

**ANALISIS DE LA DEMANDA Y COBERTURA DEL SISTEMA HIDRICO EN BOGOTA  
EN LOS ULTIMOS CINCUENTA AÑOS**

**MÓNICA PATRICIA PEÑA POVEDA**



**UNIVERSIDAD ECCI**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA INGENIERIA AMBIENTAL**

**BOGOTÁ, D.C.**

**2015**

**ANALISIS DE LA DEMANDA Y COBERTURA DEL SISTEMA HIDRICO EN BOGOTA  
EN LOS ULTIMOS CINCUENTA AÑOS**

**MONICA PATRICIA PEÑA POVEDA**

**Director del Proyecto**

**GERMAN CASTRO**

**Químico Universidad Nacional**



**UNIVERSIDAD ECCI**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA INGENIERIA AMBIENTAL**

**BOGOTÁ, D.C.**

**2015**

## TABLA DE CONTENIDO

1.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	9
1.1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	9
1.2	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	10
2.	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
2.1	OBJETIVO GENERAL .....	10
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
3.	JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	11
3.1	JUSTIFICACIÓN.....	11
3.2	DELIMITACIÓN.....	12
4.	MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	12
4.1	MARCO TEÓRICO .....	12
4.1.1	DESCRIPCION DE LA CIUDAD.....	12
4.1.2	SUMINISTRO DE AGUA PARA BOGOTA.....	18
4.1.2.1	SISTEMA CHINGAZA .....	19
4.1.2.2	SISTEMA SUR- SUMAPAZ .....	21
4.1.2.3	SISTEMA NORTE- TIBITOC .....	23
4.1.3	EMBALSES DE AGUA PARA USO EN BOGOTÁ.....	25
4.1.4	AGUA EN BLOQUE .....	26
4.1.5	MÍNIMO VITAL .....	29
4.2	MARCO CONCEPTUAL .....	30
4.3	MARCO LEGAL .....	31

4.4	MARCO HISTORICO .....	34
4.4.1	ANTECEDENTES DEL AGUA EN LA CIUDAD DE BOGOTA. ....	34
4.4.2	CRECIMIENTO DE BOGOTÁ 1964 - 2014.....	38
5.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	45
6.	DISEÑO METODOLÓGICO .....	46
7.	RESULTADOS Y ANALISIS .....	50
7.1	POBLACIÓN BOGOTÁ .....	50
7.2	AGUA EN BLOQUE Y NUEVOS SUCRIPTORES.....	55
7.3	POBLACION POR MUNICIPIOS.....	61
7.4	CONSUMO DE AGUA.....	69
7.5	PROYECCIONES .....	70
8.	ESTADO DE LOS RIOS EN BOGOTÁ.....	87
9.	ALTERNATIVA PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA EN BOGOTÁ ...	95
9.1	POLITICA.....	97
9.2	CULTURAL.....	98
9.3	ALTERNATIVA TECNOLÓGICA.....	100
9.3.1	DISPOSITIVOS AHORRADORES DE AGUA .....	101
9.3.2	AHORRO DE AGUA CON IMPLEMENTACION DE DISPOSITIVOS .....	103
9.3.3	ADQUISICIÓN DE DISPOSITVOS DE REDUCCIÓN DE CONSUMO.....	104
10.	CONCLUSIONES .....	109
11.	BIBLIOGRAFIA .....	111

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ríos que atraviesan Bogotá.....	16
Tabla 2. Ecosistemas naturales básicos de la sabana de Bogotá.....	17
Tabla 3. Embalses de Agua para Uso en Bogotá .....	26
Tabla 4. Estado Contractual Venta de Agua en Bloque .....	28
Tabla 5. Convenios Internacionales .....	31
Tabla 6. Normatividad Colombiana .....	32
Tabla 7. Evento históricos principales.....	35
Tabla 8. Tasa de crecimiento y población de Bogotá 1964-1985 .....	52
Tabla 9. Consolidado población, disponibilidad del recurso y consumo 1964 – 2014.....	53
Tabla 10. Suscritos agua en bloque - cálculos de tasa de crecimiento y población I.....	59
Tabla 11. Suscritos agua en bloque - cálculos de tasa de crecimiento y población II .....	60
Tabla 12. Tasa de crecimiento DANE Vs Tasa de Crecimiento Calculada .....	71
Tabla 13. Proyección Población para Bogotá .....	72
Tabla 14. Tasa de Crecimiento municipios DANE.....	73
Tabla 15. Proyección poblacional municipios receptores .....	75
Tabla 16. Proyección población total .....	76
Tabla 17. Nivel de complejidad según RAS .....	78
Tabla 18. Dotación neta por habitante RAS 2000.....	78
Tabla 19. Pérdidas Estimadas .....	79
Tabla 20. Coeficiente K1 .....	81
Tabla 21. Proyección de demanda residencial en l/s.....	81
Tabla 22. Proyección de demanda residencial en m <sup>3</sup> /s.....	81
Tabla 23. Demanda total de agua a 2034.....	82
Tabla 24. Aumento de áreas crecimiento de Bogotá en los últimos 50 años .....	87
Tabla 25. Sistema de alcantarillado sanitario y pluvial en Bogotá .....	93
Tabla 26 Consumo de Agua en Viviendas.....	96
Tabla 27 Alternativa de ahorro y uso eficiente de agua en Bogotá.....	97
Tabla 28 Desarrollo de la etapa cultural.....	100
Tabla 29. Porcentajes de ahorro en viviendas con uso de .....	103
Tabla 30. Porcentajes de ahorro en Bogotá con uso de dispositivos.....	104
Tabla 31. Costos de instalación de dispositivos ahorradores.....	105
Tabla 32. Amortización en 12 cuotas .....	106
Tabla 33. Amortización en 24 cuotas .....	107
Tabla 34. Amortización en 36 cuotas .....	108

## INDICE DE FIGURAS

Figura1. Sistema de Abastecimiento .....	18
Figura2. Descripción Sistema de Abastecimiento.....	19
Figura3. Esquema de Capacidad de Suministro.....	25
Figura4. Mapa Bogotá década del 60 .....	39
Figura5. Mapa Bogotá década del 70 .....	40
Figura6. Mapa Bogotá década del 80 .....	41
Figura7. Mapa Bogotá década del 90 .....	42
Figura8. Mapa Bogotá década del 2000 .....	43
Figura9. Mapa Bogotá 2010-2014.....	44
Figura10. Resumen de diseño metodológico .....	47
Figura11. Mapa Bogotá 1958.....	88
Figura12. Mapa Ríos Bogotá 1958.....	89
Figura13. Mapa Actual de Bogotá .....	90
Figura 14. Mapa Ríos Bogotá Actual .....	92

## INDICE DE GRÁFICAS

Grafica 1. Tasa crecimiento poblacional Bogotá .....	54
Grafica 2. Curva población Bogotá.....	55
Grafica 3. Incremento de suscriptores 1980-2005 .....	61
Grafica 4. Población Chía .....	62
Grafica 5. Población Cajicá .....	63
Grafica 6. Población Sopó .....	63
Grafica 7. Población Soacha .....	64
Grafica 8. Población La Calera .....	64
Grafica 9. Población Tocancipá .....	65
Grafica 10. Población Gachancipá .....	65
Grafica 11. Población Funza .....	66
Gráfica 12. Población Madrid .....	66
Gráfica 13. Población Mosquera.....	67
Gráfica 14. Población Cota.....	67
Gráfica 15. Tasa de crecimiento por municipio .....	68
Gráfica 16. Consumo de agua 1964-2014 .....	69
Gráfica 17. Proyección Población para Bogotá DANE Vs Calculada .....	73
Gráfica 18. Tasa de crecimiento (%) por municipio según DANE.....	74
Gráfica 19. Crecimiento de Población Municipios a 2034 .....	76
Gráfica 20. Población total proyectada.....	77
Gráfica 21. Curva de demanda 1964-2034 .....	83
Gráfica 22. Servicio de oferta y demanda.....	84
Grafica 23 Consumo de agua por estrato.....	95
Grafica 24. Variación IPC en Colombia.....	108

## **INDICE DE ANEXOS**

- Anexo 1. Mapa Bogotá 1958
- Anexo 2. Mapa Ríos Bogotá 1958
- Anexo 3. Mapa Actual de Bogotá
- Anexo 4. Mapa Ríos Bogotá Actual

## **1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Actualmente el tema del agua se ha convertido a nivel mundial en uno de los principales problemas a tratar en lo referente a medioambiente y al desarrollo sostenible.

Los problemas de abastecimiento, conflictos por usos de las fuentes hídricas, aumento de la demanda superando la disponibilidad de esta, hasta la reducción de caudales y contaminación de los mismos han contribuido a la degradación de los cuerpos de agua superficiales.

El desarrollo de los recursos hídricos en el mundo y la extracción de agua a nivel mundial se ha triplicado en los últimos 50 años, con el fin de satisfacer las demandas de una población cada vez más en aumento (UNESCO, 2014). Actualmente la demanda del recurso hídrico rebasa el suministro sostenible, lo que conlleva a serias implicaciones a largo plazo (PNUMA, GEO-5, 2012), esto se convierte así en una amenaza para la seguridad de este recurso.

Bogotá en las últimas décadas ha tenido un crecimiento de población exponencial ya sea por desplazamiento forzado o por busca de un mejor proyecto de vida de las personas, lo que a su vez ha generado un crecimiento con baja planificación urbana (emergentes proyectos de vivienda, el desarrollo comercial y empresarial) y a su vez problemas ambientales y sociales que conllevan a desmejorar la calidad de vida y poner en juego la sostenibilidad del recurso hídrico para Bogotá.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Está amenazado el suministro del recurso hídrico en Bogotá teniendo en cuenta la demanda y la disponibilidad del mismo?

## **2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar el suministro del recurso hídrico en Bogotá en los próximos 20 años, mediante un análisis histórico de consumo de agua en la ciudad y de proyección poblacional.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar de forma histórica el consumo de agua en Bogotá.
- Determinar el crecimiento poblacional de la ciudad de Bogotá.
- Analizar la influencia del consumo del recurso hídrico que han tenido los municipios cercanos Bogotá, entorno a la venta de agua en Bloque.
- Plantear una alternativa ingenieril para la mitigación del consumo de agua, que favorezca el suministro del recurso hídrico.

### **3. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 JUSTIFICACIÓN**

Una de las necesidades fundamentales para procurar por una mejor calidad de vida de las comunidades, es proveer el agua potable. Sin embargo el aumento de la población en las últimas décadas ha acelerado el uso y aprovechamiento de este recurso a nivel mundial.

En el marco de la cumbre 20+Rio 2012 se hace mención a la importancia que tienen los gobiernos para que evalúen la limitación de sus recursos y así mismo a los riesgos ecológicos y ambientales a lo que se enfrentarían, esto con el fin de buscar soluciones apropiadas frente a los problemas del medio ambiente, por tal motivo con este proyecto se pretende determinar la sostenibilidad del recurso hídrico en Bogotá teniendo en cuenta la demanda y la disponibilidad de este mismo en los últimos 50 años, esta temática está acorde al Plan de desarrollo de Bogotá 2014-2016, en donde concibe a la capital como “un territorio que enfrenta el cambio climático y se ordena alrededor del agua y reconoce la necesidad urgente que tiene el distrito de superar el modelo de ciudad depredador del medio ambiente aplicando un enfoque de ecourbanismo”(Plan de desarrollo de Bogotá, 2012, p. 28).

### **3.2 DELIMITACIÓN**

El tiempo del estudio se referirá al periodo histórico comprendido entre 1964 a 2014 y a una proyección poblacional de 20 años.

Dentro del espacio o territorio se tendrá en cuenta la ciudad de Bogotá y los municipios a los cuales se les surte agua tratada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, como lo son Chía, Cajicá, Sopó, La calera, Tocancipá, Gachancipá, Funza, Madrid, Mosquera, Soacha y Cota.

## **4. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.1 MARCO TEÓRICO**

#### **4.1.1 DESCRIPCION DE LA CIUDAD.**

Bogotá se encuentra ubicada en el altiplano cundi-boyacense, en la cordillera oriental de los Andes. Su altitud promedio es 2630 msnm (Secretaria Distrital de Planeación, 2014). La superficie de la ciudad es de 1.587 km<sup>2</sup>, incluyendo el área metropolitana su extensión es de 1.732 km<sup>2</sup> (DANE, 2014)

La ciudad de Bogotá cuenta con 108 UPZ (Unidades de Planeamiento Zonal) con 5145 barrios en 20 localidades, dentro de estas las localidades de Chapinero, San Cristóbal, Santa Fé, Usme, Usaquén, Suba, Ciudad Bolívar y Sumapaz cuentan con suelos rurales, habitados por comunidades campesinas ancestrales que conservan los recursos naturales presentes en estos territorios bajo un enfoque de desarrollo rural sostenible. (Secretaria Distrital de Ambiente, Secretaria Distrital de Planeación, 2014).

Las Coordenadas Geográficas son; Latitud Norte 4°35'56''57 Longitud Oeste de Greenwich 74°04'51''30 (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2010).

El informe diagnóstico de la región Capital de la Secretaria de Planeación Distrital (2009) refiere que los límites de Bogotá están dados así;

**Oriente:** Por los cerros de Monserrate y Guadalupe, Municipios de La Calera, Choachí, Chipaque, Uña y Gutiérrez.

**Occidente:** Por el Rio Bogotá, y los municipios de Arbeláez, Cabrera, Venecia, San Bernardo, Pasca, Soacha, Sibate, Cota, Funza y Mosquera.

**Norte:** Municipio de Chía.

**Sur:** Departamentos del Meta y Huila.

## CLIMA

Bogotá presenta un comportamiento bimodal en el régimen de lluvias. Los meses más lluviosos son Abril, Mayo, Septiembre, Octubre y Noviembre, en cambio los meses más secos son los de Enero, Febrero, Marzo y Diciembre (Instituto de Estudios Urbanos (IEU) , 2014)

Dentro de la ciudad se presentan microclimas; uno húmedo al norte de la ciudad, uno seco al sur y uno de transición al centro occidente de la ciudad, esto ocurre debido a la intervención de factores de precipitación, vientos y temperatura en una extensión tan grande como lo es la ciudad de Bogotá. La temperatura promedio de la ciudad es de 14.5 °C (IEU, 2014).

## AREAS

Las áreas en el Distrito capital están distribuidas de la siguiente manera refiere la Secretaria de Planeación Distrital (2009);

Área total del Distrito	163.659 ha
Área Urbana	41.388 ha
Área Rural	122.271 ha
Área de Expansión	2.974 ha

## DEMOGRAFÍA

Dentro de los indicadores demográficos usados en Colombia DANE (2014) refiere que están; población, densidad poblacional y tasa de crecimiento, entre otros.

- **Crecimiento Poblacional:** La tasa de crecimiento está dada por la diferencia entre el número de habitantes en dos años distintos (DANE, 2014)
- **Densidad Poblacional:** Es la relación entre el número total de habitantes y la unidad de área o superficie (Km<sup>2</sup>) (DANE, 2014).

Las proyecciones de población realizadas por el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) y el SDPB (Secretaria Distrital de Planeación Bogotá) estiman una población de 7.831.033 personas para Bogotá; cifra que corresponde al 15,2% del total de la población nacional, esto basado en el Censo 2005 (DANE, 2014).

En cuanto a la densidad poblacional en la ciudad para el 2011 era de 19.388 hab/km<sup>2</sup> y para el 2012 de 19.701 habitantes/km<sup>2</sup>, según el informe de calidad de vida de Bogotá 2013 (DANE, 2014).

## **HIDROGRAFÍA**

El río Bogotá, eje fundamental del sistema hídrico de la capital, nace a 3330 metros sobre el nivel de mar, en el Páramo de Guacheneque, al Nororiente de Cundinamarca, en el Municipio de Villapinzón, posteriormente recorre alrededor de 380 km hasta desembocar en el río Magdalena (IEU, 2014).

El sistema hidrográfico de la capital está conformado por el Río Bogotá y sus afluentes los ríos El Salitre o Juan Amarillo, Fucha y Tunjuelito, así como por numerosas quebradas, que nacen en los cerros Orientales (E.A.A.B, 2014).

**Río Tunjuelo:** Nace en el páramo de Sumapaz y fue el primero en aprovecharse mediante embalses de regulación para el suministro de agua para la ciudad, primero con el embalse de la Regadera y luego con el de Chisacá. Esta presenta la cuenca hidrográfica más extensa que atraviesa a Bogotá. (E.A.A.B Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, 2009)

**Río Salitre o Juan Amarillo:** Nace en los cerros orientales con el nombre de quebrada Arzobispo y al penetrar en la ciudad es transformado en un canal abierto (E.A.A.B Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, 2009)

**Río Fucha:** Nace en los cerros orientales de Bogotá con el nombre de Río San Cristóbal, desemboca en el río Bogotá con el nombre de Río Fucha, al sur de Fontibón (E.A.A.B Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, 2009)

A continuación se describen las afluentes de los principales ríos que atraviesan la ciudad de Bogotá.

**Tabla 1. Ríos que atraviesan Bogotá**

<b>AFLUENTES PRINCIPALES DEL RIO BOGOTA</b>	<b>QUEBRADAS APORTANTES A LA CUENCA</b>
<b>RIO TUNJUELITO</b>	Quebrada Zanjón del Recuerdo Quebrada Güira Quebrada Honda Quebrada Peña Colorada Quebrada Zanjón de la Estrella Quebrada Yerbabuena Quebrada Limas Quebrada Santa Librada Quebrada Botello Quebrada Zanjón el Cortijo Quebrada Agua Caliente Quebrada Zanjón Candelaria Quebrada Zanjón El Rincón Quebrada de Fucha Quebrada Yomasa Quebrada La Olla del Ramo Quebrada Chiguaza Quebrada El Chuscal Quebrada Trompetas Quebrada Terreros
<b>RIO SALITRE</b>	Rio Arzobispo Quebrada La Vieja Quebrada Rosales Quebrada Callejas Rio Córdoba Quebrada las Delicias Quebrada Rionegro Quebrada los Molinos Quebrada el Chicó
<b>SUBCUENCA TORCA-GUAYMARAL</b>	Rio Torca Quebrada Serrezuela o El Milagro Quebrada El Guaco
<b>RIO FUCHA</b>	Rio San Francisco Rio San Agustín Rio Albina Rio Seco

Elaboración: Propia

**Tabla 2. Ecosistemas naturales básicos de la sabana de Bogotá**

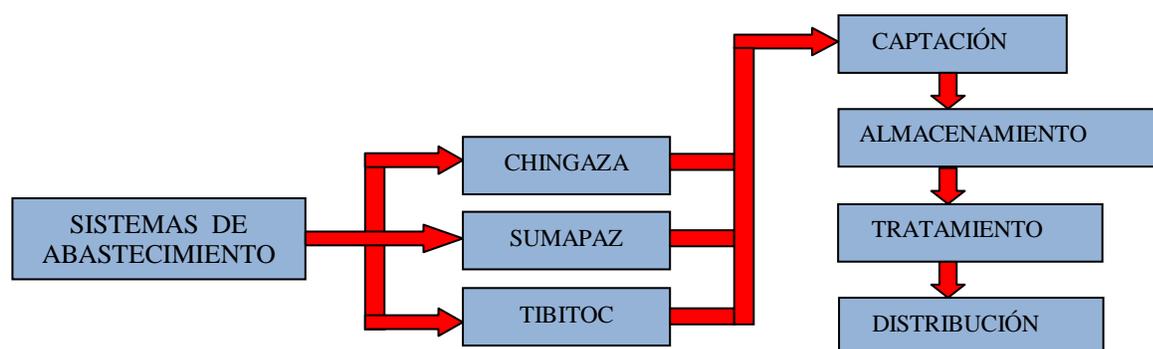
<b>Ecosistema</b>	<b>Características</b>	
<b>Páramo</b>	Páramo húmedo a muy húmedo	Propio de las vertientes húmedas exteriores de los dos ramales de la cordillera, dominado por chuscales
	Páramo seco a húmedo	Propio de las laderas interiores, intracordilleranas, dominado por pajonales
<b>Subpáramo</b>	Subpáramo húmedo a muy húmedo de matorrales y chuscales	Propio de las vertientes húmedas exteriores
	Subpáramo seco a húmedo de matorrales y pajonales	
<b>Bosque altoandino</b>	Bosque altoandino húmedo a muy húmedo de encenillo, canelo, granizo y cedrillo	Propio de las vertientes húmedas exteriores de los dos ramales de la cordillera, hacia los Llanos y hacia el Magdalena
	Bosque altoandino húmedo a seco de encenillo, amarillo y gaque	Propio de la zona intracordillerana
	Bosque altoandino y andino de roble	
<b>Bosque andino</b>	Bosque andino húmedo de amarillo, quina y palmas de las vertientes exteriores	
	Bosque andino intracordillerano seco de palo blanco, raque, arrayán, aliso y otros	
	Bosque andino intracordillerano seco de corono, espino y raque, con matorrales xerofíticos secundarios de tuna y hayuelo	
	Bosque andino de valles aluviales inundables	
	Matorral xerofítico andino azonal de tuna y hayuelo	
<b>Bosque subandino</b>	Bosque subandino húmedo de cedro, <i>Dendropanax</i> , yarumo, nogal, <i>Billia</i> , palmas y otros	
<b>Bosque ecuatorial y subecuatorial ombrófilo</b>	propio de climas cálidos húmedos a muy húmedos, con temperatura mayor a 24°C y precipitaciones superiores a 2.000 mm anuales, sempervirente y altamente heterogéneo y estratificado, como los que predominan en el piedemonte de los Llanos y en la llanura del Magdalena, al norte de Puerto Salgar	
<b>Bosque ecuatorial y subecuatorial seco, deciduo a semideciduo,</b>	Propio de climas cálidos y secos, con temperatura superior a 24°C y precipitaciones entre 1.000 y 2.000 mm anuales (BESS). La degradación de estos bosques en los climas más secos (con precipitación menor de 1.200 mm) da lugar al desarrollo de un tipo de matorral xerofítico, como sucede en algunos sectores entre Apulo y Girardot	
<b>Sabanas inundables</b>	De origen eólico (no están en relación con el clima actual cálido y húmedo), como las que se encuentran al oriente de Paratebueno	
<b>Humedales</b>	Lagos, lagunas y pantanos	

Fuente: Bases para la regionalización de Cundinamarca. Alfonso Pérez Preciado. Bogotá 2002

#### 4.1.2 SUMINISTRO DE AGUA PARA BOGOTÁ.

Actualmente la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá es quien realiza la gestión del Recurso Hídrico en la ciudad, y esta parte desde la captación de las fuentes superficiales de agua, hasta la distribución y suministro a viviendas, industrias e instituciones.

**Figura1. Sistema de Abastecimiento**



Fuente: La Autora

“Hasta la década de los años sesenta, la ciudad se abasteció de agua de sus propias fuentes hídricas, en especial de las cuencas hidrográficas de los cerros orientales, el río Bogotá y el río Tunjuelo; a partir de la década del setenta, ante el incremento de la demanda de agua por el aumento de su población, la ciudad comienza a buscar nuevas fuentes hídricas, iniciándose el proyecto de captación de aguas del macizo de Chingaza el cual se encuentra ubicado entre los departamentos de Cundinamarca y Meta” (EAAB, Plan maestro, 2006, pag 9)

Bogotá depende para su abastecimiento hídrico de los páramos y sistemas montañosos circunvecinos: aproximadamente el 72% del agua que se consume en Bogotá proviene de Chingaza, el 25% de municipios de Cundinamarca y el 3% de la cuenca del río Tunjuelo (SDP, diagnóstico de la región capital).

**Figura2. Descripción Sistema de Abastecimiento**



Fuente: EAAB ESP. Presentación Plan de Manejo Ambiental. 2014

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (2009) sostiene que el suministro de agua potable para Bogotá lo realizan a través de tres sistemas Sistema Chingaza, Sistema Sumapaz, y sistema Tibitoc.

#### **4.1.2.1 SISTEMA CHINGAZA**

Este sistema cuenta con la Planta de tratamiento Francisco Wiesner la cual la surte los embalses se de Chuza, San Rafael y el subsistema río Blanco. (EAAB, 2009)

## **EMBALSE DE CHUZA O REPERESA DE CHINGAZA**

Este embalse se encuentra en el Parque Nacional Natural Chingaza. La Guía de Parques Nacionales de Colombia (2009) afirma

el Parque Nacional cuenta con una extensión de 76.600 hectáreas y está ubicado en la cordillera oriental de los Andes Colombianos al nororiente de Bogotá entre los departamentos de Cundinamarca (Municipios de; Fómeque, Choachí, La Calera, Guasca, Junín, Gachalá y Medina) y Meta (municipios de; Restrepo, Cumaral, San Juanito y El Calvario. (p139).

La EAAB protege, conserva y vigila 27.000 hectáreas, dentro de estas hectáreas se encuentra el Embalse de Chuza el cual es abastecido por tres ríos y seis quebradas e innumerables fuentes menores según la Empresa de Acueducto de Bogotá, y desde allí es transportar el agua cruda para ser potabilizada en La Planta Francisco Wiesner (EAAB, 2009).

## **EMBALSE SAN RAFAEL**

Este embalse recibe aportes menores del río Teusacá, pero en mayor parte recibe el agua proveniente del sistema Chingaza, ya que este fue construido con el fin de disminuir la vulnerabilidad del sistema Chingaza por fallas generadas entre los túneles de Chuza y Planta Wiesner. “Este almacenamiento permite una alternativa de suministro a la planta Wiesner en caso de mantenimiento de los túneles del sistema Chingaza o contingencias del mismo, disminuyendo la vulnerabilidad del proceso de tratamiento de la planta Wiesner hasta por 90 días” (E.A.AB, Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado ,2009, p129).

## **PLANTA DE TRATAMIENTO FRANCISCO WIESNER**

Ubicada en el municipio de la Calera, trata aproximadamente el 80% del agua que llega a la ciudad según el acueducto de Bogotá. El agua proveniente del embalse de Chuza y el embalse San Rafael es tratada mediante filtración directa. Tiene una capacidad para tratar agua de 13.5 m<sup>3</sup>/s. La conducción del agua hacia Bogotá se hace a través de los túneles de Usaquén, Santa Ana y Los Rosales (EAAB, 2009).

