CAPITULO 2 CONDICIONES GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1 Condiciones socio-económicas

El Área de Estudio se extiende desde el Salto del Tequendama hasta el limite aguas arriba de la cuenca del Río Bogotá. El Área de Estudio está comprendida en parte por el 14% del área del departamento de Cundinamarca (24,210 km^2 de área total) y por el 48% del Distrito Capital de Bogotá (área total de 1,605 km^2). El departamento de Cundinamarca está dividido en 15 provincias, y estas provincias están divididas en 116 municipios. El Área de Estudio se extiende a 7 provincias y 31 municipios del departamento de Cundinamarca. El Área de Estudio incluye la mayoría de las localidades urbanas de Bogotá D.C. El Área de Estudio tiene una extensión de 4,268.7 km2, que corresponde al 69% del área del territorio total de Bogotá D.C. y 31municipios del departamento de Cundinamarca, los cuales están incluidos en el Área del Estudio. Refiérase, por favor a la tabla-3.1.

Tabla-2.1 Territorio del Área de Estudio

División administrativa		Área total de territorio (km2)	Área de Estudio		División administrativa		Área territorio (km2)	Estudie Área	
			Área territorio (km2)	Participación (%)				Área territorio (km2)	Participación (%)
1	Bogotá	1,605	769.0	8	17	Mosquera	107	107.0	100
2	Bojacá	106	81.6	68	18	Nemocón	99	99.0	100
3	Cajicá	53	53.0	100	19	Pasca	277	28.7	10
4	Chía	76	76.0	100	20	Sesquilé	143	142.7	100
5	Chocontá	302	253.2	83	21	Sibaté	120	98.0	78
6	Cogua	132	131.9	100	22	Soacha	187	185.9	100
7	Cota	52	52.0	100	23	Sopó	103	103.0	100
8	Cucunubá	110	14.3	13	24	Subachoque	207	197.5	85
9	El Rosal	88	73.0	100	25	Suesca	176	123.0	9
10	Facatativá	160	156.1	100	26	Tabio	74	74.0	100
11	Funza	71	71.0	100	27	Tausa	194	142.8	72
12	Gachancipá	44	44.0	100	28	Tenjo	117	117.0	100
13	Guasca	346	213.9	61	29	Tocancipá	72	72.0	100
14	Guatavita	249	157.9	63	30	Villapinzón	235	38.6	70
15	La Calera	340	184.8	54	31	Zipaquirá	194	188.0	100
16	Madrid	120	120.0	100		Total	6,159	4,268.7	69

(Fuente: las Áreas Totales de Tierra de las Divisiones Administrativas son cifras oficiales publicadas por el IGAC)

El DANE estimó la población del año 2000 como se observa en tabla-2.2. De acuerdo con la estimación, la población de Colombia era de 42.3 millones, 6.4 millones o 15% de la población nacional en Bogotá D.C., y 2.1 millones o 5% de la población nacional en Cundinamarca. La población del Área de Estudio entera incluyendo Bogotá D.C. en el año 2000 ascendió a 7.4 millones.

Según el Producto Interno Bruto Regional del área de estudio, el sector de servicios (71%) comparte la porción más grande del PIRB, seguido por manufacturas (25%) y agricultura (4%). Alrededor del 70% de la producción agrícola fue hecha por la floricultura.

Tabla-2.2 Población actual y crecimiento de Bogotá y Cundinamarca

Región		Población (1000 personas)				Crecimiento (%)		Tamaño familiar ('93)
		Censo			Estimación			
		1973	1985	1993	2000	85-93	94-00	
Total	Colombia	20,666.9	27,853.4	33,109.8	42,321.4	2.18	1.88	5.3
	Bogotá D.C.	2,571.5	3,982.9	4,945.4	6,437.8	2.74	2.60	5.7
	Depto. de Cundinamarca	1,125.6	1,382.4	1,658.7	2,142.3	2.30	2.09	5.0
	Estudie Área en Cundinamarca (%)	311.8 (27.7)	500.9 (36.2)	734.2 (44.3)	943.6 (44.0)	3.00	2.11	-
Urbano	Bogotá	2,557.4	3,975.0	4,931.9	6,422.2	2.73	2.61	5.7
	Cundinamarca	409.3	641.8	906.9	1,206.2	4.42	2.59	5.4
	Área de Estudio en Cundinamarca (%)	159.4 (40.0)	336.7 (52.5)	561.9 (62.0)	736.6 (61.1)	6.61	2.44	-
Rural	Bogotá	14.1	7.9	13.7	15.6	7.15	0.45	5.3
	Cundinamarca	716.3	740.6	751.8	936.1	0.19	1.46	4.5
	Área de Estudio en Cundinamarca (%)	152.4 (20.6)	164.2 (21.7)	172.3 (22.5)	207.0 (21.9)	0.65	0.96	-

