

**EL ESTUDIO
DEL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL AGUA SUBTERRÁNEA
EN LA SABANA DE BOGOTÁ,
EN LA REPÚBLICA DE COLOMBIA**

**INFORME FINAL
INFORME SOPORTE**

PARTE 1

**CONDICIONES GENERALES DEL
ÁREA DE ESTUDIO**

**Informe Final
(Informe Soporte)**

Parte1 Condiciones Generales del Área de Estudio

Tabla de Contenido

	Pag
Tabla de Contenido	i
Lista de Tablas y Figuras	ii
	Pag
CAPITULO - 1 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS	1-1
1.1 Unidades Administrativas	1-1
1.2 Área de Estudio	1-1
1.3 Población.....	1-1
1.4 Producto Interno Regional Bruto	1-2
1.5 Perfil del sector económico	1-4
CAPITULO - 2 CONDICIONES NATURALES	1-7

Lista de Tablas y Figuras

	(Pag)
Tabla 1.1 Población Actual y crecimiento de Bogotá y Cundinamarca	1-2
Tabla 1.2 PIB de Colombia & PIRB de Bogotá y Cundinamarca (Precios constantes 1998)	1-3
Tabla 1.3 Distribución del PIRB por sector económico de Bogotá y Cundinamarca (Precios constantes 1998)	1-3
Tabla 1.4 PIB y PIRB per Capita (Precios constantes 1998)	1-3
Tabla 1.5 Producción agrícola del área de estudio en 1999	1-4
Tabla 1.6 Ganadería en el Área de Estudio	1-5
Tabla 1.7 Áreas cultivadas del Área de Estudio	1-5
Tabla 1.8 Floricultura valor de producción y su crecimiento	1-5
Tabla 1.9 Número de establecimientos, empleados y valor agregado del sector industrial de Bogotá y Cundinamarca en 1997	1-6
Tabla 1.10 Distribución del PIRB del sector de servicios por Categoría (%)	1-6
Tabla 1.11 Índice de precios del consumidor	1-7
Tabla-2.1 Litoestratigrafía en el Área del Departamento de Cundinamarca	1-13
Tabla-2.2 Estaciones Meteorológicas del Área del Estudio	1-21
Tabla-2.3 División por Cuencas de los Ríos del Área de Estudio	1-22
Tabla-2.4 Estaciones de Observación Hidrológica en el Área del Estudio	1-26
Figura-2.1 Mapa Geológico Regional	1-9
Figura-2.2 Sección Transversal Geología Regional	1-10
Figura-2.3 Mapa Geológico del Área de Estudio	1-11
Figura 2.4 Sección Geológica del Área de Estudio	1-12
Figura-2.5 Estaciones meteorológicas e hidrológicas en el área de estudio	1-18
Figura-2.6 Distribución anual de la precipitación en el área de estudio	1-19
Figura-2.7 Características hidrogeológicas y meteorológicas del área de estudio	1-20
Figura-2.8 Divisiones de las Cuencas Hidrológicas del Área de Estudio	1-24
Figura-2.9 Sistema de división de cuencas hidrológicas en el área de estudio	1-25

PARTE - 1 RESULTADOS DEL INFORME INTERMEDIO

CAPITULO - 1 Características Socioeconómicas

1.1 Unidades Administrativas

La reciente Constitución de la Republica de 1991 señala a los Departamentos, Distritos, Municipios y Territorios Indígenas como unidades territoriales en cuanto a administración pública (Art. 286). Cada unidad territorial tiene autonomía para el manejo de sus intereses dentro de los límites de la Constitución y la ley, contando con el derecho de administrar los recursos ubicados dentro de sus límites (Art. 287). Las jurisdicciones asignadas a los distintos niveles serán ejercidas acorde con los principios de coordinación, competencias, y relaciones subsidiarias (Art. 288). Departamentos y municipios vecinos pueden promover programas para el desarrollo comunitario, proveer servicios públicos y la protección del medio ambiente en términos de igualdad, cooperación e integración (Art. 289).

Como entidad básica de la rama político-administrativa del estado, los municipios son responsables de proveer servicios públicos, construir proyectos requeridos para el progreso local, organizar el desarrollo de su territorio, promover participación comunitaria y el desarrollo social y cultural de sus habitantes. (Art. 311). Los departamentos ejecutan funciones administrativas, de coordinación, e intermediación entre la nación y los municipios. La constitución estipula para el Distrito Capital, funciones político-administrativas especiales y recursos financieros para garantizar un desarrollo armonioso e integrado de la ciudad. (Art. 322, 324, 325 y 326).

1.2 Área de Estudio

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 departamento de Cundinamarca (24,210 km²) y por el Distrito Capital de Bogotá (1,605 km²). 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, de los cuales, Soacha, Subachoque y El Rosal fueron creados recientemente en los años de 1995, 1997 y 1997, respectivamente. Todos los nombres de las poblaciones capitales coinciden con los nombres de los respectivos municipios.

Bogotá D.C. está dividido en 20 localidades. El Área de Estudio incluye la mayoría de las localidades urbanas del Distrito Capital

El Equipo de Estudio traslapó el mapa del Área de Estudio con un mapa político-topográfico a escala 1:100,000 de 1993 del IGAC, y luego se calcularon las áreas del Área de Estudio que resultaron en 4,268 km², equivalentes al 69% de las áreas oficiales del Distrito Capital y 6,159 km² correspondientes a 31 municipios del Departamento de Cundinamarca. Las áreas por municipio del Área de Estudio son mostradas en el Apéndice 7.1.

1.3 Población

Aunque el último censo fue llevado a cabo en 1993, el DANE estimó la población del año 2000 como se observa en la Tabla 1.1

De acuerdo con la estimación, la población de Colombia era de 42.2 millones. Esta población se incrementó en 9 millones comparada con el censo de 1993. La rata promedio anual de crecimiento entre 1993 y 2000 fue del 1.83%, la cual disminuyó con respecto a la de 2.18% en el período entre 1985 y 1993.

La población de Bogotá D.C. era de 6.4 millones en 2000 (15% de la población nacional). Esta población se incrementó en 1.5 millones en 7 años (2.57% anual), lo que significa una pequeña

disminución en comparación con censos anteriores.

La población de Cundinamarca se incrementó moderadamente durante estos años, mientras que el Área de Estudio mostró un intenso crecimiento de 3.66% anual debido al notorio incremento del área urbana.

Toda la población del Área de Estudio incluyendo a Bogotá D.C. en 2000 totaliza 7.4 millones. La población por municipios es mostrada en el Apéndice 7.2.

Tabla 1.1 Población Actual y crecimiento de Bogotá y Cundinamarca

Región		Población (1000 personas)				Crecimiento (%)		Tamaño familiar(93)
		Censos			Estimación	85-93	93-00	
		1973	1985	1993	2000			
Total	Colombia	20,666.9	27,853.4	33,109.8	42,199.3	2.18	1.83	5.3
	Bogotá D.C.	2,571.5	3,982.9	4,945.4	6,437.8	2.74	2.57	5.7
	Cundinamarca	1,125.6	1,382.4	1,658.7	2,142.3	2.30	2.05	5.0
	Área de Estudio en Cundinamarca (%)	310.2 (27.3)	498.9 (36.0)	731.9 (44.1)	941.5 (43.9)	3.00	3.82	-
Urbano	Bogotá	2,557.4	3,975.0	4,931.9	6,422.2	2.73	2.58	5.7
	Cundinamarca	409.3	641.8	906.9	1,206.2	4.42	2.78	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	3.94	-
Rural	Bogotá	14.1	7.9	13.7	15.6	7.15	0.50	5.3
	Cundinamarca	716.3	740.6	751.8	936.1	0.19	1.12	4.5
	Área de Estudio en Cundinamarca (%)	150.8 (20.6)	162.2 (21.7)	170.0 (22.5)	204.9 (21.9)	0.65	2.76	-

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

La densidad de población (personas / km²) del área urbana de Bogotá D.C. y el Área de Estudio de Cundinamarca fue de 8,390 y 220 respectivamente.

1.4 Producto Interno Regional Bruto

El Producto Interno Bruto (PIB) de Colombia fue de Col\$140.9 trillones en 1998 tal como se muestra en la Tabla 1.2.

Producto Interno Regional Bruto (PIRB) de Bogotá D.C. en 1998 fue de Col\$33.3 trillones, lo que representa 24% del PIB, mientras que el del Departamento de Cundinamarca fue de Col\$7.1 trillones en 1998, 5% del PIB.

Tanto PIRB como PIB se incrementaron durante cinco años, pero la tasa de crecimiento disminuyó debido al estancamiento económico que todavía continúa. La Tabla 1.3 muestra la distribución del PIRB por sector económico.

El sector de servicios se encuentra ubicado de primero tanto en Bogotá D.C. como en el Departamento de Cundinamarca. Este sector continuó aumentando su aporte en PIRB. El segundo lugar lo ocupa el sector industrial de en Bogotá D.C., mientras que el tercer lugar lo ocupa el sector agrícola en el departamento de Cundinamarca.

**Tabla 1.2 PIB de Colombia & PIRB de Bogotá y Cundinamarca
(Precios constantes 1998)**

Ítem	Región	1994	1995	1996	1997	1998
PIB & PIRB (Billones de Col\$)	Colombia	126,225	132,792	135,522	140,171	140,953
	Bogotá D.C.	31,371	32,210	31,770	32,810	33,314
	Cundinamarca	6,314	6,709	6,995	7,294	7,053
Porción del PIB (%)	Colombia	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	Bogotá D.C.	24.5	24.3	23.4	23.4	23.6
	Cundinamarca	5.0	5.1	5.2	5.2	5.0
Crecimiento anual (%)	Colombia	-	5.2	2.1	3.4	0.6
	Bogotá D.C.	-	2.7	-1.4	3.3	1.5
	Cundinamarca	-	6.3	4.3	4.3	-3.3

Fuente: DANE

**Tabla 1.3 Distribución del PIRB por sector económico de Bogotá y Cundinamarca
(Precios constantes 1998)**

Ítem	Sector	1994	1995	1996	1997	1998
Porción del PIRB a Factor de costo (%)	Bogotá D.C.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	Agricultura	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Minería	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
	Industria	27.1	26.3	22.1	21.3	21.4
	Servicios	72.5	73.3	77.7	78.4	78.3
	Cundinamarca	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	Agricultura	32.3	32.5	30.5	29.8	30.1
	Minería	2.7	2.4	1.4	1.3	0.9
	Industria	25.8	24.6	24.5	24.0	22.5
Servicios	39.2	40.5	43.6	44.9	46.5	
Crecimiento anual (%)	Bogotá D.C.					
	Agricultura	-	27.1	-9.3	3.2	-5.7
	Minería	-	15.2	-20.9	-3.1	8.1
	Industria	-	1.1	-15.0	-0.7	0.5
	Servicios	-	5.4	7.1	4.1	-0.6
	Cundinamarca					
	Agricultura	-	7.5	-1.9	2.0	-2.4
	Minería	-	-5.7	-36.6	-8.3	-28.6
	Industria	-	2.0	4.2	2.0	-8.9
Servicios		10.8	11.9	7.7	0.3	

Fuente: DANE

Tabla 1.4 PIB y PIRB per Capita (Precios constantes 1998)

Ítem	Región	1994	1995	1996	1997	1998	(US\$)
Per Capita (Col\$.000)	Colombia	3,334	3,444	3,450	3,503	3,457	2,420
	Bogotá D.C.	5,686	5,672	5,463	5,508	5,451	3,820
	Cundinamarca	3,336	3,485	3,555	3,627	3,431	2,400
Relación Per Capita con Colombia	Colombia	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-
	Bogotá D.C.	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	-
	Cundinamarca	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-
Crecimiento anual (%)	Colombia	-	3.3	0.2	1.5	-1.3	-
	Bogotá D.C.	-	-0.2	-3.7	0.8	-1.0	-
	Cundinamarca	-	4.5	2.0	2.0	-5.4	-

Nota: Tasa promedio de cambio (Col\$/US\$) en 1998: 1,426.4 (Referirse a Tabla 2.11)

En 1999, PIRB per capita de Bogotá D.C. y Cundinamarca fue Col\$ 5,450 mil y Col\$ 3,430 mil respectivamente como se muestra en la Tabla 1.4. La tasa Per-Capita de Bogotá D.C. fue 1.6 veces la de la nación, mientras que la de Cundinamarca sostuvo casi la misma tasa de la nación. Mientras tanto, su crecimiento anual continuó estancado, resultando negativo en 1998.

