

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

**INFORME FINAL  
INFORME SOPORTE**

**PARTE 14**

**PLAN DE DESARROLLO SOSTENIBLE  
DE LAS AGUAS SUBTERRANES**

**Informe Final**

**(Informe Soporte)**

**Parte 14 Plan De Desarrollo Sostenible De Las Aguas Subterráneas**

**Tabla de Contenido**

	Pag
Tabla de Contenido .....	i
Lista de Tablas y Figuras .....	ii
	Pag
<b>CAPITULO - 1 POLÍTICA BÁSICA DEL PLAN .....</b>	<b>14-1</b>
1.1 Importancia del Plan.....	14-1
1.2 Política básica de desarrollo de aguas subterráneas .....	14-1
1.3 Política básica de conservación de aguas subterráneas.....	14-3
<b>CAPITULO - 2 PROYECCIÓN DE DEMANDA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS .....</b>	<b>14-5</b>
2.1 Condiciones actuales del Área de Estudio .....	14-5
2.2 Proyección de la demanda de agua en el Área de Estudio .....	14-9
<b>CAPITULO - 3 PLAN DE DESARROLLO Y CONSERVACIÓN.....</b>	<b>14-17</b>
3.1 Proyecto de desarrollo y conservación de las aguas subterráneas en los cerros orientales de la Sabana de Bogotá (Proyecto Oriental).....	14-17
3.2 Plan de conservación de aguas subterráneas del área de alto uso de aguas subterráneas en la Sabana de Bogotá (Proyecto Occidental) .....	14-22
<b>CAPITULO - 4 PLAN DE MONITOREO .....</b>	<b>14-23</b>
<b>CAPITULO - 5 LAS INSTITUCIONES Y LA OPERACIÓN / MANTENIMIENTO .....</b>	<b>14-25</b>
<b>CAPITULO - 6 DISEÑO Y ESTIMACIÓN DE COSTOS.....</b>	<b>14-31</b>
6.1 Diseño.....	14-31
6.2 Estimación de costos .....	14-34
<b>CAPITULO - 7 PROGRAMA DE EJECUCIÓN .....</b>	<b>14-35</b>
<b>CAPITULO - 8 EXAMEN DE AMBIENTE INICIAL .....</b>	<b>14-37</b>
<b>CAPITULO - 9 EVALUACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>14-39</b>
9.1 Evaluación económica.....	14-39
9.2 Análisis financiero.....	14-44
9.3 Evaluación social.....	14-47

## **Lista de Tablas y Figuras**

	(Pag)
Tabla-1.1 Rendimiento seguro remanente por cuenca .....	14-2
Tabla-1.2 Proporción actual de utilización de aguas subterráneas .....	14-3
Tabla-2.1 Fuentes de agua por tipo y por sector en el Área de Estudio .....	14-5
Tabla-2.2 Capacidad de producción y suministro reales por planta de tratamiento (m3/seg) .....	14-6
Tabla-2.2 A Proyección de la demanda de la EAAB (nivel medio de la demanda) ....	14-7
Tabla-2.3 Población del Área de Estudio (Unidad: 1000 personas) .....	14-9
Tabla-2.4 Población por cuenca de río (1,000 personas) .....	14-9
Tabla-2.5 Tasas de proyección de la demanda de agua .....	14-10
Tabla-2.6 Demanda doméstica de agua proyectada (Unidad: 1000m3/día) .....	14-11
Tabla-2.7 Demanda de agua no doméstica proyectada (Unidad: 1000m3/día) .....	14-12
Tabla-2.8 Uso actual de agua en floricultura .....	14-12
Tabla-2.9 Demanda de agua proyectada para floricultura (Unidad: 1000m3/día) ....	14-12
Tabla-2.10 Demanda proyectada de agua para agricultura (Unidad: 1000m3/día) .....	14-13
Tabla-2.11 Demanda total de agua en el Área de Estudio .....	14-13
Tabla-2.12 Demanda de agua subterránea (m3/seg) .....	14-14
Tabla-2.13 Proyección de la población .....	14-15
Tabla-2.14 Proyección de tasas unitarias .....	14-16
Tabla-2.15 Proyección de la demanda de aguas subterráneas de los Cerros Orientales de la Ciudad de Bogotá .....	14-16
Tabla-2.16 Demanda de agua subterránea para irrigación en la parte central de la Sabana de Bogotá .....	14-17
Tabla-3.1 Plan de pozos del Proyecto Oriental .....	14-21
Tabla-3.2 Plan de pozos del Proyecto Occidental .....	14-22
Tabla-4.1 Plan de monitoreo .....	14-24
Tabla-6.1 Capacidad estándar de los pozos .....	14-31
Tabla-6.2 Diseño de instalaciones - Proyecto de Desarrollo y Conservación de las aguas subterráneas de los Cerros Orientales de la Sabana de Bogotá ...	14-33
Tabla-6.3 Diseño de instalaciones - Proyecto de Desarrollo y Conservación de las aguas subterráneas de los Cerros Orientales de la Sabana de Bogotá (continuación) .....	14-34
Tabla-6.4 Diseño de instalaciones- Proyecto Conservación de aguas subterráneas en la Parte Occidental de la Sabana de Bogotá .....	14-34

Tabla-6.5	Costo estimado aproximado - aguas subterráneas y conservación en la Sabana	14-35
Tabla-7.1	Costo estimado provisional del proyecto – Desarrollo y conservación de las aguas subterráneas de la Sabana de Bogotá	14-37
Tabla-8.1	Lista de chequeo para la selección	14-38
Tabla-8.2	Lista de chequeo para los objetivos	14-39
Tabla-9.1	Principales asunciones	14-40
Tabla-9.2	Costo económico del proyecto	14-41
Tabla-9.3	Costo de construcción y operación de invernaderos	14-41
Tabla-9.4	Costo de O&M	14-41
Tabla-9.5	Asunciones para los beneficios	14-43
Tabla-9.6	Asunciones para los beneficios	14-43
Tabla-9.7	Resultados de la evaluación económica de los dos proyectos	14-44
Tabla-9.8	Costo variable estimado de la planta de Tibitoc	14-44
Tabla-9.9	Resultado de la evaluación financiera del proyecto de los Cerros Orientales de Bogotá	14-45
Tabla-9.10	Estructura de fondos por año	14-45
Table-9.11	Programa de reembolso de préstamos	14-46
Tabla-9.12	Ejecución y plan de fondos	14-46
Tabla-9.13	Carga respectiva por año (Col\$ millones)	14-47
Tabla-9.14	Efecto en el empleo generado por el proyecto	14-48
Figura-1.1	Concepto de recarga artificial	14-5
Figura-1.2	EAAB Sistema de suministro de agua: a partir de finales del año 2001	14-8
Figura-1.3	Estructura estándar de pozo	14-18
Figura-1.2	Plan de pozos para el desarrollo y conservación del agua subterránea	14-19
Figura 5.1	Estructura Organizacional Recomendable del Manejo de Recurso Hidrográfico de la Cuenca del Río Bogotá	14-27

## **PARTE - 14 PLAN DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS**

### **CAPITULO - 1 Política básica del Plan**

#### **1.1 Importancia del Plan**

El plan propuesto para el desarrollo, conservación y manejo de las aguas subterráneas fue formulado mediante una aproximación científica y objetiva, con base en i) los datos sobre las condiciones naturales (meteorológicas, hidrológicas e hidrogeológicas) que fueron reunidos mediante mediciones y observaciones confiables, ii) el inventario de pozos y iii) la predicción de la demanda futura de agua.

Según el resultado de los sondeos y los análisis que se llevaron a cabo en este Estudio antes de la formulación de este plan, en el Área del Estudio se generan en promedio anual  $20\text{m}^3/\text{s}$  de aguas subterráneas. Esta cantidad corresponde al 18% de la precipitación anual (800mm). Actualmente se usan  $3,7\text{m}^3/\text{s}$  de aguas subterráneas que son el 20% de las aguas subterráneas generadas. Estas aguas subterráneas se usan para importantes actividades sociales y económicas como la irrigación, la producción de flores, el uso industrial y los acueductos. En este plan, se propone un método estratégico que asegura el uso sostenible de las aguas subterráneas y el desarrollo de aguas subterráneas de seguridad, de acuerdo con la demanda futura de agua. Este plan puede ser una guía del uso sostenible de las aguas subterráneas en enriquecedoras actividades sociales y económicas de las personas que viven en Sabana de Bogotá. Este plan se formuló con miras al año 2015, y debe revisarse continuamente según el cambio en la demanda de agua que corresponde a la situación social y económica y a los últimos datos obtenidos por el sondeo hidrogeológico que se llevarán a cabo.

#### **1.2 Política básica de desarrollo de aguas subterráneas**

##### **(1) Desarrollo óptimo de aguas subterráneas correspondiente al punto de rendimiento seguro**

En nuevo plan de desarrollo de aguas subterráneas, los pozos de producción deben diseñarse considerando el punto de rendimiento seguro por cuenca (60% de la recarga de las aguas subterráneas), en las cuales los niveles de agua subterránea serían afectados por este desarrollo. La cantidad de aguas subterráneas de los nuevos desarrollos debe ser menor al punto de rendimiento seguro (= punto de rendimiento seguro – tasa de bombeo actual) por cuenca. El desarrollo de aguas subterráneas de escala menor y media que causará sólo pequeña influencia debe planearse considerando el punto de rendimiento seguro restante por cuenca. El desarrollo de aguas subterráneas a gran escala con gran influencia en varias cuencas debe planearse teniendo en cuenta el total del punto de rendimiento seguro remanente en estas cuencas. Sin embargo, antes de la aplicación del proyecto, el cambio en el flujo y los niveles de las aguas subterráneas causados por este proyecto debe ser estudiado mediante la simulación de aguas subterráneas, etc, para confirmar que este plan es seguro.