Fuente: Colombia Estadística 1993-1997, DANÉ, 1999
Anuario Estadístico 1997-1998, Cundinamarca

2.2 Condiciones Naturales

(1) Topografía

El área del estudio está localizada en una cuenca que yace en la ladera occidental de la Cordillera Oriental que recorre en dirección sur norte, en el oriente de Colombia. La cuenca es llamada la Sabana de Bogotá con una altitud entre los 2.500 y los 2.600 m. La cuenca esta rodeada por montañas y cerros. La cuenca está bordeada por pronunciadas pendientes de la Cordillera Oriental en el oriente y en el norte. Por otro lado, la cuenca está bordeada por montañas bajas y cerros con pendientes suaves en el sur y el occidente. Hacia el occidente más lejano del área del estudio, la pendiente de nuevo se hace pronunciada descendiendo hasta el río Magdalena. Las características topográficas del área del estudio pueden ser clasificadas en cinco categorías, como se muestra a continuación:

- Tierras bajas alrededor de los ríos.
- Tierras planas del cuaternario, que ocupan la mayor parte de la Sabana de Bogotá.
- Pendientes suaves de depósitos coluviales que se distribuyen en el píe de monte.
- Cerros con pendientes suaves, conformadas principalmente del Terciario, alrededor de la Sabana de Bogotá. Algunos existen como cuerpos aislados dentro de la Sabana.

Montañas con pendientes pronunciadas del Cretáceo en la Sabana de Bogotá. Como se muestra en la エラー! リンクが正しくありません。, el departamento de Cundinamarca estratigráficamente yace bajo rocas sedimentarias del período Cámbrico al Terciario y sedimentos del Cuaternario. En el área no se encontraron rocas volcánicas. El área de estudio muestra la formación Chipaque de la era Cretácica y formaciones mas recientes que la Chipaque. Vea la figura 2.1.

Tabla-2.3 Litoestratigrafía en el área del departamento de Cundinamarca

Era Geológica			Clasificación Litoestratigráfica		Facies Rocosas
Cenozoico	Cuaternario	Holeoceno	Aluvión		Arcilla, sedimento, Arena, grava
		Pleistoceno	Formación Terraza		Arcilla, sedimento, arena fina
			Formación Sabana		Arcilla, arena arcillosa, ceniza volcánica
			Formación Tilata		Arcilla, sedimento, Arena, grava rica, ceniza volcánica, consolidada en la Tilata inferior
	Terciario	Oligoceno	Formación Usme		Argilotita, arenisca con contenido ferroso
		Eoceno	Formación Regadera		cua -med. arenisca arcillosa granulada
			Formación Bogotá		Piedra arcillosa, delgadas capas de arenisca intercaladas
		Paleoceno	Formación Cacho		Arenisca intercalada de lutolita
			Formación Guaduas		Piedra arcillosa, arenisca grano fino local, venas de carbón, conteniendo hierro
Mesozoico	Cretáceo	Superior	Grupo Guadalupe	For.Labor y Tierna	Arenisca cuarzo grano fino
				For. Plaeners	Arenisca grano fino, limolita
				Formación Arenisca Dura	Arenisca silícea
			Grupo Villeta	Formación Chipaque.	Roca arcillosa, limolita, hierro-contenido fina arenisca lodosa
		Inferior		Formación Une	Arenisca fina – cuarzo granular silíceo
				Formación Fómeque.	Argilotita, limolita, lutolita calcárea, arenisca silícea grano fino
			Grupo Cáqueza	For. Arenisca Juntas.	Arenisca
				For. Esquisto Macanal	Esquisto arcilloso (lutita)
				For. Caliza Guavio	Caliza
	Jurasico		Formación Bata		Lutolita, Arenisca
Paleozoico	Devoniano – Carbonífero		For. Guatiquía Lecho Rojo		Arenisca roja, lutolita
			For. Arenisca Gutierrez		Arenisca, pizarra
	Cámbrico - Ordoviciano		Grupo Quetame		Caliza, arcilita arenosa, arenisca silícea

Nota: 1) Se nombran las diferentes formaciones del Cretáceo de la parte occidental de Cundinamarca.
2) La estratigrafía del Área de Estudio está marcada con líneas oscuras.