1.5 Perfil del sector económico

1.5.1 Sector Agrícola

El valor agregado al sector agrícola en Cundinamarca en 1998 fue Col\$ 2,047 billones, equivalente a 30% del PIRB tal como se muestra en la Tabla 1.3.

<Cultivos>

El área agrícola cultivada en Cundinamarca fue de 221,027 hectáreas en 1999; los cultivos transitorios representan el 56%, cultivos permanentes el 40% y cultivos anuales el 4% como se muestra en la Tabla-1.5.

En el Área de Estudio, los cultivos transitorios son predominantes, especialmente la papa, la cual tiene un área cultivada del 30,288 hectáreas que equivale al 70% de las áreas cultivables del Área de Estudio. Las áreas de cultivo por municipios se muestran en el Apéndice 7.3.

Tabla 1.5 Producción agrícola del área de estudio en 1999

Clasificación	Distribución de cantidad de producto		Área cultivada (Ha)		
	Total	Cultivo	Cundinamarca	% del Área de Estudio	
Cultivos Transitorios	65%	1.Papa : 65%	61,505	30,288	(49)
		2.Arveja : 6%	7,330	2,663	(36)
		3.Tomate : 5%	2,925	-	-
		4.Zanahoria : 5%	2,064	1,587	(77)
		5.Maíz : 3%	24,496	1,053	(4)
		6.Cebolla : 3%	2,283	466	(20)
		7.Otros : 13%	20,533	3,352	(16)
		Total : 100%	121,136	39,409	(32)
Cultivos Permanentes	35%	1.C. de azúcar : 38%	51,111	-	-
		2.Banano : 16%	13,587	-	-
		3.Cítricos : 13%	10,373	-	-
		4.Moras : 7%	2,308	-	-
		5.Otros : 26%	13,672	558	(4)
		Total : 100%	91,051	558	(1)
Cultivos anuales	-	-	8,840	315	(4)
Total	100%	-	221,027	40,282	(18)

Fuente: Estadísticas Agropecuarias Vol. 16 - 2000, URPA, Gobernación de Cundinamarca Anuario Estadístico 1997-1998, Cundinamarca

Nota: 1) Áreas de cultivos transitorios y anuales; áreas cultivada, 2) Áreas de cultivos permanentes; áreas plantadas

<Ganadería>

Los pastizales para ganado ocupan 176,000 hectáreas, equivalentes al 42% del Área de Estudio, de las cuales 39,000 hectáreas son irrigadas de acuerdo a la fuente. Las cabezas de ganado del Área de Estudio son 260,000 equivalentes a un 22% del departamento de Cundinamarca. El número de cabezas por hectárea en el Área de Estudio es de 1.5, lo que indica una productividad mucho mas alta que en el Departamento de Cundinamarca. La leche producida es de 1,116,000 litros / día, equivalente al 51% de Cundinamarca. La ganadería en el Área de Estudio por municipio se presenta en el Apéndice 7.4.

Tabla 1.6 Ganadería en el Área de Estudio

Región	Ganado	Prod. de leche	Pastizales (1000 ha)		Avicultura
	1000 Cabezas	1000 litros/día	Área Total	Área Irrigada	1000 Cabezas
Cundinamarca	1,178	2,191	1,174	77	33,677
Área de Estudio	260	1,116	176	39	2,969
(%)	(22)	(51)	(15)	(51)	(9)

Fuente Estadísticas Agropecuarias Vol. 16 - 2000, URPA, Gobernación de Cundinamarca

<Flores>

La Tabla 1.7 muestra las áreas cultivadas en flores que totalizan 4,000 hectáreas en el Área de Estudio (Áreas por municipio se muestran en el Apéndice 7.5). De acuerdo a ASOCOLFLORES, estas podrían incrementarse a 5,000 hectáreas si se incluyeran las áreas no registradas.

Tabla 1.7 Áreas cultivadas del Área de Estudio

Región	Área Total (Ha)	Clavel (ha)	Rosas (ha)	Otras Flores (Ha)
Cundinamarca	4,160.8	1,572.85	1,818.91	769.04
Área de Estudio	4,043.4	1,550.55	1,812.44	680.41
(%)	(97)	(99)	(99.6)	(88)

Fuente: Anuario Estadístico 1997-1998, Cundinamarca

Existen 400 productores de flores que son principalmente compañías. En promedio, las compañías manejan 12 hectáreas y emplean 190 personas que incluyen profesionales como agrónomos, ingenieros civiles y profesionales en mercadeo.

Los claveles y rosas son los productos principales, 84% (año 2000) de los productos fueron exportados a los Estados Unidos los cuales representan US\$580 millones. En el departamento de Cundinamarca, la cantidad de producción de flores se sostuvo aproximadamente en un 70% de la producción agrícola en 1998 tal como se muestra en la Tabla 1.8 Sin embargo, el crecimiento de la producción ha ido decreciendo debido al crecimiento de competencia en el mercado Americano. De acuerdo con ASOCOLFLORES, este alto crecimiento de producción anterior no puede ser esperado en el futuro debido a la alta competencia de países como China, India, Perú y Ecuador.

Tabla 1.8 Floricultura valor de producción y su crecimiento

Ítem	1990	1995	1996	1997	1998
Porción (%) en cantidad de producción agrícola	42.3	60.9	64.7	66.8	68.0
Crecimiento en valor de producción (%)	10.3	4.6	7.6	1.4	1.3

Fuente: Anuario Estadístico 1997-1998, Cundinamarca

1.5.2 Sector Industrial

El número de establecimientos, empleados y valor agregado de la industria de Bogotá y Cundinamarca en 1997 es mostrado en la Tabla 1.2. Aunque esta información representa solo las grandes compañías de manufactura, los valores de valor agregado indican aproximadamente un 90% entre Bogotá D.C. (Col\$7,183 billones) y un 96% entre todo el Departamento de Cundinamarca (Col\$1,686 billones).

Las cinco más grandes industrias fueron mostradas en negrilla. Debe notarse que las industrias notables en Bogotá D.C. son; 1) Textiles y confección, 2) Alimentos y bebidas, y 3) Petróleo y químicos. También son notables industrias en Cundinamarca; 1) Alimentos y bebidas, 2) Cerámica y vidrio y 3) Cemento.

Comparando con la información del año 1993, las industrias de alimentos y bebidas, y plásticos incrementaron en términos de establecimiento, empleados y valor agregado, en ambas regiones. También la industria de la cerámica y vidrio en Cundinamarca incrementaron estos valores. Por otro lado, la industria textil y de confecciones declinaron dramáticamente en ambas regiones.

Sector de servicios

El sector de servicios ha sido el más grande contribuidor al PIRB en ambas regiones. Entre toda la clasificación, los servicios públicos mostraron el crecimiento más acelerado, mientras que el comercio decreció notablemente como se muestra en la Tabla 1.9

Tabla 1.9 Número de establecimientos, empleados y valor agregado del sector industrial de Bogotá y Cundinamarca en 1997

Clasificación de Industrias	Establecimientos		Empleados		Valor agregado (Col\$ billones)	
	Bogotá	C/namarca	Bogotá	C/namarca	Bogotá	C/namarca
1.Alimentos y bebidas	372	80	32,363	13,787	1,497	617
2.Textiles y confecciones	536	15	46,486	1,205	762	18
3.Madera y muebles	149	12	6,090	873	89	18
4.Papel	72	5	3,467	554	76	47
5.Impresión	179	-	14,249	-	428	-
6.Petróleo y químicos	216	43	20,518	2,800	1,302	195
7.Caucho y llantas	41	7	1,931	1,130	38	47
8.Plásticos	162	15	14,020	2,412	418	94
9.Cerámica y vidrio	27	10	1,181	4,868	25	284
10.Cemento	59	33	4,139	2,614	138	158
11.Hierro y Metalurgia	296	22	13,461	1,561	302	53
12.Maquinaria	177	11	9,620	1,559	172	32
13.Electrodomésticos	95	3	10,667	1,598	248	26
14.Equipos de transporte	112	9	10,363	548	661	7
15.Precisión	30	-	1,355	-	31	-
16.Otros	86	11	4,525	1,385	122	28
Total	2,609	276	194,435	36,894	6,308	1,624

Fuente: Anuario de Industria Manufacturera 1997, DANE, 1999

Nota: (1) Valores en negrilla indican las cinco mas grandes industrias. (2) Valor agregado está ajustado a precios del 98.

Tabla 1.10 Distribución del PIRB del sector de servicios por Categoría (%)

Región	Clasificación	1994	1998
Bogotá D.C.	1. Inmuebles	25.3	23.0
	2. Financiero	15.2	17.0
	3. Público	9.5	15.0
	4. Comercio	14.7	13.0
	5. Transporte	8.0	6.7
	6. Otros	27.3	25.3
	Total	100.0	100.0
Cundinamarca Dept	1. Publico	18.7	27.6
	2. Transporte	11.5	10.6
	3. Comercio	13.1	10.4
	4. Otros	56.7	51.4
	Total	100.0	100.0

Fuente: DANE

1.5.3 Inflación

El índice de precios del consumidor de Colombia durante nueve años es mostrado en la Tabla 1.11. El índice de los primeros cinco años de la década de los 90, registró mas de 20% por año.

Desde 1999 hasta ahora, el índice ha caído a menos del 10%.

Tabla 1.11 Índice de precios del consumidor

Año	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Índice de precios del consumidor								
(%)	22.6	19.5	21.6	17.7	15.7	9.2	8.8	7.3
Tasa de cambio (Promedio del año)								
(Col\$/US\$)	826.5	912.9	1,036.6	1,141.1	1,426.4	1,756.8	2,087.6	2,305.1

Fuente: DANE

Nota: El valor de 2001 representa el índice de Enero—Noviembre.

CAPITULO - 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 las 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 pie de monte.
- Cerros con pendientes suaves, consistentes principalmente del Terciario, alrededor de la Sabana de Bogotá.
- Montañas con pendientes pronunciadas del Cretáceo en la Sabana de Bogotá, algunas existentes dentro de la sabana misma.

(2) Geología del Área de Estudio

La misión llevo a cabo un análisis geológico del departamento de Cundinamarca e hizo una sección transversal geológica del departamento de Cundinamarca. Esta sección geológica esta basada en los mapas geológicos existentes (1:500,000, Atlas Geológico de Colombia 1997, INGEOMINAS, ver Figura-2.1.). Los ejemplos de la sección geológica se muestran en la Figura-2.2. Adicionalmente, la misión realizo secciones geológicas mas detalladas del área de estudio (ver Figura- 2.3). Estas secciones geológicas están basadas en los mapas geológicos existentes de INGEOMINAS, los ejemplos de estas secciones se muestran en la Figura-2.4.

Como se muestra en la Tabla-1.12, el departamento de Cundinamarca estratigraficamente yace bajo rocas sedimentarias de las eras Cambricas y Terciarias y sedimentos del Cuaternario. En el área no se encontraron rocas volcánicas. El área de estudio muestra la formación Chipaque de la era Cretacica y formaciones mas recientes que la Chipaque.