**Tabla-1.1 Rendimiento seguro remanente por cuenca**

Cuenca	Rendimiento actual (mm/año)	Rendimiento seguro (mm/año)	Rendimiento seguro de la cuenca		Número posible de pozos estándar a ser perforados
			(mm/año)	(m <sup>3</sup> /día)	
Bogotá 1-3	42	63	21	39	390
Bogotá 4-6	72	90	18	11	114
Bogotá 7-9	18	37	19	28	290
Bojacá	36	77	41	24	246
Chicu	122	112	(-10)	(-3)	(-37)
Frio	23	60	37	19	197
Neusa	7	112	105	124	1.243
Sisga	0	86	86	35	358
Muna	4	35	31	10	109
Subachoque 1	3	43	40	3	35
Subachoque 2	52	90	38	40	402
Teusacá	15	100	85	82	822
Tominé	1	66	65	65	655
Tunjuelito	10	198	188	208	2.081
Toda el Área Estudio	27	86	59	689	6.899

Nota-1) Rendimiento seguro = recarga de aguas subterráneas x 60%

Nota-2) El rendimiento por pozo estándar es de 10m<sup>3</sup>/día

## (2) Política básica del desarrollo de las aguas subterráneas por acuífero

En cada cuenca del Área del Estudio hay tres acuíferos (Cuaternario, Terciario y Cretáceo). El agua subterránea es continua en estos acuíferos. El rendimiento seguro se calculó como la cantidad del total de aguas subterráneas que puede bombearse de tres acuíferos. Por consiguiente, en los nuevos desarrollos de aguas subterráneas la cantidad total que se bombea debe ser menor que el rendimiento seguro por cada cuenca. La política básica de desarrollo de las aguas subterráneas para cada acuífero es como se describe a continuación.

### < Cuaternario >

El acuífero cuaternario está clasificado en dos áreas, i) el área donde el agua subterránea ya se ha desarrollado totalmente y ii) el área en la cual el desarrollo actual es pequeño. En el área totalmente desarrollada, debe restringirse el nuevo desarrollo de aguas subterráneas, y su conservación es necesaria para poder continuar con el uso actual de dichas aguas. Por otro lado, en áreas cuyo actual desarrollo de las aguas subterráneas es pequeño, debe promoverse su desarrollo desde hoy en adelante, dependiendo de su demanda de agua.

### < Terciario >

Sólo pequeñas cantidades de agua pueden bombearse de los pozos del Terciario. En el acuífero del Terciario el desarrollo de las aguas subterráneas en pequeña escala es posible en el futuro, al igual que ahora.

### < Cretáceo >

El sistema del Cretáceo del Área del Estudio se distribuye por las montañas/cerros y las partes profundas de toda la Sabana de Bogotá. Este sistema del Cretáceo tiene una gran capacidad de producción de aguas subterráneas. Sin embargo, hasta ahora sólo pequeñas cantidades de agua subterránea del Cretáceo se han desarrollado en cada cuenca del Área del Estudio. Se concluye que el acuífero del Cretáceo es muy prometedor en nuevos desarrollos de aguas subterráneas. Sin embargo, el desarrollo de las aguas subterráneas de acuífero del Cretáceo profundo será costoso y tendrá riesgos considerables. Por otro lado, el desarrollo de las aguas subterráneas de acuífero del Cretáceo que se distribuye por las montañas/cerros tiene poco riesgo y altas posibilidades. Por consiguiente, debe llevarse a cabo nuevo desarrollo de las aguas subterráneas de acuífero del Cretáceo en montañas/cerros de Sabana de Bogotá que depende de la demanda de agua. Cuando el acuífero del Cretáceo que se distribuye por toda el Área del Estudio y tiene una alta capacidad de producción, este acuífero es conveniente para

el desarrollo de las aguas subterráneas a gran escala. Es más, el acuífero del Cretáceo se extiende más allá de las cuencas de los ríos, y hay posibilidad que puedan desarrollarse aguas subterráneas mayores al rendimiento seguro de la cuenca donde se localizan los sitios de desarrollo.

### (3) Política básica para el desarrollo de aguas subterráneas por cuenca

Debe planearse el desarrollo de aguas subterráneas por cuenca con base en la comparación entre la cantidad del bombeo actual y rendimiento seguro por cuenca. La Tabla-1.2 muestra la relación actual de utilización de las aguas subterráneas.

**Tabla-1.2 Proporción actual de utilización de aguas subterráneas**

Utilización actual de las aguas subterráneas	Relación de utilización	Cuenca
Área de alto uso de las aguas subterráneas	Más de 40%	Bogotá 1-3, Bogotá 4-6, Chico
Área de uso medio de las aguas subterráneas	20%-40%	Bogotá 7-9, Bojaca, Frio, Subachoque
Área de bajo uso de las aguas subterráneas	Menos de 20%	Neusa, Sisga, Teusacá, Tominé, Tunjelito

Note) Tasa de utilización de las aguas subterráneas = Cantidad de agua subterránea usada ÷ Rendimiento seguro

#### < Áreas de alto uso de aguas subterráneas >

En estas áreas, el nuevo desarrollo de aguas subterráneas debe estar sujeto a restricciones. Es más, la conservación de las aguas subterráneas es necesaria para poder continuar con el actual uso de dichas aguas.

#### < Áreas de uso medio de aguas subterráneas >

Todavía existe un potencial remanente de desarrollo de las aguas subterráneas en esta área. Sin embargo, la planificación cuidadosa para nuevos desarrollos de estas aguas es necesaria con base en el rendimiento seguro. Al mismo tiempo, debe formularse un plan de conservación de las aguas subterráneas.

#### < Áreas de bajo uso de aguas subterráneas >

En estas áreas, la cantidad actual bombeada es menor que el punto de rendimiento seguro. Debe promoverse con prioridad el desarrollo de estas aguas dependiendo de la demanda de agua de esta área.

### 1.3 Política básica de conservación de aguas subterráneas

Las áreas donde la conservación de las aguas subterráneas es requisito se clasifican tal como se muestra a continuación.

- ① Áreas donde la tasa de utilización de las aguas subterráneas es de media a alta.
- ② Áreas donde se planea el desarrollo a gran escala de aguas subterráneas.

Se propone un plan para la conservación de aguas subterráneas, para cada área, como se muestra a continuación.

#### (1) Áreas donde la tasa de utilización de aguas subterráneas es entre media a alta

La parte central y occidental de Sabana de Bogotá es clasificada en esta área. La producción agrícola es alta y la proporción de utilización de las aguas subterráneas también es alta en esta área. La conservación de aguas subterráneas es necesaria continuar el actual uso de las aguas subterráneas. El método de conservación se propone de la siguiente manera:

**< Recarga artificial de aguas subterráneas >**

Se propone la recarga artificial de aguas subterráneas para compensar el almacenamiento de las aguas del acuífero Cuaternario que fue consumido por bombeo. Se almacenará en estanques de reposo el exceso de agua de río de los afluentes aguas arriba en el centro y occidente de la Sabana de Bogotá. Esta agua se inyectará en el acuífero Cuaternario por medio de pozos de recarga. Esta recarga artificial contribuirá a la estabilización del suministro de agua para uso agrícola en la Sabana de Bogotá.

**< Alivio de la carga de las aguas subterráneas en el uso de agua >**

Para aliviar la carga de las aguas subterráneas en el uso de agua, debe promoverse: el uso de recursos alternativos de agua para la producción agrícola de flores (re-utilización del agua drenada, uso de agua lluvia y del río principal de Bogotá), traslado de sitios para la producción de flores, y promoción de estudios sobre el mejoramiento y eficiencia del riego.

**(2) Áreas donde se planean desarrollos a gran escala de aguas subterráneas**

Aunque el acuífero de Cretáceo tiene alta productividad, la recarga de aguas subterráneas a dicho acuífero, por medio de la lluvia, es limitada. Consecuentemente, en desarrollos a gran escala de las aguas subterráneas, la recarga artificial mediante el agua sobrante del río debe llevarse a cabo para minimizar la influencia de estos desarrollos.

