubá 004	Cartografía de la Cuenca	1985
Cucunubá 006	Adecuación Hidráulica del Río Lenguaque, Localización General y Lista de Planos	1987
Cucunubá 007	Adecuación Hidráulica de los Ríos Lenguaque y Ubate, K0+000-K8+000	1987
Cucunubá 008	Adecuación Hidráulica de los Ríos Lenguaque y Ubate, K8+000-K9+480	1987
Cucunubá 009	Adecuación Hidráulica del Río Lenguaque, K5+100-K12+901-53	1987
Cucunubá 010	Adecuación Hidráulica del Río Lenguaque, K13+000-K19+000	1987
Cucunubá 029	Localización General del Sistema Lenguaque y Lista de Planos	1987
Cucunubá 030	Sistema Lenguaque, Localización del Área de Adecuación	1987
Cucunubá 031	Sistema Lenguaque, Planos de Unidades de Irrigación A, B, C	1987
Cucunubá 032	Sistema Lenguaque, Planos de Unidades de Irrigación D, E, F	1987
Cucunubá 033	Sistema Lenguaque, Planos de Unidades de Irrigación G, H, I, J, K, L, M	1987
Cucunubá 034	Sistema Lenguaque, Planos de Unidades de Irrigación N, O, P	1987
Cucunubá 052	Sistema Lenguaque, Estructura de derivación a Canales de Riego. Referencias	1987
Cucunubá 096	Sistema Cucunuba, Localización General y Listado de Planos	1987
Cucunubá 097	Área de Localización de Educación	1987
Cucunubá 098 y 099	Sistema Lenguaque, Unidad de Riego de Cucunuba	1987
Cucunubá 100	Sistema Cucunuba, Unidad de Riego de Paicagoita	1987
Ubaté 044	Localización del Proyecto	1986
Ubaté 048	Área del Embalse y Localización de Ruta a Salinas	1986
Ubaté 049	Información Hidrológica	1986
Ubaté 073	Túnel de Desviación, Disposición General, planta y perfil	1986
Ubaté 080	Túnel de Desviación, Portal de Salida y Descarga de Fondo, Disposición General	1986
Ubaté 200	Canal de Descarga (Detalles)	1985
Ubaté 201	Levantamiento de Zona de Descarga	1985
Ubaté 202	Levantamiento Topográfico en Ubate	1992
Ubaté 203	Instalaciones Eléctricas	1994
Ubaté 204	Conducción para Riego, Cruce Ubate	1995
Ubaté 241 y 242	Planta General	1995
Ubaté Hato 144	Embalse El Hato (Municipio de Carmen de Carupa)	1993
Ubaté Fúquene 287 a 289	Proyecto Plan de Desarrollo Sub Regional de Ubate-Fúquene	1990
Ubaté Fúquene 290	Zonas de Erosión y de Usos Agrícola/pecuario	1990
Ubaté Fúquene 294	Proyectos previstos y Ejecución	1990
Río Lenguaque 001	Localización de Obras, Cuenca Río Suta y Laguna de Cucunuba	1987
Río Lenguaque 002	Proyecto Control de Erosión y Corrección de la Cuenca de la Laguna Cucunuba y Río	1987
Río Lenguaque 006	Sub-cuenca de la Quebrada Chital y Mosica	1991
Río Suárez 002 y 003	Información de Catastro en Zona de Influencia	1984
Río Suárez 004 y 005	Información de Catastro en Zona de Influencia (Municipio de S. M. de Sema)	1984
Río Suárez 006	Plano de Compuerta, Laguna de Palacio	1984
Río Suárez 019	Laguna de Cucunuba, Curvas de Nivel Topográfico y Batimétrico	1984
Río Suárez 020	Laguna Cucunuba, Sondeos Batimétrico	1984
Río Suárez 021	Topografía de la Laguna Palacio	1984
Río Suárez 022 a 052	Secciones Transversales del Río Suárez	1984
Río Suárez 058	Áreas de Inundación	1984
Río Suárez 067	Estructuras de Control: Cuenca, Lagunas de Cucunuba- Palacio	1984
Río Suárez 068	Área Potencial para Uso Agrícola, Zona de Riego	1984
Río Suárez 069	Embalse para riego en el Río Hato, Posible Canal: Ubate, Suta, Palacio	
Río Suárez 070	Embalse para riego en los ríos Suta y Lenguaque	
Río Suárez 071	Embalse para riego en los ríos Chiquinquirá y Simijaca	1984
Río Suárez 072	Dique Perimetral en la Laguna de Fúquene	1984
Río Suárez 073	Modificación de la Compuerta de Tolón	1984
Río Suárez 074	Localización General y Lista de Planos	1986
Río Suárez 076	Mapa hidrogeológico	1986
Río Suárez 077	Zona apta para Agricultura y Ganadería	1986
Río Suárez 078	Zonas de Conservación de Suelos	1986
Río Suárez 079	Zonas de Recuperación de Suelos y Área de Manejo Especial	1986
Río Suárez 080	Zonas de Adecuación de Suelos	1986
Río Suárez 081	Isolines de Necesidades de Agua de Cultivos no Permanentes	1986