Estrato Pre -Cretácica

El estrato Pre-Cretácica pertenece al grupo Quetame, la formación arenisca Gutiérrez, de lecho rojo de Guatiquia de la era Paleozoica y la Formación Bata de la era Jurásica. Estas formaciones no están distribuidas en el área de estudio, pero se presentan en el oriente de Cundinamarca. Especialmente la formación Jurásica se ve muy poco.

Estrato Cretácico

El estrato cretácico esta dividido litoestratigraficamente en el grupo Caqueza, Villeta, y el grupo Guadalupe, en orden ascendente. El área de estudio expone la formación Chipaque de la era Cretácica y las formaciones mas recientes que Chipaque. Todas las formaciones Cretácicas son de origen marino. Domos de sal se distribuyen en la zona norte del área de estudio que se formaron en el mar en la era Cretácica.

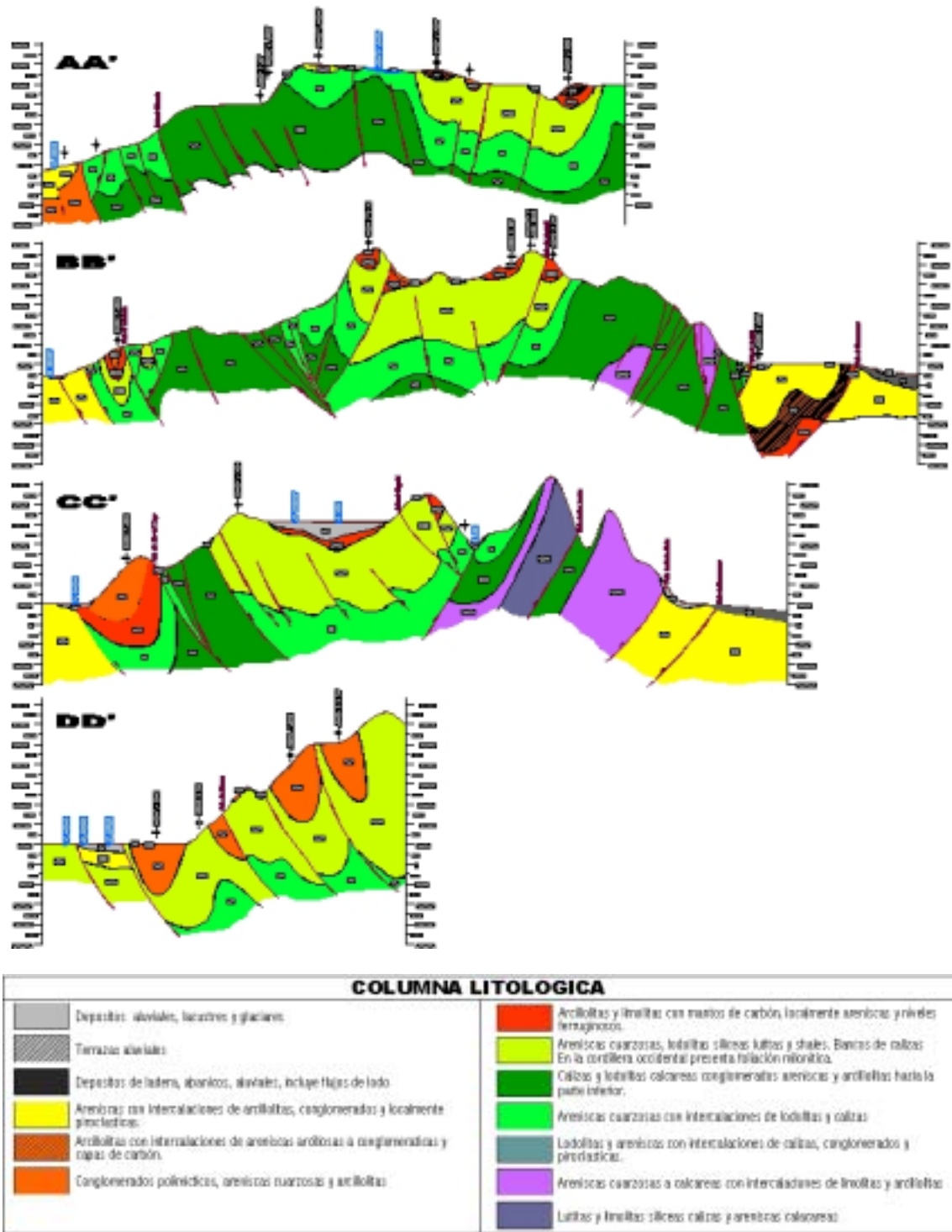


Figura-2.2 Sección Transversal Geología Regional

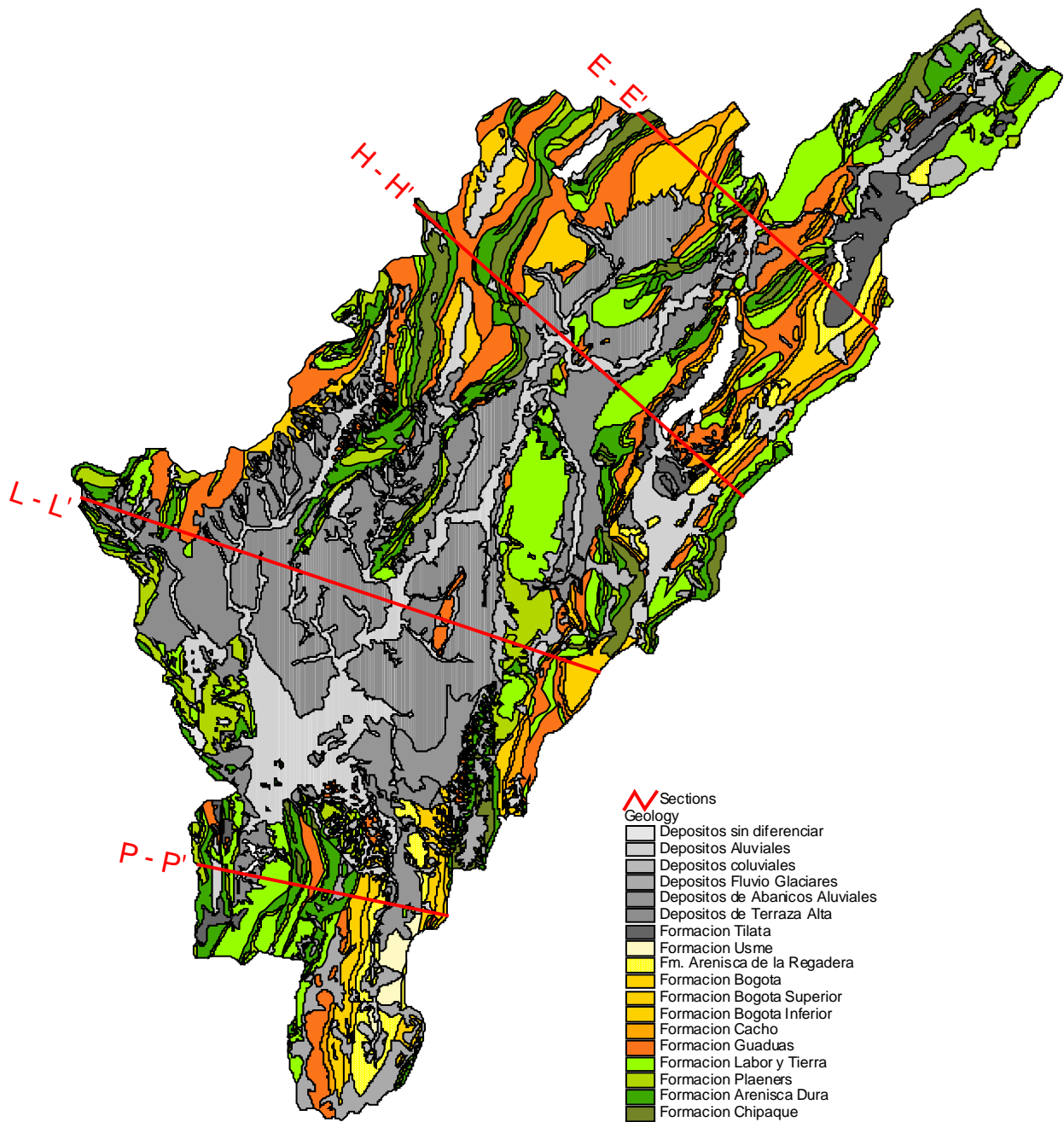


Figura-2.3 Mapa Geológico del Área de Estudio

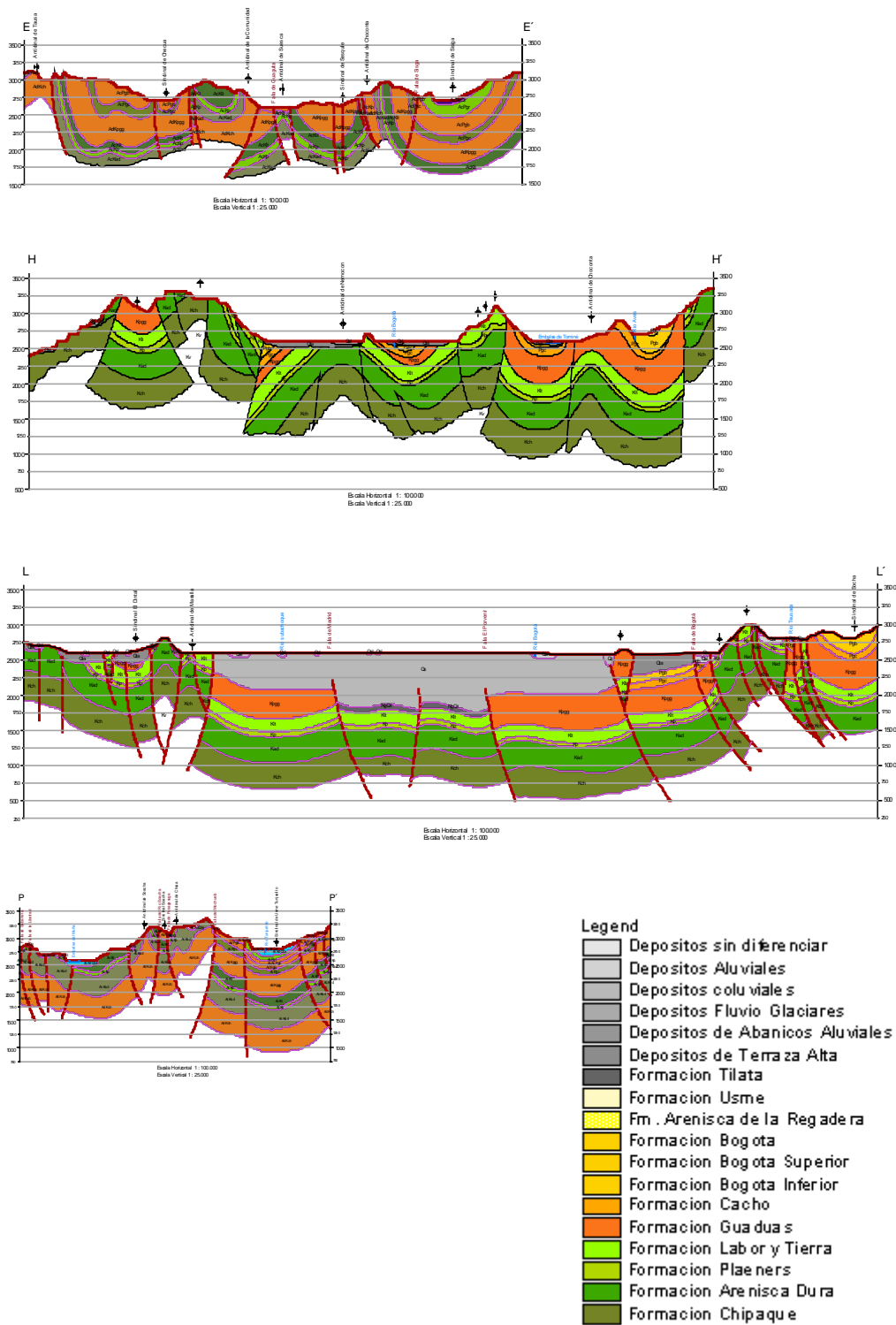


Figura 2.4 Sección Geológica del Área de Estudio

Tabla-2.1 Litoestratigrafía en el Área del Departamento de Cundinamarca

Era Geológica		Clasificación Litoestratigráfica		Facies Rocas	
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	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. Plaeners	Arenisca grano fino, limolita				
Formación Dura Arenisca	Arenisca sílicea				
Inferior	Grupo Villeta			Formación Chipaque.	Roca arcillosa, limolita, hierro-contenido fina arenisca lodosa
				Formación Une	Arenisca fina – cuarzo granular síliceo
				Formación Fómeque.	Argilotita, limolita, lutolita calcárea, arenisca sílicea grano fino
Jurásico	Grupo Cáqueza		For. Juntas Arenisca.	Arenisca	
			For.Macanal Esquisto	Esquisto arcilloso (lutita)	
			For. Guavio Caliza	Caliza	
Paleozoico	Devoniano – Carbonífero		For. Guatiquía Lecho Rojo	Arenisca roja, lutolita	
		For. Gutierrez Arenisca	Arenisca, pizarra		
	Cámbrico - Ordoviciano	Grupo Quetame	Caliza, arcilita arenosa, arenisca sílicea		

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.