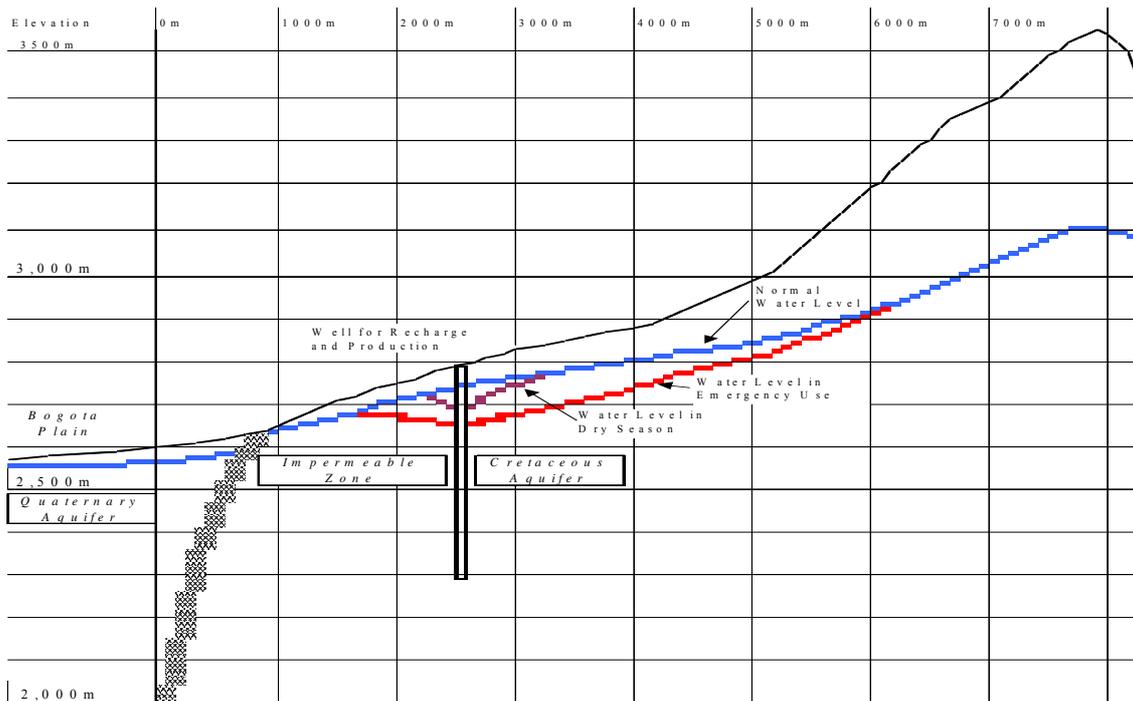


Figura-1.1 Concepto de recarga artificial

## CAPITULO - 2 Proyección de demanda de aguas subterráneas

### 2.1 Condiciones actuales del Área de Estudio

#### 2.1.1 Fuentes de agua

Las fuentes de agua en el Área del Estudio se resumen en la tabla-2.1. La tabla muestra que el agua subterránea sí es usada; para el uso doméstico en 12 municipios (39% de todos los municipios), para uso no doméstico, en 18 municipios (58%), para irrigación de cultivos de flores en 24 municipios (77%) y para irrigación de otros productos agrícolas en 20 municipios (71%). Se supone que el uso de irrigación sería el más predominante en el Área de Estudio. Bien sea dicho que las fuentes de agua por municipios están presentadas de forma mas precisa en el Apéndice 2.1

Tabla-2.1 Fuentes de agua por tipo y por sector en el Área de Estudio

Recursos	Proveedor	Uso doméstico	Uso no doméstico	Uso de la irrigación	
				Flores	Agricultura
Agua superficial	EAAB	11 municipios	11 municipios	-	-
	Otros	19 municipios	19 municipios	24 municipios	30 municipios
Agua subterránea		12 municipios	18 municipios	24 municipios	20 municipios

Nota: 1) Agua superficial para flores representa un uso de agua lluvia.

2) las cifras de agua superficial para uso en agricultura son asumidas.

#### 2.1.2 Sistema de suministro de agua de la EAAB

El sistema de suministro de agua actual de la EAAB se ilustra en la tabla-2.1. Se describen el suministro real de agua y la capacidad de producción de la EAAB en la tabla-2.2. La capacidad de producción era de 24.7m<sup>3</sup>/seg hasta el año 2000, pero ha crecido a 26.3m<sup>3</sup>/seg en el año 2001, debido a que la recientemente establecida Planta de El Dorado ha entrado en funcionamiento desde el final del año 2001 y muy pronto tomará el lugar de otras tres plantas: Vitelma, La Laguna y San Diego.

**Tabla-2.2 Capacidad de producción y suministro reales por planta de tratamiento (m<sup>3</sup>/seg)**

Planta		Items	1996	1997	1998	1999	2000	2001
EAAB Total		Capacidad de producción	24.7					(26.3)
		Suministro real	17.6	15.5	15.7	14.8	14.7	14.6
		Tasa de funcionamiento (%)	71	63	64	60	60	60
Planta de tratamiento	Wiesner	Capacidad de producción	12.0					
		Suministro real	11.0	5.2	9.3	8.5	9.4	8.3
		Proporción del funcionamiento (%)	92	43	78	71	78	69
	Tibitoc	Capacidad de producción	11.0					
		Suministro real	5.3	9.0	5.4	4.9	4.0	5.2
		Tasa de funcionamiento (%)	48	82	49	45	37	47
	Vitelma	Capacidad de producción	1.2					
		Suministro real	0.9	0.9	0.7	1.0	0.9	0.7
		Tasa de funcionamiento (%)	76	75	61	83	78	58
	La Laguna	Capacidad de producción	0.3					
		Suministro real	0.28	0.27	0.22	0.25	0.29	0.3
		Tasa de funcionamiento (%)	93	90	73	83	97	100
	San Diego	Capacidad de producción	0.17					
		Suministro real	0.13	0.11	0.10	0.12	0.12	0.10
		Tasa de funcionamiento (%)	76	65	59	71	71	59
	El Dorado	Capacidad de producción	(1.6)					
		Suministro real	-	-	-	-	-	(0.0024)
		Tasa de funcionamiento (%)	-	-	-	-	-	-

Fuente: Informe Anual Dirección de Producción, Año 1996-2001, EAAB,

El suministro real de agua y la capacidad de la producción de la EAAB, en seis (6) plantas de tratamiento, en el año 2001 era de 14.6m<sup>3</sup>/s, lo que es igual al 56% de la capacidad de producción del año 2001. El volumen de suministro de agua ha declinado, debido a la disminución del consumo causado por causas como 1) un rápido aumento de las tarifas, 2) una reducción de la presión de transferencia del agua, 3) una campaña de ahorro de agua y 4) un descenso económico nacional.

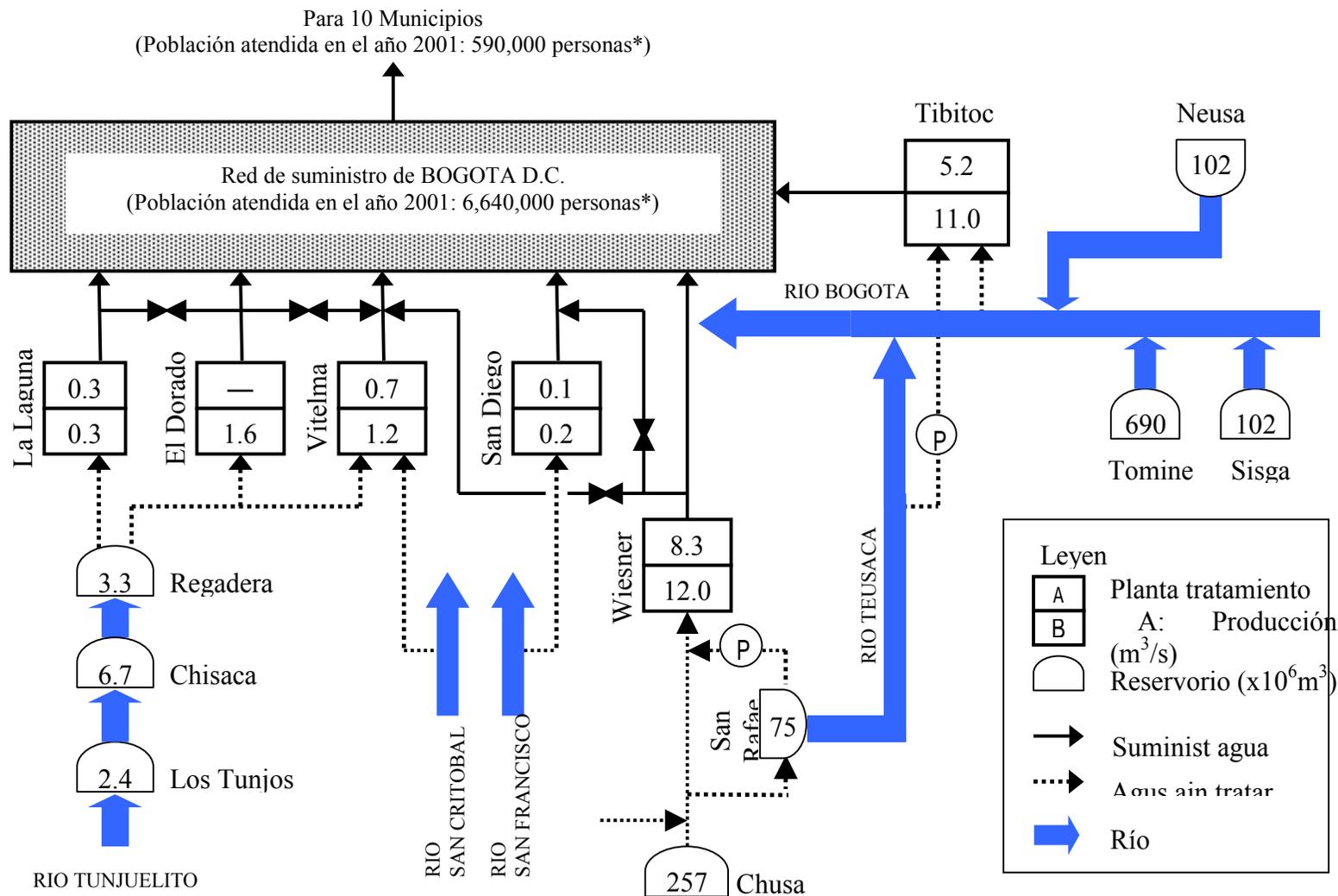
La EAAB suministra agua a 10 municipios de Cundinamarca actualmente, así como a Bogotá D.C, principalmente con agua en bloque, con excepción de Bogotá D.C., Soacha y Gachancipá. Según el informe “Actualización de la Proyección de la Demanda de Agua”, la EAAB tiene un plan para extender su suministro de agua a otros 2 municipios, Cota y Zipaquirá a partir del 2005.