### **4.1.2.2 SISTEMA SUR- SUMAPAZ**

Cuenta con las plantas de tratamiento de La Laguna, El Dorado, Vitelma y Yomasa e incluye los embalses de La Regadera, Chisacá y la laguna de Los Tunjos. (EAAB, 2009).

## **EMBALSE LA REGADERA**

Sus principales afluentes son el río Curubital y el río Chisacá. Este embalse tiene como fin abastecer de agua al sur oriente de Bogotá. Posee un área de superficie de 41 hectáreas y se encuentra a una cota aproximada de 2980 m.s.n.m (EAAB, 2009).

## **EMBALSE CHISACÁ**

Se encuentra ubicado en la vereda el Hato de la localidad de Usme. Posee un área de superficie de 55 hectáreas, sus principales afluentes son el río Chisacá y el río Mugroso (EAAB, 2009).

## **LAGUNAS DE LOS TUNJOS**

Ubicada en la cuenca alta del río Tunjuelo dentro del Parque Nacional Natural Sumapaz, esta laguna hace sus aportes al sistema a través de bombeo en los casos de que los niveles no alcanzan la altura suficiente para descargar sus aguas al río Tunjuelo, llega al embalse de Chisacá y posteriormente al embalse de La Regadera (EAAB, 2009).

## **PLANTA DE TRATAMIENTO LAGUNA**

Funciona desde el año 1985 y está ubicada en la localidad de Usme a pocos kilómetros del embalse La Regadera, con capacidad máxima de tratamiento de  $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ . A pesar de que en la actualidad esta planta no está en funcionamiento, esta se contempla como planta para ser usada en contingencia (EAAB, 2009).

## **PLANTA DE TRATAMIENTO DORADO**

Funciona de desde el 2001 y ubicada al sur oriente de Bogotá en cercanías a la vial el llano en la Localidad de Usme, trata  $0.06 \text{ m}^3/\text{s}$ , aunque su capacidad máxima de tratamiento es de  $1.6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Esta planta capta el agua cruda del sistema Tunjuelo (EAAB, 2009).

## **PLANTA DE TRATAMIENTO VITELMA**

Es patrimonio Histórico y Artístico de la Nación declarado en 1988. Ubicada en la localidad de San Cristóbal al sur oriente de la ciudad, su capacidad máxima de tratamiento es de  $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$ , aunque regularmente trababa  $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dejo de funcionar en el año 2003 para que las aguas que allí legaban fueran enviadas hasta la planta El dorado para ser tratadas. Esta planta está contemplada para ser usada en contingencia (EAAB, 2009).

## **PLANTA DE TRATAMIENTO YOMASA**

Ubicada en la localidad de Ciudad Bolívar en el barrio Juan Rey, esta planta funciona a 3200 msnm desde el año 2003 como componente importante de cobertura y de responsabilidad social por parte del acueducto de Bogotá. Esta planta tiene una capacidad de tratamiento de 0.025 m<sup>3</sup>/s y funciona con un sistema convencional compacto de tratamiento (EAAB, 2009).

### **4.1.2.3 SISTEMA NORTE- TIBITOC**

A este sistema pertenecen los embalses de Neusa, Sisga y Tominé, aunque estos embalses no son de propiedad del Acueducto de Bogotá cumplen con la función de regular el Río Bogotá y apartar agua para la planta de tratamiento Tibitoc.” (EAAB, 2009).

## **EMBALSE DE NEUSA**

Sus principales afluentes son el río Las Juntas, río Cubillos y río Siguateque, ubicado en el municipio de Tausa Cundinamarca, sirve como fuente de abastecimiento del acueducto de Cogua-Zipaqura y Bogotá, para el caso de Bogotá a través de la Planta de Tibitoc. “También cumple la función de controlar las inundaciones en la Sabana de Bogotá, mediante el control de los caudales máximos en la cuenca del río Neusa y regularlos durante la temporada seca” (CAR, 2015).

## **EMBALSE DE SISGA**

Está ubicado en el municipio de Chocontá Cundinamarca. Sus principales afluentes son el río San Francisco y la Quebrada Granadilla. “Se construyó con el objeto de almacenar las aguas de invierno para regular los caudales necesarios en la planta Tibitoc, que abastece cerca del 30% la

demanda total en Bogotá” (CAR, 2015). Cumple también la función de controlar las inundaciones en la Sabana de Bogotá.

### **EMBALSE TOMINÉ**

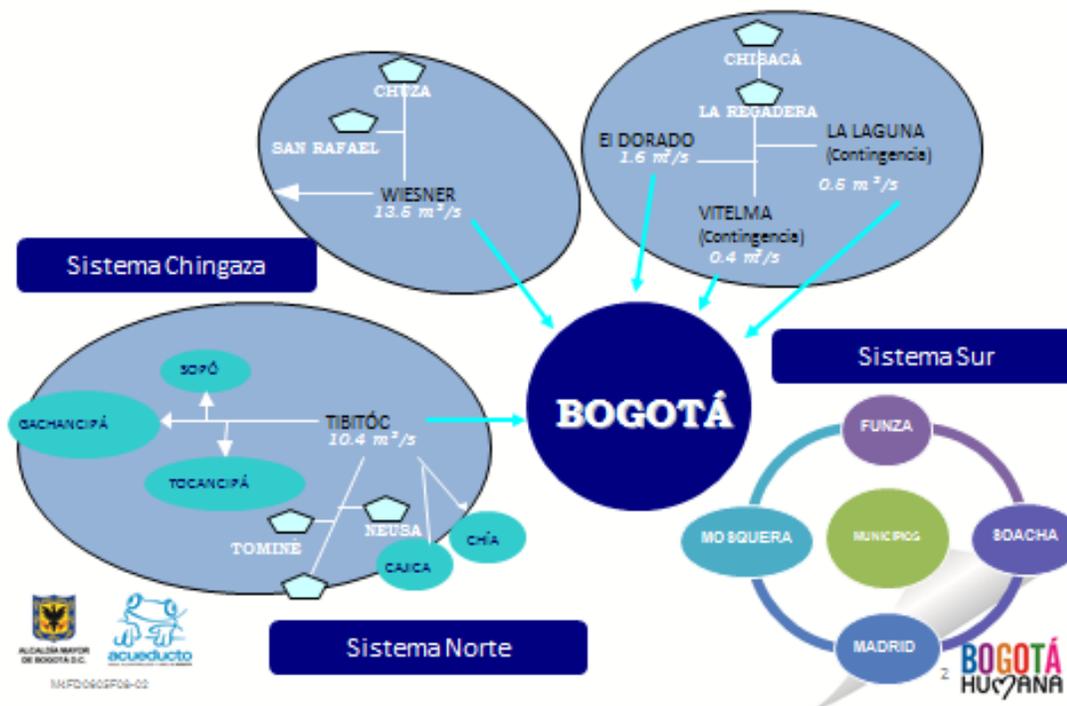
Está ubicado entre los municipios de Sesquilé y Guatavita y sus principales afluentes son el río Río Bogotá, Río Aves, Río Siecha. “Se construyó con la finalidad de embalsar las aguas del río Tominé y bombear los caudales excedentes del río Bogotá, para generar energía eléctrica, brindar riego a la sabana de Bogotá, controlar inundaciones y contribuir al abastecimiento de agua potable para Bogotá en la planta Tibitoc” (CAR, 2015).

### **PLANTA DE TRATAMIENTO TIBITOC**

Ubicada al norte de la ciudad entre los municipios de Sopó y Zipaquirá, tiene una capacidad máxima de tratamiento de 10.4 m<sup>3</sup>/s. Trata aguas del río Bogotá y está en funcionamiento desde el año de 1959(EAAB, 2009).

La capacidad de suministro que actualmente tiene Bogotá es de 25.5 m<sup>3</sup>/s, el cual proviene de los tres principales sistemas. El sistema Chingaza aporta 13.5 m<sup>3</sup>/s, el sistema norte aporta 10.4 m<sup>3</sup>/s y el sistema sur aporta 1.6 m<sup>3</sup>/s (EAAB, 2014).

Figura3. Esquema de Capacidad de Suministro



Fuente: EAAB ESP. Presentación Plan de Manejo Ambiental. 2014

### 4.1.3 EMBALSES DE AGUA PARA USO EN BOGOTÁ

Según la Empresa de Acueducto de Bogotá el agua de los embalses Neusa, Sisga y Tominé aunque tienen como principal actividad el sistema energético, hacen aportes en un mínimo porcentaje para el abastecimiento de la ciudad y en la actualidad el volumen de los embalses se encuentra en un **80% de su capacidad** (EAAB, 2015)

**Tabla 3. Embalses de Agua para Uso en Bogotá**

EMBALSE	ENTIDAD A CARGO	UBICACIÓN	CAPACIDAD	VOLUMEN ACTUAL
<b>Chuza o Represa Chingaza</b>	E.A.A.B	Chingaza y Fúquene en el departamento de Cundinamarca	227 millones m <sup>3</sup>	181.6 millones m <sup>3</sup>
<b>San Rafael</b>	E.A.A.B	Municipio de La Calera-Cundinamarca	63.5 millones m <sup>3</sup>	50.8 millones m <sup>3</sup>
<b>La regadera</b>	E.A.A.B	Localidad de Usme, zona rural de Bogotá D.C	3.8 millones m <sup>3</sup>	3.04 millones m <sup>3</sup>
<b>Chisacá</b>	E.A.A.B	Localidad de Usme, zona rural de Bogotá D.C	7.4 millones m <sup>3</sup>	5.9 millones m <sup>3</sup>
<b>Los tunjos</b>	E.A.A.B	Localidad de Usme, zona rural de Bogotá D.C	2.4 millones m <sup>3</sup>	1.92 millones m <sup>3</sup>
<b>Neusa</b>	CAR -Cundinamarca	Departamento de Cundinamarca entre Cogua y Tausa	144,5 millones m <sup>3</sup>	115.6 millones m <sup>3</sup>
<b>Sisga</b>	CAR -Cundinamarca	Municipio de Chocontá en Cundinamarca	90,1 millones m <sup>3</sup>	72.08 millones m <sup>3</sup>
<b>Tominé</b>	Empresa de Energía de Bogotá	Municipios de Sesquilé, Guatavita y Guasca en Cundinamarca	658 millones m <sup>3</sup>	526.4 millones m <sup>3</sup>

**Fuente: Elaboración propia con información brindada por EAAB**

#### 4.1.4 AGUA EN BLOQUE

Según el Artículo 3 del Decreto 229 de 2002 el agua en bloque es el servicio que se presta por las personas prestadoras de servicios públicos de acueducto que distribuyen y/o comercializan agua a distintos tipos de usuarios.

A finales de los años setenta la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá comenzó a brindar asistencia técnica a municipios de la Sabana de Bogotá fuera del Distrito Especial a través del Acuerdo 11 de 1979 del Concejo del Distrito Especial de Bogotá. GIRALDO (2006) afirma:

“Para los barrios periféricos de la ciudad, en 1971 se determinó la prioridad de prestar el servicio a las siguientes zonas periféricas de la ciudad dentro del Distrito Sanitario vigente

desde 1962: Fontibón, Bosa, Noroccidente, Suba, Autopista del Norte, Nororiente, Centro-oriente, Suroriente Alto, Suroriente Bajo y Carretera a Usme. (p100).

Mucho antes de expedirse la Ley 142 de 1994, ya existía el concepto de agua en bloque. En efecto, desde el año 1980 la EAAB había suscrito contratos para el suministro de agua en bloque con los municipios de Chía, Cajicá, Sopó, Tocancipá y La Calera. Después de 1994 suscribió contratos con los municipios de Funza, Madrid, Mosquera.

La Ley 142 de 1994 estableció el régimen de los servicios públicos domiciliarios y fue la primera en mencionar el tema del agua en bloque, pero sin establecer bases para el desarrollo de este mismo, hasta el 2012 a través de la Resolución 608 se establecen los requisitos generales a que deben someterse los prestadores de servicios públicos y se regulan los contratos de suministro de agua potable y los contratos de interconexión y sus actividades complementarias. Es así como desde 1980 al 2005 se han venido suscribiendo al servicio de agua en bloque diferentes municipios para un total de 11, los cuales son Chía, Cajicá, Sopó, La Calera, Tocancipá, Gachancipá, Funza, Madrid, Mosquera, Soacha y Cota.

Por lo tanto actualmente la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EPS, presta servicio de acueducto a 12 municipios incluido Bogotá, en donde Chía, Cajicá, Sopó, La Calera, Tocancipá, Funza, Madrid, Mosquera y Cota cuentan con el servicio de agua en bloque, mientras que Bogotá, Soacha y Gachancipá cuentan con servicio directo de suministro de agua potable.

**Tabla 4. Estado Contractual Venta de Agua en Bloque**

MUNICIPIO / SECTOR	PRESTADOR	FECHA DE SUSCRIPCION	PLAZO	FECHA DE VENCIMIENTO	OBSERVACIONES (*)
Cajicá	Empresa de Servicios Públicos de Cajicá S.A. ESP	Mayo 19 de 1981	20 años	Mayo 18 de 2001	No se ha suscrito nuevo contrato. Se continúa suministrando el agua en la modalidad de agua en bloque.
Sopó	Empresa Servicios Públicos de Sopó	1er Contrato: Noviembre de 1983 2º Contrato: Junio 28 de 2011	20 años 6 meses	Noviembre de 2003 Diciembre de 2011	No se ha suscrito nuevo contrato. Se continúa suministrando el agua en la modalidad de agua en bloque.
La Calera	Empresa de Servicios Públicos de La Calera	Agosto de 1985	25 años	Agosto de 2010	No se ha suscrito nuevo contrato. Se continúa suministrando el agua en la modalidad de agua en bloque.
Tocancipá	Oficina de Servicios Públicos de Tocancipá	Octubre 10 de 1985	20 años	Octubre 9 de 2005	No se ha suscrito nuevo contrato. Se continúa suministrando el agua en la modalidad de agua en bloque.
Funza	Empresa Municipal de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Funza	Marzo de 1995	No definido		Otrosí al convenio interinstitucional para la interconexión de los acueductos de Funza, Mosquera y Madrid, suscrito entre la Gobernación de Cundinamarca, la CAR, Alcaldes Municipales, Instituto de Aguas y Saneamiento de Cundinamarca y la EAAB ESP. No se ha suscrito nuevo contrato. Se continúa suministrando el agua en la modalidad de agua en bloque.
Madrid	Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Madrid	1er Contrato Marzo de 1995	No definido		Otrosí al convenio interinstitucional para la interconexión de los acueductos de Funza, Mosquera y Madrid, suscrito entre la Gobernación de Cundinamarca, la CAR, Alcaldes Municipales, Instituto de Aguas y Saneamiento de Cundinamarca y la EAAB ESP.
		2º Contrato Marzo 10 de 2009	3 años. Prorrogado por 3 años más	Marzo 09 de 2015	El contrato se entenderá prorrogado por periodos iguales, salvo cuando una de las partes haga uso de su facultad de darlo por terminado en las condiciones establecidas en el contrato.
Chia	Municipio de Chia	Se inicia suministro Enero 1 de 1980 1er Contrato: Marzo 20 de 1981	20 años	Marzo 19 de 2001	
	Hydos Chia S. en C.A. ESP	2º Contrato: Enero 18 de 2008	1 año Prorrogado 1 año y 10 meses	Noviembre 13 de 2009	
		3er Contrato: Noviembre 13 de 2009	Terminado por mutuo acuerdo el Marzo 12 de 2010	Marzo 12 de 2010	No puede constituir garantía se suscribe nuevo contrato modalidad pago anticipado
		4º Contrato: Marzo 12 de 2010	5 años	Marzo 11 de 2015	
Mosquera	Municipio de Mosquera	Marzo de 1995	No definido		Otrosí al convenio interinstitucional para la interconexión de los acueductos de Funza, Mosquera y Madrid, suscrito entre la Gobernación de Cundinamarca, la CAR, Alcaldes Municipales, Instituto de Aguas y Saneamiento de Cundinamarca y la EAAB ESP. No se ha suscrito nuevo contrato
	Hydos Mosquera S. en C.A. ESP	2º Contrato: Abril de 2008	1 año Prorrogado 1 año y 7 meses	Noviembre 13 de 2009	
		3er Contrato: Noviembre 13 de 2009	Terminado por mutuo acuerdo el Marzo 12 de 2010	Marzo 12 de 2010	No puede constituir garantía se suscribe nuevo contrato modalidad pago anticipado
		4º Contrato: Marzo 12 de 2010	5 años	Marzo 11 de 2015	
Cota	Aguas de la Sabana de Bogotá S.A. ESP	Mayo 13 de 2005	20 años	Mayo 12 de 2025	

Fuente: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá 2014

\*Para la EAAB, según concepto 15200-2008-2459 emitido por la oficina Asesora Jurídica, para contratos vencidos la relación comercial está dada por un contrato real.

Aunque la mayoría de contratos aparentemente estarían vencidos la EAAB comenta al respecto que la renovación de los contratos en todos los casos ha sido automática, por lo tanto la vigencia de los contratos fue renovada.

#### **4.1.5 MÍNIMO VITAL**

Luego de la resolución aprobada por la asamblea general de las Naciones Unidas 64/292 el 28 de Julio del 2010 sobre el derecho humano al agua y el saneamiento, a través del Decreto 064 de 2012 se implementa el mínimo vital de agua potable en Bogotá a los estratos 1 y 2. El Mínimo vital de agua potable está fijado en 6 metros cúbicos mensuales, esta cantidad suministrada no tiene ningún costo y beneficia aproximadamente a un 39% del total de los usuarios. Las localidades con mayor inversión en mínimo vital han sido: Bosa, Ciudad Bolívar, Suba y Kennedy (EAAB, 2014).

Según EAAB en el ABC del mínimo vital 2015 los usuarios de estrato uno se ahorran 8.463 pesos, en promedio pasan de pagar 31.972 pesos a 23.509 pesos, y los usuarios de estrato dos tienen un ahorro de 16.927 pesos. En este caso, pasaron de pagar en promedio 61.442 pesos a 44.515 pesos (EAAB, 2014).

#### **AGUA RESIDUALES EN BOGOTÁ**

Actualmente los ríos de la capital se encuentran en un estado muy avanzado de contaminación como resultado de la continua recepción de aguas residuales industriales y domésticas a las fuentes que atraviesan la ciudad y que finalmente tiene como destino próximo el río Bogotá. “Los Ríos: Juan Amarillo, Fucha y Tunjuelo valores muy elevados de carga orgánica y prácticamente carencia de oxígeno disuelto en sus aguas a la altura de sus respectivas desembocaduras al río Bogotá. Todos estas cargas contaminantes, sumadas a todas las demás que recibe el río Bogotá, como por ejemplo los vertimientos de las curtiembres en Villapinzón y todos los demás vertimientos de tipo industrial y doméstico aportados al río, aguas abajo de la ciudad hasta su

desembocadura en el Río Magdalena, hacen del río Bogotá, uno de los ríos más contaminados del mundo (Fundación al verde vivo, 2011)”.

Como parte del sistema de tratamiento de aguas residuales actualmente la Planta de tratamiento el Salitre es la única que trata parcialmente un porcentaje mínimo de agua proveniente del río Bogotá

## **4.2 MARCO CONCEPTUAL**

- **Ecourbanismo**

Desarrollo urbano basado en el desarrollo sostenible el cual pretende suplir las necesidades de la población actual sin poner en riesgo las necesidades de las próximas generaciones (Secretaria Distrital de Ambiente, 2014)

- **UPZ (Unidades de Planaemiento Zonal)**

Es un instrumento de planificación para el desarrollo de normas urbanísticas que maneja Bogotá debido a las diferencias que se presentan en diferentes sectores de la misma y tienen específicamente áreas de tamaño intermedio entre localidades-barrio (Secretaria Distrital de planación Bogotá, Ordenamiento Territorial, 2014).

- **Agua en bloque**

Venta y distribución del servicio público de acueducto a diferentes tipos de usuarios fuera del área de cobertura principal a surtir. (Artículo 3, Decreto 229 de 2002)

- **Tasa de crecimiento demográfico o poblacional**

Expresa el aumento o disminución de la población en una determinada área o territorio durante un periodo y se expresa generalmente en porcentaje (DANE, 2014).

#### 4.3 MARCO LEGAL

**Tabla 5. Convenios Internacionales**

<b>AÑO</b>	<b>CONVENIOS INTERNACIONALES</b>
<b>1972</b>	Declaración de Estocolmo de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano.
<b>1992</b>	Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.
<b>1992</b>	Convenio marco de cambio climático
<b>2005</b>	Protocolo de Kioto sobre cambio climático
<b>2012</b>	Cumbre Rio+20 “El futuro que queremos para todos”

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Normatividad Colombiana

<b>NORMATIVIDAD COLOMBIANA</b>	
<b>Constitución Política de Colombia ARTICULO 79 y ARTICULO 80.</b>	
<b>Decreto 2811 de 1974</b>	“Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”.
<b>Decreto 1449 de 1977</b>	“Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley número 135 de 1961 y el Decreto-Ley número 2811 de 1974”.
<b>Decreto 1594 de 1984</b>	“Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III - Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos”
<b>Ley 99 de 1993</b>	“Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental SINA y se dictan otras disposiciones”.
<b>Ley 142 de 1994</b>	“Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.”
<b>Ley 373 de 1997</b>	“Por la cual se establece el Programa del uso eficiente y ahorro del agua”.
<b>Resolución 1096/2000</b>	“Por el cual se adopta el Reglamento técnico para el sector de agua potable y Saneamiento Básico RAS 2000”.
<b>Decreto 1729 de 2002</b>	“Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-Ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones”.
<b>Decreto 229 de 2002</b>	"Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 302 del 25 de febrero de 2000 (Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, en materia de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado”.

<b>Resolución 608 de 2012</b>	“mediante la cual se establecen los requisitos generales a que deben someterse los prestadores de servicios públicos para el uso e interconexión de redes, se regulan los contratos de suministro de agua potable y los contratos de interconexión, para la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado, y sus actividades complementarias”
<b>Decreto 155 de 2004</b>	"Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones".
<b>Resolución 240 de 2004</b>	“Por la cual se definen las bases para el cálculo de la depreciación y se establece la tarifa mínima de la tasa por utilización de aguas”.
<b>Resolución 865 2004</b>	“Por la cual se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones”.
<b>Decreto 4742 de 2005</b>	“Por el cual se modifica el artículo 12 del Decreto 155 de 2004 mediante el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas”.
<b>Decreto 1323 2007</b>	“Por el cual se crea el sistema de información del recurso hídrico, SIRH.”
<b>Decreto 1324 2007</b>	“Por el cual se crea el registro de usuarios del recurso hídrico y se dictan otras disposiciones”.
<b>Decreto 1575 de 2007</b>	“Por el cual se crea el sistema para la protección y control de la calidad de agua para consumo humano”
<b>Resolución 2320 de 2009</b>	“por la cual se modifica parcialmente la Resolución número 1096 de 2000 que adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico –RAS–”
<b>Decreto 064 de 2012</b>	"Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 485 de 2011, se reconoce el derecho al consumo mínimo vital de agua potable a los Estratos 1 y 2 de uso residencial y mixto y se toman otras determinaciones".
<b>Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico 2010 Busca garantizar la</b>	

**sostenibilidad del recurso hídrico con base en 6 objetivos guiados a la oferta, demanda, calidad, riesgos sobre la oferta, fortalecimiento institucional y gobernabilidad.**

**Política Distrital de Salud Ambiental 2011. Busca promover ambientes saludables para los habitantes y visitantes de Bogotá D.C., abordando componentes relacionados con el agua (protección y conservación del recurso hídrico), la calidad y abastecimiento de agua potable, la higiene locativa y la disposición adecuada de residuos líquidos y sólidos.**

Fuente: Elaboración propia basada en normatividad colombiana

## **4.4 MARCO HISTORICO**

### **4.4.1 ANTECEDENTES DEL AGUA EN LA CIUDAD DE BOGOTA.**

Los primeros habitantes del altiplano cundiboyacense fueron los Muiscas, para ellos las zonas de lagunas, páramos, ríos y sus riveras eran lugares sagrados, usados para realizar ofrendas y para la producción de alimentos de acuerdo a las necesidades de cada habitante.

El asentamiento, crecimiento y desarrollo de la ciudad de Bogotá ha girado en torno al agua desde su fundación en 1538, rodeada de los Ríos San Agustín y San Francisco.