1) Grupo Cáqueza

El grupo Caqueza de la parte baja de la era cretácica consiste de 7 formaciones. Este grupo esta distribuido a lo largo de la zona occidental del departamento de Cundinamarca. En la zona oriental del departamento, la formación de limonitas de Guavio. La formación de pizarras de Macanal y la formación de areniscas de Juntas están correlacionadas al grupo Caqueza. Solo la parte de arriba de Caqueza puede ser un acuífero debido a que el grupo Caqueza es principalmente lodoso, y en la parte de arriba arena.

2) Grupo Villeta

El grupo Villeta consiste de la formación de Fomeque y Une de la parte baja de la era Cretácica y la formación Chipaque de la parte superior de la era Cretácica en orden ascendente.

Formación Fomeque

La formación esta compuesta de piedra arcillosa, sedimento y lodito calcárea depositada bajo una condición marina tranquila. La formación contiene lechos delgados de sedimentos de arenisca. La formación Fomeque esta compuesta principalmente de lodo, por lo cual debe ser acuitardo.

Formación Une

La formación Une consiste de arenisca que va de granos finos a gruesas degradándose en la parte superior a la arenisca, muestra baja porosidad debido a la cementación por silicificación. La formación Une es acuitardo.

Formación Chipaque

La formación Chipaque consiste principalmente de arcillolita que contiene gran cantidad de sedimentos marinos orgánicos con intercalaciones de hierro con contenido de lodo y areniscas de grano fino. La formación se convierte en caliza en la parte baja y arenosa en la parte alta. Esta formación esta comúnmente distribuida en el grupo Guadalupe. La formación chipaque es un acuitardo.

3) Grupo Guadalupe

El grupo Guadalupe consiste de la formación de areniscas Dura, la formación Plaeners, Labor & Tierna, son todas ellas de origen marino. Este grupo se expone abiertamente en las montañas del área de estudio.

Formación arenisca de Dura

La formación arenisca de Dura consiste en gran parte de areniscas finas, pero contiene algunas capas delgadas de lutitas. Esta formación tiene una permeabilidad baja debido a su silificación, pero puede ser fracturada fácilmente formada, y acuíferos fracturados.

Formación Plaeners

La formación Plaeners consiste de areniscas finas sedimentadas y limolitas. La permeabilidad de esta formación no es elevada debido al tamaño fino del grano.

Formacion Labor & Tierna

Las formaciones Labor & Tierna consiste principalmente de capas gruesas de areniscas de granos finos a gruesos alterados con capas delgadas, aproximadamente 2 a 3 metros de delgadas de lutitas, esquistos de barros. Esta formación es un buen acuífero debido a su débil cementación.

(c) Terciario

El estrato terciario, desde la base hacia arriba consiste de la formación Guaduas, Cacho, Bogotá, Regadera y la formación Usme. El estrato terciario fluye de los piedemontes con poca pendiente y frente la formación cretácicas pendientes inclinadas, y se expone en cada cuenca. Las formaciones Regadera y Usme de la parte superior del Terciario estan cubiertos por la

erosión glacial del Pleistoceno en la zona oriental del área de estudio. La formación de Usme esta distribuida en un área limitada de la cuenca del río Tunjuelito la cual esta ubicada en la zona sur del área de estudio. El estrato terciario del post Guaduas es de origen continental porque la orogenia del mismo, ocurrió luego de entrar en el Palaeoceno medio del Terciario. La formación Guaduas de origen marino cubre ampliamente el estrato Cretacico desde el principio, pero ahora, el estrato cretácico esta expuesto a lo largo de la cresta de las montañas debido a la erosión glacial.

Formación Guaduas

La formación Guaduas consiste principalmente de arcillolita y parte de areniscas de grano fino. Esta formación es de origen marino. Esta formación se puede identificar por la presencia vetas de carbón. La formación Guaduas es acuitardo debido a que es rica en arcillolita.

Formación Cacho

La formación Cacho consiste de areniscas pero contiene esquistos lodosos. Esta formación esta compuesta de depósitos fluviales. La permeabilidad del Cacho es comparativamente alta dentro de los Estratos terciarios debido a que esta formación es rica en areniscas.

Formación Bogotá

La formación Bogotá consiste principalmente arcillolita y de grano medio, y algunos lechos delgados de areniscas. Esta formación esta compuesta de depósitos de lagos. La formación Bogotá es un acuitardo.

Formación Regadera

La formación Regadera consiste de areniscas de granos de tamaño medio a grueso y arcilla. Esta formación esta compuesta de depósitos fluviales. Las areniscas de la formación Regadera poseen una baja permeabilidad debido a que poseen una matriz arcillosa.

Formación Usme

La formación Usme consiste de arcillolitas que contienen lechos delgados de areniscas en la parte baja de Usme y de areniscas que contienen hierro en la parte alta de Usme. Esta formación esta compuesta de depósitos fluviales deltaicos y depósitos de lagos.

(d) Cuaternario

El estrato Cuaternario, al cual pertenece la Sabana de Bogotá, consiste de la formación Tilata, Sabana y la formación Terraza de la era Pleistoceno y a los estratos Cretácicos y Terciarios aluviales de la era Holoceno. Los estratos Cretácicos y terciarios fueron erosionados a gran escala por Glaciales Pleistocénicos y una gruesa secuencia de sedimentos glaciales acumulados en la Sabana de Bogotá.

Formación Tilata

La formación Tilata consiste de arena y grava que contiene ceniza volcánica y arcilla con contenido orgánico en la parte baja del Tilata y arcilla arenosa. Arcilla con contenido orgánico, ceniza volcánica que contiene sedimentos y arena se encuentra en la parte alta del Tilata. La parte baja del Tilata es consolidado. La formación Tilata es un acuífero debido a que esta formación contiene grava comparativamente alta.

Formación Sabana

La formación Sabana consiste de arcilla, arena arcillosa y cenizas volcánicas. Esta formación esta compuesta de depósitos de lagos. Nombres de acuíferos de la mayoría de los pozos de ubicados en la Sabana de Bogotá están registrados en el nombre de Sabana.

Formacion Terraza

La formación Terraza consiste de lechos alternados de arcilla, sedimento y areniscas de granos finos.

Aluvial

Aluvial consiste de arcilla, sedimento, arena y grava. Esta formación esta compuesta de depósitos de lechos fluviales, depósitos de planicie de inundaciones, depósitos talus, depósitos aluviales en abanico etc. Los depósitos aluviales en abanico no se encuentran tan distribuidas, pero se presencian cerca de Usme y Soacha en la parte sur del área de estudio.

(3) Meteorología

(a) Red meteorológica

En el área del estudio, la observación meteorológica es realizada por la CAR y el IDEAM. La localización de las estaciones existentes en el área del estudio se muestra en la Figura-2.5. La mayoría de las estaciones pertenecen a la CAR y otras a la EAAB. Los temas de las observaciones meteorológicas se listan a continuación.

- 1) Precipitaciones
- 2) Temperaturas
- 3) Humedad
- 4) Evaporación
- 5) Radiación solar
- 6) Horas de luz brillante
- 7) Dirección y velocidad de los vientos

(b) Características meteorológicas del Área del Estudio

Como un ejemplo de las características meteorológicas del área estudiada, los datos de las observaciones de la estación Guaymaral, ver Figura-2.5 la cual está situada en el centro del área de estudio. A continuación se esbozan algunas de estas características.

Precipitaciones

El promedio anual de las precipitaciones se muestra en la Figura-2.6. Tal como se muestra en dicha figura, el promedio anual de las precipitaciones en el área estudiada fluctúa entre los 600 mm y los 800 mm. Generalmente en esta área, las precipitaciones anuales son más altas en los cerros y montañas que la bordean y se hacen más bajas hacia el centro de dicha área. Este es un efecto de la topografía del área estudiada.

Alrededor de los meses de Mayo y Noviembre, las variaciones estacionales de las precipitaciones tienen sus dos valores más altos. Este tipo de comportamiento se aprecia en la mayor parte del área estudiada. Las variaciones en las precipitaciones causan variaciones estacionales en el caudal del río.

Temperatura

La temperatura promedio del área estudiada está entre los 10° C y los 14° C. El área oriental tiene una temperatura un poco más alta que el área occidental en la mencionada área. Como lo

muestra la Figura-2.7, las variaciones estacionales de la temperatura muestran su máximo en los meses de marzo, abril y noviembre. El patrón de variación estacional es el mismo para toda el área estudiada.

Humedad

En el área estudiada, la humedad promedio varía entre el 74% y el 80%. Esta es mayor en región occidental y menor en la región oriental del área estudiada, sin embargo, esta diferencia es pequeña. En la mayor parte del área estudiada, la variación estacional de la humedad tiene dos puntos máximos en los meses de mayo a julio y en noviembre. Esta variación estacional parece estar relacionada con la variación estacional de las precipitaciones.

Evaporación de Artesas

El promedio anual de la evaporación aparente, en el área de estudio, está entre los 800 mm y los 1.200 mm. Esta parece ser mayor en la región norte y menor en la región sur del área del estudio. Como se muestra en la Figura-2.7, la variación de la evaporación aparente estacional tiene su punto máximo en enero y su punto mínimo en los meses de mayo a julio. La variación estacional de la evaporación aparente es similar a la variación estacional de la radiación solar y las horas de brillo solar. Esto significa que la evaporación aparente está más influenciada por la radiación solar y las horas de brillo solar que la temperatura del área de estudio. En dicha área, la evaporación aparente está medida con una bandeja (artesa) CLASE-A (120 cm de diámetro y 20 cm de profundidad).

Horas de radiación solar y de brillo solar

El promedio anual de radiación solar está entre las 115 cal/cm²/día y las 140 cal/cm²/día. El promedio de las horas de brillo solar está en 3,5 hrs/día. La variación de las horas de radiación solar y de brillo solar tiene su punto máximo en los meses de enero y su punto mínimo en los meses de mayo a octubre.

Velocidad de los vientos

En el área del estudio, el promedio de la velocidad de los vientos está entre los 1,8 m/s y los 4,2 m/s. La velocidad de los vientos es mayor en el sur oriente del área del estudio y llega a ser menor hacia el noroeste de la misma. La variación estacional de la velocidad de los vientos tiene su punto máximo en los meses junio y agosto.