La capacidad productiva se ha juzgado como suficiente hasta el año 2015 para la más alta demanda proyectada “Actualización de la Proyección de la Demanda de Agua 1999” de la

EAAB que se proyectó con base en el nivel de suministro de 1998 (15.7m<sup>3</sup>/segundo). La proyección de la demanda de la EAAB se presenta en la tabla-2.2A. No obstante, la EAAB depende para casi la mitad de su capacidad de producción de la Planta Wiessner, cuyos recursos de agua se localizan en un lugar distante. Por consiguiente, la planta se considera vulnerable ante desastres naturales o provocados. Por lo tanto, es importante desarrollar y almacenar agua segura y confiable contra dichos desastres tanto para las emergencias como para las sequías que puedan ocurrir en el Río Bogotá y otros ríos, que también son valiosos recursos de agua para la EAAB.

**Tabla-2.2A Proyección de la demanda de la EAAB (nivel medio de la demanda)**

Año	2000	2005	2010	2015	2020
m <sup>3</sup> /seg	15.3	18.1	20.3	23.0	25.9



Fuente: (\*): Actualización de la Proyección de la Demanda de Agua, EAAB

Nota: Producción es la cantidad del año 2001

Figura-1.2 EAAB Sistema de suministro de agua: a partir de finales del año 2001

## 2.2 Proyección de la demanda de agua en el Área de Estudio

### 2.2.1. Proyección de demanda de agua municipal

La demanda de agua municipal de tipo de uso domestico y no domestico (industrial, comercial y publico) esta proyectada en este capitulo.

#### (1) Proyección de demanda de agua doméstica

La demanda de agua doméstica es proyectada aplicando los factores siguientes, basados principalmente en los datos e información de la EAAB y la CAR.

#### Proyección de la Poblacion

La proyección de población del Área del Estudio se estima como se indica en la tabla-2.3. La proyección del año en objetivo 2015 seria de 10,5000,000 de personas, un incremento de 3 millones de personas durante 15 años. El Apéndice 2.2 muestra la proyección por municipio.

**Tabla-2.3 Población del Área de Estudio (Unidad: 1000 personas)**

Región		2000	2005	2010	2015	Crecimiento (%)
Bogotá D.C.		6,485	7,283	8,087	8,879	2.1
Municipios	13 (cerca a Bogotá)	842	1,022	1,221	1,438	3.6
	17 (otros)	165	170	177	186	0.8
	Subtotal	1,077	1,192	1,398	1,624	3.2
Total		7,492	8,475	9,485	10,503	2.8

Nota: El crecimiento es un promedio por año durante los años 2000 - 2015.

La distribución de la población por cada cuenca de río fue estimada por el Equipo de Estudio como se muestra en la tabla-2.4. La distribución de cada cuenca es hecha sobre las bases de los municipios. Los municipios ubicados en dos o mas cuencas son calculados de la siguiente manera: en general, la población rural es distribuida por el porcentaje de área de cada cuenca en el municipio y la población urbana de cada municipio es distribuida totalmente a la cuenca en la cual el pueblo esta ubicado. Sin embargo el área urbana del municipio de Chía esta localizada sobre el limite entre dos cuencas, por lo tanto la población urbana es dividida igualmente en cada cuenca.

**Tabla-2.4 Población por cuenca de río (1,000 personas)**

Cuenca de río	2000	2005	2010	2015	Crecimiento (%)
1 Bogotá 1	1.4	1.1	0.9	0.7	-4.8
2 Bogotá 2	396.7	499.7	629.5	793.0	4.7
3 Bogotá 3 Ciudad Oriental	2,086.3	2,318.4	2,576.5	2,863.2	2.1
4 Bogotá 3 Colinas Orientales	820.1	911.4	1,012.8	1,125.5	2.1
5 Bogotá 3 Oeste	120.8	136.5	154.2	174.3	2.5
6 Bogotá 4	307.3	342.2	381.0	424.2	2.2
7 Bogotá 5	206.7	232.6	261.7	294.5	2.4
8 Bogotá 6	77.9	88.2	99.8	113.0	2.5
9 Bogotá 7	27.0	31.3	36.3	42.0	3.0
10 Bogotá 8	8.6	9.3	10.1	10.9	1.6
11 Bogotá 9	20.8	20.5	20.1	19.8	-0.3
12 Bojacá	87.8	97.3	107.9	119.6	2.1
13 Chicú	27.0	32.8	39.9	48.5	4.0
14 Frio	46.6	48.4	50.2	52.2	0.8
15 Neusa	28.8	27.9	27.0	26.1	-0.7
16 Sisga	5.5	4.8	4.1	3.6	-2.9
17 Muña	24.1	24.3	24.6	24.8	0.2
18 Subachoque 1	1.1	1.1	1.1	1.2	0.1
19 Subachoque 2	77.4	86.7	97.3	109.0	2.3
20 Teusaca	313.9	349.4	388.9	432.9	2.2
21 Tominé	12.0	11.5	10.9	10.4	-1.0
22 Tunjuelito	2,796.8	3,101.1	3,439.7	3,816.2	2.1
Total	7,494.6	8,376.5	9,374.5	10,505.6	2.3

Otras unidades de tasa para la proyección de demanda de agua se establecen como se muestra en la tabla-2.4.

### **Proyección de la tasa de Consumo**

La tasa de consumo esta establecida como se muestra en la Tabla 2.5. la tasa de Bogota D.C. ha ido declinando del nivel de aproximadamente 160 litros/persona/día durante la primera mitad de los 90's debido a causas mencionadas con anterioridad. La tasa por municipio es descrita en el Apéndice-2.3.

### **Proyeccion de radio de cobertura del servicio**

El radio de cobertura del servicio aplicado para el estudio es mostrado en la Tabla 2.5

El radio de Bogota D.C. esta estimado del consumo actual basado en la facturación de la EAAB. El radio de 13 municipios esta establecido aplicando la información de “Monografías Territoriales (POT)”. Y el Equipo de Estudio estimó el radio de otros 17 municipios tomando como referencia los datos de la CAR.

El radio de 30 municipios esta estimado en que se incremente en un 5% durante 5 años si el radio ha adjuntado mas del 90% y en un 10% si es menos del 90%. El radio por municipio es mostrado en el Apéndice-2.3.

### **Proyección de la tasa de perdida de agua**

La tasa de perdida de agua adoptada para el estudio es mostrada en la Tabla 2.5. La tasa es también llamada “IANC” (índice de agua no contenible), el cual incluye agua no recargable que alcanza aproximadamente el 8%.

La tasa de Bogota D.C. y de 13 municipios es aplicada de los datos de la EAAB. El Equipo de Estudio estima la tasa de otros 17 municipios tomando referencia de los datos de la CAR. La tasa por municipio es mostrada en el Apéndice-2.3.

**Tabla-2.5 Tasas de proyección de la demanda de agua**

Items	Región		2000	2005	2010	2015
Unidad de la tasa de consumo (litro/persona/día)	Bogotá D.C.		115.6	112.5	109.3	109.3
	Municipios	13 (cerca de Bogotá)* (mínimo/máximo)	118.8 (103.0/182.2)	118.0 (103.0/182.2)	117.5 (103.0/182.2)	117.1 (103.0/182.2)
		17 (otros)* (mínimo/máximo)	132.2 (93.9/185.8)	131.9 (107.0/179.7)	130.1 (120.5/173.0)	127.0 (134.4/165.8)
		Sub total	121.0	120.0	119.1	118.3
	Total		116.3	113.5	110.7	110.7
Tasa de cubrimiento del servicio (%)	Bogotá D.C.		88.1	90.7	90.7	90.7
	Municipios	13 (cerca de Bogotá)* (mínimo/máximo)	87.4 (54.0/97.9)	88.4 (58.6/98.0)	89.4 (62.7/98.1)	90.4 (66.5/98.2)
		17 (otros)	80.0	82.0	83.8	85.4
		Sub total	86.1	87.5	88.7	89.8
	Total		87.8	90.2	90.4	90.6
Tasa de perdida de agua (%)	Bogotá D.C.		31.2	31.0	31.2	31.3
	Municipios	13(cerca de Bogotá)** (mínimo/máximo)	32.4 (18.2/34.2)	32.4 (18.1/34.2)	32.4 (18.2/34.2)	32.4 (18.3/34.2)
		17 (otros)	35.0	35.0	35.0	35.0

Nota: 1) \* Promedio medido con la población de los municipios , 2) \*\* un promedio simple

### **Demanda de Agua Domestica Proyectada**

Considerando todos los datos e información antedicha, se proyecta la demanda de agua por fuente de agua. El resultado se muestra en la tabla-2.6. El volumen de demanda de agua subterránea esta establecido basándose en la información de los reportes de la EAAB, la CAR y el POT.