Aquí una muestra cronológica de esta línea de tiempo en relación al agua:

Tabla 7. Evento históricos principales

AÑO	EVENTOS PRINCIPALES
1584	Se construye el primer acueducto de la ciudad con financiación del impuesto a la carne y al vino. El agua que provenía del río San Agustín, era transportado en cañas, este fue conocido como el acueducto de los laureles, y transportaba el agua hasta la plaza mayor de Santafé a una fuente de piedra conocida como el Mono de la Pila, allí mujeres conocidas como las aguateras llegaban a recoger el agua en múcuras o vasijas de barro para posteriormente llevarlas hasta sus hogares, hasta 1846 funciono el mono de la pila, ya que fue reemplazado por la estatua a Simón Bolívar.
1665	Es construida la pila de las nieves, en la conocida Plaza de las Nieves, esta construcción fue realizada por el párroco de la misma iglesia del sector.
1757	Conduciendo aguas del Río San Francisco es inaugurado el acueducto de Agua Nueva, uno de las más importantes obras de ese periodo.
1803	Con un poco más de 100 años de construcción se inaugura el acueducto y la pila de San Victorino con aguas provenientes del río Arzobispo.
1862	Es nombrado un inspector, quien determino en un informe las precarias condiciones sanitarias del sistema acueducto en la ciudad.
1886	Se le concede exclusivamente a Ramón Balbino Jimeno y Antonio Martínez por un periodo de setenta años, establecer, usar y explotar los acueductos de Bogotá y chapinero.
1888	El primer tramo de tubería en hierro entra en servicio en el centro de la ciudad, dando paso al primer acueducto de Bogotá.
1914	El acueducto deja de ser privado para volverse a la municipalidad, a pesar del que el contrato de acueducto privado se había cancelado en 1911 como acuerdo 8 de 1911 del consejo, solo fue hasta 1914 que la administración comenzó a funcionar como

	entidad pública. Como parte de la solución a los problemas de abastecimiento se construyen tanque en las zonas altas de la ciudad y se renuevan algunas tuberías.
<b>1920</b>	El cloro es usando como sistema de desinfección en el tratamiento del agua. Es constituido el tranvía y el acueducto como una nueva empresa.
<b>1933</b>	Fueron iniciadas obras para la construcción de los embalses La Regadera, Chisacá y Los Tunjos, además de las Plantas de Tratamiento de Vitelma y San Diego.
<b>1938</b>	Entra en Funcionamiento la Planta de Tratamiento de Vitelma.
<b>1951</b>	Es llenado y puesto en funcionamiento el embalse de Sisga.
<b>1952</b>	Entra en funcionamiento el embalse de Neusa.
<b>1955</b>	Desvinculándose del tranvía es creada la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.
<b>1958</b>	Con la creación del Distrito Especial se atendieron en tema de agua potable los seis municipios anexados; Suba, Engativá, Fontibón, Bosa, Usaquén y Usme.
<b>1959</b>	Es construida la planta de Tibitoc, surtiéndose de aguas del Rio Bogotá.
<b>1962</b>	Es llenado y puesto en funcionamiento el embalse de Tominé.
<b>1968-1973</b>	Se realiza ampliación de la Planta de Tibitó, en donde se capturaron aguas del río Tesusacá para almacenamiento en las represas de sistema: Neusa, Sisga y Tominé.
<b>1972</b>	Comienzan las obras del proyecto Sistema Chingaza. Se construye el embalse de chuza o represa de Chingaza, las aguas de este embalse se trasladan por medio de túneles a la planta de tratamiento Francisco Wiesner.
<b>1975</b>	

	Entran en funcionamiento estaciones de bombeo y tanques (Casablanca) que permitieron la distribución del agua para el sector de Bosa.
<b>1977</b>	La zona del Suroriente Bajo y de la zona de Usme accedieron a la red de acueducto.
<b>1980</b>	Inicio de suministro de agua en bloque para el municipio de Chía
<b>1981</b>	Mediante la construcción de tanques de capacidad limitada y estaciones de bombeo, 25 nuevos barrios se conectaron formalmente y se prolongó la acometida de otros 34 barrios donde ya se había iniciado el programa. Inicio de suministro de agua en bloque para el municipio de Cajicá.
<b>1983</b>	Entra en funcionamiento el sistema Chingaza, aunque con interrupciones en 1984 y 1985. Inicio de suministro de agua en bloque para el municipio de Sopó.
<b>1984</b>	Entra en Funcionamiento la Planta de Tratamiento de La Laguna.
<b>1985</b>	Inicio de suministro de agua en bloque para el municipio de La calera y Tocancipá. Comienza el suministro directo de agua en para el municipio de Gachancipá y Soacha.
<b>1994</b>	Las transformaciones de la EAAB conducen, en términos operativos, a un cubrimiento del 100% de la demanda de agua en la ciudad
<b>1995</b>	Inicio de suministro de agua en bloque para el municipio de Funza, Madrid y Mosquera.
<b>1997</b>	El Embalse San Rafael empieza a funcionar como parte complementaria del sistema Chingaza, las aguas de este embalse se trasladan a la planta de tratamiento Francisco Wiesner.
<b>2001</b>	

	Entra en Funcionamiento la Planta de Tratamiento de El Dorado como parte del sistema Tunjuelito al sur de Bogotá.
<b>2002</b>	La empresa EAAB adopta un modelo de gestión basado en la división de la ciudad por zonas, cada una de las cuales es cubierta por una Gerencia Zonal.
<b>2003</b>	Entra en funcionamiento la Planta de tratamiento Yomasa, la cual abastecerá a una parte de población al sur oriente de la ciudad que viven a 3200 msnm.
<b>2005</b>	Inicio de suministro de agua en bloque para el municipio de Cota.
<b>2013</b>	Entra en funcionamiento un programa de fortalecimiento de acueductos veredales para localidades de Ciudad Bolívar (9), Usme (1) y Sumapaz (14) que poseen zonas rurales.

Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de (Barbosa, 1999), (Guhl, 1982), (Villegas, 2003), (Alcaldía Mayor de Bogota, 2006, 2010), (E.A.A.B, 2009, 2014), (Jardín Botánico José celestino Mutis, 2012) (Revista credencial “Acueducto de Bogotá entre lo público y privado 1887-1914”).

#### **4.4.2 CRECIMIENTO DE BOGOTÁ 1964 - 2014**

La Secretaria Distrital de Planeacion (2010) en su informe de población y desarrollo urbano afirma que desde 1954 con la expedición del Decreto 3640 que entró a regir en 1955 Bogotá quedo organizado como Distrito Especial acogiendo municipios de Cundinamarca como lo fueron Bosa, Engativá, Fontibón, Suba, Usme y Usaquén y una parte de Sumapaz. Debido a la suma de estos municipios anexos la ciudad de Bogotá tuvo un crecimiento vertiginoso ya que para el año de 1955 tenía un área aproximada de 2700 ha con una densidad urbana de 204.20 personas/Ha y paso a tener en el año de 1964 un área aproximada de 14.615 Ha. (p6).

**DECADA DE 1960 – 1969**

Figura4. Mapa Bogotá década del 60

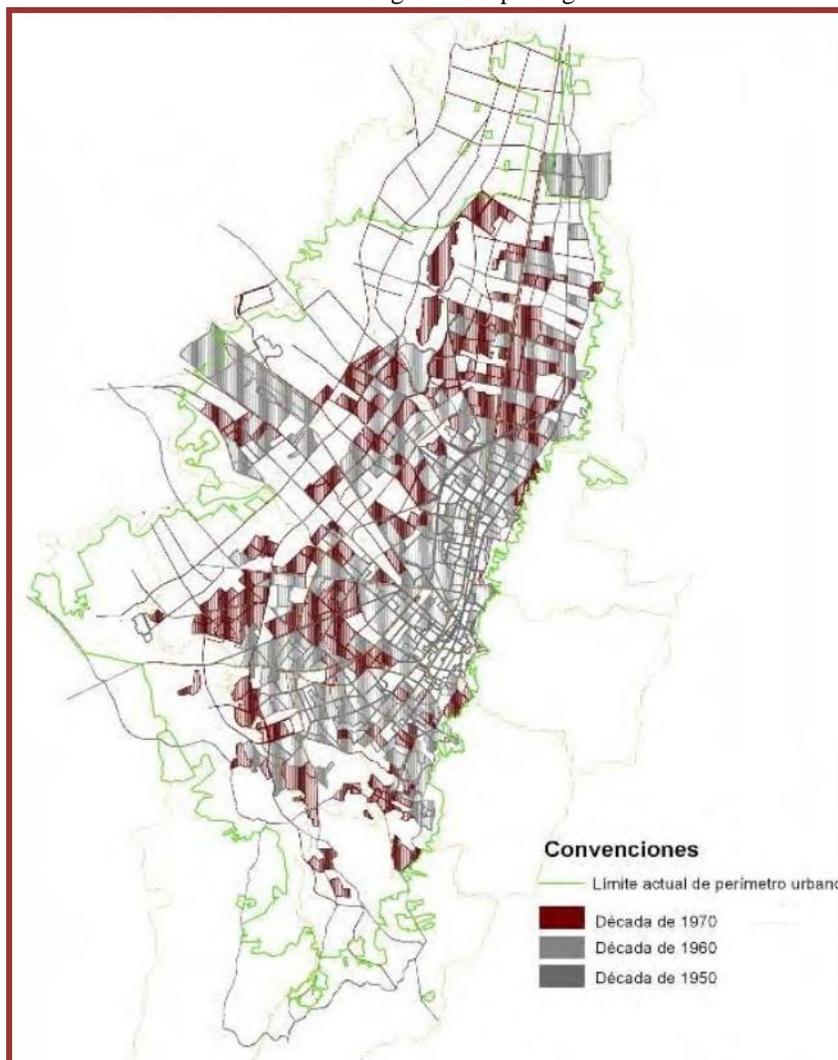


Fuente: Museo de Desarrollo Urbano- Instituto Distrital de Cultura y turismo, Bogotá. CD ROOM 1998

Con la realización del Censo para el año de 1964 Bogotá contaba con 1.697.311 habitantes, un área aproximada de 14.615 Ha con una densidad urbana de 116.1 personas/ha, representando así el 9. 7% de la población del país (Secretaria Distrital de Planeacion, 2010).

## DECADA DE 1970 – 1979

Figura5. Mapa Bogotá década del 70

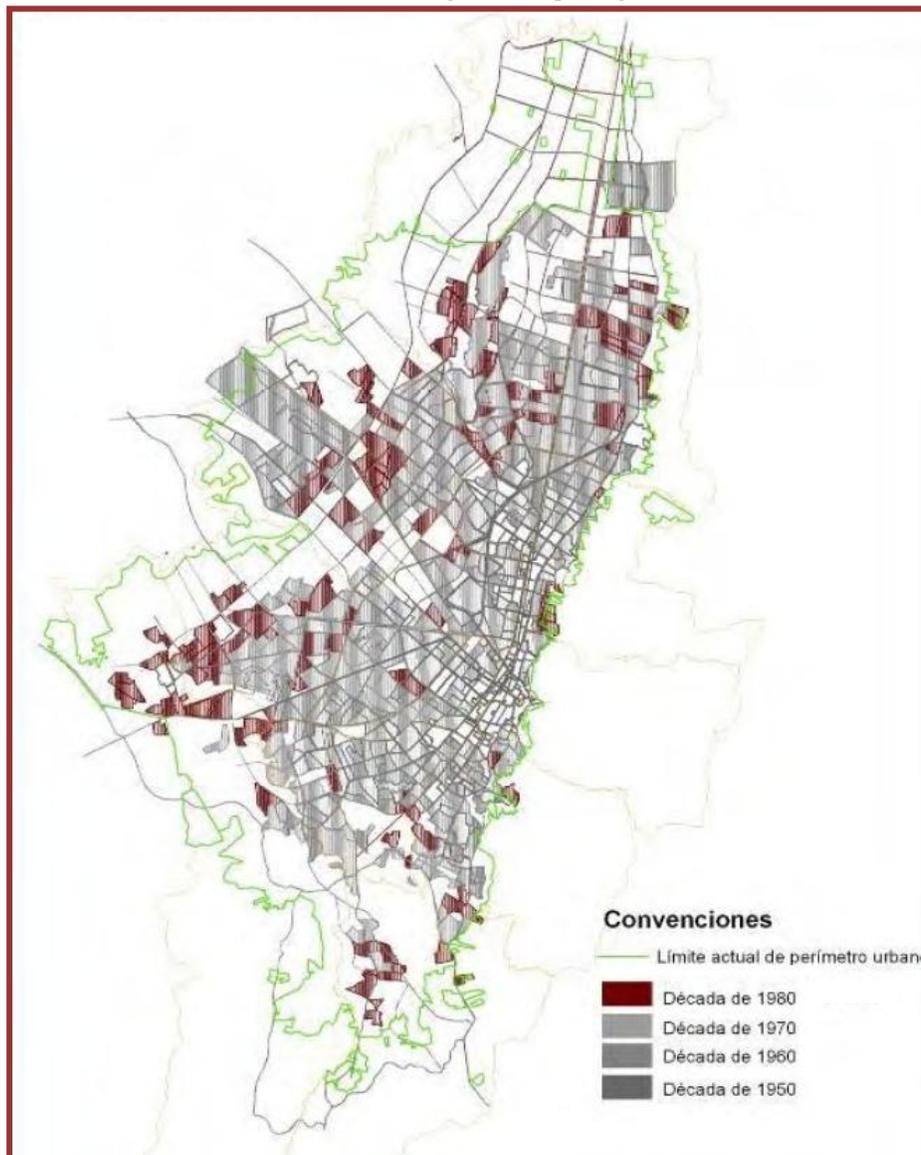


Fuente: Museo de Desarrollo Urbano- Instituto Distrital de Cultura y turismo, Bogotá. CD ROOM 1998

Con el Censo realizado por el DANE en 1973 la ciudad de Bogotá contaba con 2.855.065 habitantes con una densidad urbana de 135.4 personas/Ha, y tenía un área de 18.985 Hectáreas. El distrito Especial de Bogotá dividió su territorio en 16 Alcaldías menores de; Fontibón, Engativá, Suba, Barrios Unidos, Teusaquillo, Los Mártires, Antonio Nariño y Puente Aranda, Ciudad de Kennedy, Tunjuelito, Bosa, Usaquén, Chapinero, San Cristóbal, Santa Fé y Usme. (Secretaria Distrital de Planeacion, 2010)

**DECADA DE 1980 - 1989**

Figura6. Mapa Bogotá década del 80

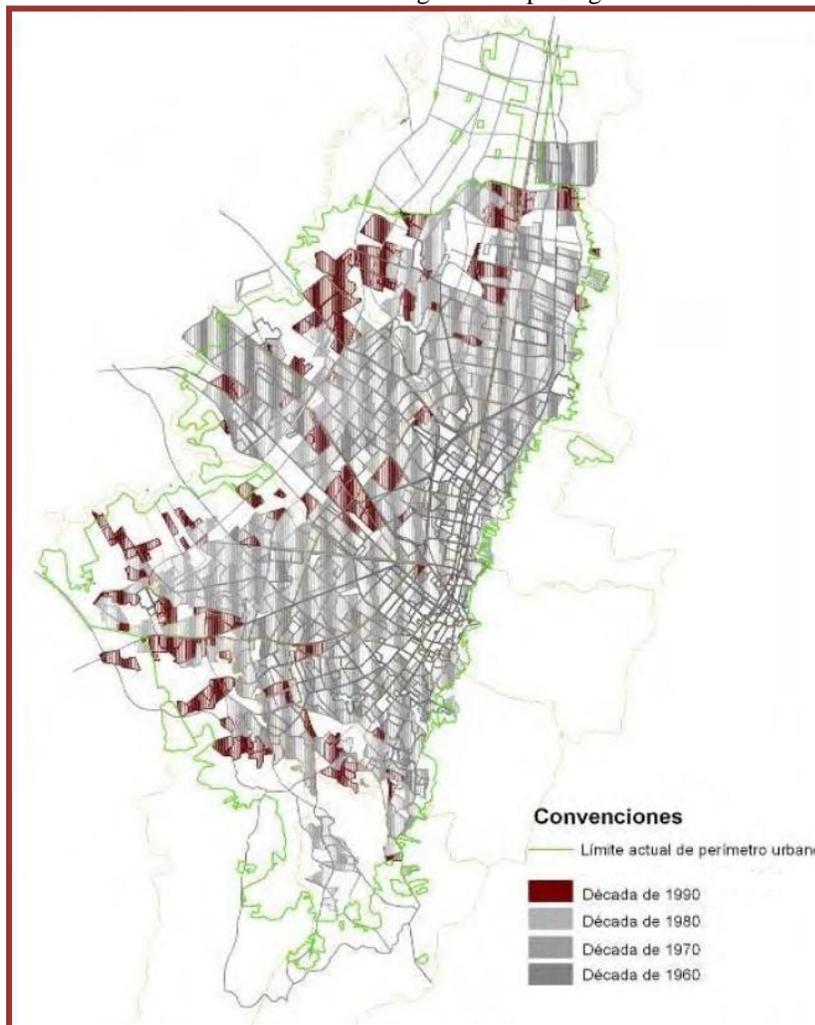


Fuente: Museo de Desarrollo Urbano- Instituto Distrital de Cultura y turismo, Bogotá. CD ROOM 1998

En el transcurso de esta década se realizó en el año de 1985 el Censo Nacional de Población, en el cual se conoció que Bogotá contaba con una población de 4.225.649 habitantes, con una densidad poblacional de 165.6 personas/Hectárea y un área urbanizada de 24.046 de Hectáreas (Secretaría Distrital de Planeación, 2010).

**DECADA DE 1990 – 1999**

Figura7. Mapa Bogotá década del 90

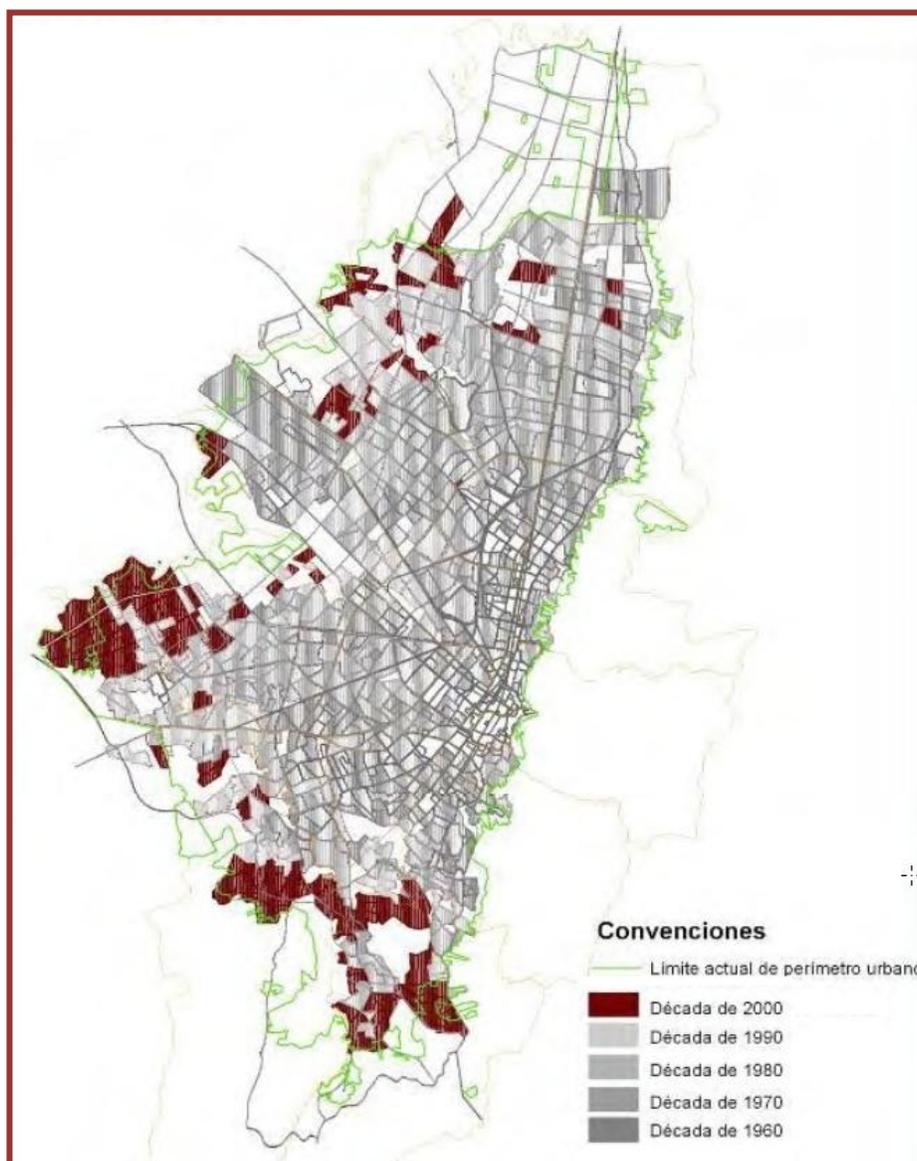


Fuente: Museo de Desarrollo Urbano- Instituto Distrital de Cultura y turismo, Bogotá. CD ROOM 1998

Después de la reforma constitucional de 1991 el Distrito Especial se convirtió en Distrito Capital y las alcaldías menores se convirtieron en localidades, afirma la Secretaria Distrital de Planeación (2010), en el documento Bogotá ciudad de Estadísticas, además en esta década se realizó el Censo Nacional de 1993 en el cual determinaron que la población de Bogotá era de 5.413.484 habitantes con una densidad poblacional de 198 habitantes/ hectárea y un área urbanizada de 28.721 Hectáreas (Secretaria Distrital de Planeacion, 2010).

**DECADA DE 2000 – 2009**

Figura8. Mapa Bogotá década del 2000



Fuente: SDP. Base de datos Geográfica. Basado en el censo 2005

Con la adopción del Decreto 619 en el año 2000 (Plan de Ordenamiento Territorial –POT) se reglamentó el uso del suelo y junto con ajustes del POT a través del decreto 190 en el año 2004, determinaron que el área urbana para el Distrito era de 163.660,3 hectáreas, divididas en; 38.430,19 hectáreas correspondientes al área urbana, 122.256,07 hectáreas de área rural y

2.974,11 hectáreas de área de expansión. Para el año 2005 con la aplicación del Censo Nacional de Población se encontró que la población en Bogotá para ese año era de 6.840.116 habitantes con una densidad poblacional de 176.4 habitantes/hectárea (Secretaria Distrital de Planeación, 2010).

### **AÑO 2010 – 2014**

El Instituto de Estudios Urbanos de la Universidad Nacional de Colombia (2014) afirma que; la capital posee un área urbana de 41.388 hectáreas, un área rural 122.271 hectáreas, un área de expansión de 2.974 hectáreas para un total de área del Distrito de 163.659 hectáreas.

Actualmente Bogotá cuenta con una población de 7.831.033 con una densidad poblacional de 191 habitantes/ hectárea (Secretaria Distrital de Planeación, 2014).

Figura9. Mapa Bogotá 2010-2014



Fuente: IDECA 2014. Trabajado en AutoCAD 2010

## 5. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Los tipos de investigación que se tuvieron en cuenta para la realización de este proyecto fueron varias y a continuación se describirán, teniendo en cuenta como puntos de referencia la población y el consumo del agua en Bogotá.

- **LONGITUDINAL**, ya que fue un tipo de estudio observacional que investigo un mismo grupo a la largo de un periodo de años y requirió de datos estadísticos (Rice, 1997), con el propósito de evaluar cambios a lo largo del mismo.
- **HISTORICA**, relacionando eventos del pasado, se describieron situaciones, acontecimientos y datos relacionados ente el periodo de 1964 a 2014, para establecer la relación que estos tiene con las proyecciones a futuro, en torno al consumo del recurso hídrico.
- **CORRELACIONAL**, Para el caso de este estudio se tuvo como propósito medir el grado de relación entre el tamaño de la población a lo largo del tiempo y el consumo de agua de la misma, ya que según Hernandez (1997) este estudio tiene como propósito medir la relación existente entre dos o más variables.
- **EXPLICATIVO**, “...están dirigidos a responder las causas de los eventos físicos y sociales. Su interés se centra en explicar un fenómeno, en qué condiciones se da y porque dos o más variables esta relacionadas” (Hernandez, 1997, pag 67). En el caso del presente estudio se describieron hechos, causas y sus efecto a futuro.

## **6. DISEÑO METODOLÓGICO**

Dentro del diseño metodológico utilizado para la elaboración de este proyecto según el objeto del estudio se tuvieron en cuenta; la recolección de datos, el análisis de datos y la evaluación de resultados, que se describen a continuación.

### **6.1. RECOLECCION DE DATOS**

Durante el desarrollo del proyecto fue de vital importancia una constante retroalimentación de carácter bibliográfico que aportó al enriquecimiento de la investigación. Dentro de la recopilación bibliográfica se utilizó información de las siguientes fuentes primarias y secundarias;

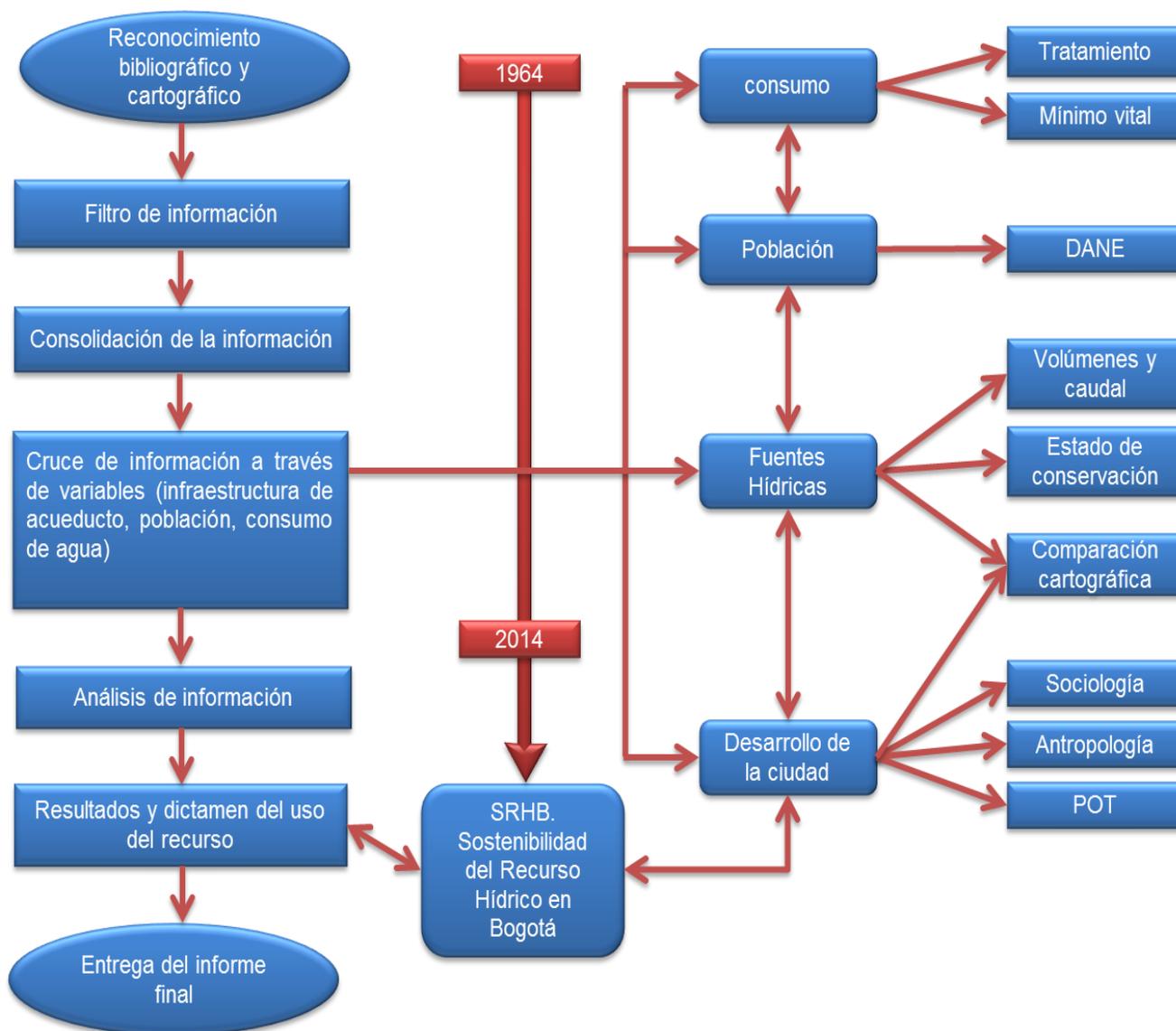
#### **FUENTES PRIMARIAS**

- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (E.A.A.B)
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)
- Unidad Administrativa Especial de Catastro (IDECA)
- Instituto de Estudios Urbanos (IEU) de la Universidad Nacional de Colombia

#### **FUENTES SECUNDARIAS**

- Libros
- Revistas
- Páginas Web
- Medios de comunicación
- Otros Estudios respecto al tema

Figura10. Resumen de diseño metodológico



Fuente: La Autora

## 6.2. ANALISIS DE DATOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Una vez recolectada y consolidada la información, se tabuló esta misma para el procesamiento y cruce a través de variables (infraestructura de acueducto, población, consumo de agua).