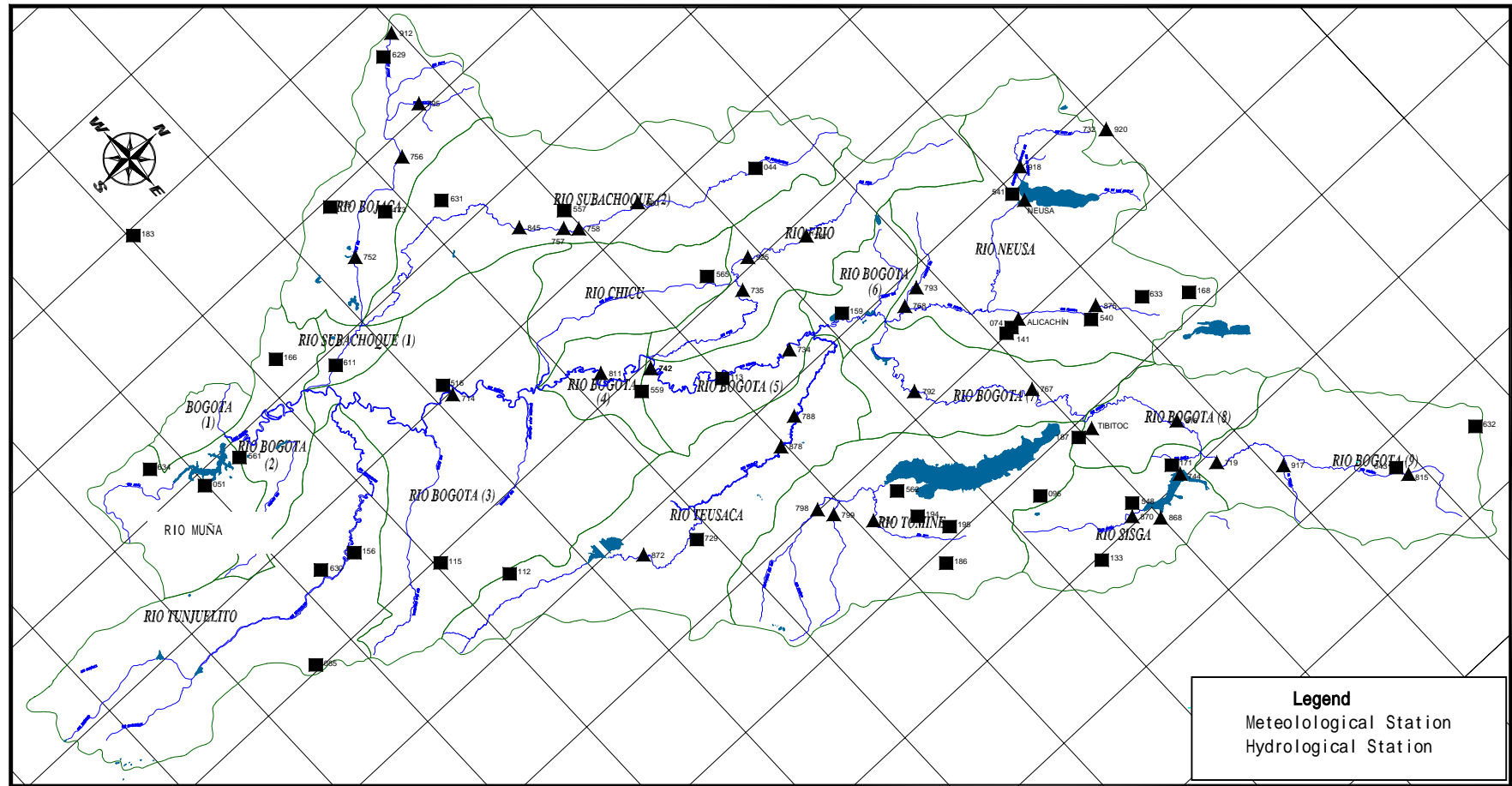


Figura-2.5 Estaciones meteorológicas e hidrológicas en el área de estudio

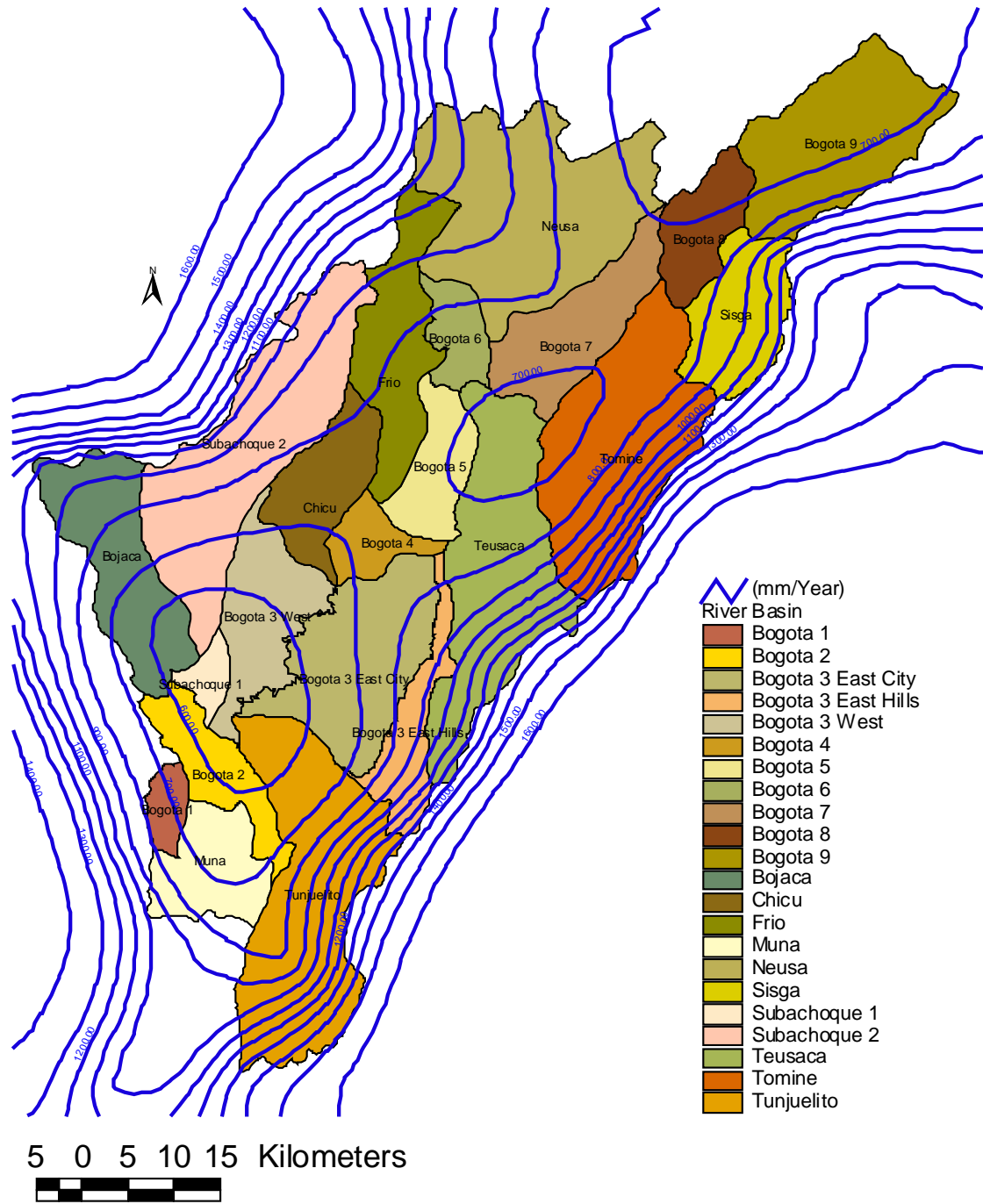
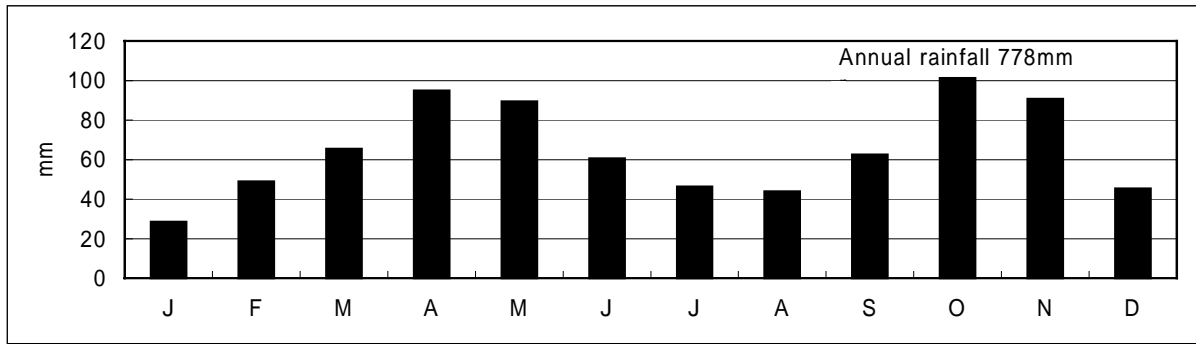
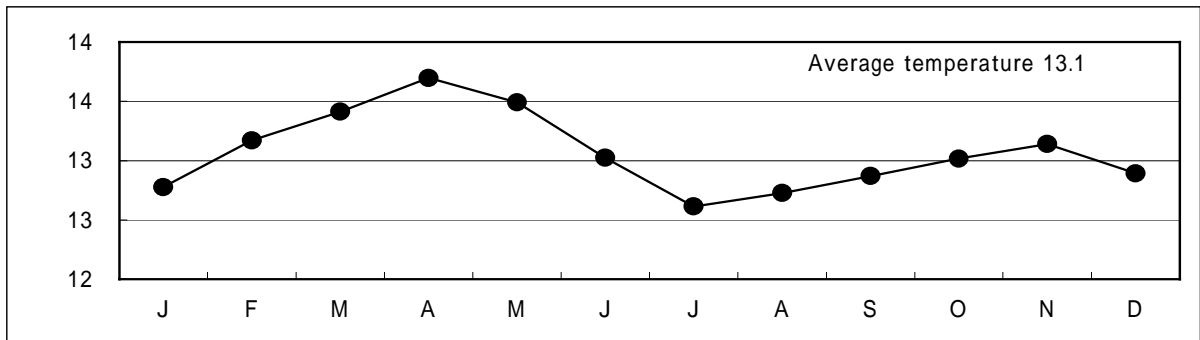


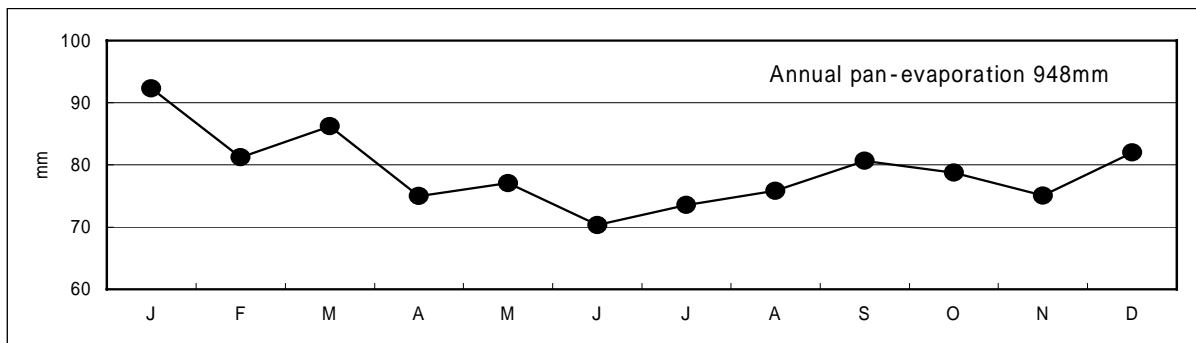
Figura-2.6 Distribución anual de la precipitación en el área de estudio