(2) Meteorología:

<Red meteorológica>

La observación meteorológica es llevada a cabo por la CAR e IDEAM en el Área de Estudio.

Los ítems de observación son: precipitación, temperatura, evaporación total, radiación solar, horas de sol, viento (velocidad y dirección). La precipitación se observa en la mayor parte de las estaciones. Sin embargo, los otros ítems se observan en un número limitado de estaciones.

<Características meteorológicas del Área de Estudio >

Las características meteorológicas del Área de Estudio son las siguientes:

Precipitación

La precipitación anual media del Área de Estudio es de 600 a 1.300 mm. Generalmente en el Área de Estudio, la precipitación anual es más alta en las colinas y montañas que bordean el Área de Estudio, y más baja hacia el centro del Área de Estudio. La variación de la precipitación estacional tiene dos máximos de precipitación estacional, alrededor de abril y octubre.

Temperatura

La temperatura media del Área de Estudio es de 10°C a 14°C. El área oriental tiene una temperatura un poco más alta que el área occidental de la misma. La variación de la temperatura estacional muestra su máximo entre marzo y abril, y en noviembre.

Evaporación total

El promedio de evaporación total anual es de 800 a 1.200mm en el Área de Estudio. La evaporación total parece más alta en la parte norte y más baja en la parte del sur del Área de Estudio.

(3) Hidrología

<Sistema hidrológico>

La división de las cuencas de los ríos del Área de Estudio se muestra en la figura 2.2. El Área de Estudio aparece dividida en 20 cuencas de ríos. Las Cuencas de los ríos de Bogotá-1 a Bogotá-9 se han dividido a lo largo del río Bogotá. Los demás son afluentes del río Bogotá.

<Red de observación hidrológica>

La CAR es responsable por la observación hidrológica en el Área de Estudio. El IDEAM y la EAAB también llevan a cabo observaciones hidrológicas en algunas partes del Área de Estudio.

<Flujos de aguas>

El río Bogotá es el principal en el Área de Estudio. Muchos afluentes desembocan en el río Bogotá en el Área de Estudio, y el río Bogotá sale finalmente del Área de Estudio cerca del Salto de Tequendama. La descarga media anual en este punto se estima en 37 litros por segundo. El agua de la represa de Chingaza que se localiza fuera del Área de Estudio es transportada al Área de Estudio. La cantidad de agua transportada se estima en 12 m3/día, la cual la utiliza la EAAB para el suministro de agua de la ciudad de Bogotá. Las aguas negras resultantes de este suministro de agua van al río Bogotá. Por otro lado, una gran cantidad de agua del río es bombeada para irrigación y como suministro de agua.

La variación estacional de la descarga del río Bogotá tiene dos máximos entre los meses de mayo y julio y luego en noviembre. Esta variación es similar a la variación estacional de la precipitación. La variación estacional más exacta de los afluentes también es similar a la variación estacional de la precipitación en cada afluente.

