

**CONSULTORÍA PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE
PROYECCIONES DE LA DEMANDA DE AGUA PARA LA
CIUDAD DE BOGOTÁ D. C. Y MUNICIPIOS VECINOS**

VOLUMEN IV

RESUMEN EJECUTIVO

Contrato 2-02-25400-0296-2009

Consultor

RAFAEL CUBILLOS LÓPEZ

Contenido

1	Presentación.....	2
2	Introducción	4
3	Estimaciones y proyecciones de población.....	5
3.1	Proyecciones de población.....	5
3.2	Metodología de las proyecciones de población para Bogotá	10
3.3	Resultados de las proyecciones	11
3.3.1	Proyección al año 2050 del conjunto de municipios.....	11
3.3.2	Área, viviendas y población de Bogotá	16
3.4	Proyecciones a nivel de localidades y UPZ.....	18
3.4.1	Características generales de las UPZ.....	19
3.4.2	Proyecciones de viviendas y población a nivel de UPZ	28
3.4.3	Proyecciones a nivel de localidades	33
4	Estimaciones y proyecciones de demanda de agua	36
4.1	Análisis de la demanda de agua.....	36
4.2	Metodología de las proyecciones de demanda de agua	41
4.2.1	Proyecciones globales de demanda de agua	41
4.2.2	Distribución espacial de la demanda de agua - UPZ.....	44
4.3	Resultados de las proyecciones	45
4.3.1	Generalidades de los escenarios de demanda de agua	45
4.3.2	Contraste de los 18 escenarios	47
4.3.3	Selección de escenarios.....	49
4.3.4	Factores de incertidumbre en las proyecciones.....	56
5	Conclusiones y recomendaciones.....	59

1 Presentación

La Empresa de Acueducto de Bogotá a través de la Gerencia Corporativa del Sistema Maestro, estimó necesario adelantar una consultoría para “La actualización del estudio de proyecciones de la demanda de agua para la ciudad de Bogotá D. C. y municipios vecinos”, luego de cinco años desde su última actualización en términos de la demanda de agua, y siete años desde el último estimativo de población para la ciudad y algunos de sus municipios vecinos. La conveniencia del estudio se plasmaba en dos aspectos; el primero es que no solo la información del censo de población de 2005 estaba disponible, sino que la Secretaría Distrital de Planeación-SDP recientemente había publicado sus proyecciones de población para Bogotá y 17 municipios, basadas en el análisis de la dinámica demográfica de los últimos tres censos y cuyo horizonte de estimación se extendió hasta el 2015. En este estudio, se presentaba por primera vez una proyección de población y viviendas a nivel de UPZ, las cuales serían la base geográfica para el presente estudio. Un segundo aspecto y ligado al anterior, era analizar la dinámica de consumos a la luz de estas nuevas cifras de población, toda vez que el Censo 2005 permitía validar algunos indicadores y realizar análisis más certeros dada la posibilidad de correlacionar espacialmente las proyecciones de población y los estimativos de demanda.

Además de la información del Censo 2005 y de las proyecciones de población de la SDP, el estudio contó con la información de facturación detallada por usuario para dos momentos del tiempo a fin de realizar ejercicios de panel que servirían para caracterizar lo sucedido entre 2005 y 2008, por lo menos en términos de facturación. Con la dinámica de los usuarios, la actualización de las áreas desarrolladas y libres realizadas para el estudio de la SDP, entre otra información del desarrollo urbano, se desarrolló un modelo de desarrollo urbanístico por UPZ que permitiría bajo ciertas hipótesis localizar la población proyectada, cuando ello era posible. En el análisis subregional realizado quedó claro que hay una creciente consolidación de algunos municipios como receptores de la población que se genera en la subregión, particularmente en Bogotá. Este hecho de alguna manera alivia, en forma modesta, las presiones que se ciernen sobre el suelo de la capital para albergar a una población que para el 2010 se estima en 7.4 millones, pero que considerando los 24 municipios del estudio se le adicionan 1.4 millones, de los cuales la empresa estaría sirviendo a 920 mil personas de diez municipios.

El estudio recoge el descenso *estructural* en el consumo experimentado en 1997 con ocasión del desplome de uno de los túneles de Chingaza, y aunque se experimenta cierto repunte en la producción total desde el 2005, lo cierto es que el nivel alcanzado

en 2009 es similar al que se tenía hace más de 20 años (en 1987 se tenía una producción de 15.03 m³/s). Los niveles de consumo experimentados antes de 1997, no se volverán a presentar, por lo menos en el mediano plazo; así por ejemplo el pico de producción de cerca de 18 m³/s registrado en 1995, tal vez se logró a la vuelta de unos 15 años, es decir luego de 30 años de haberse registrado este pico. Se estima que particularmente confluye en la explicación de esta transformación estructural del consumo de agua el cambio de patrones de consumo, mediado por el cambio de hábitos, la introducción de aparatos y acciones ahorradoras de agua, y en alguna medida las restricciones presupuestarias de los hogares (en todos los estratos) y la necesidad de las empresas de cortar costos operacionales a fin de estar en una mejor posición competitiva frente a su mercado.

Esta situación se expresa en la reducción de los consumos medios y per cápita, este último por cierto situándose durante el 2009 en tan solo 78 litros por habitante al día, pero que encierra niveles inferiores para los estratos más bajos. Sin embargo esta cifra no alcanza a capturar otro evento extraordinario que podría marcar un cambio de nivel en el consumo residencial, cual es la reducción en el consumo que habría ocasionado el aviso de sancionar los consumos excesivos a comienzos del 2010.

El estudio entrega un conjunto de escenarios de proyección de la demanda de agua que se extiende hasta el 2030 en caso de su desagregación espacial, pero hasta el 2050 para los grandes agregados. Se ha propuesto que se cuente con un sistema de vigilancia que permita tener actualizadas las variables determinantes del modelo de demanda de agua, conociendo que una buena parte del cumplimiento de estas previsiones descansa en el cumplimiento de las hipótesis sobre las cuales se desarrollaron los escenarios.

Para el desarrollo de esta consultoría se contó con la valiosa colaboración de un par de investigadores adicionales, Armando Sarmiento y Álvaro Pachón, quienes realizaron las proyecciones de población y los escenarios para su distribución entre Bogotá y su subregión aledaña, siendo además Armando Sarmiento el artífice del modelamiento urbanístico para el llenado de la ciudad por UPZ y su distribución en las coberturas del estudio (gerencias de zonas, cuencas sanitarias, y sectores hidráulicos). Se implementó una encuesta a los grandes consumidores para conocer sus particularidades de consumo y eficiencia productiva, así como para indagar acerca de sus expectativas económicas y de servicio; este trabajo se pudo adelantar gracias al concurso de un puñado de profesionales que entrevistaron a cerca de 300 empresas¹. También hay que agradecer a José Julián González, quien se dio a la

¹ Gracias por us concurso y diligencia a María Andrea García, Arbey Vásquez Flórez, Geiddy Lilian Parra, Hugo Armando Rico, Juan José Cano, Ana Mirella Durán y a Yamid Alexis Rubio.

tarea de levantar el inventario de ofertas hídricas, sus necesidades y particularidades del consumo y oferta de agua de los municipios considerados en el estudio, mediante entrevistas a los encargados de las empresas municipales de acueducto y levantamiento de la información necesaria. Finalmente es más que justo agradecer el direccionamiento y colaboración prestada por el ingeniero interventor Gino González, y al ingeniero Néstor García por sus laboriosos comentarios, con cuyo concurso ayudaron a dilucidar los apartes menos claros de los informes; de igual manera reconocer a la gente de Apoyo Comercial por su paciencia y compromiso en la generación de las cifras de facturación requeridas en el proyecto.