Ya tabulados los datos se trabajaron en tablas de Excel y se utilizaron graficas de Columnas, Líneas y Áreas.

Dentro de los indicadores demográficos en Colombia usados por el DANE (2010), están; población, densidad poblacional y tasa de crecimiento, entre otros. Para determinar la información faltante entre el periodo de 1965 a 1984 (ya que solo existen los datos puntuales de los años 1964,1973 y 1985) correspondiente a los datos de población para Bogotá y los municipios de Chía, Cajicá, Sopó, La Calera, Tocancipá, Funza, Madrid, Mosquera, Cota, Soacha y Gachancipá fue necesario hallar inicialmente la tasa de crecimiento, la cual se calculó con los datos correspondientes a los últimos censos de población. La fórmula utilizada para determinar tasa de crecimiento fue,

$$r = \left[ \frac{P^{t+n}}{P^t} \right]^{1/a} - 1 \quad \times 100$$

r = Tasa de crecimiento anual geométrico.

$P^{t+n}$  Población al momento actual.

$P^t$  Población al momento inicial o población base o población inicial.

a La amplitud o distancia en tiempo entre las dos poblaciones de referencia.

Una vez determinadas las tasas de crecimiento para Bogotá y los municipios de Chía, Cajicá, Sopó, La Calera, Tocancipá, Funza, Madrid, Mosquera, Cota, Soacha y Gachancipá, se determinaron los datos cuantitativos referentes a la cantidad de habitantes entre el periodo de 1965 a 1984 con la siguiente fórmula (DANE, 2011),

$$PC = \frac{DPAA * TC}{100} + DPAA$$

PC	Población Calculada
DPAA	Dato Población Año Anterior
TC	Tasa de Crecimiento

Posteriormente se consolidó la información de población (Bogotá y los otros municipios), consumo de agua y disponibilidad - abastecimiento del recurso hídrico con el fin de terminar las proyecciones de consumo y población entorno a la sostenibilidad del recurso hídrico.

En cuanto a la proyección de población se usaron las formulas anteriormente mencionadas y para la proyección de consumo se determinaron a través de los cálculos porcentuales utilizados actualmente por la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá.

Finalmente se realizó un análisis estadístico para dictaminar el uso la sostenibilidad del recurso hídrico en Bogotá.

Para la realización de la proyección del consumo de agua se tomaron las formulas planteadas por El Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico -RAS 2000, del Título B – sistemas de acueducto.

En cuanto a la parte cartográfica, se analizó paralelamente mediante una comparación de los mapas correspondientes al periodo del estudio y se realizó un análisis foto-interpretativo en el cual uso como herramienta un CAD, específicamente, AutoCAD 2010

## 7. RESULTADOS Y ANALISIS

### 7.1 POBLACIÓN BOGOTÁ

Con los datos obtenidos por el DANE se conocía la cantidad de población desde 1985 a 2014, pero no se encontraron datos correspondientes a la población entre el intervalo de 1965 a 1984, por lo que a continuación se calculan, obteniendo la tasa de crecimiento con los datos de población de los Censos de 1964 y 1973, para así a través de la fórmula de Tasa de crecimiento geométrico determinar la población correspondiente a los datos históricos faltantes que se muestran a continuación.

Fórmula para cálculo tasa de crecimiento poblacional según RAS 2000 Y DANE

$$r = \left[ \frac{P^{t+n}}{P^t} \right]^{1/a} - 1 \quad \times 100$$

r = Tasa de crecimiento anual geométrico.

$P^{t+n}$  Población al momento actual.

$P^t$  Población al momento inicial o población base o población inicial.

a La amplitud o distancia en tiempo entre las dos poblaciones de referencia

Aplicando la formula;

$$r_{1964-1973} = \left( \frac{2.855.065}{1.697.311} \right)^{\left( \frac{1}{1973-1964} \right)} - 1 \times 100$$

$$r_{1964-1973} = 5.94 \%$$

De igual forma se realizó para el periodo de 1974-1984 en Bogotá  
En cuanto para la población calculada para cada año se aplicó la siguiente fórmula;

$$PC = \frac{DPAA * TC}{100} + DPAA$$

PC Población Calculada

DPAA Dato Población Año Anterior

TC Tasa de Crecimiento

Aplicando la formula;

$$PC_{1965} = \left( \frac{1.697.311 * 5.94}{100} \right) + 1.697.311 = 1.798.131$$

$$PC_{1966} = \left( \frac{1.798.131 * 5.94}{100} \right) + 1.798.131 = 1.904.940$$

A continuación la tabla correspondiente a los cálculos de tasa de crecimiento y población calculada para cada año entre el periodo de 1964 a 1985.

**Tabla 8.** Tasa de crecimiento y población de Bogotá 1964-1985

PERIODO AÑOS	POBLACION CENSO DANE	TASA DE CRECIMIENTO GEOMETRICO ANUAL	POBLACION CALCULADA PARA CADA AÑO
1964	1.697.311		
1965		5,94	1.798.131
1966			1.904.940
1967			2.018.094
1968			2.137.968
1969			2.264.964
1970			2.399.503
1971			2.542.033
1972			2.693.030
1973	2.855.065		
1974		3,32	2.949.853
1975			3.047.788
1976			3.148.975
1977			3.253.521
1978			3.361.538
1979			3.473.141
1980			3.588.449
1981			3.707.586
1982			3.830.677
1983			3.957.856
1984			4.089.257
1985	4.225.649		

Fuente: Cálculos propios a partir de datos DANE 2011, EAAB 2014

En los últimos 50 años Bogotá ha tenido un crecimiento vertiginoso, pasó de tener 1.697.311 habitantes a 7.831.033 habitantes al 2014 según datos del DANE y la Secretaria de Planeación Distrital (SPD) respectivamente. El dato del 2014 de SPD corresponde al Reloj de población que muestra el número de total de habitantes en Bogotá y en cada una de las localidades de la ciudad.

El crecimiento de la población en Bogotá ha estado ligado al desplazamiento por violencia en las zonas rurales, oportunidades de trabajo, educación y búsqueda de una mejor calidad de vida entre otras.

A continuación se muestra el consolidado de población, disponibilidad del recurso y consumo de agua entre el periodo de 1964 – 2014.

Tabla 9. Consolidado población, disponibilidad del recurso y consumo 1964 – 2014

PERIODO AÑOS	POBLACION BOGOTÁ (Hab)	DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HIDRICO Y ABASTECIMIENTO	CONSUMO VOLUMEN AÑO EN m3
1964	1.697.311	Embalses La Regadera, Chisacá, Los Tunjos, Sisga, Neusa y Tominé. Las Plantas de Tratamiento de Vitelma, San Diego y Tibitoc.	126.922.535
1965	1.798.131		122.926.684
1966	1.904.940		127.334.803
1967	2.018.094		156.945.042
1968	2.137.968		165.871.360
1969	2.264.964	Ampliación planta Tibitó Inicio obra del proyecto Chingaza y construcción y puesta en marcha del embalse de Chuza o Represa de Chingaza	174.951.133
1970	2.399.503		190.849.336
1971	2.542.033		196.164.860
1972	2.693.030		216.411.931
1973	2.855.065		245.797.681
1974	2.949.853	Entran en funcionamiento estaciones de bombeo y tanques que permiten la distribución del agua para el sector de Bosa.	253.126.246
1975	3.047.788		252.966.277
1976	3.148.975		265.491.878
1977	3.253.521		285.635.888
1978	3.361.538		298.700.634
1979	3.473.141	Aumento en creación de tanques y estaciones de bombeo Entra en funcionamiento el sistema Chingaza	314.195.944
1980	3.588.449		338.611.405
1981	3.707.586		339.163.707
1982	3.830.677		356.270.740
1983	3.957.856		401.107.309
1984	4.089.257	Durante el funcionamiento del Sistema Chingaza se presentan interrupciones entre 1984 y 1985	403.831.118
1985	4.225.649		423.098.112
1986	4.360.948		452.207.125
1987	4.502.390		473.932.220
1988	4.648.463		498.774.435
1989	4.797.534	las transformaciones de la EAAB conducen, en términos operativos, a un cubrimiento del 100% de la demanda de agua en la ciudad	499.510.333
1990	4.947.890		537.475.640
1991	5.105.935		545.019.808
1992	5.261.692		549.270.036
1993	5.413.484		554.643.632
1994	5.559.851	El Embalse San Rafael empieza a funcionar como parte complementaria del sistema Chingaza, las aguas de este embalse se trasladan a la planta de tratamiento Francisco Wiesner.	566.964.169
1995	5.699.655		567.230.542
1996	5.828.528		555.862.933
1997	5.952.563		488.142.331
1998	6.072.489		495.040.013
1999	6.189.030	Entra en Funcionamiento la Planta de Tratamiento de El Dorado como parte del sistema Tunjuelito al sur de Bogotá y la Planta de tratamiento Yomasa, la cual abastecerá a una parte de población al sur oriente de la ciudad que viven a 3200 msnm.	466.993.422
2000	6.302.881		465.667.671
2001	6.412.400		463.850.342
2002	6.520.473		464.280.057
2003	6.627.568		456.477.227
2004	6.734.041	Construcción y Expansión del Sistema de Acueducto en cuanto a redes locales	449.455.455
2005	6.840.116		447.980.552

2006	6.945.216		451.074.574
2007	7.050.228		465.723.648
2008	7.155.052		475.404.285
2009	7.259.597	Entra en funcionamiento un programa de fortalecimiento de acueductos verdales para localidades de Ciudad Bolívar (9), Usme (1) y Sumapaz (14) que poseen zonas rurales. Construcción y Expansión del Sistema de Acueducto en cuanto a redes locales	477.423.504
2010	7.363.782		467.027.427
2011	7.467.804		473.012.587
2012	7.571.345		477.381.386
2013	7.674.366		481.184.192
2014	7.831.033		479.282.789

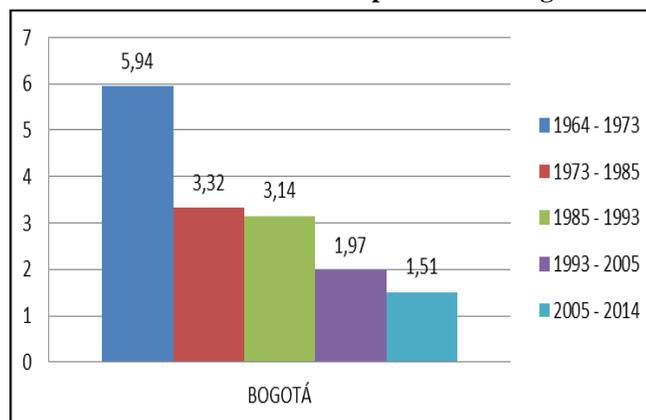
Fuente: Elaboración propia a partir de datos DANE 2011, EAAB 2014

Con el incremento de población aumento también el consumo de agua y a su vez las fuentes de captación en la ciudad, pasando a tener como fuentes de abastecimiento los Ríos Tunjuelo, Salitre y Fucha a la construcción de embalses, represas, plantas de tratamiento y ampliación del sistema de distribución, reflejados en lo que se conoce actualmente como sistema norte, sistema Chingaza y sistema sur.

## TASA CRECIMIENTO POBLACIONAL PARA BOGOTÁ

Para el periodo estudiado con relación a la tasa de crecimiento en Bogotá el registro más alto está entre 1964-1973 con un 5.94%, el más bajo esta entre 2005-2014 con un 1.51%

**Grafica 1. Tasa crecimiento poblacional Bogotá**

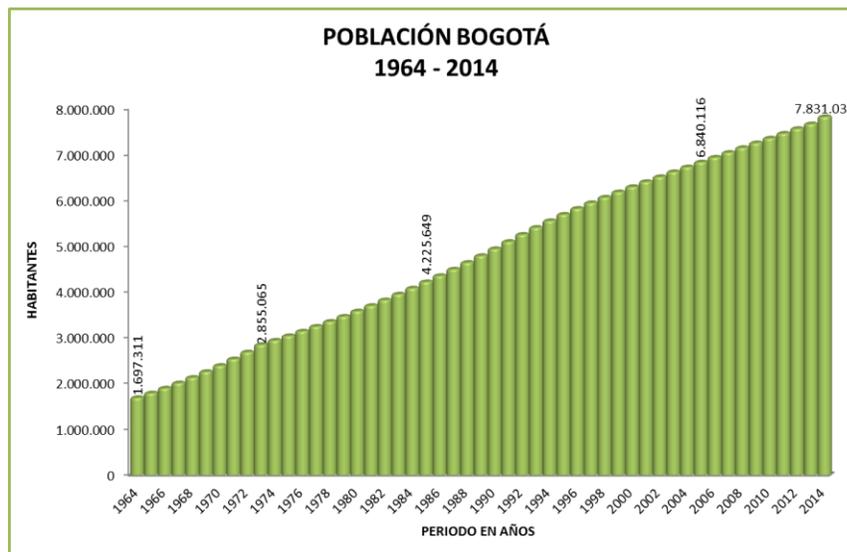


Fuente: Cálculos propios con base a datos DANE 2011

## CURVA POBLACIÓN BOGOTÁ 1964 – 2014

Los datos de censo poblacional en los últimos 50 años han sido realizados por el DANE en cuatro momentos 1964, 1973, 1985 y 2005. Los datos de población entre estos periodos los calcularon basados en datos intercensales entre cada año con el instrumento de determinación de la tasa de crecimiento geométrico, también usada en el desarrollo de este estudio, mencionada en el numeral 6.2.

**Grafica 2. Curva población Bogotá**



Fuente: Cálculos propios con base a datos DANE 2011/

## 7.2 AGUA EN BLOQUE Y NUEVOS SUCRIPTORES

La definición de agua en bloque fue mencionada por primera vez en la Ley 142 de 1994 a través del Decreto reglamentario 302 de 2000 (modificado por el artículo 3.45 decreto 229 de 2002)

Mucho antes de la Ley 142 del 94 la EAAB ya venía realizando contratos de suministro de agua en bloque para municipios como Chía, Cajicá, Sopó, Soacha, La Calera, Tocancipá y Gachancipá, después de la Ley de 1994 se suscribieron contratos con Funza, Madrid, Mosquera y Cota.

“...ni la Ley 142 de 1994, ni los otros decretos que han mencionado el tema del agua en bloque, establecieron bases para su desarrollo, ni aclararon si se trata de un servicio público domiciliario, no definieron bases para el establecimiento de tarifas; no previeron condiciones para su prestación, el tipo de contrato que debe regir el servicio, en fin, los desarrollos de esta actividad solo se cristalizaron a través de la Resolución CRA 608 del 25 de abril de 2012, que entre otras cosas, no habla de agua en bloque sino de suministro de agua potable.” (Contraloría de Bogotá, 2012)

Para determinar el número de habitantes de los municipios que reciben agua en bloque por parte de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá fue necesario determinar la tasa de crecimiento entre el intervalo de 1974 a 2004 (estos datos no fueron encontrados, solo existen los datos de censo de 1973, 1985, 1993 y 2005 calculados por el DANE), para así calcular el número de habitantes, tal como se hizo en el caso de la población para Bogotá.

Las formulas aplicadas para la tasa de crecimiento y población calculada por año son las mismas mencionadas en el numeral 6.2 del presente trabajo.

Fórmula para cálculo tasa de crecimiento poblacional

$$r = \left[ \frac{P^{t+n}}{P^t} \right]^{1/a} - 1 \quad \times 100$$

- r = Tasa de crecimiento anual geométrico.
- $P^{t+n}$  Población al momento actual.
- $P^t$  Población al momento inicial o población base o población inicial.
- a La amplitud o distancia en tiempo entre las dos poblaciones de referencia

Aplicando la formula;

$$r_{\text{Chía } 1973-1985} = \left[ \frac{19.826}{32.505} \right]^{1/(1985-1973)} - 1 \times 100$$

$$r_{\text{Chía } 1973-1985} = 4.2 \%$$

De igual forma se realizó para el periodo de 1974-1984 en cada uno municipios (Chía, Cajicá, Sopó, Soacha, La Calera, Tocancipá y Gachancipá, Funza, Madrid, Mosquera y Cota) que reciben agua en bloque.

En cuanto para la población calculada para cada año se aplicó la siguiente fórmula;

$$PC = \frac{DPAA * TC}{100} + DPAA$$

- PC Población Calculada
- DPAA Dato Población Año Anterior
- TC Tasa de Crecimiento

Aplicando la formula;

$$PC_{\text{Chía } 1974} = \left( \frac{19.826 * 4.2}{100} \right) + 19.826 = 20.660$$

$$PC_{\text{Chía } 1975} = \left( \frac{20.660 * 4.2}{100} \right) + 20.660 = 21.529$$

Las tablas que se presentan a continuación corresponden a los cálculos de tasa de crecimiento y población para cada los municipios de Chía, Cajicá, Sopó, Soacha, La Calera, Tocancipá, Gachancipá, Funza, Madrid, Mosquera y Cota, año entre el periodo de 1973 a 2004, junto con la información suministrada por el DANE entre el periodo de 2005 al 2014.

Tabla 10. Suscritos agua en bloque - cálculos de tasa de crecimiento y población I

AÑO	CHIA			CAJICA			SOPO			LA CALERA			TOCANCIPA			GACHANCIPÁ		
	1980 Inicio de agua en bloque			1981 Inicio de agua en bloque			1983 Inicio de agua en bloque			1985 Inicio de agua en bloque			1985 Inicio de agua en bloque			1985 Servicio directo		
	POBLACION CENSO DANE	T.C.G.A	POBLACION CALCULADA PARA CADA AÑO	POBLACION CENSO DANE	T.C.G.A	POBLACION CALCULADA PARA CADA AÑO	POBLACION CENSO DANE	T.C.G.A	POBLACION CALCULADA PARA CADA AÑO	POBLACION CENSO DANE	T.C.G.A	POBLACION CALCULADA PARA CADA AÑO	POBLACION CENSO DANE	T.C.G.A	POBLACION CALCULADA PARA CADA AÑO	POBLACION CENSO DANE	T.C.G.A	POBLACION CALCULADA PARA CADA AÑO
1973	19826			12159			5744			11140			4257			2625		
1974			20660			12586			5862			11339			4378			2670
1975			21529			13028			5981			11542			4502			2717
1976			22434			13486			6104			11749			4630			2764
1977			23378			13960			6229			11959			4762			2811
1978			24361			14450			6356			12173			4897			2860
1979			25386			14958			6486			12391			5036			2910
1980			26454			15483			6619			12613			5179			2960
1981			27566			16027			6754			12839			5326			3011
1982			28726			16590			6892			13069			5477			3063
1983			29934			17173			7033			13303			5633			3116
1984			31193			17776			7177			13541			5793			3170
1985	32505		32505	18401		18401	7324		7324	13783		13783	5957		5957	3225		3225
1986			33919			19520			7742			14236			6443			3448
1987			35394			20706			8184			14704			6968			3686
1988			36934			21965			8650			15187			7537			3941
1989			38540			23300			9144			15686			8152			4214
1990			40217			24717			9666			16202			8817			4505
1991			41966			26219			10217			16734			9536			4817
1992			43791			27813			10800			17284			10314			5150
1993	45696		45696	29504		29504	11416		11416	17852		17852	11155		11155	5506		5506
1994			48692			30582			12021			18283			11897			5828
1995			51884			31700			12659			18724			12688			6168
1996			55286			32859			13330			19176			13532			6529
1997			58910			34060			14037			19639			14431			6911
1998			62772			35305			14782			20113			15391			7314
1999			66888			36595			15565			20599			16415			7742
2000			71273			37933			16391			21096			17506			8194
2001			75945			39319			17260			21605			18670			8673
2002			80924			40757			18175			22127			19912			9180
2003			86230			42246			19139			22661			21236			9717
2004			91883			43790			20154			23208			22648			10285
2005	97907		97907	45391		45391	21223		21223	23768		23768	24154		24154	10886		10886
2006	100813		100813	46548		46548	21748		21748	24175		24175	24936		24936	11216		11216
2007	103568		103568	47682		47682	22290		22290	24557		24557	25685		25685	11554		11554
2008	106355		106355	48817		48817	22841		22841	24943		24943	26434		26434	11895		11895
2009	109160		109160	49959		49959	23384		23384	25319		25319	27191		27191	12242		12242
2010	111998		111998	51100		51100	23937		23937	25688		25688	27941		27941	12584		12584
2011	114881		114881	52244		52244	24489		24489	26077		26077	28732		28732	12944		12944
2012	117786		117786	53397		53397	25053		25053	26449		26449	29511		29511	13312		13312
2013	120719		120719	54550		54550	25611		25611	26810		26810	30326		30326	13678		13678
2014	123673		123673	55708		55708	26187		26187	27169		27169	31146		31146	14058		14058

Fuente: Base de datos DANE 2011 / Cálculos: DANE y propios

Tabla 11. Suscritos agua en bloque - cálculos de tasa de crecimiento y población II

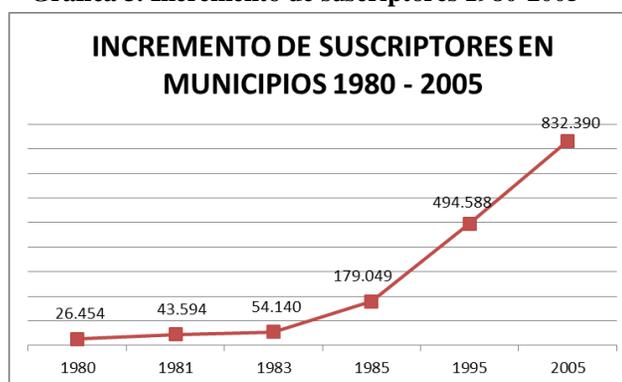
AÑO	FUNZA			MADRID			MOSQUERA			SOACHA			COTA		
	1995 Inicio de agua en bloque			1995 Inicio de agua en bloque			1995 Inicio de agua en bloque			2005 Servicio directo			2005 Inicio de agua en bloque		
	POBLACION CENSO DANE	T.C.G.A	POBLACION CALCULADA PARA CADA AÑO	POBLACION CENSO DANE	T.C.G.A	POBLACION CALCULADA PARA CADA AÑO	POBLACION CENSO DANE	T.C.G.A	POBLACION CALCULADA PARA CADA AÑO	POBLACION CENSO DANE	T.C.G.A	POBLACION CALCULADA PARA CADA AÑO	POBLACION CENSO DANE	T.C.G.A	POBLACION CALCULADA PARA CADA AÑO
1973	16833			16934			7365			37347			4824		
1974			17377			17409			7610			40468			4988
1975			17939			17897			7864			43851			5158
1976			18519			18399			8126			47516			5333
1977			19118			18915			8396			51487			5515
1978			19737			19445			8676			55790			5702
1979		3,2	20375		2,8	19990		3,3	8965		8,4	60453		3,4	5896
1980			21034			20551			9263			65505			6097
1981			21714			21127			9572			70980			6304
1982			22416			21719			9891			76913			6519
1983			23141			22328			10220			83341			6741
1984			23889			22954			10560			90306			6970
1985	24662		24662	23598		23598	10912		10912	97854		97854	7207		7207
1986			26012			25145			11803			108906			7638
1987			27436			26792			12766			121206			8095
1988			28938			28548			13808			134895			8579
1989		5,5	30522		6,6	30419		8,2	14935		11,3	150131		5,98	9092
1990			32193			32413			16153			167087			9636
1991			33955			34537			17472			185958			10213
1992			35814			36800			18898			206960			10824
1993	37774		37774	39212		39212	20440		20440	230335		230335	11471		11471
1994			39334			40762			22467			241277			11998
1995			40959			42373			24695			252738			12549
1996			42650			44048			27144			264744			13126
1997			44412			45789			29836			277320			13729
1998			46246			47598			32795			290493			14360
1999		4,1	48156		4,0	49480		9,9	36048		4,8	304292		4,6	15019
2000			50145			51435			39623			318747			15709
2001			52216			53468			43552			333888			16431
2002			54372			55582			47871			349749			17186
2003			56618			57778			52619			366363			17975
2004			58956			60062			57837			383766			18801
2005	61391		61391	62436		62436	63573		63573	401996		401996	19665		19665
2006	62888		62888	64026		64026	65157		65157	412855		412855	20386		20386
2007	64280		64280	65538		65538	67022		67022	423604		423604	20875		20875
2008	65644		65644	67042		67042	68891		68891	434358		434358	21377		21377
2009	67026		67026	68545		68545	70788		70788	445148		445148	21873		21873
2010	68397	2,1	68397	70044	2,2	70044	72700	2,7	72700	455992	2,5	455992	22371	2,4	22371
2011	69783		69783	71564		71564	74654		74654	466938		466938	22879		22879
2012	71172		71172	73086		73086	76652		76652	477918		477918	23385		23385
2013	72566		72566	74600		74600	78658		78658	488995		488995	23897		23897
2014	73962		73962	76112		76112	80688		80688	500097		500097	24406		24406

Fuente: Base de datos DANE 2011 /Cálculos: DANE y propios

## INCREMENTO DE POBLACION NUEVOS SUSCRIPTORES

El incremento de usuarios por venta de agua en bloque y venta directa a otros municipios por parte de la EAAB a través de contratos comenzó desde 1980 con 26.454 nuevos usuarios, en 1981 con 43.594 usuarios, en 1983 con 54.140 usuarios, 1985 con 179.049 usuarios, en 1995 con 494.588 usuarios y en 2005 con 832.390 usuarios. El mayor incremento de nuevos usuarios se da entre 1985 a 2005.