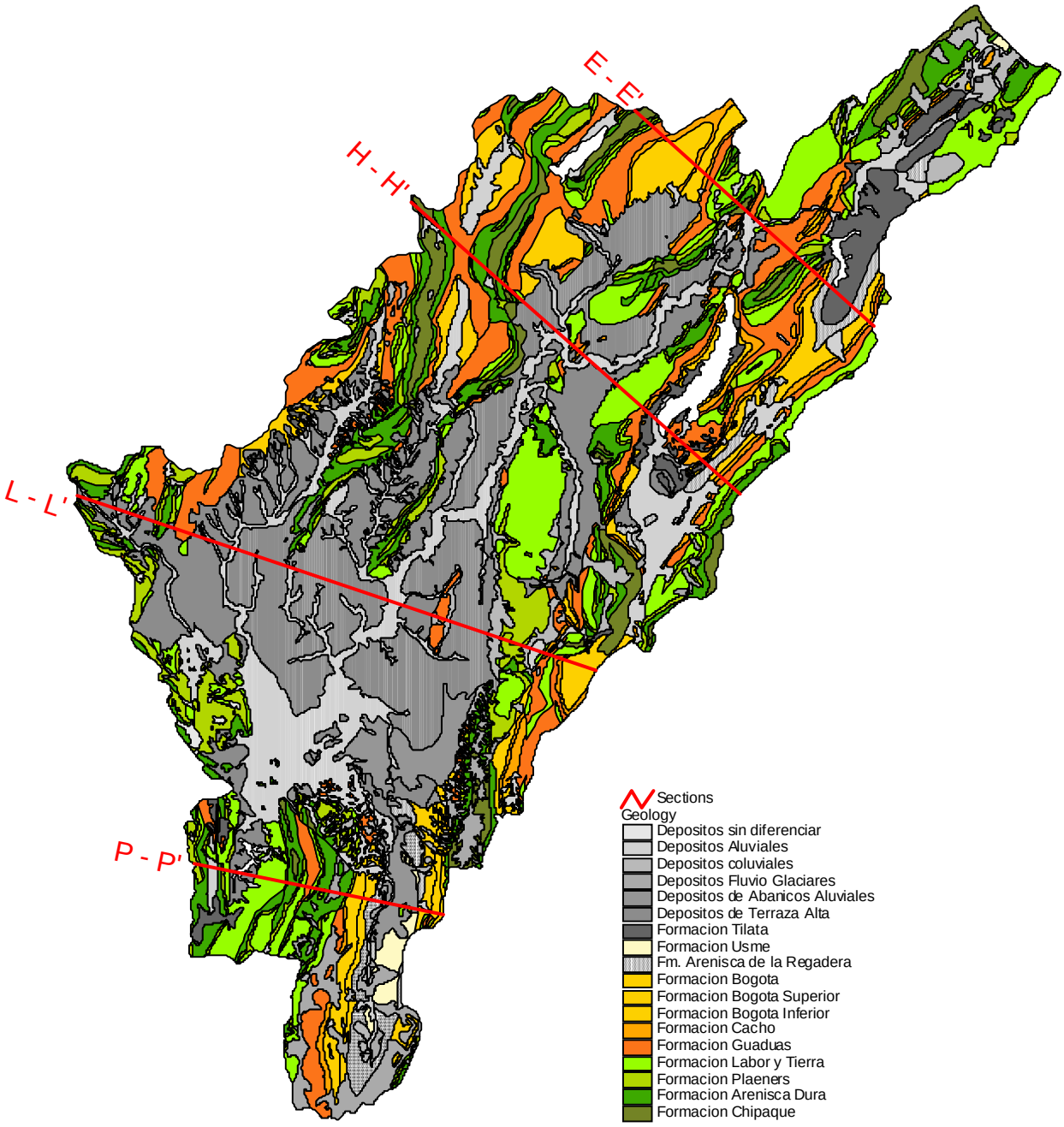

Figura-2.1 Mapa geológico del Área de Estudio (INGEOMINAS)