De este modo, la demanda total del año en mira 2015 esta estimada en 1,529,000 m<sup>3</sup>/día (17.69m<sup>3</sup>/seg.), mientras que la demanda de agua subterránea esta en 23,000m<sup>3</sup>/día (0.27m<sup>3</sup>/seg.) lo que equivale a un 1.5% de la demanda total. La demanda por municipio es mostrada en el Apéndice-2.3.

**Tabla-2.6 Demanda doméstica de agua proyectada (Unidad: 1000m<sup>3</sup>/día)**

Agua	Región		2000	2005	2010	2015
Agua Superficial	Bogotá D.C.		960	1,077	1,165	1,281
	Municipalidades	13 (cerca de Bogotá)	117	139	166	198
		17 (otras )	26	27	28	27
		Subtotal	143	166	194	225
	Total		1,103	1,243	1,359	1,506
Agua Subterránea	Bogotá D.C.		0	0	0	0
	Municipalidades	13 (cerca de Bogotá)	9	11	13	14
		17 (otras)	6	6	7	9
		Subtotal	15	17	20	23
	Total		15	17	20	23
Total	Bogotá D.C.		960	1,077	1,165	1,281
	Municipalidades	13 (cerca de Bogotá)	126	150	179	212
		17 (otras)	32	33	35	36
		Subtotal	158	183	214	248
	Total		1,118	1,260	1,379	1,529

### **(2) Proyección de Demanda de Agua no doméstica del Área del Estudio**

La demanda de agua no doméstica proveniente de agua superficial se proyecta basados en 2 proyecciones; la proyección de la demanda de Bogotá D.C. realizada por la EAAB y la proyección de la demanda de Cundinamarca, de la CAR. Según la proyección de la EAAB, la demanda de Bogotá D.C. crecerá en línea con el crecimiento del PIB, proporción que es aproximadamente un 4% por año. Según la proyección de la CAR, la demanda de agua comercial y pública se estima en 3.45% de la demanda de agua doméstica, mientras la demanda de agua industrial que presume el Equipo de Estudio también crecerá también al 4%.

Por otro lado, la demanda de agua subterránea real se obtiene de los datos del consumo real del DAMA y el volumen de concesión extraído del inventario de pozos, compilado por Hidrogeocol. Basados en estos datos reales, la demanda de agua subterránea para uso no doméstico, también se proyecta que crezca a tasas del 4% por año.

Teniendo en cuenta todos los datos anteriores, la demanda de agua no doméstica se proyecta como se presenta en la tabla-2.7.

**Tabla-2.7 Demanda de agua no doméstica proyectada (Unidad: 1000m<sup>3</sup>/día)**

Agua	Región		2000	2005	2010	2015
Agua superficial	Bogotá D.C.		284	369	443	536
	Municipios	13 (cerca de Bogotá)	22	29	36	43
		17 (otros)	4	4	4	4
	Subtotal		26	33	40	47
Total			310	402	483	583
Agua subterránea	Bogotá D.C.		15	19	22	27
	Municipios	13 (cerca de Bogotá)	7	8	10	12
		17 (otros)	3	4	5	6
	Subtotal		10	12	15	18
Total			<b>25</b>	<b>31</b>	<b>37</b>	<b>45</b>
Total	Bogotá D.C.		299	388	465	563
	Municipios	13 (cerca de Bogotá)	29	37	46	55
		17 (otros)	7	8	9	10
	Subtotal		36	45	55	65
Total			335	433	520	628

## 2.2.2 Demanda de agua para irrigación proyectada en el Área de Estudio

### (1) Floricultura

El uso de agua actual por parte de los floricultores en el Área de Estudio se resume en la tabla-2.8. Según ASOCOLFLORES, el área cultivada en flores se extiende en la actualidad a 5,800 ha en la Sabana de Bogotá. La tasa de consumo por unidad es de 0.30 litros/segundo/ha. La demanda de agua subterránea asciende a 80% de la demanda total de agua; el restante 20% confía en el agua lluvia recogida en los estanques.

**Tabla-2.8 Uso actual de agua en floricultura**

Artículos		Comentarios	Cantidad	Unidad
Área	Total	Llanura de Bogotá; según ASOCOLFLORES	5,800	ha
	Registrada	ICA (Instituto Colombiano de Agropecuario)	4,043	ha
Consumo por	unidad	Datos estadísticos de ASOCOLFLORES	0.30	litros/segundo/ha
Uso total de agua			150	1000m <sup>3</sup> /día
<b>Agua subterránea</b>			<b>120</b>	<b>1000m<sup>3</sup>/día</b>

Se debe notar que el crecimiento de la tasa de producción ha ido declinando debido al incremento de la competencia en la penetración al mercado de los Estados Unidos. Según ASOCOLFLORES, una tasa tan alta de crecimiento, como antes, no puede esperarse en el futuro a causa de la alta competencia en el mercado americano. Teniendo en cuenta estas condiciones del mercado, la demanda de agua se proyecta crecer en un 2% por año.

De este modo, la demanda total del año en mira 2015 esta proyectada en 202,000 m<sup>3</sup>/día (2.34m<sup>3</sup>/seg.), mientras que la demanda de agua subterránea es de 162,000m<sup>3</sup>/día (1.87 m/seg.) como se muestra en la Tabla 2.9. La demanda por municipios es presentada en el Apéndice-2.5.

**Tabla-2.9 Demanda de agua proyectada para floricultura (Unidad: 1000m<sup>3</sup>/día)**

Agua	2000	2005	2010	2015
Agua superficial	30	33	36	40
<b>Agua subterránea</b>	<b>120</b>	<b>133</b>	<b>147</b>	<b>162</b>
Total	150	166	183	202

### (2) Agricultura

Según el estudio del CAR, la demanda de agua para agricultura actualmente asciende a 22

m<sup>3</sup>/seg en la Sabana de Bogotá. Entretanto, la cantidad de extraída de los ríos para usos agrícolas la estima en 10.52 m<sup>3</sup>/seg el Equipo de Estudio. Además, la demanda de agua subterránea para agricultura se estima en 1.85 m<sup>3</sup>/seg, según el inventario de pozos y otra información obtenida acerca de ellos. Podría considerarse que el resto de la demanda depende de la lluvia.

Basados en los datos anteriores, la demanda de agua para agricultura es proyectada aplicando la tasa bruta de 0.5% anual. De este modo, el total de la demanda del año en mira 2015 es proyectada en 1,152,000 m<sup>3</sup>/día (13.33 m<sup>3</sup>/seg.) mientras que la demanda de agua subterránea es de 173,000 m<sup>3</sup>/día (2.00m<sup>3</sup>/seg.) como se muestra en la Tabla 2.10.

**Tabla-2.10 Demanda proyectada de agua para agricultura (Unidad: 1000m<sup>3</sup>/día)**

Agua	2000	2005	2010	2015
Agua superficial	909	932	955	980
<b>Agua subterránea</b>	<b>160</b>	<b>164</b>	<b>168</b>	<b>173</b>
Total	1,069	1,096	1,124	1,152

### 2.2.3 Demanda total de agua subterránea en el Área de Estudio

La demanda total, tanto de agua superficial, como de agua subterránea en el año 2015 se resume en la tabla-2.11. La demanda de agua municipal se estima en 2,157,000 m<sup>3</sup>/día (24.96m<sup>3</sup>/seg.) de los cuales 68,000 m<sup>3</sup>/día (0.78m<sup>3</sup>/seg) es agua subterránea. La demanda de agua para irrigación en el Área de Estudio se estima en 1,355,000 m<sup>3</sup>/día (15.67 m<sup>3</sup>/seg) de los cuales, la demanda de agua subterránea es 335,000 m<sup>3</sup>/día (3.87 m<sup>3</sup>/seg). Así, la demanda de agua subterránea total se estima en 403,000 m<sup>3</sup>/día (4.65 m<sup>3</sup>/seg) para el año 2015.

**Tabla-2.11 Demanda total de agua en el Área de Estudio**

Uso del agua	Fuente del agua	2000		2015		
		1000m <sup>3</sup> /día	M <sup>3</sup> /s	1000m <sup>3</sup> /día	M <sup>3</sup> /s	
Agua municipal	Doméstico	Agua superficial	1.103	12,77	1.506	17,43
		Aguas subterráneas	15	0,17	23	0,26
		Total	1.118	12,94	1.529	17,69
	No-doméstico	Agua superficial	310	3,58	583	6,75
		Aguas subterráneas	25	0,29	45	0,52
		Total	335	3,87	628	7,27
	<b>Total</b>	Agua superficial	1.413	16,35	2.089	24,18
		<b>Aguas subterráneas</b>	<b>40</b>	<b>0,46</b>	<b>68</b>	<b>0,78</b>
		Total	1.453	16,81	2.157	24,96
Agua de irrigación	Flores	Agua superficiales	30	0,35	40	0,47
		Aguas subterráneas	120	1,39	162	1,87
		Total	150	1,74	202	2,34
	Agricultura	Agua superficiales	909	10,52	980	11,33
		Aguas subterráneas	160	1,85	1.152	2,00
		Total	1.069	12,37	1.020	13,33
	<b>Total</b>	Agua superficiales	939	10,87	<b>335</b>	11,80
		<b>Aguas subterráneas</b>	<b>280</b>	<b>3,24</b>		<b>3,87</b>
		Total	1.219	14,11	1.355	15,67
<b>Total</b>	Agua superficiales	2.352	27,22	3.109	35,98	
	<b>Aguas subterráneas</b>	<b>320</b>	<b>3,70</b>	<b>403</b>	<b>4,65</b>	
	Total	2.672	30,95	3.512	40,63	

### < Demanda de agua subterránea por cuencas de ríos y por sector >

El estudio sobre la distribución de la demanda de agua subterránea por cada cuenca de río fue realizado por el Equipo de Estudio, como se ilustra en la tabla-2.12. La distribución de agua doméstica por cada cuenca esta hecha sobre las bases del numero de población. La del uso no domestico y de irrigación están hechas sobre las bases de área del municipio, por el porcentaje de área de cada cuenca en el municipio.