**Grafica 3. Incremento de suscriptores 1980-2005**



Fuente: Base de datos EAAB 2011 /Cálculos: Propios

### 7.3 POBLACION POR MUNICIPIOS

Los municipios cercanos al Distrito Capital también han tenido un incremento de población significativo, la Contraloría de Bogotá (2012) refiere que el agua en bloque suministrada a los diferentes municipios circundantes, ha tenido influencia en tema de expansión de la frontera urbana y rural, tanto del Distrito Capital como de los municipios, colocando en riesgo los recursos hídricos tanto de los capitalinos, como de los habitantes de los municipios. (p20). Tal es el caso de las construcciones de viviendas y parques empresariales hacia los perímetros de los municipios mencionados anteriormente, lo que ha generado el desplazamiento de la población de Bogotá y muchas industrias hacia estos puntos.

## MUNICIPIO DE CHÍA

El tipo de venta por suministro de agua es de agua en bloque desde 1 de enero de 1980

Prestador: Hydros Chía

Fecha de vencimiento: 11 marzo de 2015

**Grafica 4. Población Chía**



Fuente: Base de datos DANE /Cálculos: Propios

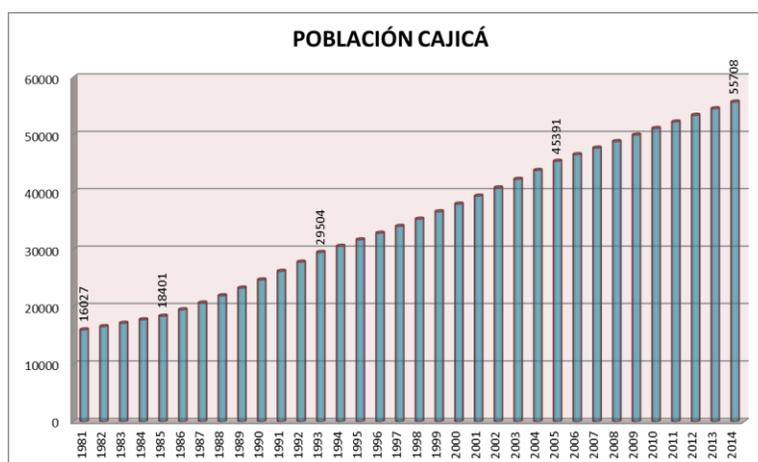
## MUNICIPIO DE CAJICÁ

El tipo de venta por suministro de agua es de agua en bloque desde 19 de Mayo de 1981

Prestador: Empresa de Servicios Públicos de Cajicá S.A.ESP

Plazo: 20 años hasta 18 Mayo de 2001

Grafica 5. Población Cajicá



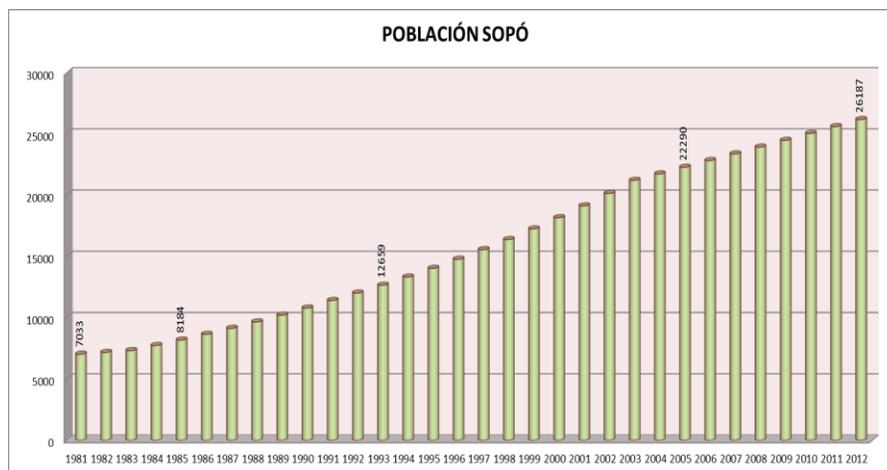
Fuente: Base de datos DANE /Cálculos: Propios

## MUNICIPIO DE SOPÓ

El tipo de venta por suministro de agua es de agua en bloque el primer contrato desde noviembre de 1983 a 2003 y el segundo contrato de junio de 2008 a diciembre de 2011.

Prestador: Empresa de Servicios Públicos de Sopó

Grafica 6. Población Sopó

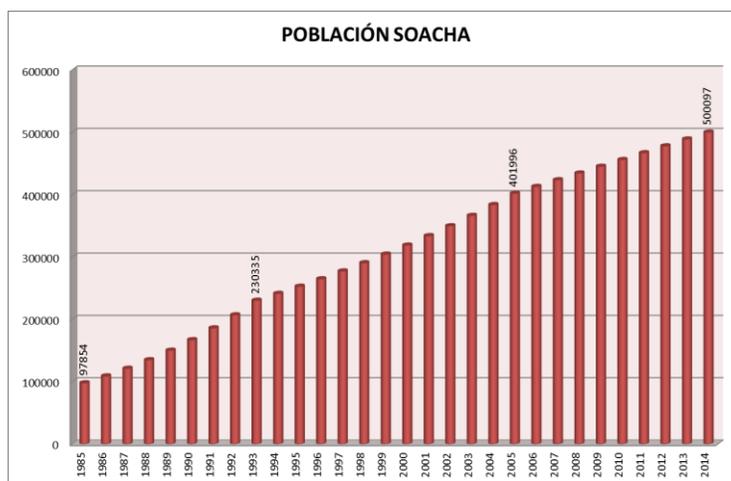


Fuente: Base de datos DANE /Cálculos: Propios

## MUNICIPIO DE SOACHA

El tipo de venta servicio directo desde 1985

**Grafica 7. Población Soacha**



Fuente: Base de datos DANE /Cálculos: Propios

## MUNICIPIO DE LA CALERA

El tipo de venta por suministro de agua es de agua en bloque desde Agosto de 1985

Prestador: Empresa de Servicios Públicos de Calera

Plazo: 25 años hasta Agosto de 2010

**Grafica 8. Población La Calera**



Fuente: Base de datos DANE / Cálculos: Propios

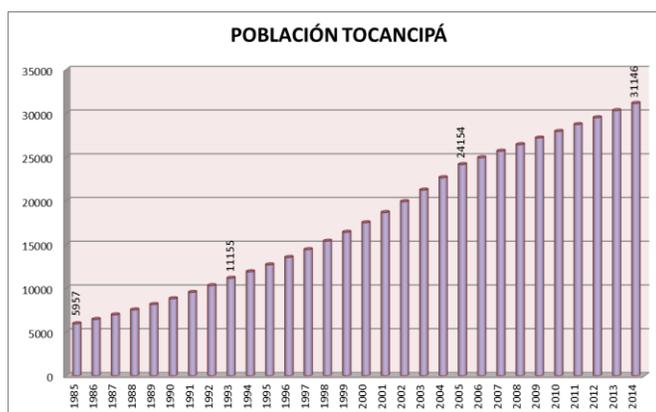
## MUNICIPIO DE TOCANCIPÁ

El tipo de venta por suministro de agua es de agua en bloque desde Octubre de 1985

Prestador: Oficina de Servicios Públicos Tocancipá

Plazo: 20 años hasta Octubre de 2005

**Grafica 9. Población Tocancipá**

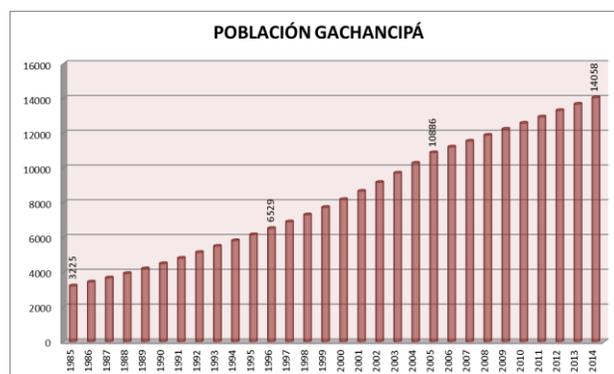


Fuente: Base de datos DANE / Cálculos: Propios

## MUNICIPIO DE GACHANCIPÁ

El tipo de venta servicio directo desde 1985

**Grafica 10. Población Gachancipá**



Fuente: Base de datos DANE / Cálculos: Propios

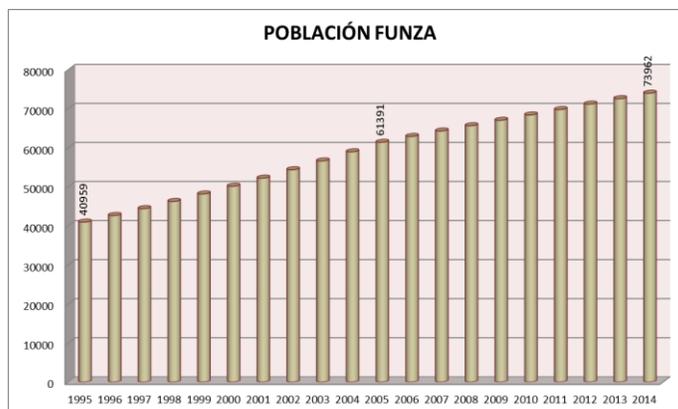
## MUNICIPIO DE FUNZA

El tipo de venta por suministro de agua es de agua en bloque desde Marzo de 1995

Prestador: Empresa municipal de acueducto, alcantarillado y aseo de Funza

Plazo: No definido

**Grafica 11. Población Funza**



Fuente: Base de datos DANE /Cálculos: Propios

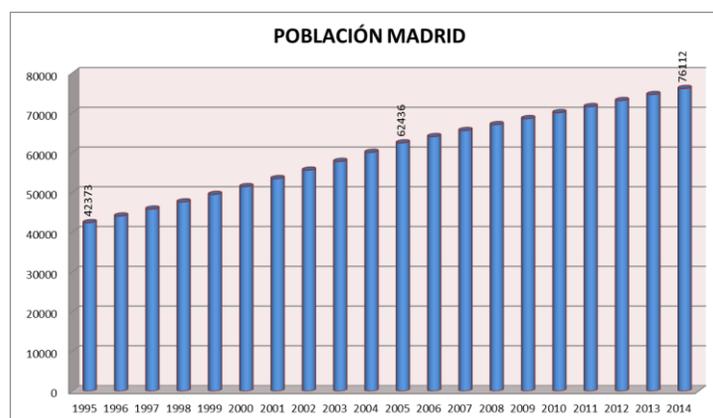
## MUNICIPIO DE MADRID

El tipo de venta por suministro de agua es de agua en bloque, con un primer contrato desde

Marzo de 1995 y otro desde Marzo de 2009 hasta Marzo de 2015

Prestador: Empresa municipal de acueducto, alcantarillado y aseo de Madrid.

**Gráfica 12. Población Madrid**



Fuente: Base de datos DANE /Cálculos: Propios

## MUNICIPIO DE MOSQUERA

El tipo de venta por suministro de agua es de agua en bloque, con un contrato desde Marzo de 1995 y otro desde marzo de 2010 hasta marzo 2015

Prestador: Hydros Mosquera ESP

**Gráfica 13. Población Mosquera**



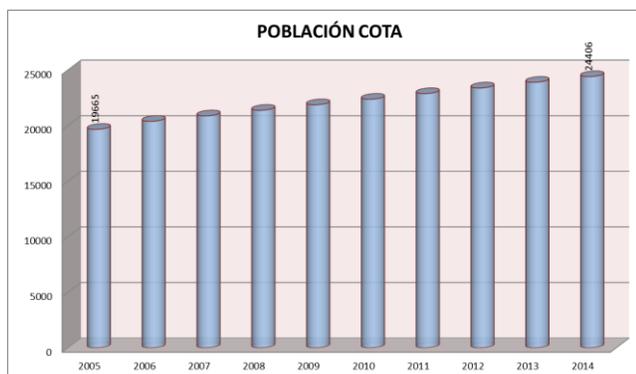
Fuente: Base de datos DANE /Cálculos: Propios

## MUNICIPIO DE COTA

El tipo de venta por suministro de agua es de agua en bloque desde Mayo de 2005, hasta Mayo de 2025 (por 20 años)

Prestador: Aguas de la Sabana de Bogotá S.A ESP

**Gráfica 14. Población Cota**



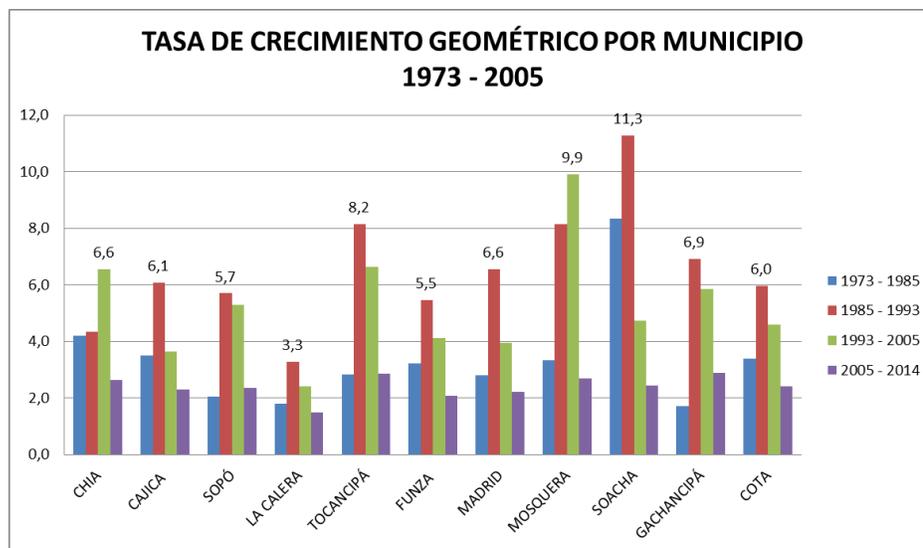
Fuente: Base de datos DANE /Cálculos: Propios

## TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL EN LOS MUNICIPIOS

El municipio que ha tenido una mayor tasa de crecimiento es Soacha con 11.3% entre 1985-1993, seguido de Mosquera con 9.9% entre 1993-2005, Tocancipá con 8.2% entre 1985-1993, Gachancipá con 6.9 entre 1993-2005, Chía y Madrid con una tasa de crecimiento mayor de 6.6% entre 1993-2005 y 1985-1993 respectivamente, Cajicá con 6.1% entre 1985-1993, Cota 6% entre 1985-1993, Sopó con 5.7% entre 1985-1993, Funza con 5.5% entre 1985-1993 y finalmente La Calera con 3.3 entre 1985-1993.

Se puede observar que la tasa de crecimiento poblacional con mayores incrementos de población en diferentes municipios, está entre el periodo 1985-1993.

**Gráfica 15. Tasa de crecimiento por municipio**

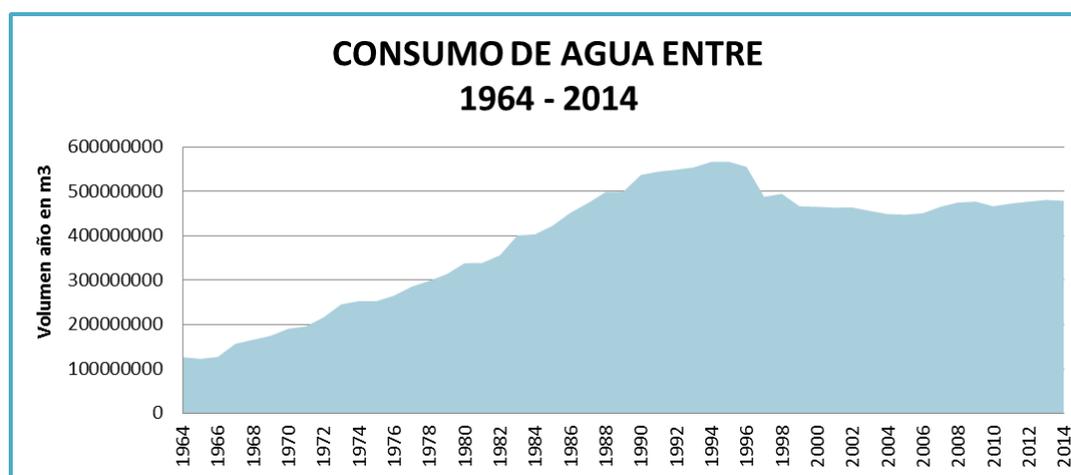


Fuente: Base de datos DANE /Cálculos: Propios

## 7.4 CONSUMO DE AGUA

El consumo histórico de agua en Bogotá durante el periodo comprendido entre 1964 – 2014 ha estado determinado por el aumento de consumo domiciliario y no domiciliario. Por una parte el consumo domiciliario tiene implícito el crecimiento de la población y a su vez el aumento de área de la ciudad, por otro lado el aumento de consumo no domiciliario ha estado determinado por el aumento de la industria, el comercio, las instituciones, y sumado a lo anterior también está el suministro de agua en bloque a otros municipios.

Gráfica 16. Consumo de agua 1964-2014



Fuente: Base de datos EAAB 2014 / Elaboración: propia

El consumo de agua en la ciudad estuvo en constante aumento hasta 1996-1997 cuando hubo una disminución significativa del consumo pasando de 555.862.933 m<sup>3</sup>/año en 1997 a 488.142.331 m<sup>3</sup>/año en 1996 al presentarse una emergencia en los túneles de Chingaza por un derrumbe que generó alarma por un posible racionamiento.

Según la EAAB los factores que ocasionaron disminución en el consumo de agua potable fueron para 1997;

- Emergencia de abastecimiento en el sistema Chingaza
- Crisis económica del país 1997
- Ley 373/97 Uso racional del Agua
- El incremento de Incremento de tarifas asociado a la adopción de la Ley 142 de 1994.
- Implementación del Programa de Control de Agua No Contabilizada

## **7.5 PROYECCIONES**

### **7.5.1 POBLACIÓN**

Para determinar la proyección de población a 2034 tanto para Bogotá como para los municipios de Chía, Cajicá, Sopó, La Calera, Tocancipá, Funza, Madrid, Mosquera, Cota, Soacha y Gachancipá, fue necesario calcular la tasa de crecimiento poblacional entre el periodo comprendido entre el año 2005 (dato correspondiente al Censo realizado esa mismo año con 6.840.166 habitantes) y el año 2014.

### **BOGOTÁ**

Según proyecciones del DANE 2005 la tasa de crecimiento poblacional para Bogotá sería del 1.31% y a 2014 se tendría una población de 7.760.451 habitantes, pero a 31 de diciembre de 2014 la población fue de 7.831.033 habientes, afirma la Secretaria Distrital de Planeación (2014). Por tal motivo de diferencia población se calcula la tasa de crecimiento poblacional entre 2005 a 2014 para así determinar la población estimada para el año 2034.

Tabla 12. Tasa de crecimiento DANE Vs Tasa de Crecimiento Calculada

AÑO	POBLACION BOGOTA	TASA DE CRECIMIENTO DANE (%)	TASA DE CRECIMIENTO CALCULADA (%)
2014	7.831.033	1,31	1,51

Fuente: Base de datos DANE /Cálculos: DANE y propios

La tasa de crecimiento poblacional se determinó usando la formula mencionada en el numeral 6.2 así;

$$r = \left[ \frac{P^{t+n}}{P^t} \right]^{1/a} - 1 \quad \times 100$$

r = Tasa de crecimiento anual geométrico.

$P^{t+n}$  Población al momento actual.

$P^t$  Población al momento inicial o población base o población inicial.

a La amplitud o distancia en tiempo entre las dos poblaciones de referencia.

Aplicando la formula;

$$r_{2005-2034} = \left( \frac{7.831.033}{6.840.116} \right)^{[1/(2014-2005)]} - 1 \times 100 = 1.51\%$$

Una vez determinada la tasa de crecimiento poblacional para Bogotá se dio paso a calcular la población estimada al año 2034 de la siguiente manera;

$$PC = \frac{DPAA * TC}{100} + DPAA$$

PC	Población Calculada
DPAA	Dato Población Año Anterior
TC	Tasa de Crecimiento

$$PC_{\text{Bogotá 2015}} = \left( \frac{7.831.033 * 1.51}{100} \right) + 7.831.033 = 7.9490.640$$

De igual forma se realizaron los cálculos para el año 2020, 2025, 2030 y 2034, como se muestra en la siguiente tabla y gráfica, se compararon los datos calculados junto con los datos de población proyectados por el DANE, y se observó que para el periodo final de 2034 existe una diferencia poblacional de 398.260 habitantes entre el dato sugerido por el DANE y el dato calculado basado en el actual número de habitantes que maneja la Secretaria Distrital de Planeación.

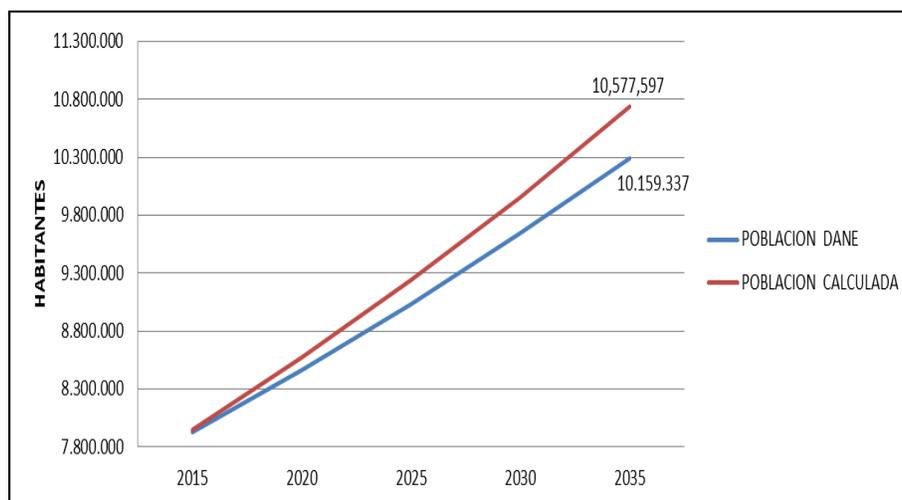
**Tabla 13. Proyección Población para Bogotá**

<b>PERIODO</b>	<b>POBLACION</b>	<b>POBLACION</b>
<b>AÑOS</b>	<b>DANE</b>	<b>CALCULADA</b>
2015	7.933.620	7.949.640
2020	8.467.066	8.570.170
2025	9.036.381	9.239.138
2030	9.643.976	9.960.323
2034	10.159.337	10.577.597

Fuente: Base de datos DANE /Cálculos: DANE y propios

Dando continuidad al estudio se tendrá en cuenta el dato calculado de la población para Bogotá que corresponde a 10.577.597 habitantes para el año 2034. Este incremento aproximado sería del 26% aproximadamente con respecto al año 2014.

**Gráfica 17. Proyección Población para Bogotá DANE Vs Calculada**



## MUNICIPIOS

El procedimiento utilizado para calcular la proyección de población en los municipios de Chía, Cajicá, Sopó, La Calera, Tocancipá, Funza, Madrid, Mosquera, Cota, Soacha y Gachancipá a 2034 fue así;

La información de la tasa de crecimiento poblacional fue suministrada por el DANE (2014) con respecto al censo 2005.

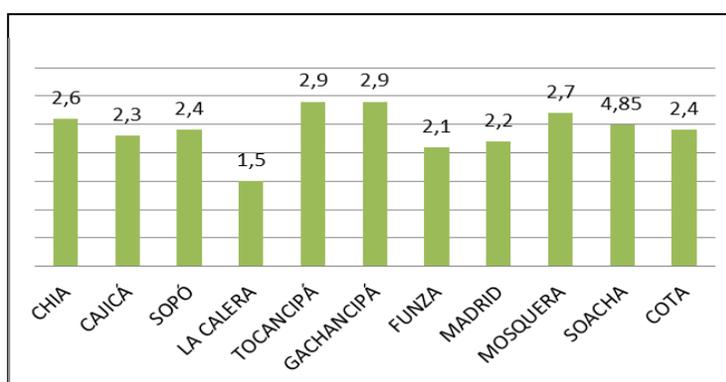
**Tabla 14. Tasa de Crecimiento municipios DANE**

MUNICIPIO	CHIA	CAJICÁ	SOPÓ	LA CALERA	TOCANCIPÁ	GACHANCIPÁ	FUNZA	MADRID	MOSQUERA	SOACHA	COTA
TASA DE CRECIMIENTO	2,6	2,3	2,4	1,5	2,9	2,9	2,1	2,2	2,7	2,5	2,4

Fuente: Base de datos DANE

Los municipios que han registrado una mayor tasa de crecimiento poblacional son Tocancipá y Gachancipá con 2.9%, Mosquera y chía con 2.7% y 2.6% respectivamente y los más bajos son La calera con 1.5% y Funza con 2.1%. A continuación se muestra gráficamente.