**Tabla H.4.2 Inventario de Mapas Existentes en la CAR (2/2)**

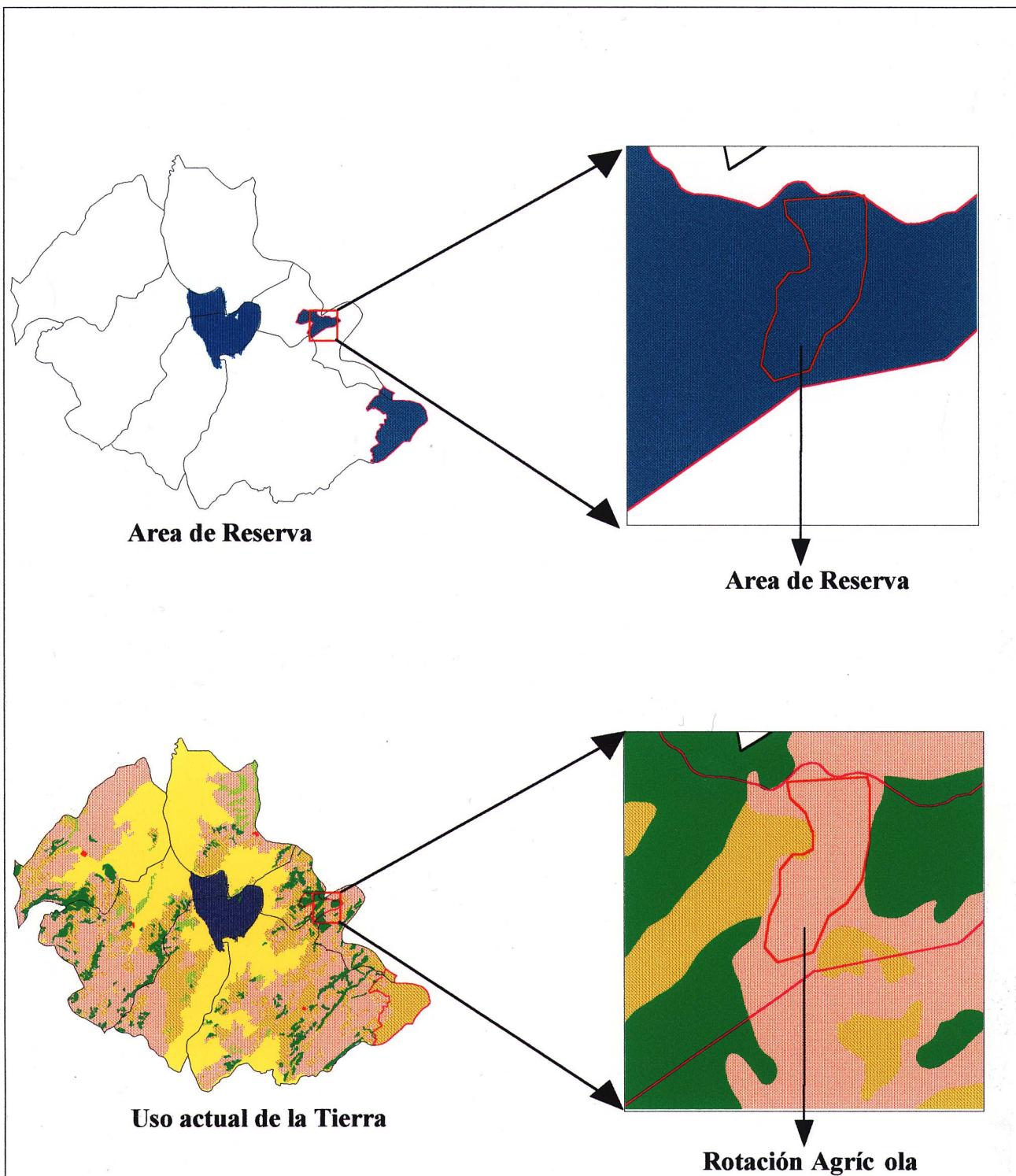
Referencia No.	Título	Año
Río Suárez 082	Isolneas de Necesidades de Agua de Cultivos Permanentes	1986
Río Suárez 090	Curvas Isoyetas	1986
Río Suárez 091	Polígonos de Thiessen	1986
Río Suárez 092	Caudales Medios Históricos	1986
Río Suárez 094	Inventario General de Corrientes y Canales, aguas arriba de Fuquene	1986
Río Suárez 095	Inventario General de Corrientes y Canales, Sector de la Laguna de Fúuene	1986
Río Suárez 096 y 097	Inventario General de Corrientes y Canales, aguas abajo de Fuquene	1986
Río Suárez 106	Diseno Ampliación de Río Suarez	1986
Río Suárez 115	Localización General y Lista de Planos	1986
Río Suárez 140	Estructura Adicional de la Compuerta de Tolón	1986
	Atlas de la CAR	1985



EL ESTUDIO SOBRE  
 PLAN DE MEJORAMIENTO AMBIENTAL REGIONAL  
 PARA LA CUENCA DE LA LAGUNA DE FUQUENE  
 AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)

Fig. H.4.1 Organigrama de la CAR





EL ESTUDIO SOBRE  
 PLAN DE MEJORAMIENTO AMBIENTAL REGIONAL  
 PARA LA CUENCA DE LA LAGUNA DE FUQUENE

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)

Fig. H.4.2 Ejemplo que muestra la Rotación Agrícola en el Area de Reserva