2 Introducción

El estudio fundamentalmente tiene dos componentes, el poblacional y el relativo a la demanda de agua. Se entrega en cuatro volúmenes con sus anexos. El primer volumen trata de las estimaciones de la base poblacional que sirve de arranque al modelo, las proyecciones de población y vivienda para Bogotá y 24 municipios vecinos. En el segundo tomo se analiza la demanda de agua en su dinámica y estructura, construyendo ejercicios de panel, y utilizando la información de servicio a los municipios. La atención del tercer volumen se centra en la proyección misma de la demanda de agua, estableciendo un conjunto de escenarios, pero relevando los que se consideran podrían ser los más factibles de acontecer. El cuarto y último volumen contiene estas líneas, que de manera resumida pretenden sintetizar los aspectos más destacados del estudio.

Este documento presenta los resultados obtenidos en el estudio de actualización de la demanda de agua para el periodo 2010-2030 y sus principales características. El documento está dividido en dos partes principales; la primera parte recoge los principales aspectos metodológicos y los resultados de las proyecciones de viviendas y población. La segunda parte presenta el análisis y proyecciones de demanda de agua en Bogotá y municipios vecinos.

Las estimaciones de demanda de agua se dividen en dos grandes categorías, agua para uso residencial y no residencial. Para cada una de estas categorías se utilizan procesos metodológicos diferentes. En términos generales la proyección de demanda de agua residencial sigue la secuencia metodológica que se presenta en la siguiente ilustración partiendo de las estimaciones de población. En consumo no residencial se determina por otro conjunto de parámetros ligados a la actividad productiva. La demanda de agua de los municipios se deriva de los escenarios de población regional

e igualmente de la aplicación de dotaciones per cápita y nivel de cobertura del servicio esperado.



3 Estimaciones y proyecciones de población

3.1 Proyecciones de población

Para la elaboración de las proyecciones de población se ha seleccionado un área de estudio conformada por Bogotá más 24 municipios vecinos, área para la cual se ha estimado un población para el periodo 2006-2050. Se ha considerado esta área de estudio por dos razones fundamentales. De una parte, se trabaja bajo el supuesto que varios de estos municipios se comportan como una región funcional en la cual la población presenta un comportamiento particular. Este comportamiento se expresa en la forma como la población se localiza al interior de la región, es decir que el delta de población de la región se localiza al interior de estos municipios como resultado de un conjunto de variables económicas y de los efectos de las políticas de desarrollo regional.

La segunda razón es que de estos 24 municipios en la actualidad la Empresa de Acueducto suministra el servicio para un conjunto de 10 municipios adicionales a

Bogotá, que en total cuentan con aproximadamente 942 mil habitantes y los 14 municipios adicionales eventualmente podrían ser servidos por la empresa en el futuro.

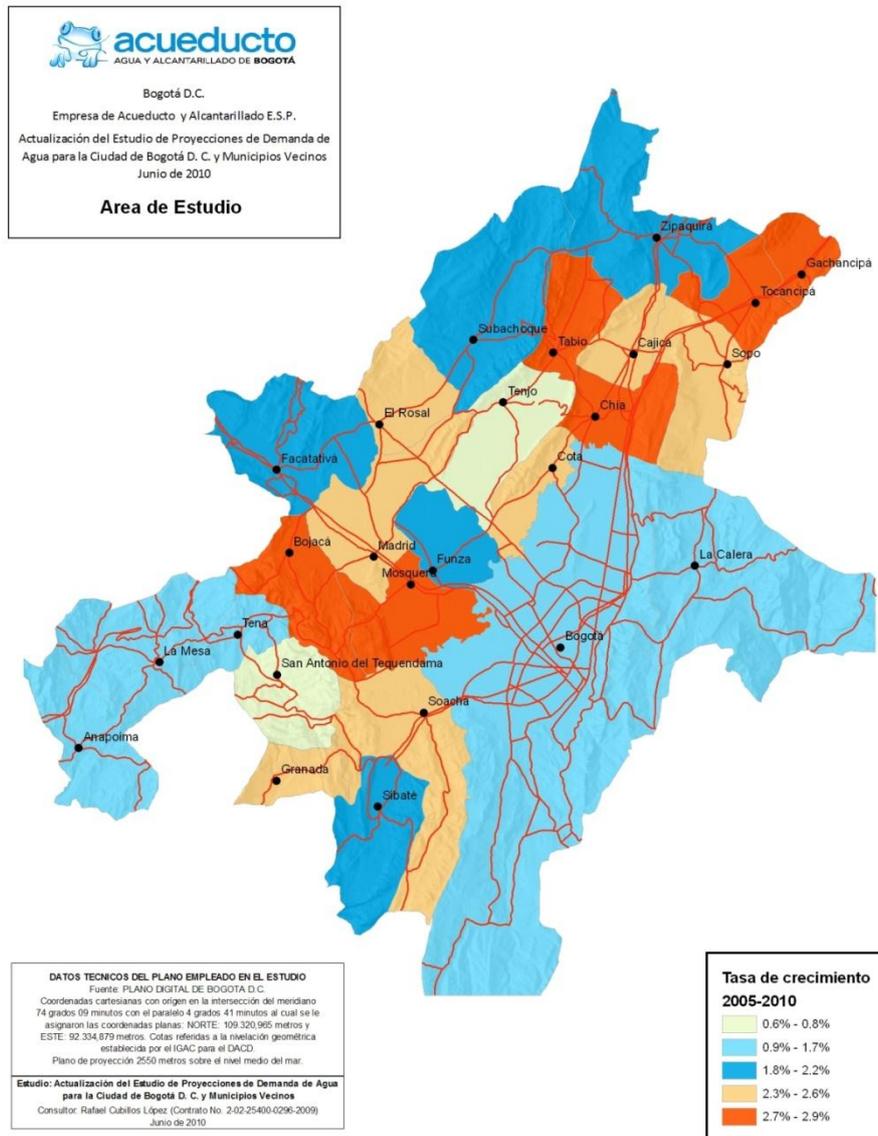
Cuadro 1. Municipios incluidos en el área de estudio

Municipio	Población 2010	
	Total	Cabecera
Cajicá	51,100	31,459
Chía	111,998	86,184
Cota ²	22,371	12,605
Funza	68,397	63,915
Gachancipá	12,584	7,126
La Calera	25,688	10,749
Madrid	70,044	60,727
Mosquera	72,700	70,173
Soacha	455,305	449,651
Sopó	23,937	15,030
Tocancipá	27,941	11,593
Subtotal servidos por la EAAB	942,065	819,212
Anapoima	12,354	5,268
Bojacá	10,168	8,015
El Rosal	15,357	10,797
Facatativá	119,849	107,538
Granada	7,747	1,817
La Mesa	29,139	15,903
San Antonio del Tequendama	12,735	946
Sibaté	35,004	23,528
Subachoque	14,561	5,501
Tabio	23,865	11,300
Tena	8,249	765
Tenjo	19,230	8,560
Zipaquirá	112,069	97,897
Total	1,362,392	1,117,047

En la Figura 1 se presenta el mapa de del área de estudio.