**Gráfica 18. Tasa de crecimiento (%) por municipio según DANE**



Fuente: Base de datos DANE 2014

En cuanto a la proyección de habitantes se calculó para cada uno de ellos el dato por municipio y el dato por año de todos los municipios entre el periodo 2015 – 2034, como se muestra a continuación en el ejemplo de cálculos y en la tabla Proyección poblacional para municipios receptores de agua en bloque y servicio directo.

$$PC = \frac{DPAA * TC}{100} + DPAA$$

PC Población Calculada

DPAA Dato Población Año Anterior

TC Tasa de Crecimiento

$$PC_{\text{Chía 2015}} = \left( \frac{123.673 * 2.6}{100} \right) + 123.673 = 125.888$$

$$PC_{\text{Cajicá 2015}} = \left( \frac{55.708 * 2.3}{100} \right) + 55.708 = 56.989$$

**Tabla 15. Proyección poblacional municipios receptores**

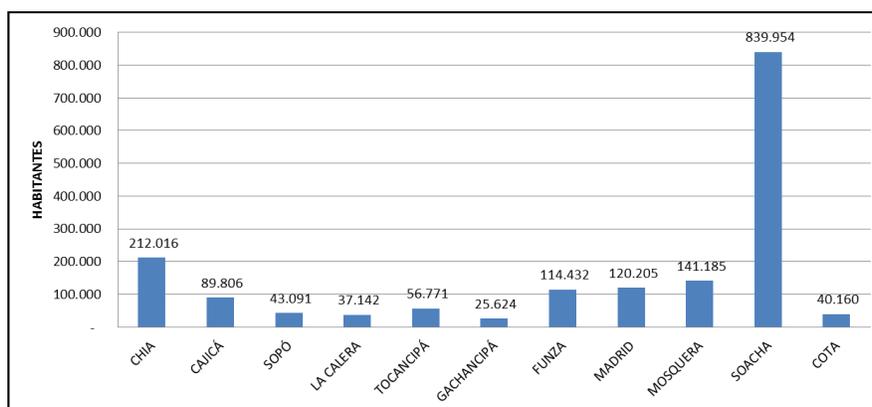
MUNICIPIO	CHIA	CAJICÁ	SOPÓ	LA CALERA	TOCANCIPÁ	GACHANCIPÁ	FUNZA	MADRID	MOSQUERA	SOACHA	COTA	POBLACIÓN TOTAL
PERIODO AÑOS	POBLACION (HABITANTES)											
2014	123.673	55.708	26.187	27.169	31.146	14.058	73.962	76.112	80.688	500.097	24.406	1.033.206
2015	126.888	56.989	26.815	27.577	32.049	14.466	75.515	77.786	82.867	512.599	24.992	1.058.544
2016	130.188	58.300	27.459	27.990	32.979	14.885	77.101	79.498	85.104	525.414	25.592	1.084.509
2017	133.572	59.641	28.118	28.410	33.935	15.317	78.720	81.247	87.402	538.550	26.206	1.111.118
2018	137.045	61.013	28.793	28.836	34.919	15.761	80.373	83.034	89.762	552.014	26.835	1.138.385
2019	140.609	62.416	29.484	29.269	35.932	16.218	82.061	84.861	92.185	565.814	27.479	1.166.327
2020	144.264	63.852	30.192	29.708	36.974	16.688	83.784	86.728	94.674	579.959	28.138	1.194.961
2021	148.015	65.320	30.916	30.153	38.046	17.172	85.544	88.636	97.230	594.458	28.814	1.224.305
2022	151.864	66.822	31.658	30.606	39.149	17.670	87.340	90.586	99.856	609.320	29.505	1.254.376
2023	155.812	68.359	32.418	31.065	40.285	18.183	89.174	92.579	102.552	624.553	30.213	1.285.192
2024	159.863	69.932	33.196	31.531	41.453	18.710	91.047	94.615	105.321	640.166	30.938	1.316.773
2025	164.020	71.540	33.993	32.004	42.655	19.253	92.959	96.697	108.164	656.171	31.681	1.349.136
2026	168.284	73.186	34.808	32.484	43.892	19.811	94.911	98.824	111.085	672.575	32.441	1.382.301
2027	172.660	74.869	35.644	32.971	45.165	20.386	96.904	100.998	114.084	689.389	33.220	1.416.290
2028	177.149	76.591	36.499	33.466	46.475	20.977	98.939	103.220	117.164	706.624	34.017	1.451.121
2029	181.755	78.352	37.375	33.968	47.823	21.585	101.017	105.491	120.328	724.290	34.833	1.486.817
2030	186.480	80.154	38.272	34.477	49.209	22.211	103.138	107.812	123.577	742.397	35.669	1.523.398
2031	191.329	81.998	39.191	34.994	50.636	22.855	105.304	110.184	126.913	760.957	36.525	1.560.887
2032	196.303	83.884	40.131	35.519	52.105	23.518	107.516	112.608	130.340	779.981	37.402	1.599.307
2033	201.407	85.813	41.095	36.052	53.616	24.200	109.774	115.085	133.859	799.480	38.300	1.638.681
2034	206.644	87.787	42.081	36.593	55.171	24.902	112.079	117.617	137.473	819.467	39.219	1.679.032

Fuente: Base de datos DANE /Cálculos propios

Según la proyección para el año 2034 el municipio con mayor número de habitantes será Soacha con 839.954 habitantes con un incremento del 40% con respecto al año 2014, seguido está el municipio de Chía y Mosquera que tenderían un incremento aproximado del 38.6% y el

39.7% respectivamente, el municipio con menor crecimiento sería Gachancipá pero su incremento de población sería del 42%.

**Gráfica 19. Crecimiento de Población Municipios a 2034**



Fuente: Base de datos DANE /Cálculos propios

Al consolidar la información de los cálculos obtenidos para la proyección del número de habitantes para la ciudad de Bogotá y los municipios de Chía, Cajicá, Sopó, La Calera, Tocancipá, Funza, Madrid, Mosquera, Cota, Soacha y Gachancipá se realizó la siguiente tabla:

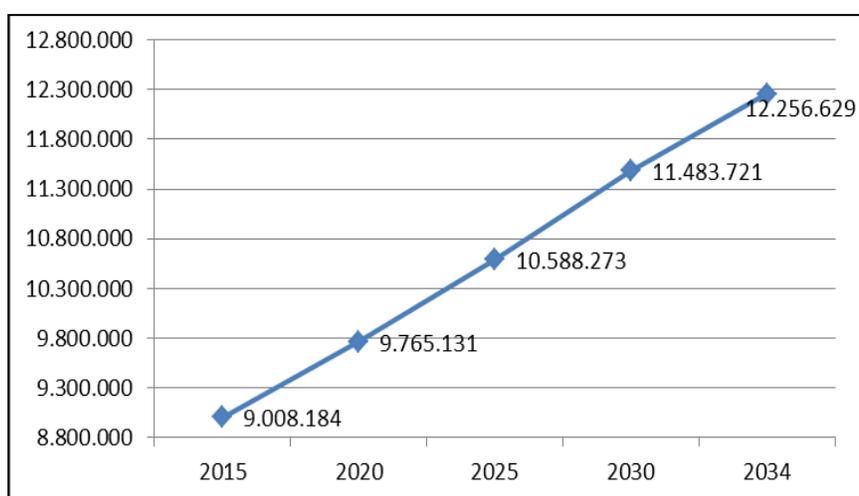
**Tabla 16. Proyección población total**

AÑOS	POBLACION BOGOTÁ	POBLACION MUNICIPIOS	POBLACION TOTAL
2015	7.949.640	1.058.544	9.008.184
2020	8.570.170	1.194.961	9.765.131
2025	9.239.138	1.349.136	10.588.273
2030	9.960.323	1.523.398	11.483.721
2034	10.577.597	1.679.032	12.256.629

Fuente: Base de datos DANE /Cálculos propios

Gráficamente se puede observar la tendencia de crecimiento poblacional proyectada para el periodo 2015 – 2034, tanto de Bogotá como de los municipios que reciben agua en bloque y servicio directo, la cual arroja un resultado de proyección de población total para el año 2034 de 12'256.629 habitantes.

**Gráfica 20. Población total proyectada**



Fuente: Base de datos DANE /Cálculos: DANE y propios

### 7.5.2 DEMANDA DE AGUA

Para lograr el cálculo de la demanda de agua se tuvo en cuenta el dato de la población total proyectada, mencionada en el anterior numeral, y se halló el nivel de complejidad como lo define el RAS 2000 en la siguiente tabla. Para este caso el nivel de complejidad fue alto.

Tabla 17. Nivel de complejidad según RAS

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana <sup>(1)</sup> (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios <sup>(2)</sup>
Bajo	< 2,500	Baja
Medio	2,501 a 12,500	Baja
Medio alto	12,501 a 60,000	Media
Alto	> 60,000	Alta

Fuente: RAS 2000. Titulo B Sistemas de Acueducto

Se determinó la dotación neta por habitante, utilizando la tabla dada en la Resolución 2320 de 2009 en donde la dotación neta fue de 140(L/hab./día)

Tabla 18. Dotación neta por habitante RAS 2000

NIVEL DE COMPLEJIDAD	Dotación neta máxima para poblaciones con clima frío o templado (L/hab./día)	Dotación neta máxima para poblaciones con clima cálido (L/hab./día)
Bajo	90	100
Medio	115	125
Medio Alto	125	135
Alto	140	150

Fuente: Resolución 2320 de 2009

## DOTACIÓN NETA SEGÚN EL USO DEL AGUA

La Empresa de Acueducto de Bogotá a través de la dirección de abastecimiento (2014) refiere que la dotación neta según el uso del agua está determinada por el agua residencial y no residencial de la siguiente manera;

**AGUA NO RESIDENCIAL:** Esta demanda a estado asociada al comportamiento económico de la ciudad de Bogotá en los últimos años y representa el 10% del total de la demanda de agua

suministrada por el acueducto de Bogotá. Esta demanda a su vez está compuesta por la demanda industrial, comercial, oficial y especial.

Demanda industrial	33%
Demanda Comercial	41%
Demanda Oficial	23%
Demanda Especial	3%

## PÉRDIDAS DE AGUA EN EL SISTEMA DE ACUEDUCTO

Las pérdidas globales a partir de la resolución 1096 de 2000 según el RAS Título B 2F son por error de macro-medición y pérdidas físicas.

Tabla 19. Pérdidas Estimadas

NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA	PORCENTAJES ADMISIBLES DE PERDIDAS TÉCNICAS PARA EL CALCULO DE LA DOTACION BRUTA
ALTO	20%

Fuente: E.A.A.B Dirección de abastecimiento 2014

Una vez conocidas las pérdidas se calculó la dotación bruta, utilizando la siguiente ecuación propuesta por el RAS 2000 título B numeral 2.1

$$d_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%p} \quad (\text{B.2.1}) \quad d_{bruta} = \frac{140}{1 - 8.9\%} = 175$$



k1: coeficiente de consumo máximo diario

**Tabla 20. Coeficiente K1**

<b>k<sub>1</sub></b>	<b>1,2</b>	<b>Coeficiente de consumo máximo diario</b>
----------------------	------------	---

Fuente: RAS 2000 SECCION II / TÍTULO B / SISTEMAS DE ACUEDUCTO / Tablas B.2.5 y B.2.6

$$QMD_{2015} = 16102 * 1.2 \longrightarrow QMD_{2015} = 19322 \text{ l/s}$$

Aplicando las formulas anteriores y teniendo en cuenta el total de la población proyectada tendríamos la proyección de consumo de agua residencial para año 2034 en l/s determinando el caudal medio diario (Qmd) y el caudal máximo diario (QMD) como se muestra a continuación;

**Tabla 21. Proyección de demanda residencial en l/s**

<b>PROYECCIÓN DE LA DEMANDA (l/s)</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>	<b>2034</b>
<b>Caudal medio diario Qmd</b>	16102	17359	18714	20174	21749
<b>Caudal máximo diario QMD</b>	19322	20830	22456	24209	26099

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se realizó una conversión de l/s a m<sup>3</sup>/s de la proyección de consumo de agua residencial para año 2034 como se muestra a continuación;

**Tabla 22. Proyección de demanda residencial en m<sup>3</sup>/s**

<b>PROYECCIÓN DE LA DEMANDA (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>	<b>2034</b>
<b>Caudal medio diario Qmd</b>	18.25	19.78	21.45	23.26	24.83
<b>Caudal máximo diario QMD</b>	21.89	23.73	25.74	27.91	29.79

Fuente: Elaboración propia

Ya una vez determinado el consumo residencial, se realizó un incremento del 10% el cual equivale al consumo No Residencial (la cual abarca demanda Industrial, Comercial, Oficial y Especial) como afirma la E.A.A.B a través de la Dirección de Abastecimiento (2014).

A continuación se muestra la demanda total proyectada a 2034.

**CONSUMO RESIDENCIAL + CONSUMO NO RESIDENCIAL = DEMANDA TOTAL**

**Tabla 23. Demanda total de agua a 2034**

<b>PROYECCIÓN DE LA DEMANDA (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>	<b>2034</b>
<b>Caudal medio diario Qmd</b>	20.07	21.76	23.59	25.59	27.31
<b>Caudal máximo diario QMD</b>	24.08	26.11	28.31	30.70	32.77

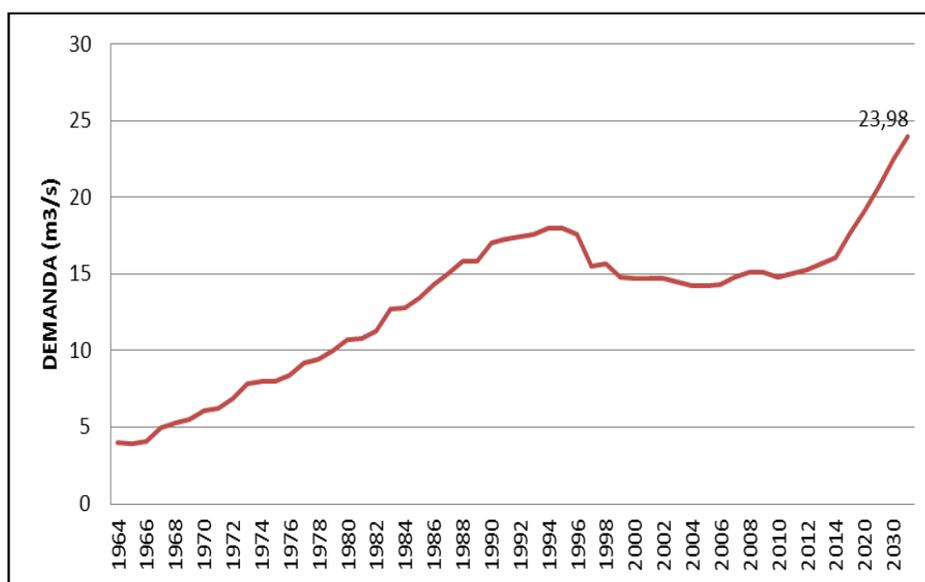
Fuente: Elaboración propia

La curva de demanda que se muestra a continuación determina el comportamiento histórico que ha tenido el consumo del agua en la ciudad de Bogotá y los municipios que reciben este servicio por parte de la EAAB, en cuanto al caudal medio diario (Qmd) entre el periodo 1964-2014 junto con la proyección al año 2034.

El decrecimiento en demanda que se observa en la gráfica 21 entre los años 1996-1999 fue conocido como la crisis de Chingaza en donde debido a un colapso de origen natural en los túneles de conducción provenientes del embalse de Chuza, se generó una interrupción de transporte de agua, a lo que la E.A.A.B se vio obligada a reducir la presión de abastecimiento de

agua y a incrementar los costos de la tarifa de consumo, con amenaza de posible racionamiento. Todo lo anterior sumado a campañas de ahorro de agua, generó una reducción de consumo y una modificación en los mismos hábitos de consumo ya que antes de esta crisis el consumo era de 150 Lt/día/persona y pasó a 89 Lt/día/persona. En la actualidad según EAAB el consumo es de 106.07 89 Lt/día/persona .

**Gráfica 21. Curva de demanda 1964-2034**

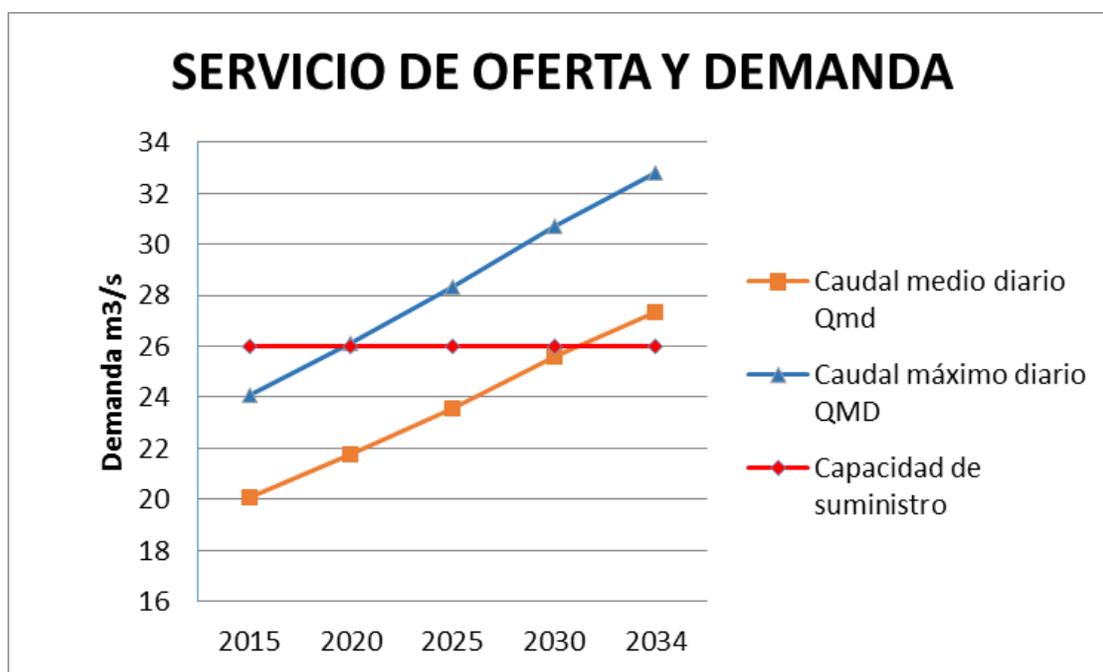


Fuente: elaboración propia

A continuación se observa la gráfica 22 *servicio de oferta y demanda*, en donde se puede ver el comportamiento aproximado que tendría el caudal medio diario (Qmd) y el caudal máximo diario (QMD) en la ciudad de Bogotá y municipios receptores con respecto a la capacidad de suministro por parte del Acueducto de Bogotá. El caudal ofertante que aportan en conjunto el

Sistema Chingaza, Sistema Sur-Sumapaz y Sistema Norte-Tibitoc tiene una capacidad actual de suministro de 25.5 m<sup>3</sup>/s.

Gráfica 22. Servicio de oferta y demanda



Fuente: Elaboración propia

Realizando el diagnóstico del servicio oferta - demanda hasta el año 2034 tendríamos que para el año 2020 se estaría llegando al tope de la capacidad de suministro en la ciudad de Bogotá y municipios receptores de Chía, Cajicá, Sopó, Soacha, La Calera, Tocancipá y Gachancipá, Funza, Madrid, Mosquera y Cota, teniendo en cuenta el caudal máximo diario (QMD) el cual sería de 26.11 m<sup>3</sup>/s.

Teniendo en cuenta el caudal medio diario (Qmd) de la ciudad de Bogotá y los municipios receptores, para el año 2030, se estaría llegando al tope de la capacidad de suministro con 25.59 m<sup>3</sup>/s de demanda.

## PROYECCIONES DE AMPLIACIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.A.A.B (2010) afirma que “el sistema actual de abastecimiento de agua potable del acueducto de Bogotá, de acuerdo con los caudales disponibles, tiene la capacidad suficiente para suplir las demandas de agua de Bogotá y sus municipios hasta el año 2021”, teniendo en cuenta lo anterior, la E.A.A.B tiene como alternativas de expansión los siguientes proyectos;

- Chuza Norte (ampliación del sistema Chingaza), Etapa I y II. Duración de construcción de 4 años aproximadamente. Con inicio de obra en 2016 a finalizar en el año 2020. Capacidad máxima de 2.3 m<sup>3</sup>/s.
- Chuza Norte (ampliación del sistema Chingaza), Etapa III. Duración de construcción de 6 años aproximadamente. Con inicio de obra en 2021 a finalizar en el año 2027. Capacidad máxima de 1.5 m<sup>3</sup>/s.
- Aguas Subterráneas. La EAAB ESP ha realizado estudios de aguas subterráneas en el Distrito Capital desde 1999. La E.A.A.B (2009) afirma;

Los estudios de aguas subterráneas se han realizado con el fin de buscar fuentes complementarias que permitan atender necesidades puntuales del sistema de abastecimiento, reducir la vulnerabilidad del sistema actual basado en fuentes superficiales, y solucionar problemas de abastecimiento de las zonas más alejadas o faltantes temporales en el sistema general. (p.139 Plan maestro)

El último estudio fue realizado en el año 2003 por la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA), y con el nombre “Estudio para el desarrollo sostenible del agua subterránea en la Sabana de Bogotá”.

## **PROYECTOS PRIORITARIOS DE AGUA POTABLE EN CUNDINAMARCA**

- Proyecto interveredal La Calera
- Acueducto Sabana Centro (Tabio, Tenjo)
- Regional Tequendama (La mesa, Anapoima, El Colegio, Viotá, Tena, Apulo), el cual ya tiene realizado diseños geotécnicos y estructurales por parte de la Empresa de Acueducto de Bogotá.

## **OTROS PROYECTOS DE AGUA POTABLE**

Estos proyectos son objeto de nuevas revisiones y diagnósticos realizados mediante esquemas de trabajo coordinado con criterios de equidad regional y sostenibilidad financiera-ambiental (E.A.A.B 2009)

- Regional área de influencia de la Laguna de Fúquene (proyecta abastecer los acueductos de los municipios de Simijaca, Susa, Fúquene, Guachetá, Lenguazaque, Cucunubá, Ubaté, Sutatausa, Tausa y Carmen de Carupa)
- Pantano de Arce (El Rosal, Subachoque)
- Villeta, Sasaima, La Vega, Albán, San Francisco.
- Tocagua (Tocaima, Agua de Dios)
- Acueducto Fruticas (Chipaque, Une, Cáqueza)
- Acueducto Zipaquirá, Cogua, Nemocón.

## 8. ESTADO DE LOS RIOS EN BOGOTÁ

El agua hace parte nuestra historia como personas y como comunidad, y siempre ha estado muy ligado al crecimiento de las ciudades, de hecho lo primeros asentamientos humanos han estado directamente relacionados con las fuentes de agua, y la ciudad de Bogotá ha sido un ejemplo claro de esto. Desde el año 1964 al año 2014, o sea los últimos 50 años, la ciudad de Bogotá ha crecido un 283% en cuanto al aumentó de áreas respecta (Tabla 21).

**Tabla 24. Aumento de áreas crecimiento de Bogotá en los últimos 50 años**

AÑO	ÁREA (Hectáreas)	Número de habitantes
1964	14.615	1.697.311
1973	18.985	2.855.065
1985	24.046	4.225.649
1991	28.721	5.413.481
2005	38.430	6.840.116
2014	41.388	7.831.033

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos de IDECA, IGAC, IEU UNAL.

Los cerros orientales brindaron a los primeros habitantes de Bogotá el abastecimiento necesario para el consumo que se requería, a medida que la ciudad fue creciendo de manera desproporcionada fue necesario hacer uso de otras fuentes hídricas para el abastecimiento, en la actualidad aproximadamente el 2.7% del abastecimiento de la ciudad todavía proviene de los cerros orientales, específicamente del Río San Francisco, Río San Cristóbal y Quebrada Yomasa (plan maestro de abastecimiento, 2009)

Al no encontrarse un mapa de Bogotá correspondiente al año 1964 se tomo como referencia el plano más cercano a la época, el cual fue el mapa correspondiente al año de 1958, este se puede ver a continuación, para ser observado en detalle se recomienda verlo en el anexo 1 Mapa Bogotá 1958 formato JPG.

**Figura11. Mapa Bogotá 1958**



Fuente: IGAC 2015

La E.A.A.B en su Plan Maestro (2009) afirma;

De acuerdo a la evolución del Distrito, los desarrollos urbanos han ido avanzando en forma descontrolada hacia los ecosistemas de vital importancia para el Distrito, como lo son los Cerros Orientales, el Cerro de la Conejera, el Cerro los Gavilanes, la Cuchilla de Juan Rey y el Cerro de Guacamayas, así como el sistema montañoso que se despliega hacia Los Soches, Mochuelos y Quiba. Este crecimiento ha ido presionando las áreas

aledañas a las quebradas, los ríos... Dentro del perímetro urbano del Distrito los ecosistemas aledaños a las quebradas han sido reducidos drásticamente (p.190 y 191)

El mapa que se observa a continuación evidencia el sistema hídrico de Bogotá para el año 1958, obviamente por el tamaño menor de la ciudad no es visible el punto donde fluyen los ríos al Río Bogotá. Para ser observado en detalle este mapa se recomienda observarlo en el anexo 2 Mapa Bogotá 1958 formato PDF.