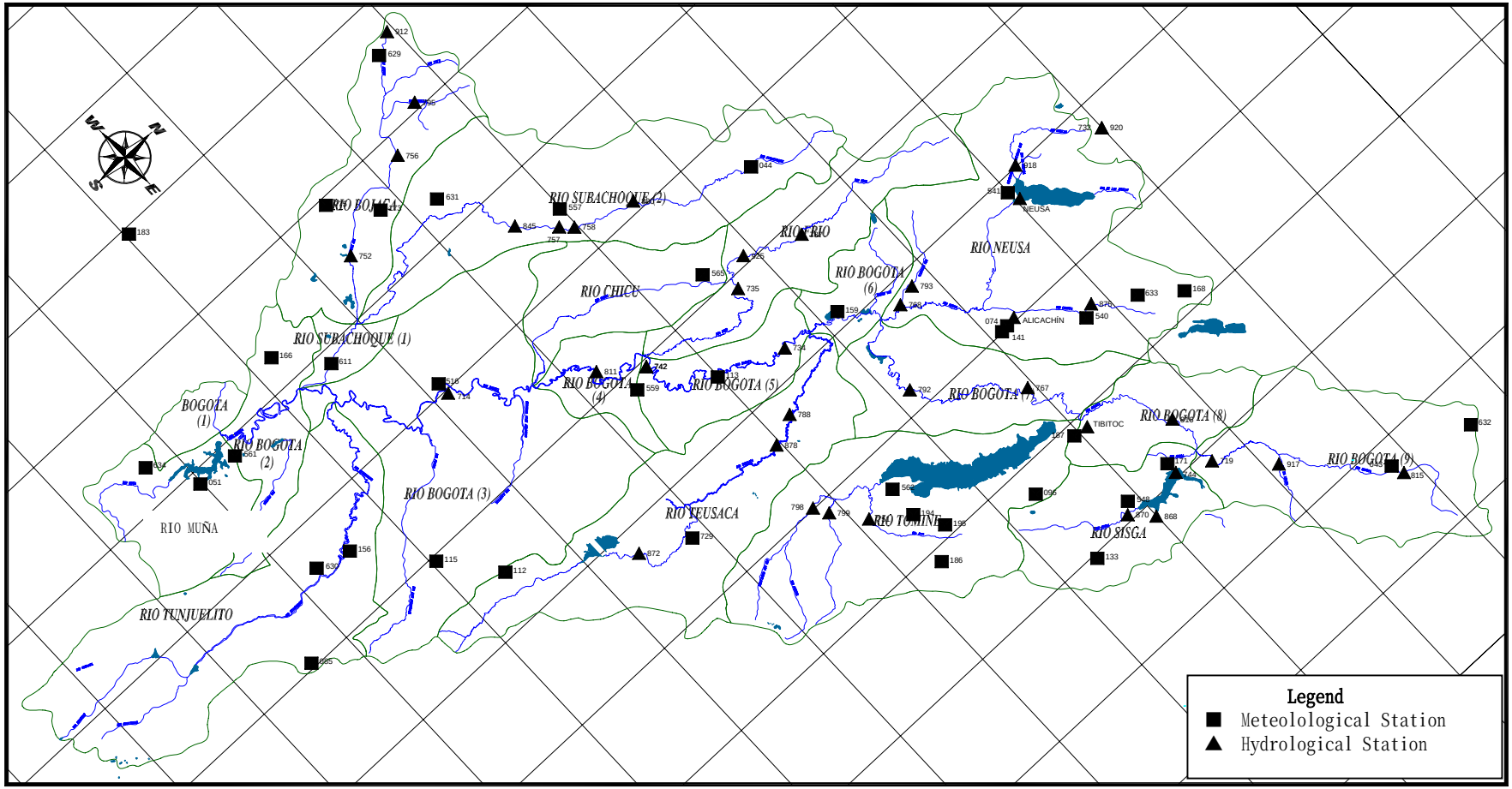

Figura-2.2 División de cuencas de ríos en el Área de Estudio

2.3 Administración de los recursos hídricos

(1) Legislación actual sobre la administración de los recursos hídricos

La Constitución de 1991de la República establece la propiedad del Estado sobre el subsuelo y sobre los recursos naturales y recursos no renovables. Los decretos de la alcaldía, leyes, y resoluciones relacionadas con los recursos hídricos son los siguientes:

<Decreto ley No. 2811 de 1974 Código nacional de recursos naturales renovables y protección ambiental >

Este Decreto ley, del 18 de diciembre de 1974, conocido como el "Código nacional de recursos naturales renovables y protección ambiental", es la ley fundamental para la administración de los recursos hídricos. Todos los recursos hídricos, en cualquier condición y en cualquier ubicación dentro del territorio nacional se reconocen como recursos naturales renovables. En el Código, se juzga a los recursos naturales renovables como propiedad común de la nación, y el estado velará por su preservación y administración, como recursos de interés social. Su conservación, mejora y uso racional se verificará con una participación social máxima, para asegurar su desarrollo armónico, para el beneficio de la salud y el bienestar del presente y futuro de la nación.

<Decreto No. 1541 de 1978>

El decreto No. 1541 de 1978 establece regulaciones establece provisiones sobre aguas no marinas, basándose en el Código nacional de recursos naturales renovables y protección ambiental. El Decreto define tipos de dominios, ya sea público o privado, de aguas no marinas, así como de lechos de ríos. La parte principal del decreto está dedicada a las métodos y procedimientos para otorgar derechos sobre los usos de aguas no marinas y otras corrientes de agua a personas particulares, incluyendo personas jurídicas.