² La Empresa de Acueducto vende en bloque para la zona industrial de este municipio

Figura 1. Bogotá y municipios vecinos



Se elaboraron proyecciones de viviendas y población utilizando dos enfoques diferentes. Se parte del análisis de la población de toda el área de estudio (Bogotá más 24 municipios cercanos), partiendo del supuesto que este conjunto de municipios genera anualmente un delta de población que puede distribuirse al interior del área de estudio de diferentes maneras. El delta de población del área de estudio se proyecta a partir del comportamiento de los parámetros demográficos natalidad, mortalidad y migración, considerando las tendencias observadas y las esperadas para los próximos años. Este delta de población, puede localizarse en los municipios de la región de

diferentes maneras³. Este comportamiento está en función de la oferta de suelo y vivienda, disponibilidad de infraestructura de transporte y mercado de empleo, entre otros factores. Suponer dónde se localizará esta población es el elemento central de los escenarios elaborados para este estudio.

El segundo enfoque analiza el comportamiento de la ocupación del área urbanizable en Bogotá y el proceso de densificación ocurrido en años recientes. De esta forma se estima el número total de viviendas y la población esperada. En la medida que la ciudad se va saturando, se trabaja bajo el supuesto que parte del delta de población de Bogotá se localiza en algunos de los municipios vecinos.

De estos dos enfoques se originan los elementos utilizados para elaborar escenarios alternativos de distribución del delta de población entre los municipios que conforman el área de estudio. Para la estimación de la demanda de agua se elaboraron dos escenarios de distribución del delta de población del área de estudio.

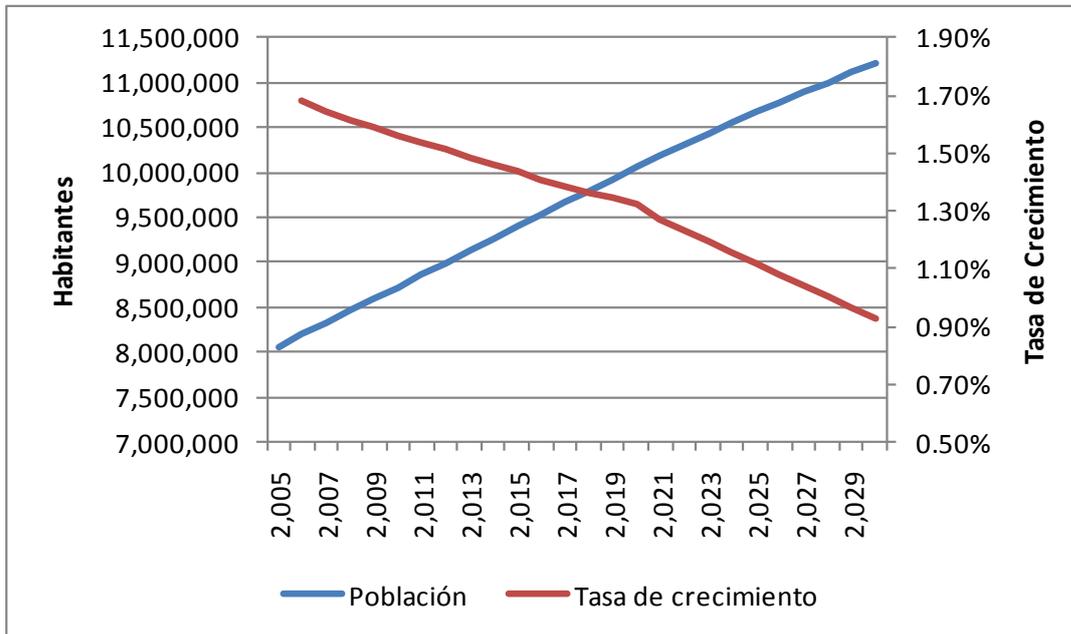
El escenario tendencial, en el cual se trabaja bajo el supuesto que Bogotá tiene capacidad de absorber el total de su delta de población, el cual es de aproximadamente cien mil personas por año, hasta agotar totalmente el suelo disponible y/o alcanzar un nivel máximo de densidad. En este escenario igualmente se supone que la totalidad del suelo urbanizable disponible ingresa al mercado a una tasa similar a la observada en el periodo 1993 – 2005.

El escenario alternativo supone que Bogotá ya está expulsando parte de su delta de población hacia los municipios contiguos (Soacha, Mosquera, Funza, Cajicá, Chía y Sopó, principalmente).

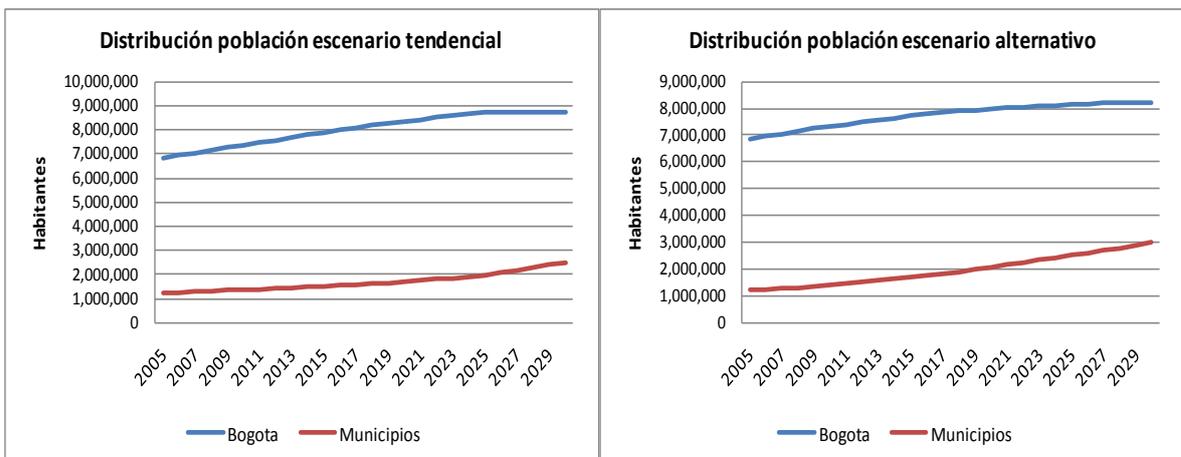
Considerando las tendencias actuales en los parámetros demográficos se ha estimado un crecimiento para el área de estudio tal como se presenta en la Gráfica 1.

³ Existen algunos indicios que permiten suponer que parte del delta de población de Bogotá, podría ya estar localizándose en municipios vecinos, tales como Soacha, Mosquera, Funza, Cajicá, Chía y Sopo principalmente.

Gráfica 1. Comportamiento de la población del área de estudio



Gráfica 2. Escenarios de población



En conjunto, el área de estudio presenta una tendencia decreciente en la tasa de crecimiento demográfico, fenómeno que resulta generalizado para el total del país, sin embargo, al interior de estos municipios se presentan diferencias considerables.

En la Gráfica 2 se puede observar los dos escenarios de localización de la población del área de estudio. En el escenario tendencial, el crecimiento de los municipios es más “suave” y se incrementa posterior a la saturación de la ciudad (en el año 2022 aproximadamente). En el escenario alternativo, parte del delta de población de Bogotá se localiza en municipios vecinos desde el inicio de la proyección.

3.2 Metodología de las proyecciones de población para Bogotá

El objetivo del modelo es simular un escenario de distribución futura de las viviendas y población asentada en el área urbana y de expansión, a partir de las tendencias observadas en la ocupación y el uso del suelo disponible para uso residencial.