Figura12. Mapa Ríos Bogotá 1958



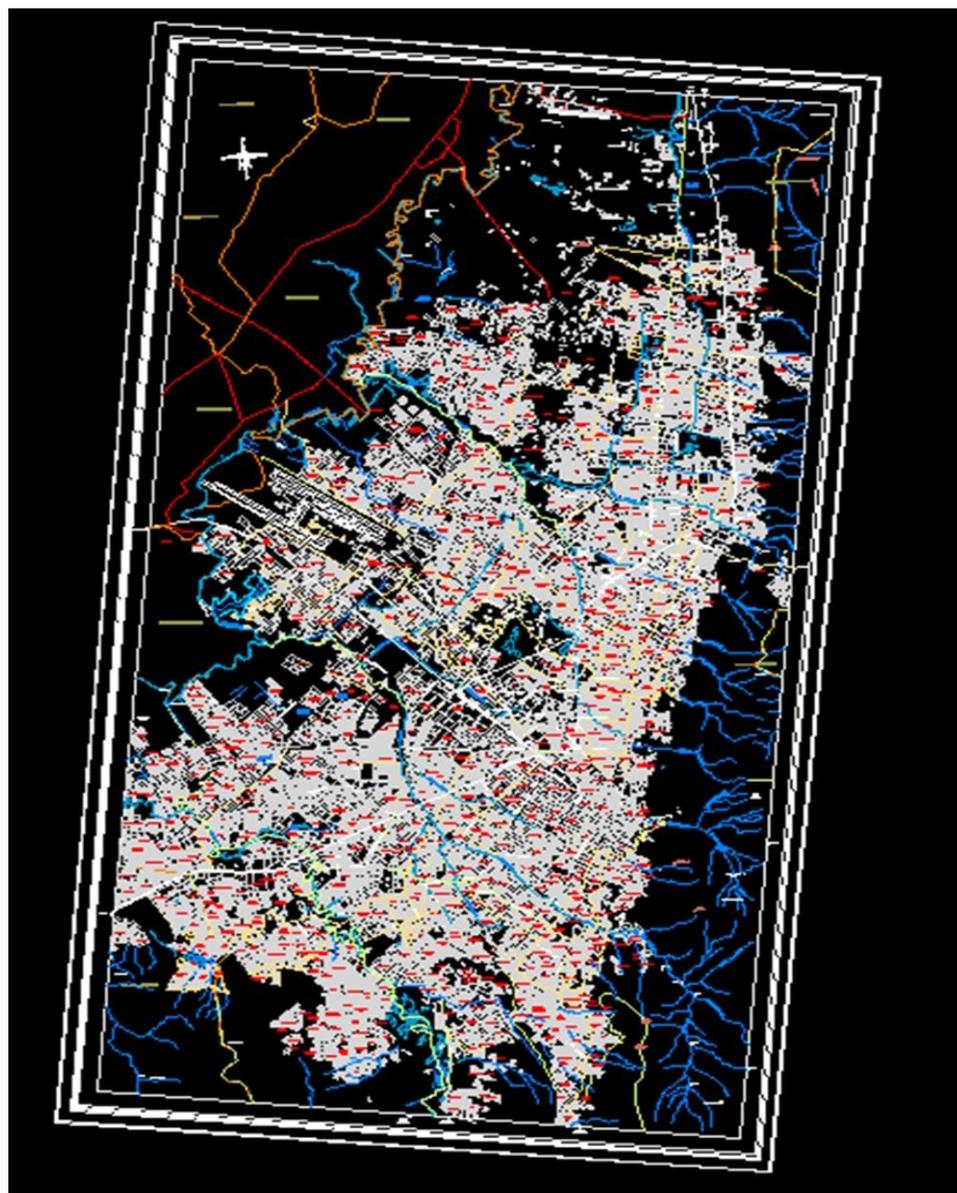
Fuente: Tomado del IGAC. Elaboración en software CAD

El Distrito Capital posee 6 cuencas las cuales son; las cuencas de los ríos Salitre o Juan Amarillo, Fucha, Tunjuelo, cuenca Torca – Guaymaral, Jaboque y Tintal. Todos estos pertenecen

a la cuenca media del río Bogotá. Estas cuencas son usadas como sistema de alcantarillado sanitario y pluvial de la ciudad, en donde unas funcionan de manera separada o combinada (sanitario, sanitario-pluvial)

Para ser observado en detalle este mapa se recomienda observarlo en el anexo 3 Mapa Bogotá 1958 formato PDF.

**Figura13. Mapa Actual de Bogotá**



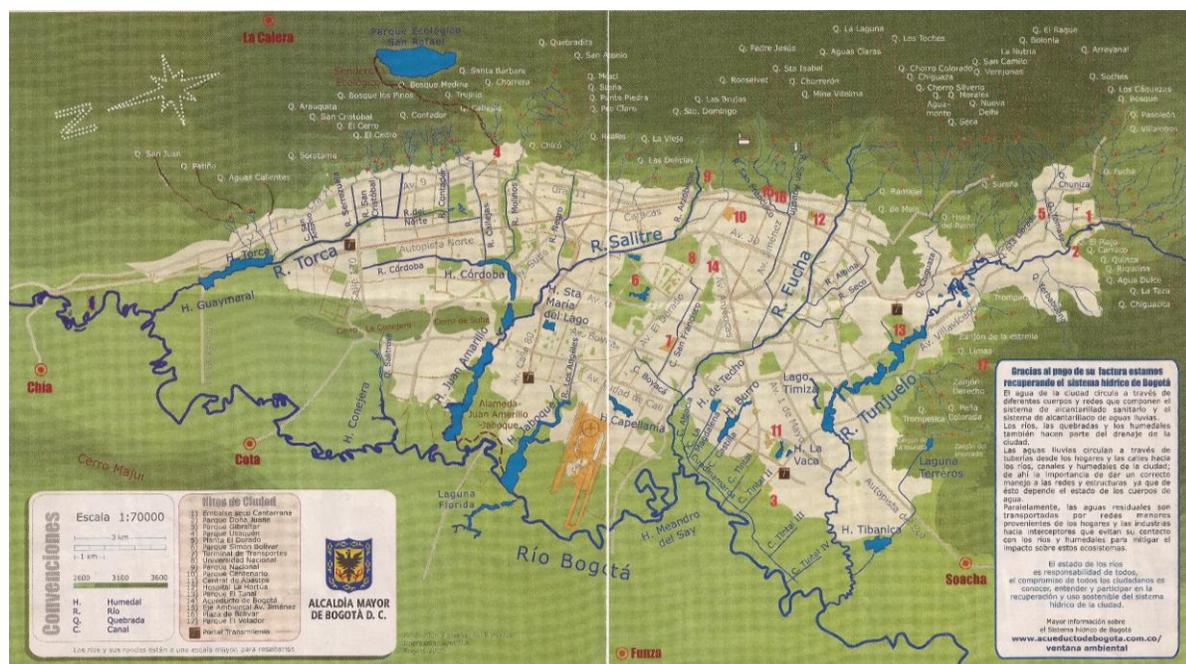
Fuente: Tomado del IGAC. Elaboración en software CAD

Después de 1.960, al haber acabado con el bosque nativo (sauces, alisos y nogales), la ciudad empezó a tener problemas ambientales como contaminación y la falta de agua en los hogares, así que muchos profesionales ambientalistas, alcaldes y la misma población, se vieron en la obligación de instalar procesos de recuperación de ríos como el Arzobispo, el cual baja por el Parque Nacional y recorre ya canalizado la Localidad de Teusaquillo (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2012)

Todo el asentamiento urbano que se ha dado entorno al sistema hídrico de Bogotá ha cambiado de manera compleja el sistema natural del mismo. Solo en la parte alta de los cerros orientales las quebradas constituyen un refugio para la conservación del recurso hídrico, la flora y la fauna, ya que en el trascurso del recorrido a lo largo de la ciudad todo va cambiando, y es evidente el deterioro de la calidad del agua, los residuos sólidos arrojados a ellos, y el vertimiento de residuos líquidos domiciliarios e industriales al paso por la ciudad. situación por la cual los ríos, canales y corrientes que atraviesan la ciudad no albergan peces en su interior y la fauna asociada a ellos es casi nula en comparación con la diversidad que se puede encontrar en las riberas no urbanas del río (IEU, 2014). De igual forma las quebradas y ríos del Distrito son los únicos “puentes” conectores entre los cerros y el principal río del Distrito, el río Bogotá, lo que las convierte en corredores ambientales de vital importancia para la interacción de los ecosistemas naturales (Jardin Botanico Jose Celestino Mutis, 2012)

Para ser observado en detalle este mapa se recomienda observarlo en el anexo 4 Mapa Ríos Bogotá actual en formato JPG.

Figura 14. Mapa Ríos Bogotá Actual



Fuente: E.A.A.B

En Bogotá el Sistema de Alcantarillado está compuesto por el Combinado y el Pluvial. El Alcantarillado Combinado, como su nombre lo indica, combina las aguas residuales con las aguas lluvias, lo cual hace que las primeras, además de contaminar los cuerpos de agua y los corredores ecológicos, aumenten su volumen y sean de difícil tratamiento. (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2012)

**Tabla 25. Sistema de alcantarillado sanitario y pluvial en Bogotá**

SISTEMA POR CUENCA DE DRENAJE		INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	DESCARGA ACTUAL
Salitre	Sistema Sanitario	Interceptores derecho e izquierdo de los canales Salitre, Río Negro, Los Molinos, Contador, Callejas, del Norte, Córdoba, Britalia y del Cedro, Interceptor Río Nuevo, Interceptor Río Bogotá-Torca Salitre	Descarga Planta Salitre
	Eje del sistema Pluvial: Canal Salitre	Canales afluentes: Río Negro, El Arzobispo, Los Molinos, Contador, Callejas, del Norte y Córdoba	Entrega al cauce natural del R. Salitre Descarga final R. Bogotá
Jaboque	Sistema Sanitario	Colector de San Marcos, (Cuenca alta del Jaboque) Estación de bombeo de Villa Gladys (confluyen interceptores existentes de la zona baja) con Colector de Descarga	Descarga al sistema Salitre  Entrega directa al río Bogotá
	Sistema Pluvial	Canal Jaboque	Descarga al humedal del Jaboque y de allí al río Bogotá
		Boyacá, Río Seco, Albina, San Francisco y San Blas, Interceptor del Sur, interceptor Kennedy, Interceptor Fontibón. Interceptores combinados: Calle 22, El Ejido, San Agustín, San Francisco	aguas residuales al río Fucha inmediatamente aguas abajo de la Avenida Boyacá
	Sistema pluvial	Canal de San Francisco y canal del Río Fucha	Descargan al cauce natural del Río Fucha
Tunjuelo	Eje del Sistema Sanitario: Río Tunjuelo	Red Troncal Sistema Sanitario: Interceptores Tunjuelo Medio-primera etapa, Comuneros – Lorenzo Alcatrúz y Limas. Estación de bombeo El Grancolombiano a R. Tunjuelo	Descarga actual a R. Tunjuelo
	Sistema Pluvial	Río Tunjuelo, Quebrada Chiguaza, Canales San Carlos, San Vicente I y II. Sistema de amortiguación de crecientes insuficiente (cuencas altas rural y urbana hasta San Benito)	Descarga al río Tunjuelo
Tintal	Sistema Sanitario	Coletores, Interceptor oriental Canal Cundinamarca y estaciones de bombeo de Saucedal, Patio Bonito y Tintalito	Descarga R. Bogotá.
	Sistema Pluvial	Canal Cundinamarca Estación Elevadora Gibraltar	Descarga a R. Bogotá
Conejera	Sistema Sanitario	No cuenta con sistema troncal de drenaje sanitario Existe el Interceptor Río Bogotá que recoge las aguas residuales del sector que son conducidas a la planta de tratamiento el Salitre	
	Sistema Pluvial	No cuenta con sistema troncal de drenaje pluvial. Actualmente Q. La Salitrosa y Humedal de la Conejera	Río Bogotá
Torca	Sistema Principal de Drenaje Sanitario	Interceptores derecho e izquierdo del Canal del Cedro.	Descarga al Canal Torca y R. Bogotá.
	Sistema Pluvial	Canal del Cedro (Eje); Canales San Cristóbal y Serrezuela.	Entrega al cauce de la quebrada Torca, para posterior entrega al río Bogotá

Fuente: Dirección Red Troncal Alcantarillado. EAAB ESP

## **AGUAS RESIDUALES**

En la actualidad se encuentra en operación la Planta El Salitre, con capacidad de tratamiento de 4.0 m<sup>3</sup>/s de aguas servidas de la Cuenca del Río Juan Amarillo en la Zona Norte de la ciudad.

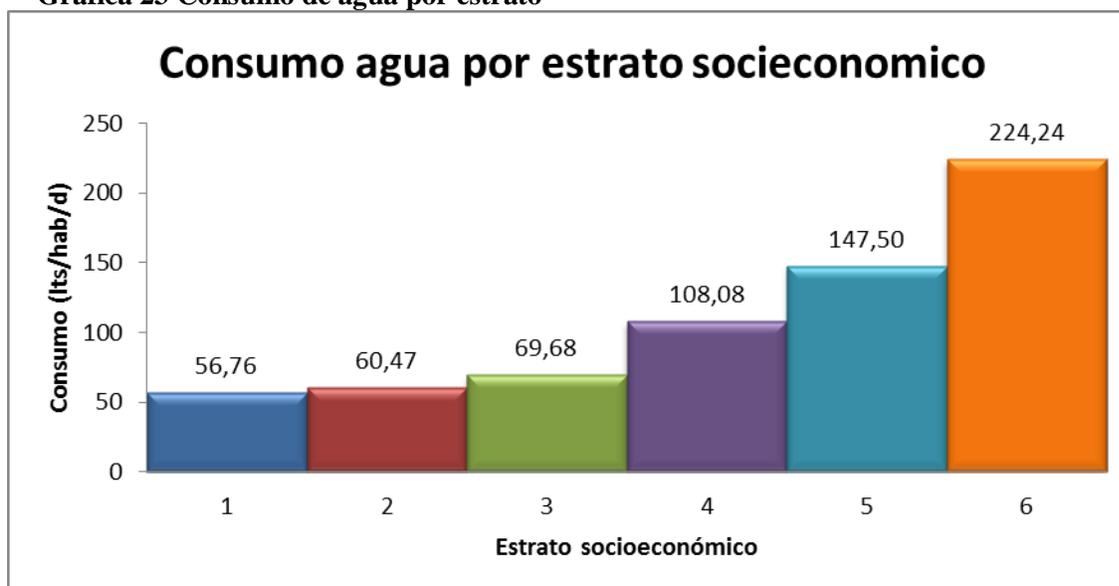
El Tratamiento de las Aguas Residuales realizado es el primario y del total de las aguas servidas que trata representa solo el 25% del total generado en la ciudad, el cual es ineficiente para la cantidad y calidad de agua residual generado en la ciudad (E.A.AB, 2014).

## 9. ALTERNATIVA PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA EN BOGOTÁ

La capacidad de suministro de agua potable en Bogotá de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá es de 25.5 m<sup>3</sup>/s de los cuales se usan 17 m<sup>3</sup>/s. El 90% de este suministro es destinado para uso domiciliario y el 10% restante es para uso no residencial (lo cual incluye demanda industrial, comercial, oficial y especial) (E.A.A.B, 2014).

La dotación de agua para Bogotá por habitante según el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico –RAS- (actualizada a 2009) es de 140 lts/hab/d. Según cálculos oficiales realizados por La Alcaldía Mayor de Bogotá, E.A.A.B, DANE y SDP determinaron el consumo de agua en la ciudad de Bogotá por estratos socioeconómico de la siguiente forma.

**Grafica 23 Consumo de agua por estrato**



Fuente: Bogotá ciudad de estadísticos boletín N°40 2012. Base datos EAAB 2014. DANE-SDP 2014

El estrato con menor consumo de agua es evidentemente el 1, seguidos en consumo por los estratos 2 y 3. El estrato 4 consume el doble de agua con respecto al estrato 1 con 108.08

lts/hab/d, el estrato 5 consume 2,5 veces más con respecto al estrato 1. Por su parte el estrato 5 consume 4 veces más que el estrato 1 con un consumo de 224.24 lts/hab/d.

Como se observó anteriormente los habitantes pertenecientes a los estratos 5 y 6 son los que tienen un mayor consumo de agua, incluso sobre pasando la dotación de agua por habitante propuesta por el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico –RAS- (actualizada a 2009).

Por otra parte el recurso hídrico que ingresa a cada una de las viviendas de la ciudad de Bogotá tiene una particular destinación ya que la mayor parte de esta es usada para el sanitario, las descargas del sanitario en un hogar promedio corresponden aproximadamente el 37% del total de consumo en una vivienda, en cambio para usos de cocina en promedio se destina el 15% del total del agua usada, como se muestra en la tabla 26 Consumo de Agua en Viviendas. (Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible, 2014).

**Tabla 26 Consumo de Agua en Viviendas**

	SANITARIO	DUCHA	LAVADERO	COCINA	OTROS
<b>PROMEDIO (%)</b>	37	25	18	15	5

Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2012

Como propuesta para lograr un uso eficiente del agua y a su vez una reducción del consumo en Bogotá se tendría la siguiente alternativa comprendida en tres etapas como se muestra a continuación;

**Tabla 27 Alternativa de ahorro y uso eficiente de agua en Bogotá**

ETAPAS		METODOLOGIA	TIEMPOS DE DESARROLLO APROXIMADO
<b>Política</b>	Normatividad	Propuesta de un proyecto de acuerdo referente a prácticas de ahorro y uso eficiente de agua en Bogotá	6 meses a 1 año
<b>Cultural</b>	Cambio en hábitos de consumo	Difusión y conocimiento de información	Estaría como eje transversal durante todo el desarrollo de la alternativa
		Autocontrol de consumo	
<b>Tecnológica</b>	Dispositivos ahorradores de agua	Implementación de dispositivos ahorradores Verificación	3 años

Fuente: Elaboración propia

### 9.1 ETAPA POLITICA

La instancia política es una importante etapa, la cual es garante de que la alternativa propuesta logre un carácter oficial al ser presentado ante los entes gubernamentales correspondientes y discutido en torno a su viabilidad para ser aprobado y poder formar parte de las disposiciones legales a nivel distrital, con las cuales se pueda hacer cumplir su aplicación y durabilidad en el tiempo de socialización implementación y desarrollo junto con el seguimiento y comprobación de los alcances obtenidos en el marco del periodo estimado para su implementación.

De esta forma se logra tener una base fundamental para la ejecución misma del proyecto ya que al tener el respaldo legal, obtenido a través de las instancias institucionales correspondientes y siendo parte del marco legal aplicable como normativa referente a la reducción del consumo y uso razonable del recurso en términos del crecimiento poblacional y desarrollo de la ciudad, logra la solidez y representatividad necesaria para poder ejecutar las etapas restantes del proyecto.

Así como está estipulado en el acuerdo 134 de 2013 "por medio del cual se promueven alternativas de ahorro de agua en el distrito capital y se dictan otras disposiciones", en donde para el Programa de Gestión Ambiental al Sector de la Construcción en Bogotá, es de uso obligatorio la instalación de dispositivos ahorradores de agua en viviendas nuevas en pro de un adecuado aprovechamiento del recurso hídrico, se pretendería a través de un proyecto de acuerdo la instalación de dispositivos ahorradores en viviendas construidas antes del año 2013.

Con la información contenida en el presente proyecto de investigación, se cuentan con los elementos necesarios para determinar la estructura de un proyecto de acuerdo para ser presentado ante el consejo de Bogotá.

## **9.2 ETAPA CULTURAL**

La estrategia de educación ambiental, entendida como un proceso permanente en el que los individuos y la colectividad cobran conciencia de su medio y adquieren los conocimientos, los valores, las competencias, la experiencia y la voluntad; capaces de hacerlos actuar, individual y colectivamente (UNESCO, 2012), La educación ambiental juega quizás el papel más importante en el ahorro y uso eficiente del agua en las diferentes actividades humanas, el cambio en el estilo de vida implica establecer estrategias que incidan en un apropiado comportamiento hacia el ambiente y una generación de hábitos adecuados de consumo.

El pasado 8 de Julio del presente año se firmó en Colombia un acuerdo marco para la educación ambiental del país, una alianza en entre el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio de Medio Ambiente y desarrollo sostenible, es una estrategia de Educación ambiental.

*La Alianza Nacional por “La Formación de ciudadanía responsable: Un País más Educado y una cultura ambiental sostenible para Colombia”. Se desarrollará bajo cinco ejes:*

*Eje 1. Articulación Intersectorial: alianzas nacionales y territoriales (interministeriales, intersectoriales e intrainstitucionales, y público privadas),*

*Eje 2. Proyecto Matriz: fortalecimiento y consolidación de las estrategias educativo ambientales y de participación.*

*Eje 3. Estímulos e Incentivos*

*Eje 4. Cooperación e Internacionalización*

*Eje 5: Comunicación e información: consolidación de una estrategia comunicativa y un sistema de información del Programa.*

*(Ministerio de Medio Ambiente y desarrollo sostenible, 2015)*

Es por eso que la educación ambiental con enfoque en el ahorro y uso eficiente del agua sería un punto importante dentro de la alternativa de ahorro de agua en Bogotá, ya que el tema de educación no solo va dirigido a colegios y universidades sino a toda la ciudadanía en general. Por tal motivo es fundamental la construcción de una nueva cultura entorno al cuidado, protección y uso racional del recurso hídrico a través de procesos educativos de reconocimiento, reflexión y apropiación del recurso, que conlleven a estrategias y prácticas de uso sustentable del recurso hídrico en Bogotá.

Para el desarrollo de la etapa cultural cuyo fin estaría enmarcado en la educación ambiental, se usarían estrategias de comunicación para la formación, a través de la sensibilización y capacitación, con actividades relacionadas con la cotidianidad en apropiación de la temática del ahorro y uso eficiente del agua. Esta etapa se desarrollaría de la siguiente manera;

**Tabla 28 Desarrollo de la etapa cultural**

<b>ASPECTO</b>	<b>FUNDAMENTOS</b>
<i>Diseño de currículos y temáticas a enseñar</i>	Conociendo nuestra historia a través del agua
	De donde proviene el agua que consumimos
	Gasto de agua por habitante y destino del recurso por vivienda
	A dónde va el agua que usamos y como afectamos nuestro entorno con esas descargas
	Como ahorrar agua
	Consumos históricos de consumo por vivienda (estos entregados a cada suscriptor según se consumo), con una guía para con cuadros de control de consumo por vivienda.
<i>Divulgación a la población en general a través de diferentes medios de comunicación</i>	Notas para televisión, radio y redes sociales de un minuto de duración
	Información impresa a través del recibo del agua de forma bimensual
<i>Verificación de la información y del conocimiento</i>	Aplicación de pretest y postest aleatorios en distintos espacios y edades de la población.

Fuente: Elaboración propia

### 9.3 ETAPA TECNOLÓGICA

Para hacer uso eficiente del agua es necesario el uso de tecnologías y prácticas mejoradas que proporcionen igual o mejor servicio con menos cantidad de agua, con el fin de conservar y preservar el recurso y garantizar un uso más eficiente.

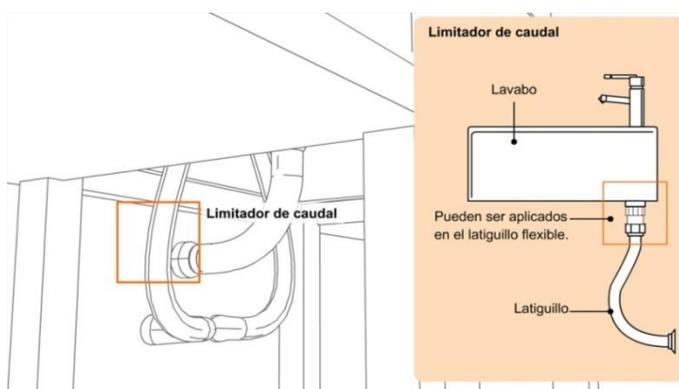
### **9.3.1 DISPOSITIVOS AHORRADORES DE AGUA**

Como alternativa para lograr un uso eficiente del agua y a su vez una reducción del consumo en Bogotá, teniendo en cuenta que el 90% de este recurso va destinado al uso residencial se instalarían dispositivos ahorradores de fácil aplicación, los cuales llegan a reducir el consumo de agua desde un 30% hasta un 90% en los puntos donde se instalen según las especificaciones de las diferentes fabricantes y marcas. El uso de estos dispositivos son de gran importancia ya que su uso masivo seria significativo en la reducción del consumo de agua en los hogares y a su vez en la ciudad de Bogotá. Estos dispositivos cuentan con una amplia gama de materiales y precios que oscilan entre los \$3000 hasta \$400.000 e inclusive más, dependiendo de sus tecnologías.

Teniendo en cuenta la información observada en la tabla número 29 *Consumo de Agua en Viviendas*, en donde se observa que los puntos de mayor gasto en una vivienda son el sanitario y la ducha, los dispositivos que se tendrían en cuenta para dar continuidad con la alternativa serian dos, un reductor de caudal ubicado en ducha y una válvula ahorradora para sanitario.

### **REDUCTORES DE CAUDAL**

Este dispositivo reduce en parte el paso de agua mediante estrangulamiento de la tubería, impidiendo que la totalidad del agua pase hacia el grifo y aumentando la presión a la salida, reduciendo el consumo hasta un 30%. Pueden ser adaptados a lavaplatos, lavamanos y duchas.

**\$28.000**

Fuente: <http://www.aaa.com.co/aaa/swf/mm-ahorro.swf>

Los reductores de caudal se pueden incorporar en las tuberías para impedir que el consumo de agua exceda un consumo fijado (normalmente 8 litros/minuto contra 12 litros/minuto para un grifo y 10 litros/minuto contra 20 litros/minuto para una ducha).

### VALVULAS AHORRADORAS PARA SANITARIOS

Los sanitarios con más de 10 años tienen un consumo promedio de 12 lts/descarga, actualmente se consiguen con descargas de 6 lts y 4 lts ya sea para descarga en líquido y sólido respectivamente, con un ahorro aproximado hasta del 70% dependiendo del tanque.



Válvula de doble descarga Boccherini “one Piece Superior”, permite un ahorro hasta del 50% de agua, con selector de caudal para sólido y líquidos, de fácil instalación para cualquier sanitario. \$ 31.700

Fuente: <http://boccherini.com.co/valvula-doble-descarga-one-piece-vdd2>

Este dispositivo permite convertir un sanitario convencional en uno de doble descarga.

### 9.3.2 AHORRO DE AGUA CON IMPLEMENTACION DE DISPOSITIVOS

A continuación se muestran los posibles porcentajes de ahorro con el uso de dispositivos, teniendo en cuenta que la mayor parte de la destinación del recurso en las viviendas se da para el sanitario y para la ducha, los cuales son de uso individual.

**Tabla 29. Porcentajes de ahorro en viviendas con uso de**

DESTINACION DEL RECURSO (%)		PORCENTAJE AHORRO DEL DISPOSITIVO(%)	AHORRO CON USO DE DISPOSITIVOS (%)
<b>SANITARIO</b>	37	33	12,21
<b>DUCHA</b>	25	30	7,5
<b>AHORRO TOTAL</b>			<b>19,71</b>

Fuente: Cálculos propios

Los dispositivos que se tuvieron en cuenta para esta cálculo fueron; el reductor de caudal con ahorro aproximado del 30% el cual tiene un valor de \$28.000 y para el sanitario una válvula ahorradora del 30% (esto tomando como referencia que el sanitario fuera de 6lts/descarga) de un costo actual de \$31.700 que es el más asequible del mercado vs un sanitario de \$ 379.900. En cuanto al porcentaje de ahorro con uso de dispositivos en una vivienda sería del 19.71% sobre el total del consumo por vivienda o por suscriptor.

Actualmente la Empresa de Acueducto de Bogotá maneja 1`900.000 suscriptores (EAAB, 2015). A través de la tabla 27, se puede evidenciar el ahorro que se tendría en la ciudad en cuanto al consumo de agua con la instalación de dispositivos ahorradores, el cual tendría aproximadamente una reducción de consumo domiciliario del 19.71% pasando de 15.3m<sup>3</sup>/s a 12.3m<sup>3</sup>/s, con un ahorro de 3m<sup>3</sup>/s .