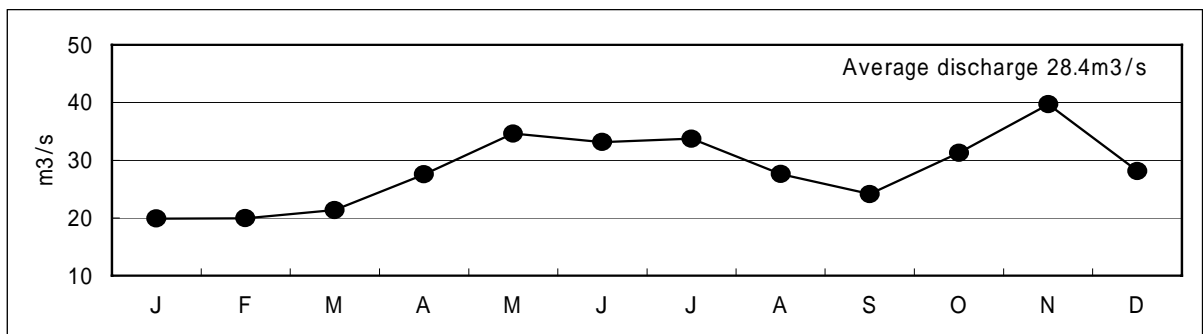
(a) Monthly Precipitation at Guaymaral



(b) Monthly Temperature at Guaymaral



(c) Monthly Pan-evaporation at Guaymaral



(d) Monthly Discharge at Aricachin

Figura-2.7 Características hidrogeológicas y meteorológicas del área de estudio

Tabla-2.2 Estaciones Meteorológicas del Área del Estudio

Estación No.	Nombre de la Estación	Coordenadas		Precipitación	Temperatura	Humedad	Evaporación	Horas de brillo solar	Velocidad del viento
		X=E	Y=N	Periodo de observación	Periodo de observación	Periodo de observación	Periodo de observación	Periodo de observación	Periodo de observación
2120019	Bocagrande Salitre	994181	970617	-	-	-	-	-	-
2120020	El Hato	988632	976147	-	-	-	-	-	-
2120044	LA PRADERA	993954	1044880	1951-1999	-	-	-	-	-
2120051	APOSTOLICA	981174	989870	1956-1999	-	-	-	-	-
2120054	IBERIA	1038800	1048900	-	-	1966-1999	-	-	-
2120060	Guaraní - El Peñón	975683	981679	-	-	-	-	-	-
2120074	ZIPAQUIRA	1007620	1047850	1932-1999	-	-	-	-	-
2120075	BOJACA	970678	1014937	1960-1999	-	-	-	-	-
2120085	EL BOSQUE	999560	986200	1963-1999	-	-	-	-	-
2120096	EL CONSUELO	1032500	1043500	1967-1999	-	-	-	-	-
2120103	Santa Teresa	1016376	1007479	-	-	-	-	-	-
2120112	LA CASITA	1005400	1004320	1972-1999	-	-	-	-	-
2120113	ALMAVIVA	1005600	1029965	1973-1999	-	-	-	-	-
2120115	EDIFICIO MANUEL	1000500	1000500	1981-1999	-	-	-	-	-
2120141	ACANDY	1019820	1051680	1977-1999	-	-	-	-	-
2120156	PICOTA	994600	995500	1980-1999	-	-	-	-	-
2120159	ALCO	1008600	1041700	1980-1999	-	-	-	-	-
2120166	EL FUTE	977280	1002150	1959-1999	-	-	-	-	-
2120168	ALTO DE AIRE	1028300	1065500	1986-1999	-	-	-	-	-
2120171	REPRESA SISGA	1038500	1053900	1939-1999	-	-	1962-1997	-	-
2120173	CAMPOBELLO	974300	1018200	1986-1999	-	-	-	-	-
2120183	DARIO VALENCIA	960600	1000400	1988-1999	-	-	-	-	-
2120186	LA MARIA	1031172	1033300	1993-1999	-	-	-	-	-
2120187	BOMBAS SESQUILE	1031100	1049890	1984-1999	-	-	-	-	-
2120194	EL CHOCHÉ	1026400	1034300	1996-1998	-	-	-	-	-
2120195	MONTECILLOS	1029000	1035750	1996-1999	-	-	-	-	-
2120210	Los Tunjos	986780	966932	-	-	-	-	-	-
2120509		992332	977989	-	-	-	-	-	-
2120516	LA RAMADA	989110	1011430	1989-1999	1992-1999	1938-1991	1941-1998	-	-
2120540	CHECUA	1024110	1057500	1953-1999	1961-1999	1962-1999	1961-1999	1984-1998	1982-1997
2120541	REPRESA DEL NEUSA	1011400	1060090	1954-1999	1955-1999	1954-1999	1962-1998	1958-1998	1956-2001
2120548	LA IBERIA	1038800	1048900	1953-1999	1966-1999	-	1966-1998	1966-1998	1968-1997
2120557	LA PRIMAVERA	984942	1027753	-	1966-1999	1967-1999	1966-1997	1966-1998	1968-1997
2120559	APTO GUAYMARAL	1001550	1023950	1965-1999	1966-1999	1968-1999	1966-1998	1966-1998	1967-1998
2120561	MUÑA	981444	993817	1966-1999	1966-1999	1966-1999	1966-1998	1966-1998	1968-1999
2120562	GUATAVITA	1023500	1034500	-	1968-1999	1968-1999	1956-1998	1984-1998	1968-1998
2120565	Tabio	1016373	1018538	-	1970-1997	1970-1997	1970-1998	1970-1997	1970-1999
2120611	ENTRERIOS	981300	1005680	-	-	-	1975-1985	-	-
2120629	VENECIA	964155	1027480	-	1985-1999	1985-1999	1984-1998	1985-1998	1985-1997
2120630	DOÑA JUANA	993700	992300	-	1989-1998	1989-1999	1989-1998	1989-2000	1989-1998
2120631	TISQUESUSA	977080	1021250	-	1982-1998	1982-1998	1981-1998	1985-1998	-
2120632	LA FORTUNA	1054376	1075976	1963-1999	-	-	-	-	-
2120633	BARRANCAS	1025740	1062200	1966-1999	1982-1999	1982-1999	1981-1999	-	-
2120634	PARAISO PERDIDO	976800	987300	-	-	-	1988-1997	-	-
2120729	LA CABAÑA	1014520	1018540	1955-1999	-	-	-	-	-
2401110	ISLA DEL	1038000	1096400	1957-1999	-	-	-	-	-

(4) Hidrología

(a) Sistema Fluvial

El área de estudio fue dividida en 20 cuencas de ríos como se muestra en la Figura-2.3 y en la Figura-2.9. El área de captación de cada cuenca se muestra en la Tabla-2.3

Tabla-2.3 División por Cuencas de los Ríos del Área de Estudio

Cuenca y punto de referencia	Área de Captación (km ²)	Nota	Cuenca y punto de Referencia	Área de Captación (km ²)	Nota
Q01	4.1268		Q16	94	
Cuenca Río Bogotá (1)	35		Cuenca Río Frío	194.46	
Q02	4.233	= Q03 + Q04	Q17	2032	
Q03	129		Cuenca Río Bogotá (5)	104.26	
Cuenca Río Soacha	128.51		Q18	1927	= Q19 + Q20
Q04	4.105		Q19	352	
Cuenca Río Bogotá (2)	111.48		Cuenca Río Teusacá	351.99	
Q05	3993	= Q06 + Q07 + Q08 + Q09 + Q10 + Q11	Q20	1575	
Q06	635		Cuenca Río Bogotá (6)	66.07	
Cuenca Río Subterránea (1)	31.05		Q21	1509	= Q22 + Q23
Q07	604	= Q08 + Q09	Q22	432	
Q08	219		Cuenca Río Neusa	432.3	
Cuenca Río Bojacá	218.52		Q23	1077	
Q09	386		Cuenca Río Bogotá (7)	173.64	
Cuenca Río Subterránea (2)	385.84		Q24	903	= Q25 + Q26
Q10	405		Q25	368	
Cuenca Río Tunjuelito	404.97		Cuenca Río Tominé	368.16	
Q11	2953		Q26	535	
Cuenca Río Bogotá (3)	531.35		Cuenca Río Bogotá (8)	102.92	
Q12	2421	= Q13 + Q14	Q27	432	= Q28 + Q29
Q13	133		Q28	153	
Cuenca Río Chicó	133.01		Cuenca Río Sisga	152.75	
Q14	2288		Q29	280	
Cuenca Río Bogotá (4)	62.31		Cuenca Río Bogotá (9)	279.51	
Q15	2226				

En la Tabla –2.3 las cuencas de los ríos desde Bogotá (1) hasta la Bogotá (9) se dividen a lo largo del río Bogotá. Las otras cuencas son tributarias del río Bogotá (véase la Figura-2.8 y 2.9)

(b) Red de observación hidrológica

La localización de las estaciones de observación hidrológica existentes, en el área del estudio, se muestra en la Figura-2.5. Se resume la descripción de las estaciones en la Tabla-2.4 La CAR es responsable por la observación hidrológica en el área del estudio. El IDEAM y la EAAB-ESP, también realizan observaciones hidrológicas en algunas partes del área en mención.

(c) Condición del flujo de agua

El Río Bogotá es el río principal en el Área de Estudio. Muchos afluentes confluyen con el Río Bogotá en el Área de Estudio y el Río Bogotá finalmente va desde el Área de Estudio alrededor del Salto del Tequendama. El agua proveniente del páramo de Chingaza el cual esta localizado

fuera del Área de Estudio es conducida hasta el Área de Estudio. La cantidad de agua transportada esta estimada en 12m³/día, la cual es usada para suministro de agua para la ciudad de Bogotá por la EAAB. Las aguas negras que se derivan de esta agua entran al Río Bogotá. Por otro lado, una gran cantidad de agua del río es bombeada para irrigación y suministro de agua. El análisis a largo plazo del promedio de la descarga del río de la cuenca es mostrado en la figura 2.9.

Las variaciones estacionarias de la descarga del río bogota tienen dos máximos entre mayo y noviembre. Esta variación es similar a la variación estacionaria de la precipitación. El patrón de variación estacional de los afluentes es también similar a la variación estacionaria de la precipitación en cada afluente.