<Ley No. 99 de 1993 >

La ley No. 99 de 1993 regula las organizaciones de la administración pública encargadas de la protección y conservación del medio ambiente, así como la administración de los recursos naturales renovables, tales como el Ministerio de Medio Ambiente, el Consejo Nacional del Medio Ambiente, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales y las Corporaciones Autónomas Regionales. Esta Ley también establece los deberes y jurisdicciones de las organizaciones pertinentes; estipula la independencia financiera de las Corporaciones Autónomas Regionales y sus propiedades, la administración del medio ambiente y de los recursos naturales renovables de acuerdo con las leyes y políticas del Ministerio.

El Área de Estudio, la cuenca alta del río Bogotá Río, queda bajo el territorio de la CAR, con excepción de un área pequeña que pertenece al territorio de la Corporación Autónoma Regional del Guavio, al sur al Lago de Tominé. En caso de que un ecosistema o una cuenca de agua se extienda a territorios de dos o más corporaciones autónomas regionales, habrá un una comisión para su dirección coordinada. En caso de existir un centro urbano mayor, con una población de un millón o más, la autoridad medioambiental del gobierno local ejerce las mismas funciones de la corporación autónoma regional del área donde queda la zona urbana. Esta provisión se aplica en el Área de Estudio, y el DAMA se encarga de las obligaciones propias de la administración de los recursos naturales ambientales y renovables.

<Ley No. 373 de 1997 >

Ley No. 373 de 1997 establece programas para el uso eficiente y conservación del agua. Todos los municipios elaborarán programas quinquenales, en cooperación con las entidades de suministro de agua, alcantarillado, etc., que han de ser aprobados por la corporación

autónoma regional respectiva y sometidos a la aprobación del Ministerio del Medio Ambiente.

<Acuerdo CAR No. 8 de 2000>

El acuerdo de la CAR No. 10 de 2000, determina el cargo por el derecho al uso de aguas. Se calculan cargos básicos, a través de las alcaldías, tomando cuenta de factores en i) aridez, ii) necesidad básica insatisfecha, así como las condiciones socioeconómicas, iii) disponibilidad de recursos hídricos. Las presiones sobre el potencial del recurso hídrico, por ejemplo el porcentaje del volumen concedido a la mitad de la descarga promedio durante las estaciones secas, en caso de que el agua superficial y recarga, para las aguas subterráneas, también es un factor tenido en cuenta para el cálculo. Para las aguas subterráneas, el cargo es más bajo cuando el pozo es profundo.

<Resoluciones del DAMA sobre la administración de aguas subterráneas >

La Resolución No. 250 del DAMA, del año1997, determinan la fórmula para calcular proporción para la extracción de aguas subterráneas. La resolución estipula una proporción más alta para pozos poco profundos, de menos de 120 metros y a mas de 400m de profundidad. La resolución No. 251 de 1997 establece la obligación de registrar los pozos localizados en el Distrito Capital ante el DAMA. Según el DAMA, unos 300 pozos están registrados. La resolución No. 815 de 1997 estipula la obligación de medir el consumo, por parte de los dueños de los pozos.

<Decretos recientes sobre la administración de cuencas>

El decreto No. 1604 de 2002 estipula composiciones de miembros y funciones de Comisiones Conjuntas, basándose en la Ley No. 99 de 1993. Los miembros incluyen a directores, o sus delegados (de las corporaciones autónomas regionales) y de la autoridad ambiental del centro urbano. Las funciones de las Comisiones Conjuntas coordinan actividades de i) formulación de regulaciones y planes de administración de las cuencas acuíferas, ii) aprobación de planes, iii) elaboración de mecanismos para la aplicación de los planes, iii) aplicación de programas de instrumentos económicos. El Decreto le permite a la Comisión establecer una comisión técnica de apoyo para llevar a cabo sus funciones.

El Decreto No. 1729 del mismo año estipula las provisiones sobre conceptos, objetivos, composiciones, aplicación, y financiación para la aplicación de las regulaciones y planes administrativos. El plan tiene a) un diagnóstico, b) perspectivas, c) formulación, d) aplicación, y e) supervisión y fases de evaluación.