El proceso expansión de la ciudad para cubrir la demanda por vivienda para el delta de población de la ciudad, se da a través de tres maneras principales. Primero, la expansión del área urbana hacia nuevas áreas sin desarrollar; segundo, la consolidación de áreas ya incorporadas al suelo urbano que cuentan con lotes vacantes; y por último, la densificación de áreas ya urbanizadas a través de procesos de renovación urbana o por los que se ha denominado “desarrollo progresivo”, fenómeno que se registra en grandes áreas de Bogotá y que consiste en la ampliación o subdivisión informal de viviendas.

El modelo se soporta en una serie de supuestos entre los cuales se debe resaltar que la distribución del delta de población de la ciudad se localiza en función de la demanda efectiva, los niveles de ingreso y los precios del suelo en las distintas localizaciones posibles. Por tanto el modelo supone que las tendencias observadas en la oferta y demanda de suelo y vivienda se mantienen en el mediano plazo.

El modelo estima una función de saturación, la cual está definida como la capacidad máxima que tiene cada UPZ para incorporar área construida. Inicialmente el proceso de saturación está calculado para la ocupación de nuevas áreas desarrolladas y está dado por el índice de saturación el cual representa la proporción de área desarrollada sobre el área disponible.

Sin embargo, la saturación debe incorporar la densificación o renovación urbana, la cual es mucho más difícil de determinar empíricamente dada la dificultad de identificar con precisión las áreas donde se presentan procesos de renovación urbana y su intensidad.

Esta saturación por “re-densificación” adicionalmente puede ocurrir por procesos formales de renovación urbana o también por lo que se ha denominado “desarrollo progresivo”, término utilizado para describir el proceso que ocurre en la mayor parte de la ciudad donde la vivienda es de origen no formal y algunas veces ilegal. Este aspecto es de gran importancia en este estudio dado que se está tomando como definición de vivienda la utilizada por el DANE y difiere del concepto de vivienda urbanístico. En el concepto utilizado por el DANE la vivienda puede ser tipo casa,

apartamento, tipo cuarto y otros tipos. Estas dos últimas categorías en el censo de 2005 representaron cerca del 9% del total de las viviendas.

Por tanto, como el punto de partida son las viviendas DANE, el índice de saturación en función de la densidad de viviendas puede aparecer técnicamente alto, pero en la práctica puede deberse a condiciones de vivienda de baja calidad y que escapan a los referentes teóricos urbanísticos. Adicionalmente, bajo condiciones de un mercado de suelo con tendencia a la saturación y condiciones socioeconómicas relativamente estables, es de esperar que la saturación del suelo se traduzca en un incremento en los costos del suelo y de la vivienda y por tanto en un probable decremento de la calidad de la vivienda para la población de más bajos ingresos de la ciudad.

La formulación del modelo logístico para simular el comportamiento de la densidad de ocupación a nivel de UPZ es el siguiente:

$$DO_t = \frac{D_{sat}}{1 + Ke^{bt}} \quad ; \text{ donde:}$$

DO_t: densidad de viviendas en el momento *t*

D_{sat}: densidad de saturación esperada para la UPZ

K: relación entre la densidad de saturación y la densidad de partida

e: base de los logaritmos naturales

b: tasa de crecimiento del área ocupada

t: años

3.3 Resultados de las proyecciones

3.3.1 Proyección al año 2050 del conjunto de municipios

Como se mencionó anteriormente, se elaboró un escenario de proyección para Bogotá y los 24 municipios vecinos, basado en el método de los componentes para el período 2005-2050, tomando como base los parámetros demográficos derivados en el convenio entre el DANE y la SDP. De acuerdo a las tendencias observadas para años recientes por el DANE, se proyectaron la mortalidad y la fecundidad para el período 2020 a 2050 y se mantuvo constante el saldo neto migratorio en el período 2015-2050 para Bogotá y 2020-2050 para los demás municipios. En la proyección los parámetros

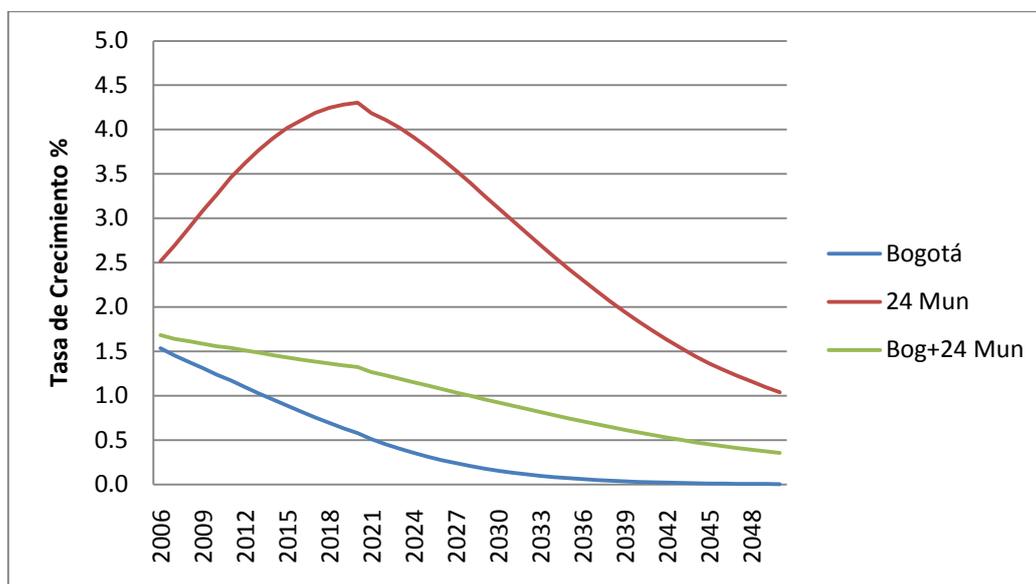
de fecundidad y mortalidad de toda la región convergen con el paso del tiempo. Otro aspecto importante a resaltar es que se mantiene la tendencia en la reducción del tamaño del hogar y por tanto en el número de personas por vivienda.

En la Gráfica 3 se presenta la tasa de crecimiento que resulta de la proyección elaborada para el periodo 2015-2050, en el escenario alternativo, el cual parte del supuesto que Bogotá podría estar desplazando una porción de su delta de población hacia algunos municipios vecinos. Como se observa, al inicio del periodo se mantiene el comportamiento de tasas más altas y crecientes para los municipios vecinos hasta el año 2020, aunque para el agregado del área de estudio la tasa decrece durante todo el periodo de la proyección. Después del año 2020 las tasa de crecimiento de Bogotá y los 24 municipios convergen con el tiempo. Este comportamiento se presenta como resultado de los parámetros demográficos proyectados y bajo el supuesto que Bogotá expulsa parte de su delta de población a algunos de los municipios vecinos, afectando la tasa de crecimiento significativamente, dada la base de población al inicio del periodo proyectado.

Es importante resaltar que esta proyección de largo plazo puede presentar altos niveles de incertidumbre, dado que los parámetros demográficos en un periodo de cuarenta años pueden cambiar significativamente.

Esta diferencia entre las tasas de crecimiento de los municipios y Bogotá, es el resultado del proceso de “expulsión” de parte del delta de población de Bogotá y de los parámetros demográficos de fecundidad más altos para los municipios que para Bogotá, asumidos en el escenario alternativo. Este escenario se hace más viable en la medida que el proceso de saturación de Bogotá se acentúe.