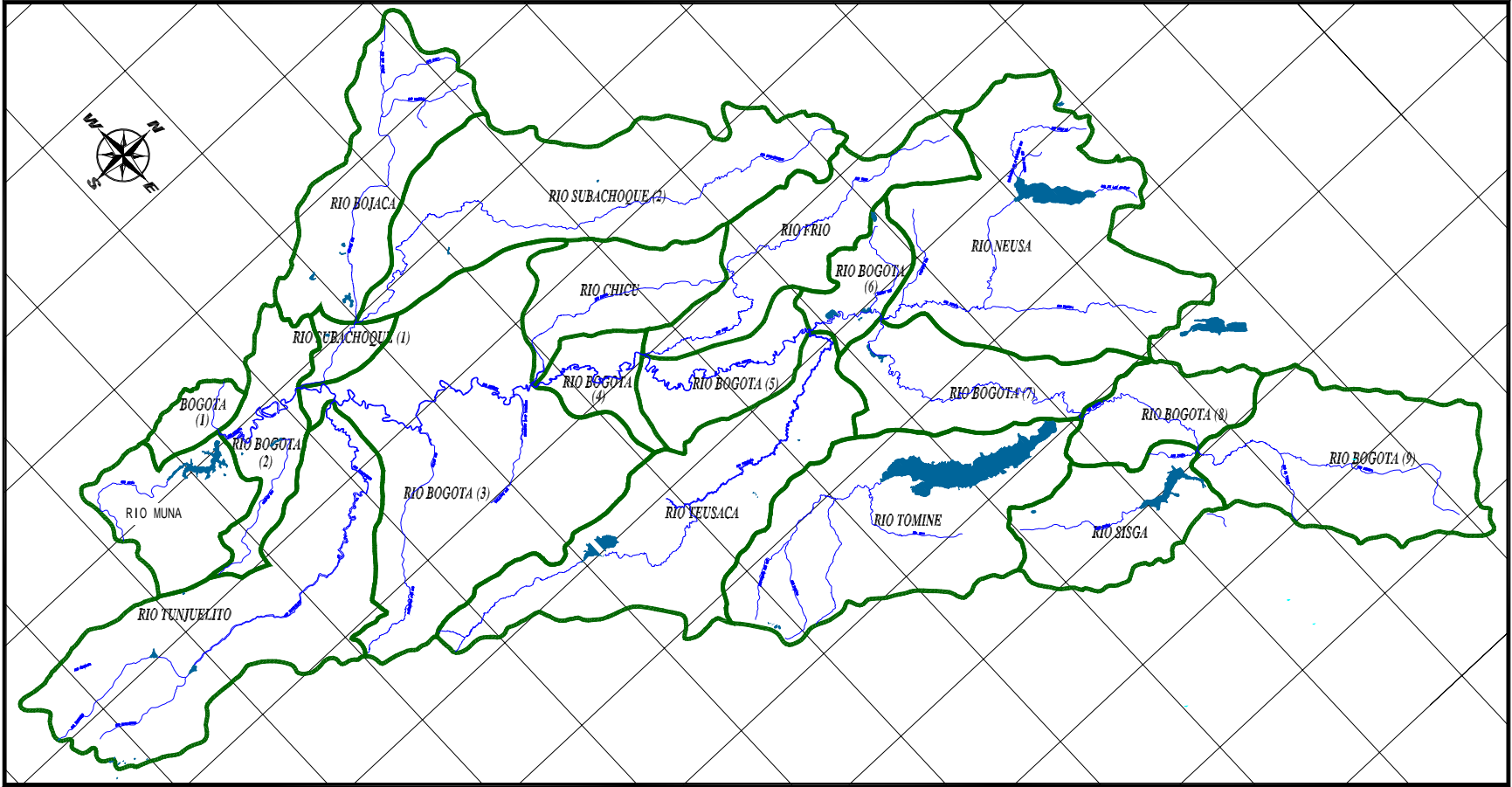


Figura-2.8 Divisiones de las Cuencas Hidrológicas del Área de Estudio

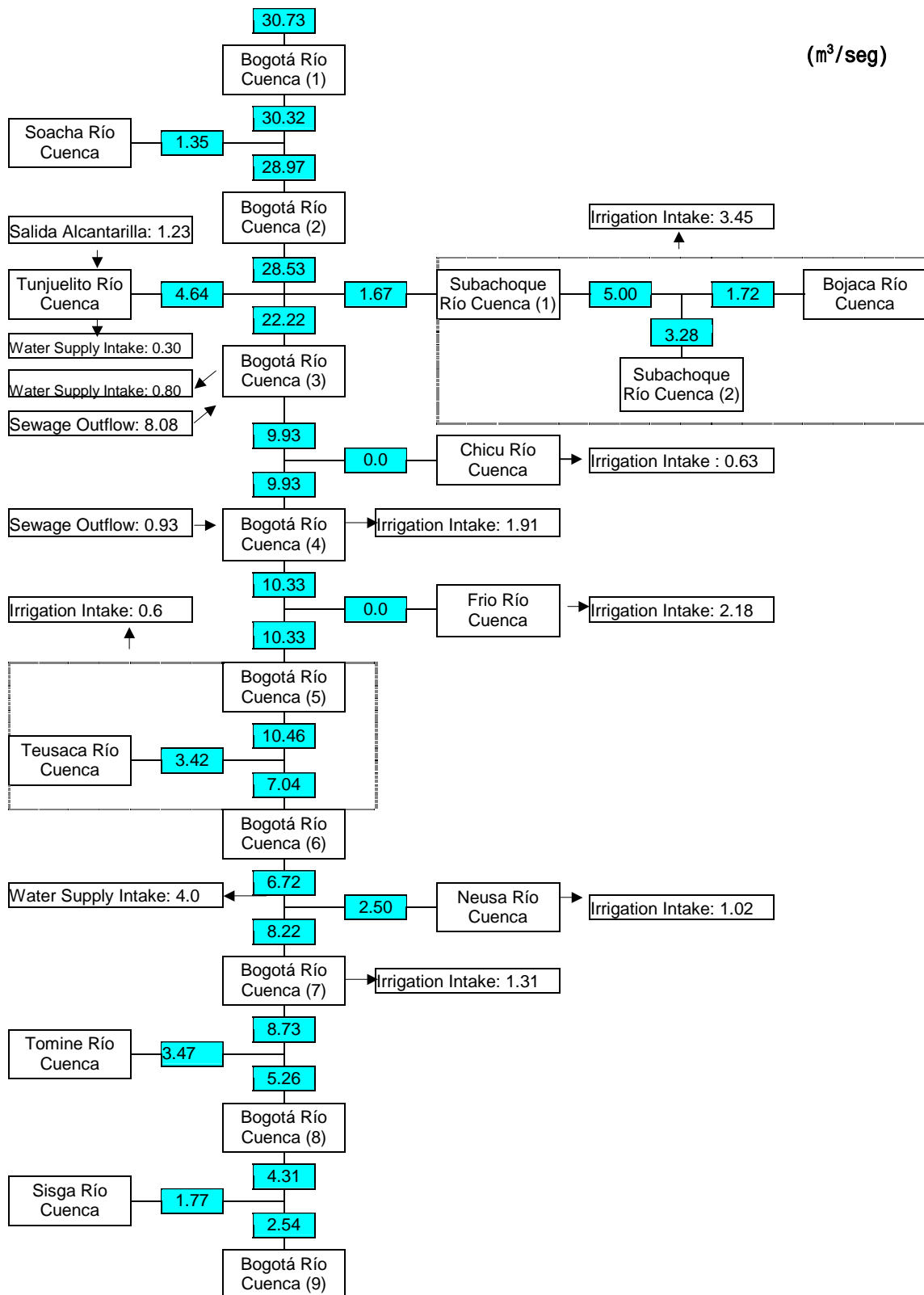


Figura-2.9 Sistema de división de cuencas hidrológicas en el área de estudio (m³/seg)

Tabla-2.4 Estaciones de Observación Hidrológica en el Área del Estudio

	Estación No	Nombre de la estación	Coordenadas		Periodo de Observación	Descarga Anual (m ³ /s)
			x=N	Y=E		
Bogotá	-	ALICACHÍN	1051860	1019820	1956-1999	28.421
	2120806	-	-	-	-	31.152
	2120802	CANALETA PARSHALL	984600	1004350	1970-2001	23.066
	2120714	PTE. CUNDINAMARCA	1010950	989670	1957-1999	9.487
	2120742	LA Balsa	1025800	1000700	1940-1999	6.812
	2120734	PTE VARGAS	1035920	1007895	1946-1999	2.478
	2120793	EL ESPINO	1047940	1011570	1953-1999	2.612
	2120792	TOCANCIPÁ	1041500	1018200	1928-1999	4.833
	2120767	PTE FLORENCIA	1049290	1025200	1962-1999	5.986
	2120755	SAN JORGE	989110	987600	1961-1999	0.027
2120816	STA ROSITA	1056782	1036018	1973-1999	5.036	
Tunjuelito	2120701	PUENTE BOSA	980200	1002255	1970-2001	4.649
	2120836	AVENIDA BOYACÁ	992991	997146	1989-2001	4.836
	2120750	CANTARRANA	995200	987150	1958-1998	2.908
	2120759	CANALETA PARSHALL	990000	977000	1960-2001	0.374
Bojacá	2120752	PTE GALINDO	1013340	975580	1956-1999	0.519
	2120756	EL RECREO	1022485	971885	1960-1999	0.637
	2120795	ALTAMIRA	1026800	969460	1968-1998	0.227
	2120912	LA TRIBUNA	1029300	963200	1993-1999	0.104
Chocontá	2120719	SAUCIO	11056820	1041145	1945-1999	2.546
	2120815	VILLAPINZON	1068510	1053100	1973-1999	0.854
	2120917	PTE. CHOCONTA	1060970	1045390	1992-1999	0.573
	2120879	LAS MERCEDES			1993-1999	0.063
Frío	2120735	PTE LA VIRGINIA	1036500	1001200	1947-1999	1.765
	2120925	PTE CALAMAR	1038840b	999380	1996-1999	1.198
	2120787		1043930	1001520	1964-1999	1.091
	2120768	LAS LAJAS	1046060	1012085	1955-1999	2.508
Neusa	2120875	PTE. CHECUA	1058500	1023600	1990-1999	0.204
	2120918	EL VOLADOR	1062000	1010000	1993-1999	0.565
	Neusa	Neusa	1060090	1011800	1954-2000	1.716
	2120793	EL ESPINO	1047940	1011570	1953-1999	6.633
	R/servorio	Sisga	-	-	1995-2000	1.641
Sisga	2120870	LA IBERIA	1048320	1039460	1994-1999	1.258
	2120868	STA. MARTA	1049850	1041350	1991-1999	0.324
	2120845	EL BOSQUE	1025800	983600	1992-1999	0.582
S/bachoque	2120758	LA MURALLA	1029600	987280	1960-1999	0.072
	2120800	PTE MANRIQUE	1035011	989155	1950-1999	0.516
	2120766	LA PRADERA	1044880	993954	1962-1999	0.272
	2120788	PTE. ADOBES	1032210	1012505	1968-1999	3.151
Teusacá	2120878	EL VERGEL	1029500	1013700	1981-1999	2.869
	2120872	PTE. LA CALERA	1014000	1012400	1991-1999	0.230
	R/servorio	Tominé	-	-	1995-2000	3.1416

Appendix-1.1 Areas (km²) of the STUDY AREA by Municipality

Municipality	Municipality Areas (km ²)	Study Area	
		Areas (km ²)	% to Municipality Areas
1 Bogotá	1.605	769,0	48
2 Bojacá	106	81,6	77
3 Cajicá	53	53,0	100
4 Chía	76	76,0	100
5 Chocontá	302	253,2	84
6 Cogua	132	131,9	100
7 Cota	52	52,0	100
8 Cucunubá	110	14,3	13
9 El Rosal	88	73,0	83
10 Facatativá	160	156,1	98
11 Funza	71	71,0	100
12 Gachancipá	44	44,0	100
13 Guasca	346	213,9	62
14 Guatavita	249	157,9	63
15 La Calera	340	184,8	54
16 Madrid	120	120,0	100
17 Mosquera	107	107,0	100
18 Nemocón	99	99,0	100
19 Pasca	277	28,7	10
20 Sesquilé	143	142,7	100
21 Sibaté	120	98,0	82
22 Soacha	187	185,9	99
23 Sopó	103	103,0	100
24 Subachoque	207	197,5	95
25 Suesca	176	123,0	70
26 Tabio	74	74,0	100
27 Tausa	194	142,8	74
28 Tenjo	117	117,0	100
29 Tocancipá	72	72,0	100
30 Villapinzón	235	138,6	59
31 Zipaquirá	194	188,0	97
Total of Areas	6.159	4.268,7	69

Source: Municipality Areas; from IGAC

Note:

- (1) The Study Team overlaid the study area map on the IGAC municipality topographic map of 1:100,000 scales in 1993 and then calculated the areas of the Study Area by municipality.
- (2) Areas of Soacha, Subachoque and El Rosal that were divided or newly created after 1995 were adjusted.