(2) Organizaciones relacionadas

Las organizaciones que se encuentran a cargo de la administración de los recursos hídricos en el Área de Estudio son las siguientes:

<Ministerio del Medio Ambiente >

El Ministerio del Medio Ambiente está al cargo de la administración del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, entre ellos los recursos hídricos. El ministerio formula políticas sobre estos asuntos a nivel nacional, mientras las entidades regionales, como la CAR o el DAMA están a cargo de la formulación de políticas y su aplicación para la administración de sus jurisdicciones.

<CAR >

La CAR tiene un papel principal en la conservación medioambiental y de los recursos naturales renovables, incluyendo los recursos hídricos. La CAR se estableció como una entidad administrativa de las cuencas hídricas y cambió su nombre tal como la conocemos

hoy mediante la Ley No. 99 de 1993. Su territorio también se ha aumentado, de áreas de cuencas a áreas de unidades administrativas. Desde septiembre 2002 la CAR ha reducido el número de sus empleados de casi 900 a 600.

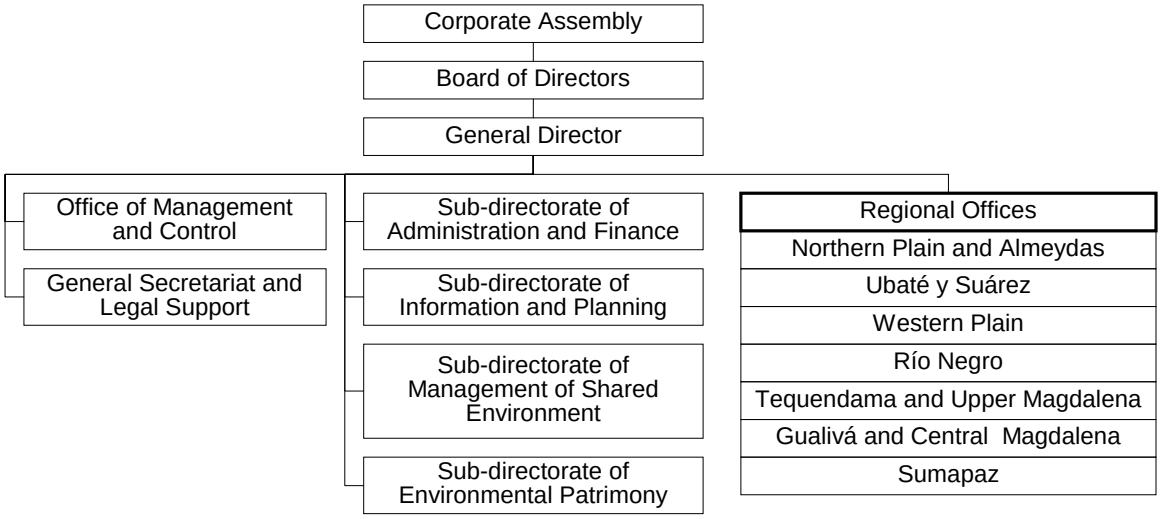

Figure 2.3 Estructura organizativa de la CAR

Los ingresos de la CAR en el año 2001 fueron de $78.300 millones de pesos colombianos, mientras sus gastos sumaron $103.300 millones de pesos colombianos, de los cuales el gasto operacional, servicio de deuda y gasto en inversión fueron $36.100 millones, $15.400 millones y 51.900 millones de pesos colombianos, respectivamente.

<DAMA>

El DAMA es uno de los departamentos administrativos técnicos del Gobierno del Distrito de Bogotá (Alcaldía Mayor) a cargo de la administración del medio ambiente y de los recursos naturales renovables dentro de los límites de la ciudad de Bogotá D.C. De hecho, el DAMA concede derechos de uso agua subterránea debido solamente a la disponibilidad limitada de aguas superficiales de buena calidad en el área capitalina.

El DAMA tenía 156 empleos en 1999, de los cuales más de 100 estaban a nivel de gerentes o a niveles profesionales. Puesto que la mayoría de los proyectos que ejecuta son bajo la modalidad de contrato con empresas externas (*outsourcing*), el DAMA tiene un número muy pequeño de empleados al nivel de asistente u obrero.