Gráfica 3. Bogotá y municipios vecinos, tasa de crecimiento proyectada 2005-2050



El elemento de los escenarios de población es como se localiza el delta de población, el cual resulta de la aplicación de los parámetros demográficos observados y las tendencias proyectadas para Bogotá y los 24 municipios en el periodo 2006-2030. Tal como se observa en el Cuadro 2, el delta de población es de 134 mil habitantes para el año 2010 y desciende lentamente hasta llegar a 102 mil habitantes en el año 2030.

Cuadro 2. Bogotá y municipios vecinos, delta de población proyectado 2006-2030

Año	Bogotá	24 Municipios	Total
2006	105,100	30,532	135,632
2007	101,035	33,510	134,545
2008	97,495	36,918	134,413
2009	93,757	40,532	134,289
2010	89,725	44,286	134,011
2011	85,948	48,432	134,380
2012	81,503	52,435	133,938
2013	77,011	56,565	133,576
2014	72,453	60,759	133,212
2015	67,875	64,985	132,860
2016	63,196	69,078	132,274
2017	58,755	73,324	132,079
2018	54,366	77,460	131,826
2019	50,066	81,441	131,507
2020	45,969	85,371	131,340
2021	40,841	86,594	127,435

Año	Bogotá	24 Municipios	Total
2022	36,598	88,594	125,192
2023	32,626	90,169	122,795
2024	28,941	91,317	120,258
2025	25,556	92,062	117,618
2026	22,468	92,409	114,877
2027	19,666	92,341	112,007
2028	17,138	91,875	109,013
2029	14,877	91,054	105,931
2030	12,870	89,930	102,800

Los escenarios de población distribuyen este delta entre Bogotá y los municipios vecinos en función de los parámetros demográficos observados y algunos supuestos asumidos en la proyección.

Cuadro 3. Bogotá y municipios vecinos, escenarios de población proyectada 2010-2030

	Escenario Tendencial					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Área de estudio	8,053,284	8,726,173	9,394,145	10,053,164	10,666,460	11,211,085
Bogotá	6,840,116	7,363,781	7,878,788	8,360,946	8,710,238	8,712,696
Municipios servidos por EAAB	812,356	919,694	1,030,396	1,159,306	1,352,939	1,753,006
Demás municipios	400,812	442,698	484,961	532,912	603,283	745,383

	Escenario Alternativo					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Área de estudio	8,053,284	8,726,179	9,394,149	10,053,175	10,666,473	11,211,085
Bogotá	6,840,116	7,363,787	7,752,618	7,950,433	8,080,077	8,384,632
Municipios servidos por EAAB	812,356	919,694	1,121,889	1,458,081	1,812,653	1,989,681
Demás municipios	400,812	442,698	519,642	644,661	773,743	836,772

	Distribución Escenario Tendencial					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Bogotá	84.9%	84.4%	83.9%	83.2%	81.7%	77.7%
Municipios servidos por EAAB	10.1%	10.5%	11.0%	11.5%	12.7%	15.6%
Demás municipios	5.0%	5.1%	5.2%	5.3%	5.7%	6.6%

	Distribución Escenario Alternativo					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Bogotá	84.9%	84.4%	82.5%	79.1%	75.8%	74.8%
Municipios servidos por EAAB	10.1%	10.5%	11.9%	14.5%	17.0%	17.7%
Demás municipios	5.0%	5.1%	5.5%	6.4%	7.3%	7.5%

De acuerdo a lo descrito anteriormente en el capítulo de metodología, se elaboraron las proyecciones de población para Bogotá y los municipios vecinos para el periodo 2015-2030, basados en las tendencias de los parámetros demográficos observados en años recientes. A partir de estas proyecciones los escenarios elaborados suponen que la población de este conjunto de municipios va a contar con alternativas de localización entre Bogotá y los municipios aledaños. En este capítulo se presentan resultados quinquenales y en el anexo se presentan los cuadros con la información de la serie completa.

La razón para este argumento radica en el rápido agotamiento del área disponible en Bogotá y sus posibles efectos en el mercado de vivienda, especialmente a la que puede acceder la población de menores ingresos.

En contraste, los municipios vecinos cuentan con área con uso urbano reglamentado mayor que la disponible en Bogotá. En el Cuadro 4 se puede observar que de los municipios aledaños a Bogotá tales como Chía, Cajicá, Cota, Mosquera, Soacha, Funza y La Calera, cuentan con un área de uso urbano o sub-urbano de 4074 hectáreas, en contraste a las 3025 hectáreas de área libre que quedan en Bogotá para el año 2010. Solamente Soacha tiene 1724 hectáreas de suelo urbano disponible, Funza 673 y Mosquera 874, municipios sobre los que ya se tiene indicios que serán los mayores receptores de población en los próximos 15 años.

Estos datos, conjuntamente con la evidencia existente sobre el proceso de expansión del área urbana de la región, soportan los supuestos que se han hecho en estos escenarios de población y que indican que algunos municipios concentrarán parte del crecimiento futuro de la población de la región.

Cuadro 4. Municipios vecinos, áreas según usos del suelo urbano y sub-urbano (has.)

	Suelos urbanos	Suelos de expansión	Suburbano	Parcelaciones campestres	Área Total del Municipio	Área Urbanizada 2010 ⁴
Chía	659	51	113	0	7,978	685
Cajicá	254	18	0	0	5,167	170
Cota	134	0	278	0	5,642	57
Bojacá	48	0	0	0	10,055	
El Rosal	60	0	0	0	8,942	28
Facatativá	640	128	11	0	15,463	378

⁴ Para los municipios que no se encuentran en la tabla o con datos en blanco no se logró obtener información del POT o del área urbanizada

	Suelos urbanos	Suelos de expansión	Suburbano	Parcelaciones campestres	Área Total del Municipio	Área Urbanizada 2010 ⁴
Funza	901	0	258	0	6,923	486
Gachancipá	56	0	0	0	4,129	
Granada	78	0	0	0	6,706	
La Calera	262	9	0	996	33,010	63
La Mesa	392	0	759	0	14,995	
Madrid	523	112	40	0	11,845	263
Mosquera	742	0	212	0	10,652	80
Soacha	2,721	295	0	0	18,180	1,292
Sopo	121	40	129	0	11,076	
Tabio	68	0	0	0	7,535	50
Tenjo	119	109	0	0	11,264	
Tocancipá	62	2	0	334	7,276	
Zipaquirá	368	696	48	0	19,492	387
Total	8,208	1,460	1,848	1,330	216,330	3,939

3.3.2 Área, viviendas y población de Bogotá

En el Cuadro 5 se presentan los datos de las variables relacionadas con el área total, área no desarrollable y área libre en tres momentos 1993, 2005 y 2010 por localidades. Es necesario resaltar que el dato correspondiente a 2010 es estimado a partir de los resultados de un modelo logístico de ocupación del área, tal como se describe más adelante en este documento. Estos datos nos indican que la ciudad está incrementando el área disponible a una tasa aproximada de 400 hectáreas por año.