**Tabla-2.12 Demanda de agua subterránea (m<sup>3</sup>/seg)**

Cuenca	Doméstica		No doméstica		Flores		Agricultura		Total	
	2000	2015	2000	2015	2000	2015	2000	2015	2000	2015
1 Bogotá (1)	-	-	0.004	0.008	0.005	0.007	0.002	0.002	0.012	0.017
2 Bogotá (2)	0.000	0.000	0.012	0.021	0.040	0.054	0.132	0.142	0.183	0.217
3 Bogotá (3)– Oriente Ciudad	-	-	0.074	0.134	-	-	0.110	0.119	0.184	0.252
4 Bogotá (3)–Cerros Orientales	-	-	0.005	0.009	-	-	0.000	0.000	0.005	0.009
5 Bogotá (3)–Occidental	0.031	0.050	0.016	0.028	0.175	0.236	0.293	0.316	0.514	0.631
6 Bogotá (4)	0.014	0.025	0.009	0.016	0.022	0.030	0.238	0.258	0.284	0.329
7 Bogotá (5)	-	-	0.006	0.010	0.070	0.094	0.155	0.168	0.231	0.272
8 Bogotá (6)	0.009	0.014	0.001	0.002	0.005	0.006	0.001	0.001	0.016	0.023
9 Bogotá (7)	0.002	0.001	0.008	0.014	0.205	0.267	0.087	0.094	0.301	0.376
10 Bogotá (9)	0.005	0.007	0.000	0.000	0.005	0.007	0.001	0.001	0.011	0.015
11 Bogotá (9)	0.000	0.000	-	-	0.005	0.006	0.000	0.000	0.006	0.007
12 Bojacá	0.028	0.039	0.018	0.032	0.184	0.248	0.019	0.021	0.249	0.340
13 Chicu	0.035	0.058	0.004	0.007	0.117	0.157	0.361	0.390	0.517	0.612
14 Frio	0.001	0.001	0.001	0.002	0.058	0.078	0.084	0.091	0.144	0.172
15 Neusa	0.005	0.005	0.000	0.000	0.046	0.071	0.045	0.049	0.096	0.124
16 Sisga	-	-	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001
17 Soacha	-	-	0.005	0.009	0.010	0.013	0.000	0.000	0.015	0.022
18 Subachoque (1)	0.000	0.000	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.003	0.005
19 Subachoque (2)	0.043	0.066	0.016	0.028	0.346	0.466	0.228	0.247	0.634	0.808
20 Teusaca	-	-	0.012	0.021	0.086	0.116	0.070	0.076	0.167	0.212
21 Tominé	-	-	0.000	0.000	0.008	0.011	0.000	0.000	0.008	0.011
22 Tunjuelito	-	-	0.101	0.182	0.003	0.003	0.024	0.026	0.128	0.211
Total	0.174	0.266	0.291	0.523	1.392	1.873	1.876	2.002	3.709	4.655

## 2.3 Proyección de demanda de agua subterránea en el Área del Plan de Desarrollo y Conservación

### 2.3.1 Proyecto de los Cerros Orientales de Bogotá

#### (1) Cerros orientales de la ciudad de Bogotá

##### (a) Proyección de la Población

Los cerros orientales de la ciudad de Bogotá constan de 3 áreas: 1) Los cerros orientales de la ciudad de Bogotá, 2) Los cerros de Suba y 3) Los cerros de Soacha. No hay ningún dato estadístico, sin embargo, sobre la población del área. Por consiguiente el Equipo de Estudio estima la población del área como se ilustra en la tabla-2.13, basados en el informe del estudio de la EAAB. La población del área se estima alcanzará los 750,000 habitantes en el año 2015, o sea, 7% de la población total de Bogotá D.C. y Soacha.

##### (b) Tasas Unitarias de Consumo

Las tasas de consumo esta proyectadas como se muestra en la Tabla 2.13. La tasas son establecidas generalmente sobre un reporte de estudio de la EAAB de “Actualización de la Proyección de la Demanda de Agua”. Sin embargo, las tasas de consumo de distritos residenciales exclusivos tales como Usaquen, Chico, Bosque Pino y Bosque Medina son establecidas basándose en otro reporte de estudio de la EAAB de “Estudio, Sectorización, Rehabilitación y Control de Fugas y Determinación de las condiciones Operacionales de las

Redes de Distribución Pertencientes a la Red de Acueducto de SantaFe de Bogota D.C. – Junio, 2201”. Además, en el distrito de Sorotama, el consumo del hospital que esta localizado en la parte baja del distrito esta considerado en (población 250 camas x 2 personas/cama; tasa de consumo = 150l/persona/dia) y sumado al consumo vecino.

**Tabla-2.13 Proyección de la población**

Localización	Sitio	Nombre de tanque	2000	2015	Crecimiento (%)
Vitelma	Vitelma (Recarga y suministro)	El Consuelo	17,200	23,600	2.1
Santana & Chico	Usaquen (Suministro de agua)	Usaquen	15,000	16,000	0.5
	Chico (Suministro de agua)	Chico	35,000	37,700	2.1
	Subtotal		50,000	53,700	1.7
Cerros Norte	Codito (Suministro de agua)	Codito	18,800	25,700	2.1
	Soratama (Suministro de agua)	Soratama	2,700	3,700	2.1
	Cerro Norte (Suministro de agua)	Cerro Norte	15,500	21,200	2.1
	Bosque Pino (Suministro de agua)	Bosque Pino	600	650	0.5
	Bosque Medina (Suministro de agua)	Bosque Medina	2,600	2,800	0.5
	Unicerros (Suministro de agua)	Unicerros	7,900	10,800	2.1
	Subtotal		48,100	64,900	2.0
Soacha	Sierra Morena III (Suministro agua)	Sierra Morena III	96,400	194,800	4.8
	Julio Rincon (Suministro de agua)	Julio Rincon	93,300	188,600	4.8
	Santillana (Suministro de agua)	Santillana	88,600	178,900	4.8
	Subtotal		278,300	562,300	4.8
Suba	Medio Suba (Suministro de agua)	Medio Suba	21,800	29,800	2.1
	Contralto de Suba (Suministro agua)	Contralto de Suba	14,400	19,600	2.1
	Subtotal		36,200	49,400	2.1
Total			429,800	753,900	3.9

Otra tasa unitaria para la proyección de la demanda se ilustra en la tabla-2.13.

**(c) Radio de Cobertura del Servicio**

Un Radio de Cobertura de servicio del 100% es aplicado como se presenta en la Tabla 2.14.

**(d) Tasas de Perdida de Agua**

La perdida técnica (como filtración) es considerada. La EAAB tiene un plan básico para reducir las tasas de perdida de a un 11% O 13% EN LOS PROXIMOS 10 años y los directores del sector respectivo están preparando un plan concreto de rehabilitación en el momento. En esta proyección, la tasa de perdida esta establecida en 20% en el 2015 a lo largo de una discusión con la EAAB como se muestra en la Tabla 2.14. Sin embargo, lo sitios que actualmente tienen el 20% de la tasa de perdida están considerados a permanecer en el mismo nivel de tasa de perdida.

**Tabla-2.14 Proyección de tasas unitarias**

Localización	Sitio	Nombre de Tanque	Tasa de consumo por unidad (l/persona/día)		Tasa de cubri. del servicio (%)	¿Riego Proporción de Pérdida (??)	
			2000	2015		2000	2015
Vitelma	Vitelma	El Consuelo	115.6	109.3	100	35	20
Santana & Chico	Usaquen	Usaquen	140.0	132.4	100	0	0
	Chico	Chico	140.0	132.4	100	21	20
Eastern	Codito	Codito	115.6	109.3	100	0	0
	Soratama	Soratama	143.5	129.7	100	47	20
	Cerro Norte	Cerro Norte	115.6	109.3	100	12	12
	Bosque Pino	Bosque Pino	170.0	160.7	100	20	20
	Bosque Medina	Bosque Medina	170.0	160.7	100	0	0
	Unicerros	Unicerros	115.6	109.3	100	45	20
Soacha	Sierra Morena III	Sierra Morena III	115.6	109.3	100	13	13
	Julio Rincon	Julio Rincon	115.6	109.3	100	30	20
	Santillana	Santillana	115.6	109.3	100	6	6
Suba	Medio Suba	Medio Suba	115.6	109.3	100	38	20
	Alto de Suba	Alto de Suba	115.6	109.3	100	20	20

**(e) Demanda de Agua Subterránea**

Basados en lo anterior, la demanda de agua subterránea en los cerros orientales de la ciudad de Bogotá se proyecta como aparece en la tabla-2.15, que asciende a 0.736 m3 en el año 2000 y 1.145 m3 en el 2015.