<EAAB >

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) es una compañía pública, sin capital privado, a cargo de los servicios de suministro de agua y alcantarillado en Bogotá D.C., así como el suministro de agua a algunos municipios de la Sabana, tales como Cajicá, Sopó, Tocancipá, La Calera, Gachancipá, Soacha, Funza, Mosquera y Madrid. La EAAB tiene un plan para ampliar a otras áreas el servicio de suministro de agua. También está comprometida en actividades ambientales, como la ejecución de planes para la conservación de humedales, que son formulados por el DAMA. La EAAB emplea alrededor de 2.700 personas. Aunque es la entidad contraparte en el Estudio, la mayoría de sus fuentes de agua son superficiales. El ingreso de la EAAB en el año 2000 fue de Col.$ 504 mil millones y sus egresos para el mismo año fueron de 551 mil millones de pesos colombianos.

<IDEAM>

El IDEAM está a cargo de las investigaciones hidrológicas, meteorológicas y ambientales,

investigaciones y estudios para la formulación de políticas por parte del Ministerio del Medio Ambiente.

<INGEOMINAS >

INGEOMINAS es un centro técnico geológico y cualesquiera otro asunto relacionado con el subsuelo, incluidas las aguas subterráneas. INGEOMINAS tiene más de 600 personas, de las que, más de 100 están a nivel de gerentes o profesionales.

(3) Estado actual de la educación superior en Hidrogeología y grupo profesional

El número de personas con educación superior en aguas subterráneas es bastante limitado en las entidades que administran y/o controlan las aguas subterráneas de la Sabana de Bogotá. Ninguna persona tiene un grado de máster hidrogeología.

Hay sólo dos universidades en Bogotá que tienen cursos en hidrogeología: la Universidad Nacional y la Universidad de los Andes. Hay cursos en hidrogeología de medio año para estudiantes de ingeniería civil, sanitaria y ambiental, como parte de su plan de estudios, y los profesores de esta materia trabajan sólo por cátedra en ambas universidades. En la Universidad de los Andes se está elaborando un programa en hidrogeología a nivel de máster. Sólo un estudiante toma la materia este año. Según los profesores, muchos graduados obtienen empleos no relacionados con aguas subterráneas.

El establecimiento de una asociación de hidrogeólogos está en estudio. Los miembros de la asociación serán personas de empresas consultoras especializadas en hidrogeología, profesores universitarios, personal de la CAR, DAMA, EAAB, IDEAM, INGEOMINAS, y de compañías perforadoras.

(4) Problemas en la administración de aguas subterráneas

Una serie de reuniones se ha llevado a cabo con representantes de las entidades contraparte del Equipo de Estudio de JICA, tales como la CAR, el DAMA, Ministerio del Medio Ambiente, IDEAM, INGEOMINAS, Fundación Verde Viva (ONG ambiental), para identificar problemas en administración de aguas subterráneas, después de confirmar las asignaciones de responsabilidad, auto-evaluación de actuaciones y procedimientos para conceder derechos para usar aguas subterráneas. Varios problemas se presentaron al principio, pero luego se agruparon los problemas en varios grupos. Se pueden resumir los mayores problemas y la estructura, así como las relaciones causa-efecto de la siguiente manera:

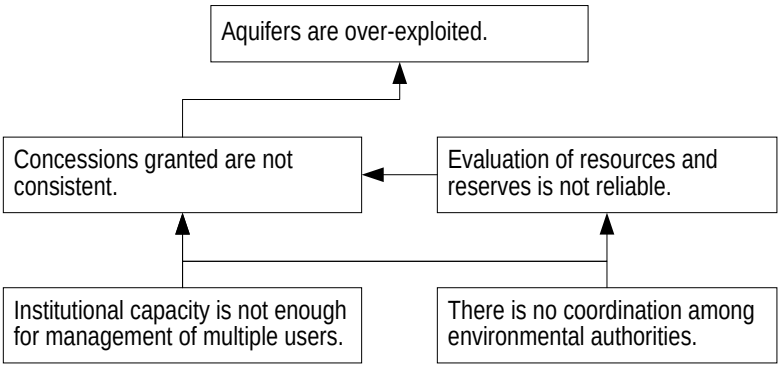

Figure 2.4 Principales problemas y sus relaciones causa-resultado