Cuadro 5. Bogotá, área total, área no desarrollable y área libre según localidades

Localidad	Nombre	Área Total	Área no desarrollable	Área Libre 1993	Área Libre 2005	Área Libre 2010 (1)
1	Usaquén	3807.2	1005.7	726.4	358.3	127
2	Chapinero	1316.0	363.1	14.6	14.5	14
3	Santa Fe	697.2	212.9	44.1	29.9	24
4	San Cristóbal	1648.3	393.0	365.5	89.7	60
5	Usme	3066.3	1369.2	1,348.5	660.4	447
6	Tunjuelito	986.6	397.4	84.9	22.9	17
7	Bosa	2393.6	786.8	666.6	408.9	265
8	Kennedy	3859.3	1117.3	878.4	348.8	81
9	Fontibón	3326.8	978.6	1,068.0	317.4	131
10	Engativa	3588.1	1185.0	786.4	177.9	145

Localidad	Nombre	Área Total	Área no desarrollable	Área Libre 1993	Área Libre 2005	Área Libre 2010 (1)
11	Suba	6270.8	1740.7	2,448.5	1,048.6	432
12	Barrios Unidos	1190.4	443.7	26.1	9.2	5
13	Teusaquillo	1419.3	490.2	137.7	16.3	12
14	Los Mártires	651.4	172.4	10.3	7.2	6
15	Antonio Nariño	488.0	131.8	9.9	5.8	3
16	Puente Aranda	1731.1	438.1	27.4	33.3	7
17	Candelaria	206.0	37.0	2.8	1.8	1
18	Rafael Uribe	1350.9	242.8	339.9	108.8	62
19	Ciudad Bolívar	3390.6	884.6	1,270.7	347.8	214
Total		41,388	12,390	10,257	4,007	2,053

Cuadro 6. Bogotá, población y viviendas en el área urbana 1993, 2005 y 2010 según localidades

Localidad	Nombre	Viviendas 1993	Personas 1993	Viviendas 2005	Personas 2005	Viviendas 2010	Personas 2010
1	Usaquén	94,420	370,538	140,432	439,229	172,994	492,798
2	Chapinero	38,975	112,592	49,205	124,730	55,262	127,149
3	Santa Fe	25,445	107,589	32,094	101,956	33,369	98,789
4	San Cristóbal	65,202	390,054	104,430	406,770	115,630	411,415
5	Usme	47,583	244,074	70,746	299,497	80,403	318,866
6	Tunjuelito	29,419	197,599	45,850	199,760	47,379	190,465
7	Bosa	48,594	306,660	102,508	495,165	154,943	675,768
8	Kennedy	118,425	670,411	230,163	944,202	282,262	1,051,577
9	Fontibón	34,173	193,643	88,769	297,204	121,408	352,085
10	Engativa	123,561	647,248	205,098	791,650	231,993	810,704
11	Suba	130,245	594,707	242,439	916,141	289,891	999,142
12	Barrios Unidos	34,697	166,673	52,105	219,548	61,652	244,104
13	Teusaquillo	34,276	122,212	52,146	137,359	62,108	152,529
14	Los Mártires	18,848	87,429	25,548	93,603	26,543	92,377
15	Antonio Nariño	16,743	95,270	25,457	106,016	26,851	102,806
16	Puente Aranda	44,764	264,402	64,754	250,120	67,660	240,638
17	Candelaria	5,309	21,927	7,800	22,681	8,228	24,130
18	Rafael Uribe	58,688	368,676	96,350	373,738	104,091	370,639
19	Ciudad Bolívar	79,299	405,092	117,654	567,576	132,041	591,813
Total		1,048,666	5,366,796	1,753,548	6,786,945	2,074,708	7,347,794

3.4 Proyecciones a nivel de localidades y UPZ

La principal diferencia en las proyecciones a nivel desagregado para Bogotá elaboradas en este proyecto, consiste en que no se utilizó un método demográfico sino solamente el método urbanístico en el cual el resultado principal es la proyección de viviendas, a las cuales se les aplica una relación de personas por vivienda y se obtiene de forma indirecta la población. El indicador de personas por vivienda parte de las estimaciones elaboradas por la SDP y se proyecta en el tiempo siguiendo la tendencia proyectada para este indicador en las proyecciones globales de Bogotá.

De otra parte, el método aplicado en este trabajo difiere del utilizado en el trabajo de la SDP. Como se mencionó anteriormente. La ampliación en el stock de viviendas es el resultado de tres procesos la incorporación de área no desarrollada previamente, la utilización de áreas libres al interior del área desarrollada y la renovación urbana o redensificación. La diferencia metodológica con el estudio de la SDP consiste en que en ese trabajo las estimaciones de vivienda se obtienen de dos cálculos. Uno, a partir de una función logística que modela el área ocupada a partir de la “incorporación” del área libre y dos, de manera independiente se estiman las viviendas que resultan del proceso de renovación urbana.

Con el objeto de tener un modelo más sencillo y fácil de parametrizar, en este estudio se decidió elaborar una función logística que modela la densidad de viviendas por hectárea neta y no el área libre, dado que los cambios en la densidad de cada UPZ expresan el resultado de los tres procesos que afectan el stock de viviendas. En un extremo se tiene a las UPZ que no tienen vivienda alguna (no desarrollada) y por tanto la densidad es cero, en el extremo opuesto tenemos las UPZ totalmente consolidadas que han alcanzado la densidad máxima determinada.

Determinar la densidad máxima es el problema más complejo en el desarrollo del modelo. A partir de las normas urbanísticas no es fácil determinar la densidad máxima a nivel de UPZ, que es la unidad de análisis en este estudio, a excepción de áreas no desarrolladas que se incorporan (ejemplo el borde norte), en las cuales la reglamentación calcula y define la densidad esperada (bajo el supuesto que los desarrolladores optimizan el uso del suelo). Sin embargo, en las áreas de renovación urbana (redensificación) no es posible conocer a priori la densidad esperada.

Este problema se hace más complejo aún por dos aspectos de gran importancia. De una parte en este trabajo se está utilizando el concepto de vivienda usado en los censos de población, ya que son la fuente primaria de información, concepto que

difiere de una definición arquitectónica, urbanística o jurídica de vivienda. De otra parte, en Bogotá se estima que al menos una tercera parte de la ciudad ha sido desarrollada de forma informal, sin obedecer a normas urbanísticas o técnicas. Se han utilizado diferentes términos para referirse a este proceso, desarrollos informales y desarrollo progresivo entre otros.

Para determinar las densidades de saturación que se usaron en estas estimaciones se utilizaron las densidades máximas que se observaron para el año 2005, tomando como referencia aquellas UPZ o sectores de UPZ que a criterio de los consultores se encuentran consolidadas y que responden a patrones de desarrollo formales e informales. Para las áreas no desarrolladas se utilizaron las densidades resultantes de áreas con tipos de desarrollo similares e información oficial de las entidades como la SDP y Metrovivienda.

Adicionalmente, con propósitos ilustrativos se elaboraron funciones de ocupación del suelo utilizando el mismo de tipo de función logística para modelar el comportamiento del área ocupada. Estas funciones no se utilizaron en el cálculo de las viviendas proyectadas, se hicieron simplemente para mostrar el probable comportamiento de los índices de saturación del área.

3.4.1 Características generales de las UPZ

En el Cuadro 7 se presentan los datos iniciales del modelo de ocupación a nivel de UPZ, se tienen los datos de área total, área no desarrollable, la cual es la conformada por la estructura ecológica principal, los parques metropolitanos y urbanos y las reservas viales de los ejes tipo V0, V1 y V2. El área desarrollable es la diferencia de las dos anteriores y se constituye en el área neta para el cálculo de las densidades. También se tienen los datos de las estimaciones de área libre para 1993 y 2005. Finalmente se presentan los datos del área desarrollada o área ocupada para 1993 y 2005.