Appendix-1.2 Census Population of the Study Area

Unit: persons

Municipalities	All Municipality related to Study Area				Study Area				
	Census			Estimation	Census			Estimation	
	1973	1985	1993	2000	1973	1985	1993	2000	
A. Bogotá D.C.	2.571.548	3.982.941	4.945.448	6.437.842	2.571.548	3.982.941	4.945.448	6.437.842	
B. Municipalities (13) close to Bogotá D.C									
B-1	Municipalities (10): Water Supplied by EAAB, in Total or Part								
1)	Cajicá	12.439	20.749	29.504	40.154	12.439	20.749	29.504	40.154
2)	Chía	20.602	36.956	45.696	61.743	20.602	36.956	45.696	61.743
3)	Funza	17.660	27.229	37.774	51.508	17.660	27.229	37.774	51.508
4)	Gachancipá	2.625	3.356	5.506	6.707	2.625	3.356	5.506	6.707
5)	La Calera	11.807	15.332	17.852	24.188	7.665	10.190	12.482	17.051
6)	Madrid	18.099	27.047	39.212	52.110	18.099	27.047	39.212	52.110
7)	Mosquera	7.660	12.344	20.440	27.753	7.660	12.344	20.440	27.753
8)	Soacha	37.753	109.051	230.335	283.889	37.753	109.051	230.335	283.889
9)	Sopó	5.852	8.256	11.416	14.586	5.852	8.256	11.416	14.586
10)	Tocancipá	4.465	6.674	11.155	14.602	4.465	6.674	11.155	14.602
	Subtotal	138.962	266.994	448.890	577.240	134.820	261.852	443.520	570.103
B-2	Municipalities (3): Water Self-supplied								
1)	Cota	4.827	8.080	11.471	14.784	4.827	8.080	11.471	14.784
2)	Facatativá	34.348	51.639	69.552	90.266	34.348	51.639	69.552	90.266
3)	Zipaquirá	41.506	55.370	69.695	91.113	41.506	55.370	69.695	91.113
	Subtotal	80.681	115.089	150.718	196.163	80.681	115.089	150.718	196.163
	Subtotal	219.643	382.083	599.608	773.403	215.501	376.941	594.238	766.266
C. Other Municipalities (17)									
1)	Bojacá	2.982	3.744	4.846	6.010	2.551	3.311	4.461	5.538
2)	Chocontá	13.232	14.954	14.074	17.974	11.731	13.280	12.646	16.183
3)	Cogua	8.630	11.503	12.485	15.202	8.630	11.503	12.485	15.202
4)	Cucunubá	5.157	5.975	7.719	9.581	577	624	885	1.069
5)	El Rosal	-	-	-	7.828	-	-	-	7.828
6)	Guasca	6.996	11.679	9.150	11.208	4.905	7.865	6.581	8.129
7)	Guatavita	4.781	5.116	5.752	6.953	3.392	3.649	4.126	5.034
8)	Nemocón	6.208	6.804	8.385	10.778	6.208	6.804	8.385	10.778
9)	Pasca	10.557	9.446	9.117	11.383	889	787	730	891
10)	Sesquilé	4.490	5.601	6.381	6.779	4.490	5.601	6.381	6.779
11)	Sibaté	14.037	20.049	21.266	29.808	12.952	19.057	19.964	28.004
12)	Subachoque	9.614	14.180	16.704	13.751	9.261	13.641	16.068	13.285
13)	Suesca	7.643	9.002	10.410	13.680	5.663	6.805	8.161	10.787
14)	Tabio	7.094	8.310	10.063	11.962	7.094	8.310	10.063	11.962
15)	Tausa	4.484	6.062	6.118	7.214	3.086	4.010	4.182	4.787
16)	Tenjo	6.733	8.920	15.493	19.357	6.733	8.920	15.493	19.357
17)	Villapinzón	11.890	14.324	13.130	16.312	8.187	9.870	9.439	11.818
	Subtotal	124.528	155.669	171.093	215.780	96.349	124.037	140.049	177.430
	Total of Study Area	344.171	537.752	770.701	989.183	311.850	500.977	734.288	943.696
	Bogotá and All Municipality	2.915.719	4.520.693	5.716.149	7.427.025	2.883.398	4.483.918	5.679.736	7.381.538

Source: Colombia Estadística 1993-1997, DANE, 1999 / Anuario Estadístico 1997-1998, Cundinamarca

Note: Study Area Population was calculated;

(Urban population)+ (Rural population; each area (km²) proportion of the Study Area was applied to calculate each rural population. Urban population of Cucunabá, Tausa and Pasca were eliminated due to nonexistence within the Study Area.

Appendix-1.3 Cropping Areas of the Study Area in 1999

Unit: ha

Cropping Classification		Transitory			Permanent	Annual	Total
Municipalities		Potato	Others	Total			
1	Bojacá	55	698	753	0	0	753
2	Cajicá	0	437	437	8	0	445
3	Chía	100	160	260	0	28	288
4	Chocontá	828	95	923	132	0	1.056
5	Cogua	2.897	100	2.997	5	0	3.002
6	Cota	170	585	755	0	0	755
7	Cucunubá	19	16	35	0	0	35
8	El Rosal	600	440	1.040	48	0	1.088
9	Facatativá	190	165	355	47	0	402
10	Funza	500	658	1.158	0	0	1.158
11	Gachancipá	48	20	68	0	28	96
12	Guasca	1.003	79	1.082	23	0	1.105
13	Guatavita	2.004	125	2.129	0	0	2.129
14	La Calera	456	72	529	11	0	540
15	Madrid	790	2.925	3.715	80	0	3.795
16	Mosquera	40	330	370	0	0	370
17	Nemocón	0	80	80	0	0	80
18	Pasca	128	116	244	30	0	273
19	Sesquilé	2.396	20	2.416	4	0	2.420
20	Sibaté	1.407	219	1.626	117	78	1.822
21	Soacha	220	53	273	3	0	276
22	Sopó	40	100	140	18	0	158
23	Subachoque	1.788	277	2.065	0	0	2.065
24	Suesca	1.381	245	1.626	4	28	1.658
25	Tabio	150	150	300	0	0	300
26	Tausa	3.608	72	3.680	0	0	3.680
27	Tenjo	150	12	162	0	100	262
28	Tocancipá	44	80	124	23	29	176
29	Villapinzón	2.775	52	2.828	5	24	2.856
30	Zipaquirá	6.500	740	7.240	0	0	7.240
Total of Study Area		30.288	9.122	39.409	558	315	40.282
Cundinamarca		61.505	59.631	121.136	91.051	8.840	221.027

Source: Estadísticas Agropecuarias Vol. 16 - 2000, URPA, Gobernación de Cundinamarca

Note: Original data was adjusted by the proportion of areas of the Study Area in Appendix-7.1.

Appendix-1.4 Livestock of the Study Area in 1999

Item		Cattle	Production of Milk	Pastureland (ha)		Poultry
Municipalities		(head)	(liter/day)	Total Area	Irrigated Area	(head)
1	Bojacá	2.360	9.154	1.946	35	19.025
2	Cajicá	4.282	17.321	2.500	1.600	600.000
3	Chía	7.800	30.800	4.000	120	220.000
4	Chocontá	10.764	11.178	3.974	422	92.488
5	Cogua	14.489	52.444	6.493	1.786	179.810
6	Cota	11.113	44.800	4.800	2.800	40.000
7	Cucunubá	475	1.155	219	1	1.411
8	El Rosal	5.667	37.011	5.300	0	320.000
9	Facatativá	15.270	60.800	7.500	530	80.000
10	Funza	17.016	80.115	4.690	250	34.000
11	Gachancipá	8.175	16.700	6.500	1.275	430.000
12	Guasca	7.365	27.474	3.478	0	4.083
13	Guatavita	3.717	6.262	7.514	0	3.131
14	La Calera	7.888	10.589	7.966	215	9.127
15	Madrid	14.322	85.492	5.100	4.900	64.960
16	Mosquera	12.010	56.784	6.300	4.650	53.350
17	Nemocón	13.500	109.200	6.800	4.500	100.000
18	Pasca	916	1.331	1.228	717	10.769
19	Sesquilé	8.236	20.165	7.587	799	91.838
20	Sibaté	6.685	22.028	5.027	547	12.509
21	Soacha	8.314	44.265	6.700	1.600	1.534
22	Sopó	10.812	82.164	7.400	2.400	83.000
23	Subachoque	9.946	35.827	10.372	2.401	4.258
24	Suesca	5.730	15.465	5.523	1.105	135.318
25	Tabio	6.350	33.275	3.825	2.820	43.000
26	Tausa	5.643	9.564	6.102	0	1.443
27	Tenjo	14.070	68.900	8.237	880	10.000
28	Tocancipá	6.532	59.355	15.402	880	170.000
29	Villapinzón	6.823	8.673	3.244	220	150.339
30	Zipaquirá	13.419	58.122	10.700	2.000	3.550
Total of Study Area		259.688	1.116.413	176.429	39.453	2.968.944
Cundinamarca		1.177.644	2.191.705	1.174.014	76.500	33.676.748

Source: Estadísticas Agropecuarias Vol. 16 - 2000, URPA, Gobernación de Cundinamarca

Note: Original data was adjusted by the proportion of areas of the Study Area in Appendix-7.1.

Appendix-1.5 Cultivate Areas of Flower for Export Ornament in CUNDINAMARCA (Registered Areas in ICA 1998)

Unit: ha

Municipalities		Total Areas	Carnation	Mini-carnation	Rose	Spray-rose	Pompon	Alstro-meria	Gypso-phila	Statice	Others
1	Bojacá	96.9	37.9	10.0	32.0	0.2	-	7.5	-	-	9.3
2	Cajicá	126.8	22.0	0.5	88.1	-	3.6	0.2	4.8	0.3	7.3
3	Chía	188.9	11.3	10.4	103.7	0.5	21.7	5.1	20.2	1.1	14.9
4	Chocontá	1.5	-	-	1.5	-	-	-	-	-	-
5	Cogua	18.5	-	-	18.4	-	-	-	-	-	0.1
6	Cota	138.5	3.8	37.1	71.9	13.8	-	1.1	3.7	-	7.1
7	Facatativá	290.4	120.8	30.0	101.3	1.4	-	12.5	9.0	1.0	14.4
8	Funza	362.9	78.1	74.8	105.0	0.5	46.3	29.1	7.7	1.4	20.0
9	Gachancipá	85.6	25.9	10.9	35.8	-	-	1.5	-	5.3	6.2
10	Guasca	68.3	33.9	8.9	14.8	-	-	-	6.8	-	3.9
11	La Calera	7.0	-	-	6.8	-	-	-	-	-	0.3
12	Madrid	827.6	228.5	99.3	308.6	3.7	66.5	57.0	23.1	12.3	28.6
13	Mosquera	67.6	3.0	8.4	32.0	1.0	1.0	11.4	-	2.0	8.7
14	Nemocón	90.9	38.2	17.7	28.7	-	-	-	3.2	1.0	2.0
15	Sesquilé	126.5	7.3	9.1	78.1	0.5	-	-	18.2	2.9	10.5
16	Sibate	88.5	79.7	1.8	7.0	-	-	-	-	-	-
19	Soacha	60.0	37.0	2.5	19.5	-	-	-	-	1.0	0.0
20	Sopó	169.5	89.7	29.2	26.6	-	-	3.8	6.5	2.9	10.8
21	Subachoque	445.5	131.0	36.1	243.3	6.3	1.7	4.0	5.7	3.2	14.2
22	Suesca	171.7	40.7	9.2	105.2	4.6	-	1.5	4.4	3.3	2.9
23	Tabio	32.7	-	-	29.4	-	1.3	-	1.0	0.9	0.1
24	Tenjo	255.0	44.4	16.9	153.5	-	1.5	5.8	7.2	7.1	18.5
25	Tocancipá	263.3	61.3	26.9	148.2	1.2	3.0	6.1	7.9	2.5	6.2
26	Zipaquirá	59.6	12.9	4.4	19.6	-	6.5	0.5	0.8	2.4	12.5
Total of Study Area		4,043.4	1107.4	444.1	1778.9	33.6	153.1	147.2	130.0	50.7	198.6
Cundinamarca		4,160.8	1125.7	447.1	1785.3	33.6	155.1	149.9	130.0	53.4	280.7
Source: Instituto Colombiano Agropecuario -ICA-											