**Tabla-2.15 Proyección de la demanda de aguas subterráneas de los Cerros Orientales de la Ciudad de Bogotá**

Localiz.	Sitio	Nombre del Tanque	2000	2005	2010	2015
Vitelma	Vitelma	El Consuelo	0,035	0,036	0,036	0,037
Santana & Chico	Usaquen	Usaquen	0,024	0,024	0,024	0,024
	Chico	Chico	0,072	0,078	0,084	0,091
Cerros Norte	Codito	Codito	0,025	0,027	0,030	0,033
	Soratama	Soratama	0,008	0,008	0,007	0,007
	Cerro Norte	Cerro Norte	0,024	0,026	0,028	0,031
	Bosque Pino	Bosque Pino	0,001	0,001	0,001	0,002
	Bosque Medina	Bosque Medina	0,005	0,005	0,005	0,005
	Unicerros	Unicerros	0,019	0,018	0,018	0,017
Soacha	Sierra Morena III	Sierra Morena III	0,148	0,184	0,228	0,283
	Julio Rincon	Julio Rincon	0,178	0,184	0,228	0,283
	Santillana	Santillana	0,126	0,156	0,194	0,241
Subtotal			0,667	0,775	0,908	1,069
Suba	Suba Medio	Suba Medio	0,046	0,046	0,046	0,046
	Altos de Suba	Altos de Suba	0,023	0,026	0,028	0,030
Subtotal			0,069	0,071	0,074	0,076
Total			0,736	0,846	0,981	1,145

**(2) Yerba Buena**

El volumen del desarrollo de agua subterránea en Yerba Buena esta planeado en 1 m3/seg. Este volumen de desarrollo beneficiará a 550,000 personas tomando en cuenta la tasa unitaria de consumo (115.61/persona/día) y la tasa de perdida de agua (filtración 26%) de Bogotá D.C.

**(a) Demanda total de agua subterránea en los Cerros Orientales**

La demanda total de agua subterránea de los Cerros Orientales de la Ciudad de Bogotá y la Parte de Yerba Buena sumará 1.736 m3/seg en el año 2000 y 2.145 m3/seg en el año 2015.

### **2.3.2 Proyecto para la Parte Occidental de La Sabana de Bogotá**

El plan de conservación en el área central de la Sabana de Bogotá contiene 6 cuencas de ríos presentadas previamente en el Capítulo 3 así: 1) Río Bogotá(3) Occidente, 2) Río Bogotá(7), 3) Río Bojacá y 4) Río Chico, 5) Río Frio, y 6) Río Subachoque(2).. En el área, el uso de irrigación para flores y agricultura es intensivo en el uso de agua subterránea que sumaría 2.157 m<sup>3</sup>/seg en el año 2000 y 2.611 m<sup>3</sup>/seg en el 2015, como se presenta en la tabla-2.16.

**Tabla-2.16 Demanda de agua subterránea para irrigación en la parte central de la Sabana de Bogotá**

Cuenca del río	Flores		Agricultura		Total	
	2000	2015	2000	2015	2000	2015
1. Bogotá (3)-Occidente	0,175	0,236	0,293	0,316	0,468	0,552
2. Bogotá (7)	0,205	0,267	0,087	0,094	0,292	0,361
3. Bojacá	0,184	0,248	0,019	0,021	0,203	0,269
4. Chico	0,117	0,157	0,361	0,390	0,478	0,547
5. Frio	0,058	0,078	0,084	0,091	0,142	0,169
6. Subachoque (2)	0,346	0,466	0,228	0,247	0,574	0,713
Total	1,085	1,452	1,072	1,159	2,157	2,611

## **CAPITULO - 3 Plan de desarrollo y conservación**

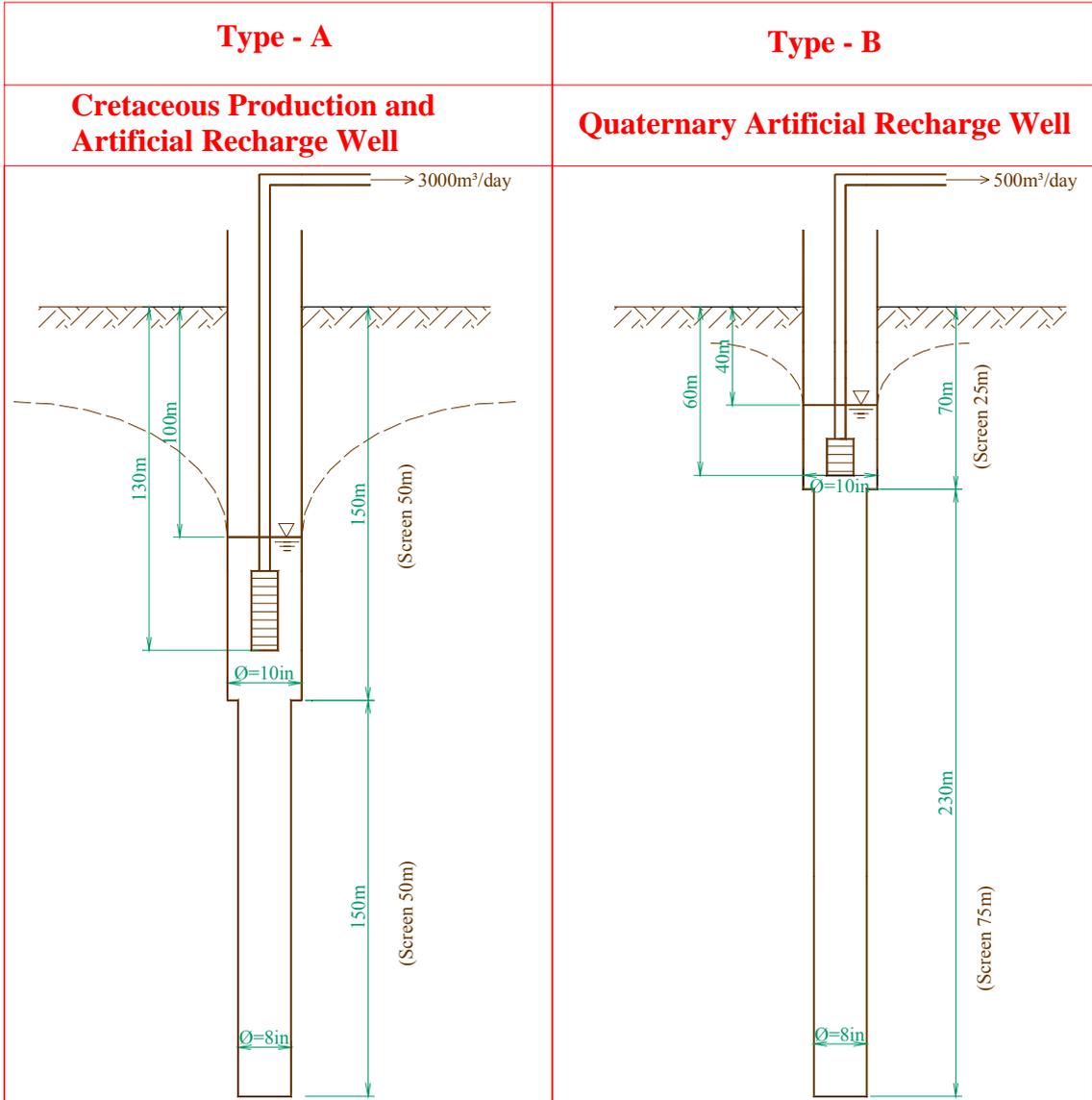
### **3.1 Proyecto de desarrollo y conservación de las aguas subterráneas en los cerros orientales de la Sabana de Bogotá (Proyecto Oriental)**

#### **(1) Área del proyecto**

Las áreas de este proyecto están localizadas en los Cerros Orientales que incluyen las áreas de Soacha, Vitelma, San Diego, Santa Ana y Chico, los cerros el área de Norte, Yerbabuena y el área de Suba.

#### **(2) Propósito del proyecto**

Este proyecto son trabajos públicos de mejora ambiental con el propósito de suministrar agua y mejorar el ambiente acuífero.