Cuadro 7. Bogotá, características de las UPZ

UPZ	Localidad	Nombre	Área Total	Área no desarrollable	Área desarrollable	Área Libre 1993	Área Libre 2005	Área Desar. 1993	Área Desar. 2005
1	Usaquén	Paseo de los Libertadores	631.0	320.5	310.4	310.4	149.0	0.0	161.4
9		Verbenal	355.8	87.3	268.5	95.9	44.1	172.5	224.4
10		La Uribe	345.3	75.2	270.0	141.5	85.5	128.5	184.5
11		San Cristóbal Norte	275.3	80.0	195.3	32.5	21.5	162.8	173.8
12		Toberín	290.7	75.0	215.7	63.0	7.5	152.7	208.2
13		Los Cedros	672.3	118.9	553.4	37.5	24.1	515.9	529.3
14		Usaquén	492.7	85.2	407.5	33.5	26.3	374.0	381.1

UPZ	Localidad	Nombre	Área Total	Área no desarrollable	Área desarrollable	Área Libre 1993	Área Libre 2005	Área Desar. 1993	Área Desar. 2005
15		Country Club	285.6	53.4	232.2	10.0	0.0	222.2	232.2
16		Santa Bárbara	458.7	110.2	348.5	2.1	0.3	346.5	348.2
88	Chapinero	El Refugio	336.0	100.3	235.7	0.0	1.5	235.7	234.2
89		San Isidro - Patios	113.0	0.0	113.0	0.0	0.0	113.0	113.0
90		Pardo Rubio	285.2	91.6	193.6	2.4	13.0	191.2	180.6
97		Chico Lago	422.5	116.1	306.3	0.0	0.3	306.3	306.1
99		Chapinero	159.3	55.1	104.2	0.0	0.0	104.2	104.2
91	Santa Fé	Sagrado Corazón	146.2	70.8	75.4	1.0	1.7	74.4	73.8
92		La Macarena	85.9	36.3	49.6	0.0	0.0	49.6	49.6
93		Las Nieves	172.6	59.8	112.8	0.0	0.0	112.8	112.8
95		Las Cruces	92.4	17.4	75.0	0.0	2.5	75.0	72.5
96		Lourdes	200.1	28.7	171.5	43.1	25.7	128.4	145.7
32	San Cristóbal	San Blas	400.0	111.0	289.0	115.6	64.5	173.5	224.5
33		Sosiego	234.9	55.5	179.4	5.2	12.4	174.2	167.0
34		20 de Julio	262.5	37.8	224.7	26.7	7.5	198.0	217.3
50		La Gloria	385.9	67.2	318.7	67.6	5.4	251.1	313.3
51		Los Libertadores	364.9	121.4	243.5	150.5	0.0	93.1	243.5
52	Usme	La Flora	187.7	67.9	119.8	86.2	40.9	33.6	78.9
56		Danubio	288.7	113.8	174.9	112.1	69.8	62.8	105.1
57		Gran Yomasa	535.8	175.1	360.7	275.7	86.3	85.0	274.4
58		Comuneros	493.0	165.6	327.4	220.8	73.7	106.6	253.8
59		Alfonso López	216.5	17.2	199.3	138.7	61.4	60.5	137.9
60		Parque Entrenubes	419.0	401.1	17.9	17.9	0.0	0.0	17.9
61		Ciudad Usme	925.5	428.5	497.0	497.0	328.4	0.0	168.6
42	Tunjuelito	Venecia	659.4	230.8	428.5	75.1	12.2	353.4	416.4
62		Tunjuelito	327.3	166.6	160.7	9.8	10.7	150.9	150.0
49	Bosa	Apogeo	210.6	61.5	149.0	10.1	43.0	138.9	106.0
84		Bosa Occidental	430.4	82.6	347.8	120.5	38.2	227.3	309.6
85		Bosa Central	714.7	157.7	556.9	76.3	59.1	480.6	497.8
86		El Porvenir	461.0	176.1	284.9	222.7	79.0	62.2	206.0
87		Tintal Sur	576.9	308.8	268.1	236.9	189.6	31.2	78.5
44	Kennedy	Américas	381.0	97.9	283.1	23.4	9.4	259.7	273.7
45		Carvajal	438.6	102.2	336.4	9.6	7.4	326.8	329.0
46		Castilla	503.5	135.4	368.2	182.6	60.8	185.6	307.4
47		Kennedy Central	337.2	47.0	290.2	5.7	5.3	284.6	284.9
48		Timiza	430.4	103.0	327.4	37.5	26.2	289.9	301.2
78		Tintal Norte	343.4	202.4	141.0	140.0	84.2	1.0	56.7
79		Calandaima	318.9	102.6	216.3	216.0	67.6	0.3	148.7
80		Corabastos	184.5	56.4	128.1	6.2	0.3	122.0	127.9
81		Gran Britalia	179.9	30.0	149.9	26.8	7.6	123.1	142.2
82		Patio Bonito	317.3	88.9	228.4	50.7	1.2	177.7	227.1
83		Las Margaritas	147.2	85.6	61.7	61.0	15.6	0.7	46.1
113		Bavaria	277.2	65.8	211.4	119.0	63.2	92.4	148.2
75	Fontibón	Fontibón	496.5	113.2	383.2	52.9	11.6	330.3	371.6
76		Fontibón San Pablo	360.0	126.4	233.6	121.1	78.9	112.5	154.7
77		Zona Franca Salitre	490.2	215.3	274.9	250.2	68.9	24.7	206.0
110		Occidental	225.7	68.1	157.6	101.9	18.2	55.7	139.5
112		Granjas de Techo	477.3	176.2	301.1	273.4	108.1	27.7	193.0