**Tabla 30. Porcentajes de ahorro en Bogotá con uso de dispositivos**

CONSUMO DOMICILIARIO (M <sup>3</sup> /S)	AHORRO DE CONSUMO (%)	CONSUMO TOTAL (M <sup>3</sup> /S)	AHORRO (M <sup>3</sup> /S)
15,3	19,71	12,3	3

Fuente: Cálculos propios

### 9.3.3 ADQUISICIÓN DE DISPOSITIVOS DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

Dando paso a la última etapa de la alternativa después de la etapa política y cultural y teniendo en cuenta el porcentaje de ahorro con el uso de los dispositivos en ducha y sanitario, se procedería a la adquisición de estos dispositivos por parte de cada una de los suscriptores domiciliarios, en donde el cubrimiento de la implementación sería en un periodo de 3 años aproximadamente.

Para implementación se podría dar acceso a este tipo de dispositivos a través de acuahogar (actualmente manejado por E.A.A.B el cual brinda servicios de hogar, salud, medicina y jurídicos, pagos a través del recibo del agua), y con algunas alternativas de financiación a través del recibo, de esta forma podrían ser de fácil acceso a todos los suscriptores.

### COSTOS

Actualmente el acueducto de Bogotá cuenta con 1`900.000 suscriptores a nivel domiciliario por lo cual el costo se basa en la instalación por punto o suscriptor como se muestra a continuación;

**Tabla 31. Costos de instalación de dispositivos ahorradores**

<b>DESCRIPCION</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>
Reductores de caudal	28000
Válvulas ahorradoras para sanitarios	31700
Mano de obra	40000
<b>TOTAL POR SUScriptor</b>	<b>99700</b>

Fuente: Cálculos propios

El costo total por suscriptor sería de \$99700, que incluiría la instalación de dos dispositivos ahorradores (Reductor de caudal para ducha y válvula ahorradora para sanitario) y la mano de obra.

## **FINANCIACIÓN**

Las condiciones de financiación para los suscriptores serían las siguientes

- Para todos los estratos se financiará el costo total de la instalación interna y de los dispositivos a instalar.
- El suscriptor elige el plazo de la financiación que va de 2 hasta 18 cuotas (lo equivalente a 3 años), empezando a pagar cuando la instalación esté terminada.
- La cuota será fija, bimensual y vendrá completamente discriminada.
- El pago se abona a través de la factura de Acueducto

La Superintendencia Financiera de Colombia es la entidad encargada de supervisar y regular el sistema financiero en Colombia, y para efectos al periodo de Julio de 2015 estas serían las tasas de interés más bajas del mercado, las cuales se tuvieron en cuenta para realizar la financiación en la adquisición e instalación de los dispositivos ahorradores de agua;

Tasa efectivo Anual de 27.57% EA

Tasa Efectivo Mensual de 2.05% EM

A continuación se muestra el comportamiento que tendrían las cuotas a pagar cada suscriptor teniendo en cuenta el precio de estos dispositivos con vigencia 2015 y el pago en amortización con cuota constante en periodos de 12, 24 y 36 meses como ejemplo, teniendo en cuenta que el pago del recibo de agua es bimensual.

Tabla 32. Amortización en 12 cuotas

AMORTIZACIÓN CON CUOTA CONSTANTE					
<b>Valor de la deuda</b>	\$ 99.700				
<b>Tasa de interés</b>	2,05%				
<b>Periodos o plazo de amortización</b>	12				
<b>Cuota por mes</b>	\$ 9.457				
<b>Cuota total a pagar en recibo de Acueducto por cobro bimensual</b>	<b>\$ 18.913</b>				
					El pago esta discriminado en 12 cuotas que se reflejaran en 6 pagos
n	saldo inicial	cuotas	Intereses	Capital	Saldo final
1	\$ 99.700	\$ 9.457	\$ 2.043,85	\$ 7.412,72	\$ 92.287,28
2	\$ 92.287,28	\$ 9.457	\$ 1.891,89	\$ 7.564,68	\$ 84.722,61
3	\$ 84.722,61	\$ 9.457	\$ 1.736,81	\$ 7.719,75	\$ 77.002,86
4	\$ 77.002,86	\$ 9.457	\$ 1.578,56	\$ 7.878,01	\$ 69.124,85
5	\$ 69.124,85	\$ 9.457	\$ 1.417,06	\$ 8.039,51	\$ 61.085,35
6	\$ 61.085,35	\$ 9.457	\$ 1.252,25	\$ 8.204,32	\$ 52.881,03
7	\$ 52.881,03	\$ 9.457	\$ 1.084,06	\$ 8.372,50	\$ 44.508,53
8	\$ 44.508,53	\$ 9.457	\$ 912,42	\$ 8.544,14	\$ 35.964,39
9	\$ 35.964,39	\$ 9.457	\$ 737,27	\$ 8.719,30	\$ 27.245,09
10	\$ 27.245,09	\$ 9.457	\$ 558,52	\$ 8.898,04	\$ 18.347,05
11	\$ 18.347,05	\$ 9.457	\$ 376,11	\$ 9.080,45	\$ 9.266,60
12	\$ 9.266,60	\$ 9.457	\$ 189,97	\$ 9.266,60	\$ 0,00

Fuente: Cálculos propios

Tabla 33. Amortización en 24 cuotas

AMORTIZACIÓN CON CUOTA CONSTANTE					
Valor de la deuda	\$ 99.700	El pago esta discriminado en 24 cuotas que se reflejaran en 12 pagos			
Tasa de interés	2,05%				
Periodos o plazo de amortización	24				
Cuota por mes	\$ 5.301				
<b>Cuota total a pagar en recibo de Acueducto por cobro bimensual</b>	<b>\$ 10.602</b>				
n	saldo inicial	cuotas	Intereses	Capital	Saldo final
1	\$ 99.700	\$ 5.301	\$ 2.043,85	\$ 3.257,30	\$ 96.442,70
2	\$ 96.442,70	\$ 5.301	\$ 1.977,08	\$ 3.324,08	\$ 93.118,62
3	\$ 93.118,62	\$ 5.301	\$ 1.908,93	\$ 3.392,22	\$ 89.726,40
4	\$ 89.726,40	\$ 5.301	\$ 1.839,39	\$ 3.461,76	\$ 86.264,64
5	\$ 86.264,64	\$ 5.301	\$ 1.768,43	\$ 3.532,73	\$ 82.731,91
6	\$ 82.731,91	\$ 5.301	\$ 1.696,00	\$ 3.605,15	\$ 79.126,76
7	\$ 79.126,76	\$ 5.301	\$ 1.622,10	\$ 3.679,05	\$ 75.447,71
8	\$ 75.447,71	\$ 5.301	\$ 1.546,68	\$ 3.754,47	\$ 71.693,24
9	\$ 71.693,24	\$ 5.301	\$ 1.469,71	\$ 3.831,44	\$ 67.861,80
10	\$ 67.861,80	\$ 5.301	\$ 1.391,17	\$ 3.909,99	\$ 63.951,81
11	\$ 63.951,81	\$ 5.301	\$ 1.311,01	\$ 3.990,14	\$ 59.961,67
12	\$ 59.961,67	\$ 5.301	\$ 1.229,21	\$ 4.071,94	\$ 55.889,73
13	\$ 55.889,73	\$ 5.301	\$ 1.145,74	\$ 4.155,41	\$ 51.734,32
14	\$ 51.734,32	\$ 5.301	\$ 1.060,55	\$ 4.240,60	\$ 47.493,72
15	\$ 47.493,72	\$ 5.301	\$ 973,62	\$ 4.327,53	\$ 43.166,19
16	\$ 43.166,19	\$ 5.301	\$ 884,91	\$ 4.416,25	\$ 38.749,94
17	\$ 38.749,94	\$ 5.301	\$ 794,37	\$ 4.506,78	\$ 34.243,17
18	\$ 34.243,17	\$ 5.301	\$ 701,98	\$ 4.599,17	\$ 29.644,00
19	\$ 29.644,00	\$ 5.301	\$ 607,70	\$ 4.693,45	\$ 24.950,55
20	\$ 24.950,55	\$ 5.301	\$ 511,49	\$ 4.789,67	\$ 20.160,88
21	\$ 20.160,88	\$ 5.301	\$ 413,30	\$ 4.887,85	\$ 15.273,03
22	\$ 15.273,03	\$ 5.301	\$ 313,10	\$ 4.988,06	\$ 10.284,97
23	\$ 10.284,97	\$ 5.301	\$ 210,84	\$ 5.090,31	\$ 5.194,66
24	\$ 5.194,66	\$ 5.301	\$ 106,49	\$ 5.194,66	<b>-\$ 0,00</b>

Fuente: Cálculos propios

Tabla 34. Amortización en 36 cuotas

AMORTIZACIÓN CON CUOTA CONSTANTE	
Valor de la deuda	\$ 99.700
Tasa de interés	2,05%
Periodos o plazo de amortización	36
Cuota por mes	\$ 3.943
<b>Cuota total a pagar en recibo de Acueducto por cobro bimensual</b>	<b>\$ 7.886</b>

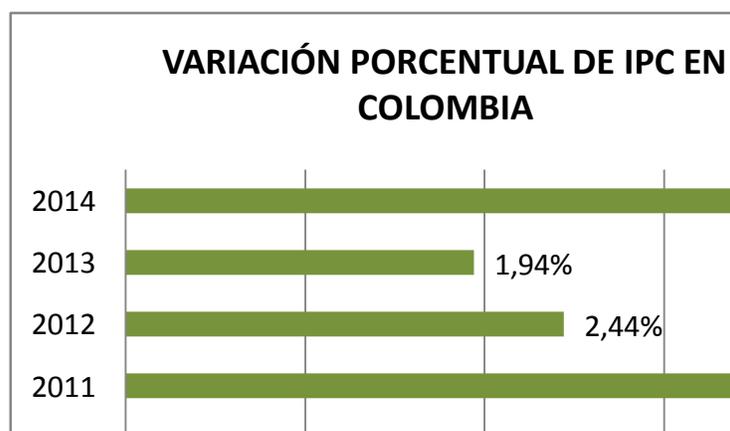
El pago esta discriminado en 36 cuotas que se reflejaran en 18 pagos

Fuente: Cálculos propios

## VARIACIÓN DE LOS PRECIOS

Para determinar la variación de los precios de los dispositivos ahorradores de agua en otras vigencias, se debe tener en cuenta el comportamiento de la inflación en Colombia y a su vez en el IPC (Índice de Precio al Consumidor) que varía cada año y el cual es determinado por el DANE según la variación de los precios de la canasta familiar y otros servicios por cada año. A continuación se observa la variación que ha presentado el Índice de precio al consumidor (IPC) en los últimos años.

Grafica 24. Variación IPC en Colombia



Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida por El Banco de la República y el DANE 2015

## 10. CONCLUSIONES

- El consumo de agua en Bogotá ha estado directamente relacionado con el crecimiento de la población y el área de la ciudad, ya que la ciudad de Bogotá paso de tener para el año de 1964 un área aproximada de 14.615 hectáreas a 41.388 hectáreas en 2014 lo que implica un crecimiento del 283% en cuanto al crecimiento físico de la ciudad.
- El consumo de agua en la ciudad estuvo en constante aumento hasta 1996-1997 cuando hubo una disminución significativa del consumo pasando de 555.862.933 m<sup>3</sup>/año en 1997 a 488.142.331 m<sup>3</sup>/año en 1996, algunos factores que ocasionaron disminución en el consumo de agua potable fueron la Emergencia de abastecimiento en los túneles de Chingaza y la aplicación de la Ley 373/97 sobre Uso racional del Agua.
- El crecimiento poblacional de los municipios receptores de agua potable para el año 2034 sería de 1` 679.032 habitantes, sin tener en cuenta la ampliación de suministro a otros municipios de Cundinamarca como objeto del proyecto de ampliación por parte de la empresa de acueducto de Bogotá, en cuanto a la capital Colombia en el año 2034 tendría una población de 10`577.597 habitantes para un total aproximado de 12`256.629 habitantes que recibirían el suministro de agua potable.
- Con el crecimiento poblacional proyectado y la capacidad de suministro que maneja actualmente la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, la demanda respecto a la cobertura del suministro de agua potable en Bogotá y los municipios aledaños receptores estarían al límite, ya que teniendo en cuenta la proyección al año 2034, se logró determinar

que para el año 2020 se estaría llegando al tope de la capacidad de suministro teniendo en cuenta el caudal máximo diario (QMD) el cual sería de 26.11 m<sup>3</sup>/s y teniendo en cuenta el caudal medio diario (Qmd) al año 2030, se estaría llegando al tope de la capacidad de suministro con 25.59 m<sup>3</sup>/s de demanda.

- El suministro de agua en bloque realizado por la EAAB desde la década de los años 1980 a municipios como Chía, Cajicá, Sopó, Soacha, La Calera, Tocancipá y Gachancipá, Funza, Madrid, Mosquera y Cota, ha promovido el crecimiento de estos en cuanto al aumento de construcciones de tipo residencial e industrial, fenómeno que ha incrementado el consumo de agua potable en estos municipios, y de no tenerse control sobre esto, podría llegarse a tener en riesgo el abastecimiento de agua potable de Bogotá y de los municipios mismos.
- La etapa política de la alternativa es fundamental ya que con ella se lograría la solidez y representatividad necesaria para poder ejecutar las etapas restantes del proyecto.
- Con la implementación de la alternativa para el ahorro y uso eficiente de agua en Bogotá, se llegaría a un ahorro aproximado de 3m<sup>3</sup>/s, lo equivalente al 19.71% del consumo domiciliario de agua potable en Bogotá.
- El desarrollo de la alternativa para el ahorro y uso eficiente del agua en Bogotá contribuiría en mitigar el consumo de agua, pero el crecimiento y planeación en Bogotá y en los municipios receptores de agua son una parte del problema para la disponibilidad del recurso en los próximos años.

## 11. BIBLIOGRAFIA

### LIBROS:

BARBOSA PARDO M. J. (1999).Control de Calidad del Agua. Bogotá D.C, Colombia.

Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental ACODAL.

GUHL Ernesto. (1982).Los páramos circundantes de la sabana de Bogotá. Bogotá, Colombia.

Jardín Botánico José celestino Mutis.

PERÉZ PRECIADO Alfonso. (2002). Bases para la Regionalización de Cundinamarca. Bogotá.

Gobernacion de Cundinamarca. Departamento Administrativo de Planeación DAPC.

RICE, F Phili. (1997). Desarrollo humano: estudio de ciclo vital. México. Editorial Pearson

Prentice Hall .

VILLEGAS Benjamín. (2003). El agua en la historia de Bogotá. Bogotá. Villegas editores. 3

Volúmenes.

Sampieri, R. H. (1997). Metodología de la Investigación. Bogota: McGraw Hill.

**AUTORES INSTITUCIONALES:**

Alcaldia Mayor de Bogotá. (2006). Historia Institucional de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (Primera ed.). Bogotá: secretaría general unidad imprenta distrital.

Alcaldia Mayor de Bogotá. (2010). Diagnóstico de la Región Capital. Bogotá. Secretaría distrital de planeación.

Alcaldia Mayor de Bogotá D.C. (2011). Política distrital de salud ambiental Para Bogotá 2011-2023. Bogotá. Secretaria Distrital de Salud.

Contraloria de Bogotá. (2012). Evaluacion a los efectos generados por las decisiones tomadas por el gobierno distrital frente a la del venta de agua en bloque. Bogotá: plan de auditoria distrital 2012.

EAAB. ( 2006). Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado 2006. EAAB, Cundinamarca. Bogotá: EAAB.

EAAB. (2009). Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado 2009. Bogotá: EAAB.

E.A.A.B. (2010). Plan de Expansión del Sisitema de Abastecimiento de Agua para Bogotá y sus municipios vecinos (Vol. 1). Bogota: Ingetec S.A.

Jardin Botanico Jose Celestino Mutis. (2012). Construcción del territorio a través del agua.

Bogotá: Alcaldia Mayor de Bogotá.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial. (2009). Guía Parques Nacionales

Naturales de Colombia (Primera ed.). Bogotá: Zetta Comunicadores S.A.

Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2010). Política Nacional para la Gestión

Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D.C. Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Programa de las naciones unidas para el medio ambiente. Perspectivas del Medio Ambiente

Mundial (GEO-5). Quinta Edición. Panamá. Editora Novo Art, S.A. 2012.

Secretaria distrital de planeacion. (2010). Bogotá ciudad de estadísticas. Población y desarrollo

urbano. Cundinamarca. Bogotá: Alcaldia Mayor de Bogotá.

#### **ARTÍCULOS WEB:**

Corporacion Autonoma Regional de Cundinamarca. CAR. (29 de 01 de 2015). Disponible en

[www.car.gov.co](http://www.car.gov.co)

Definición.De. (22 de 12 de 2014). Disponible en <http://definicion.de/demografia/>

DANE. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. {19 de septiembre de 2014}

“Series de Población”. Disponible en: (<https://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/series-de-poblacion>)

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. {16 de septiembre de 2014} “Nuestra

Historia”. Disponible en:

([http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal!/ut/p/c5/hY09D4IwGIR\\_0nsUWmCsi0GqKZBgYUwGGwi4GD8\\_UJcXJS78bkPamj22L1c3z3dNHZ3qqgRbeTZ3IaawYRsh1QmSST84LCRYua1aLdK6iDMAMPOACu4PaG0PIJ\\_pX1Z\\_r4Siu9jpIbHmcmVB\\_AP\\_7e\\_cPyQBBV6Gq5UrqzUMVWCHkMFd7z1b4I1vLc!/dl3/d3/L0IDU0IKSWdra0EhIS9JTIBQU1pQ2dBek15cUEhL1ICS1AxTkMxTktfMjd3ISEvN184MVNNUzdIMjBPNzJEMEIBRUU4Njm0SkI2NQ!!/?WCM\\_PORTLET=PC\\_7\\_81SMS7H20072D0IAEE8634JB65\\_WCM&WCM\\_GLOBAL\\_CONTEXT=/wps/wcm/connect/eaabv6/sacueducto/aempresa/aempsecsecundaria/empresanuestrahistoria](http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal!/ut/p/c5/hY09D4IwGIR_0nsUWmCsi0GqKZBgYUwGGwi4GD8_UJcXJS78bkPamj22L1c3z3dNHZ3qqgRbeTZ3IaawYRsh1QmSST84LCRYua1aLdK6iDMAMPOACu4PaG0PIJ_pX1Z_r4Siu9jpIbHmcmVB_AP_7e_cPyQBBV6Gq5UrqzUMVWCHkMFd7z1b4I1vLc!/dl3/d3/L0IDU0IKSWdra0EhIS9JTIBQU1pQ2dBek15cUEhL1ICS1AxTkMxTktfMjd3ISEvN184MVNNUzdIMjBPNzJEMEIBRUU4Njm0SkI2NQ!!/?WCM_PORTLET=PC_7_81SMS7H20072D0IAEE8634JB65_WCM&WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/eaabv6/sacueducto/aempresa/aempsecsecundaria/empresanuestrahistoria))

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. {11 de octubre de 2014} “Noticias”.

Disponible en:

([http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal!/ut/p/c5/hY09D4IwGIR\\_0nu0tIURFSgJUE2DAgthMNHewMH4-4W4uCh343Mf1NLiqX-5oX-6eervVFMru8CzhVWawSh2QBbFcSC5vytztfgBdvs00r7KAcPOACuFPaGyHBnfaF\\_Wv69EKpIQmRFhborUA8SH\\_9tfOX4oApV6Hq9Ubaw0nGpJj7GGO96GN2R7kkc!/dl3/d3/L0IDU0IKSWdra0EhIS9JTIBQU1pQ2dBek15cUEhL1ICS1AxTkMxTktfMjd3ISEvN184MVNNUzdIMjBPNzJEMEIBRUU4Njm0Qk5KMQ!!/?WCM\\_PORTLET=PC\\_7\\_81S](http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal!/ut/p/c5/hY09D4IwGIR_0nu0tIURFSgJUE2DAgthMNHewMH4-4W4uCh343Mf1NLiqX-5oX-6eervVFMru8CzhVWawSh2QBbFcSC5vytztfgBdvs00r7KAcPOACuFPaGyHBnfaF_Wv69EKpIQmRFhborUA8SH_9tfOX4oApV6Hq9Ubaw0nGpJj7GGO96GN2R7kkc!/dl3/d3/L0IDU0IKSWdra0EhIS9JTIBQU1pQ2dBek15cUEhL1ICS1AxTkMxTktfMjd3ISEvN184MVNNUzdIMjBPNzJEMEIBRUU4Njm0Qk5KMQ!!/?WCM_PORTLET=PC_7_81S))

MS7H20072D0IAEE8634BNJ1\_WCM&WCM\_GLOBAL\_CONTEXT=/wps/wcm/connect/eaabv6/sacueducto/anoticias/anotsecsecundaria/NotEmbalsesSep2012)

EAAB. (27 de Septiembre de 2014). Ruta del agua, disponible en

([http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal!/ut/p/c5/hY09D4IwGIR\\_0nsUWmCsii0GqKZBgYUwGGwi4GD8\\_UJcXJS78bkPamj22L1c3z3dNHZ3qqgRbeTZ3IaawYRsh1QmSST84LCRYua1aLdK6iDMAMPOACu4PaG0PIJ\\_pX1Z\\_r4Siu9jpIbHmcmVB\\_AP\\_7e\\_cPyQBBV6Gq5UrqzUMVWCHkMFd7z1b411vLc!/dl3/d3/L0ID](http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal!/ut/p/c5/hY09D4IwGIR_0nsUWmCsii0GqKZBgYUwGGwi4GD8_UJcXJS78bkPamj22L1c3z3dNHZ3qqgRbeTZ3IaawYRsh1QmSST84LCRYua1aLdK6iDMAMPOACu4PaG0PIJ_pX1Z_r4Siu9jpIbHmcmVB_AP_7e_cPyQBBV6Gq5UrqzUMVWCHkMFd7z1b411vLc!/dl3/d3/L0ID))

E.A.A.B. (27 de Septiembre de 2014). Ruta del agua. Disponible en:

([http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal!/ut/p/c5/hY09D4IwGIR\\_0nsUWmCsii0GqKZBgYUwGGwi4GD8\\_UJcXJS78bkPamj22L1c3z3dNHZ3qqgRbeTZ3IaawYRsh1QmSST84LCRYua1aLdK6iDMAMPOACu4PaG0PIJ\\_](http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal!/ut/p/c5/hY09D4IwGIR_0nsUWmCsii0GqKZBgYUwGGwi4GD8_UJcXJS78bkPamj22L1c3z3dNHZ3qqgRbeTZ3IaawYRsh1QmSST84LCRYua1aLdK6iDMAMPOACu4PaG0PIJ_))

EAAB. (1 de Enero de 2015). ABC del mínimo vital. Disponible en:

([http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal!/ut/p/c4/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gLw2DfYHMPIwN3R0czA08nI\\_cAx2ADA19\\_Q\\_2CbEdFAG5IWD4!/?WCM\\_PORTLET=PC\\_7\\_81SMS7H20GAA60IB2GPAS0G4J3\\_WCM&WCM\\_GLOBAL\\_CONTEXT=/wps/wcm/connect/eaabv6/sacueducto/minvital/aminvit](http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal!/ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gLw2DfYHMPIwN3R0czA08nI_cAx2ADA19_Q_2CbEdFAG5IWD4!/?WCM_PORTLET=PC_7_81SMS7H20GAA60IB2GPAS0G4J3_WCM&WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/eaabv6/sacueducto/minvital/aminvit))

Fundación al verde vivo. “Sala de prensa, Río Bogotá”. { 13 de octubre de 2014}. Disponible en:

(<http://www.alverde vivo.org/red-de-informacion/sala-de-prensa/item/358-r%C3%ADo-bogot%C3%A1>)

Instituto de estudios Urbanos “Bogotá en datos” {11 de Noviembre de 2014}. Disponible en (<http://www.institutodeestudiosurbanos.info/endatos/index.php>).

Ministerio de Medio Ambiente y desarrollo sostenible, “Gobierno Nacional firma Acuerdo Marco para la Educación Ambiental del país” {10 de Julio de 2015}. Disponible en: ”<https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=1887:gobierno-nacional-firma-acuerdo-marco-para-la-educacion-ambiental-del-pais>

Revista Credencial, la industria en Colombia. “Acueducto de Bogotá, 1887-1914: entre público y privado”. {16 de septiembre de 2014}. Disponible en: (<http://www.revistacredencial.com/credencial/content/acueducto-de-bogot-1887-1914-entre-p-blico-y-privado>)

Secretaria Distrital de Ambiente. “Ríos, quebradas y canales”. {En línea}. {21 de septiembre de 2014}. Disponible en: (<http://ambientebogota.gov.co/rios-quebradas-y-canales>)

Secretaria Distrital de Ambiente, Secretaria Distrital de Planeación. (20 de 12 de 2014).

Observatorio Rural de Bogotá. Disponible en:

([http://observatorioruralbogota.gov.co/ficha\\_tecnica.shtml?apc=fj,-,-,-,1,-,-,102](http://observatorioruralbogota.gov.co/ficha_tecnica.shtml?apc=fj,-,-,-,1,-,-,102))

Secretaria de Hacienda. “Descripción de la ciudad-Condiciones fisicogeográficas”. {En línea}.

{19 de septiembre de 2014}. Disponible en:

(<http://institutodeestudiosurbanos.info/endatos/index.php>)

Secretaria de Hacienda. “Descripción de la ciudad-Hidrografía”. {En línea}. {21 de septiembre de 2014}. Disponible en: (<http://institutoestudiosurbanos.info/endatos/0100/0110/0112-hidro/011212.htm>)

Secretaria Distrital de Planacion Bogotá. (21 de 12 de 2014). *Ordenamiento Territorial*.

Disponible en:

(<http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/OrdenamientoTerritorial/upzenprocesoderevision/QueEs>)

UNESCO, Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas.

{21 de Agosto de 2014}. “Gestión del agua en un contexto de incertidumbre y riesgo”.

Disponible en: ([unesdoc.unesco.org/images/0021/002154/215491s.pdf](http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002154/215491s.pdf)).