**Figura-1.3 Estructura estándar de pozo**

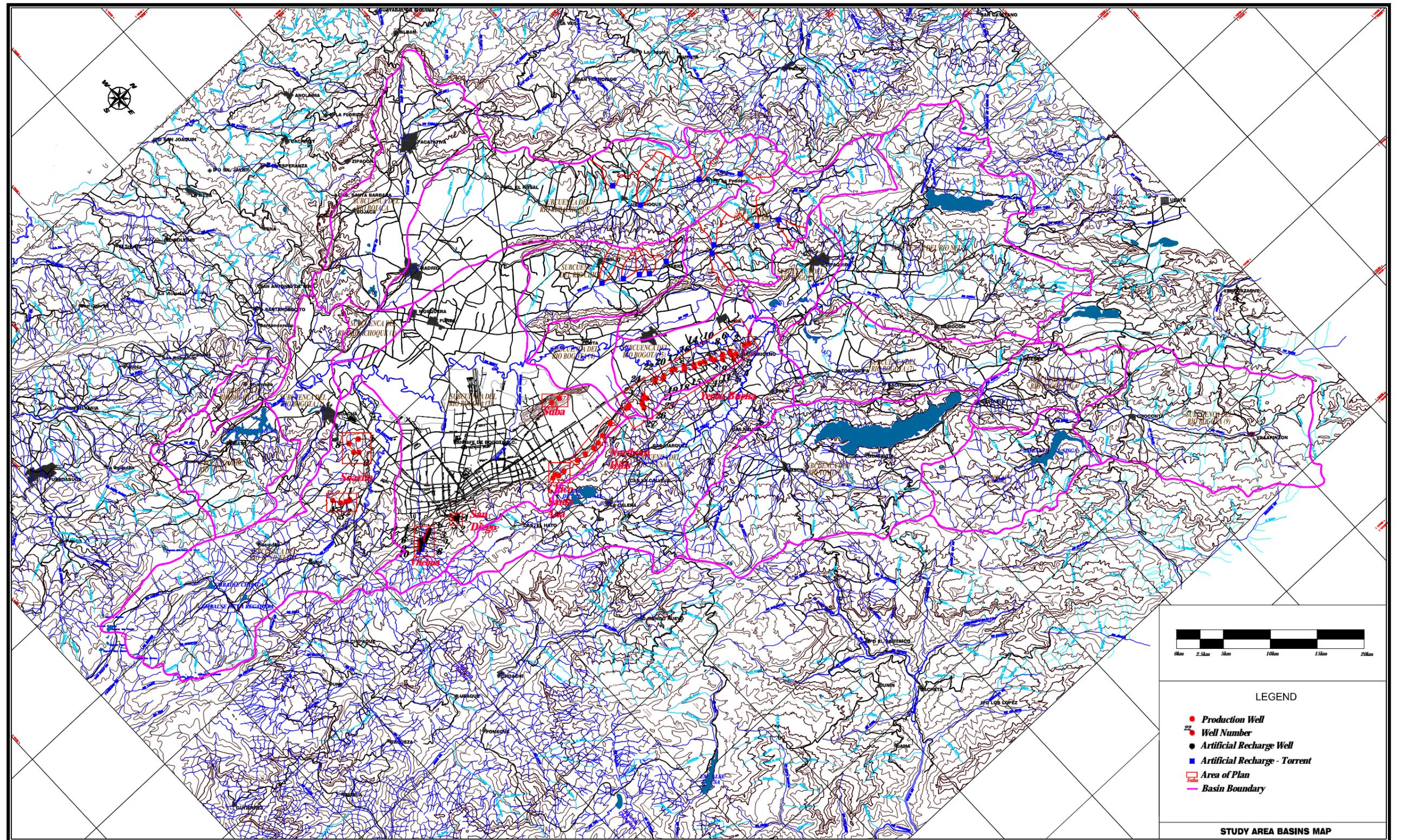


Figura-1.2 Plan de pozos para el desarrollo y conservación del agua subterránea

### **< Suministro de agua para la ciudad de Bogotá >**

La cantidad actual de agua suministrada por la EAAB a la Ciudad de Bogotá y a las ciudades vecinas es de  $15\text{m}^3/\text{s}$ . Se estima que la cantidad de agua a ser suministrada en el año 2015 es de  $23\text{m}^3/\text{s}$ . El actual sistema de suministro de agua de la EAAB consta de tres sistemas. A saber, 1) Sistema Weissner (máxima capacidad de purificación:  $12\text{m}^3/\text{s}$ ), 2) Sistema Tibitoc (máxima capacidad de purificación:  $11\text{m}^3/\text{s}$ ), 3) Sistema del Sur (máxima capacidad de purificación:  $2\text{m}^3/\text{s}$ ).

La capacidad total de purificación alcanza los  $25\text{m}^3/\text{s}$ . Sin embargo, es difícil sostener un suministro de agua de  $25\text{m}^3/\text{s}$  debido a la fluctuación en el volumen de agua de cada fuente y a las interrupciones en el funcionamiento por el mantenimiento de plantas de purificación. Especialmente si la capacidad actual de funcionamiento de la planta de purificación de Tibitoc es de  $6\text{m}^3/\text{s}$ . Considerando la mejora en la calidad del agua de río Bogotá por el aumento en la descarga, el uso en irrigación y generación de energía hidroeléctrica, la EAAB está planeando reducir la cantidad procesada a  $2\text{m}^3/\text{s}$  en el futuro cercano, aunque no se ha decidido cuándo se llevará a cabo. Con base en tales antecedentes, es urgentemente necesitado el desarrollo de nuevas fuentes de agua para el acueducto.

Hay otro problema en el suministro de agua en caso de emergencia. El Sistema de Weissner es vulnerable contra los desastres naturales como terremotos, porque en este sistema el agua se lleva desde la Represa de Chingaza, que se localiza a 40km de las plantas de purificación, por medio de un túnel a través del área montañosa. En 1997, el suministro de agua se detuvo en este sistema durante 9 meses. Es más, el desarrollo de nuevas fuentes de agua en caso de reparaciones a gran escala de plantas de purificación y tuberías también es una necesidad importante.

Con base en los anteriores antecedentes, en el proyecto propuesto se desarrollarán aguas subterráneas del orden de los  $2\text{m}^3/\text{s}$  (para el caso usual: todo el año) y de  $4\text{m}^3/\text{s}$  (para emergencias: durante 6 meses, una vez cada 15 años).

### **< Mejoramiento del ambiente del agua >**

El desarrollo de nuevas aguas subterráneas para el acueducto disminuirá la toma de agua en la planta de tratamiento de Tibitoc. Esta disminución en la toma de agua significa un aumento neto en el caudal del Río Bogotá que contribuirá a la mejora de la calidad del agua de dicho río.

Un aumento en el caudal del Río Bogotá 1) aumentará el oxígeno disuelto que contribuirá a la mejora de la calidad del agua río abajo de la planta de purificación de Tibitoc, y 2) contribuirá a aumentar la generación hidroeléctrica de la planta eléctrica que está localizada en la parte más baja de la Sabana de Bogotá (el consumo actual es de  $20\text{m}^3/\text{s}$  durante todo el año).

### **(3) Contenido del proyecto**

Los pozos están diseñados para lograr los propósitos del proyecto considerado el potencial de las aguas subterráneas y la demanda de agua planeada. Es más, los pozos de recarga artificiales están diseñados para la conservación de las aguas subterráneas del área. En esta área, puede usarse una cantidad total de  $0.5\text{m}^3/\text{s}$  agua para recarga artificial, agua que es tomada actualmente por la planta de purificación de Vitelma del río San Cristóbal y por la planta de San Diego en el río San Francisco. Esta agua se volverá agua excedente para la recarga artificial, porque se ha decidido sacar de servicio ambas plantas. Sin embargo, en caso de emergencia, se usarán los pozos de recarga como pozos de la producción. En la tabla-3.1 se muestran las especificaciones y la cantidad de pozos de producción y recarga. La distribución de pozos en cada bloque es como sigue:

**Área de los Cerros del Norte, área de Santana/Chico, área de Suba, área de Soacha.**

Se perforarán nuevos pozos al lado del tanque existente para el suministro de agua. Se almacenará el agua subterránea bombeada en el tanque existente para el suministro actual y emergente. Se construirán plantas de purificación al lado de este tanque.

**Área de Vitelma y área de San Diego**

Se perforarán nuevos pozos de producción a lo largo de los ríos San Cristóbal y San Francisco. Se usarán las aguas bombeadas de los pozos a través de las nuevas instalaciones de purificación y las tuberías existentes para el suministro corriente y emergente al área de los Cerros Orientales de la ciudad de Bogotá y al área de Soacha. Se perforarán pozos de recarga artificial cerca de los pozos de producción para usar el agua sobrante del río, la cual puede ser usada por la abolición de las plantas de purificación de Vitelma y San Diego. En caso de emergencia, se bombearán aguas subterráneas incluso de los pozos de recarga artificial para contrarrestar el faltante de agua.

**Área de Yerbabuena**

Se perforarán pozos de producción en los cerros del área de Yerbabuena. Las aguas subterráneas de los pozos se unirán al sistema de suministro de agua existente (Tibitoc-Ciudad de Bogotá) por medio de los nuevos medios de purificación construidos.

**Tabla-3.1 Plan de pozos del Proyecto Oriental**

Área	Acuífero	Bien el tamaño	Bien el número	Capacidad máxima (m <sup>3</sup> /s)
Cerros Norte, Santana/Chico, área de Suba. Se perforarán nuevos pozos al lado del tanque existente para el suministro de agua	Cretáceo	Profundidad del pozo: 300m Diámetro del pozo: 10 pulg. Producción: 3,000m <sup>3</sup> /día/pozo Inyección: 3,000m <sup>3</sup> /día/pozo	12	0,42
Área de Soacha. Se perforarán nuevos pozos al lado del tanque existente para el suministro de agua.			8	0,28
Vitelma y área de San Diego.			Pozos de la producción: 13 Recargue pozos: 13	0,45
Área cerros de Yerbabuena, norte de Ciudad de Bogotá.			30	1,04
Total			Pozos de Producción: 63 De Recarga: 13	< Producción > Usual: 2,19 Emergencia: 4,00 < Recarga > Usual: 0,45

**(4) Beneficiarios del proyecto**

La población directamente beneficiada por el suministro de agua de este proyecto es 1,3 millones. La población beneficiada por el suministro de agua en caso de la emergencia es mayor de 7,7 millones o sea igual a toda la población servida por la EAAB.