UPZ	Localidad	Nombre	Área Total	Área no desarrollable	Área desarrollable	Área Libre 1993	Área Libre 2005	Área Desar. 1993	Área Desar. 2005
114		Modelia	261.6	53.6	208.0	45.4	13.1	162.5	194.9
115		Capellanía	272.1	107.1	165.0	91.8	18.7	73.2	146.3
117		Aeropuerto El Dorado	743.5	118.8	624.8	131.2	0.0	493.5	624.8
26	Engativá	Las Ferias	473.3	112.1	361.2	30.5	4.5	330.8	356.8
29		Minuto de Dios	373.3	82.0	291.3	18.3	1.4	272.9	289.9
30		Boyaca Real	453.8	115.4	338.4	24.3	2.3	314.1	336.0
31		Santa Cecilia	308.6	93.4	215.2	13.0	0.0	202.2	215.2
72		Bolivia	474.5	209.6	265.0	103.2	9.1	161.8	255.9
73		Garces Navas	555.0	157.9	397.1	183.4	52.5	213.7	344.6
74		Engativá	587.6	260.6	327.0	294.9	86.1	32.1	240.9
105		Jardin Botanico	161.7	90.3	71.4	12.8	0.0	58.6	71.4
116		Alamos	200.2	63.8	136.4	106.0	22.0	30.4	114.4
2	Suba	La Academia	672.1	175.3	496.8	495.0	354.6	1.8	142.1
3		Guaymaral	453.6	213.2	240.5	240.0	159.6	0.5	80.8
17		San José Bavaria	438.3	82.0	356.2	151.2	73.3	205.1	282.9
18		Britalia	328.7	71.7	256.9	124.4	29.6	132.5	227.3
19		El Prado	433.4	93.4	340.0	110.7	25.7	229.3	314.3
20		La Alhambra	284.8	59.8	225.0	6.9	1.8	218.1	223.2
23		Casa Blanca Suba	420.5	83.6	336.9	326.5	144.4	10.3	192.5
24		Niza	756.6	191.4	565.2	252.4	84.6	312.8	480.6
25		La Floresta	393.5	82.6	310.9	21.9	9.4	289.0	301.5
27		Suba	652.9	132.5	520.4	401.4	108.5	119.0	411.9
28		El Rincón	710.1	224.0	486.1	103.9	28.4	382.2	457.6
71		Tibabuyes	726.4	331.2	395.2	214.2	28.5	181.0	366.7
21	Barrios Unidos	Los Andes	274.8	76.6	198.2	2.0	4.3	196.2	194.0
22		Doce de Octubre	336.3	80.4	255.8	20.0	4.2	235.9	251.7
98		Los Alczares	414.0	127.0	287.0	0.0	0.7	287.0	286.3
103		Parque Salitre	165.2	159.7	5.5	1.7	0.0	3.8	5.5
100	Teusaquillo	Galerías	237.6	64.4	173.1	0.0	0.0	173.1	173.1
101		Teusaquillo	235.7	62.4	173.3	0.0	0.2	173.3	173.1
104		Parque Simón Bolívar - CAN	398.7	208.9	189.8	0.6	0.0	189.2	189.8
106		La Esmeralda	192.9	37.4	155.5	0.0	0.7	155.5	154.8
107		Quinta Paredes	174.0	54.5	119.4	19.1	1.5	100.4	118.0
109		Ciudad Oriental Salitre	180.5	62.5	118.0	118.0	14.0	0.0	104.1
37	Los Mártires	Santa Isabel	200.5	43.3	157.2	0.0	0.0	157.2	157.2
102		La Sabana	450.9	129.1	321.8	10.3	7.2	311.5	314.7
35	Antonio Nariño	Ciudad Jardín	133.2	27.0	106.2	0.0	1.7	106.2	104.5
38		Restrepo	354.7	104.8	250.0	9.9	4.1	240.1	245.9
40	Puente Aranda	Ciudad Montes	445.6	95.4	350.2	12.7	7.9	337.5	342.2
41		Muzú	252.8	53.2	199.6	1.1	0.2	198.5	199.4
43		San Rafael	329.3	62.9	266.4	13.6	1.9	252.8	264.5
108		Zona Industrial	347.0	108.1	238.9	0.0	2.7	238.9	236.2
111		Puente Aranda	356.4	118.6	237.9	0.0	20.5	237.9	217.4
94	Candelaria	La Candelaria	206.0	37.0	169.0	2.8	1.8	166.2	167.3
36	Rafael Uribe Uribe	San José	207.9	39.9	168.0	22.1	12.4	145.9	155.6
39		Quiroga	384.0	81.5	302.5	3.1	2.9	299.4	299.6

UPZ	Localidad	Nombre	Área Total	Área no desarrollable	Área desarrollable	Área Libre 1993	Área Libre 2005	Área Desar. 1993	Área Desar. 2005
53		Marco Fidel Suárez	184.5	39.0	145.5	32.6	6.0	113.0	139.6
54		Marruecos	362.9	58.8	304.1	179.5	67.6	124.6	236.5
55		Diana Turbay	211.4	23.5	187.9	102.7	20.0	85.3	167.9
63	Ciudad Bolívar	El Mochuelo	316.7	167.9	148.8	50.3	0.0	98.5	148.8
64		Monte Blanco	695.7	128.1	567.6	422.2	8.8	145.4	558.8
65		Arborizadora	306.3	128.5	177.7	92.3	39.5	85.4	138.2
66		San Francisco	178.6	52.6	126.0	12.1	0.5	113.9	125.5
67		Lucero	586.4	99.0	487.4	136.8	86.1	350.6	401.3
68		El Tesoro	210.9	41.3	169.5	107.1	27.6	62.5	141.9
69		Ismael Perdomo	558.6	124.5	434.1	263.8	58.2	170.3	375.9
70		Jerusalem	537.5	142.6	394.9	186.0	127.1	208.9	267.8
		Total	41,387.8	12,390.4	28,997.4	10,242.2	4,007.6	18,755.2	24,989.8

A partir de estos datos se elaboran algunos indicadores que sirven para ilustrar el grado de consolidación urbanística o densidad de ocupación, así como también el cambio registrado entre 1993 y 2005. Estos indicadores se pueden observar en el Cuadro 8, donde se presenta el índice de saturación para 1993 y 2005, el cual está dado por la relación entre área desarrollada y área total. Igualmente se puede encontrar la densidad de viviendas para estos mismos años, y que está dada por la relación entre viviendas totales sobre área desarrollable o neta. En las Figura 2 y Figura 3 puede observarse el cambio presentado en las densidades de las UPZ y el patrón que seguido este cambio. En general en buena parte de la ciudad las densidades han aumentado aún en aquellas UPZ donde ya no existe área disponible para nuevos desarrollos.

Cuadro 8. Bogotá, indicadores de densidad según UPZ

UPZ	Localidad	Nombre	Índice Saturación 1993	Índice Saturación 2005	Densidad 1993	Densidad 2005	Densidad Marginal
1	Usaquén	Paseo de los Libertadores	0.0%	25.6%	1.5	2.4	0.9
9		Verbenal	48.5%	63.1%	34.9	84.7	49.8
10		La Uribe	37.2%	53.4%	10.0	18.2	8.2
11		San Cristóbal Norte	59.1%	63.1%	55.3	96.0	40.7
12		Toberín	52.5%	71.6%	48.1	72.1	24.0
13		Los Cedros	76.7%	78.7%	50.5	65.4	14.9
14		Usaquén	75.9%	77.4%	23.1	32.3	9.2
15		Country Club	77.8%	81.3%	29.3	34.9	5.6
16		Santa Bárbara	75.5%	75.9%	47.5	58.2	10.6
88	Chapinero	El Refugio	70.1%	69.7%	47.1	49.3	2.2
89		San Isidro - Patios	100.0%	100.0%	19.6	29.2	9.5
90		Pardo Rubio	67.0%	63.3%	48.1	69.7	21.6
97		Chico Lago	72.5%	72.4%	34.8	36.8	2.1
99		Chapinero	65.4%	65.4%	54.7	91.4	36.7
91	Santa Fé	Sagrado Corazón	50.9%	50.5%	43.7	38.2	-5.5
92		La Macarena	57.8%	57.8%	84.0	96.9	12.9
93		Las Nieves	65.3%	65.3%	60.8	54.4	-6.4
95		Las Cruces	81.2%	78.5%	53.2	89.9	36.7
96		Lourdes	64.2%	72.8%	41.6	67.2	25.6
32	San Cristóbal	San Blas	43.4%	56.1%	44.7	84.3	39.6
33		Sosiego	74.1%	71.1%	40.1	68.8	28.8
34		20 de Julio	75.4%	82.8%	58.7	104.4	45.6
50		La Gloria	65.1%	81.2%	55.7	81.4	25.8
51		Los Libertadores	25.5%	66.7%	58.1	75.2	17.1
52	Usme	La Flora	17.9%	42.0%	31.2	34.4	3.2
56		Danubio	21.8%	36.4%	25.9	39.2	13.3
57		Gran Yomasa	15.9%	51.2%	55.9	77.6	21.7
58		Comuneros	21.6%	51.5%	38.6	56.7	18.1
59		Alfonso López	28.0%	63.7%	22.3	49.9	27.6
60		Parque Entrenubes	0.0%	4.3%	9.8	22.1	12.3
61		Ciudad Usme	0.0%	18.2%	3.8	5.8	2.0
42	Tunjuelito	Venecia	53.6%	63.1%	52.2	79.6	27.4
62		Tunjuelito	46.1%	45.8%	43.8	73.0	29.2
49	Bosa	Apogeo	66.0%	50.3%	46.0	60.0	14.0
84		Bosa Occidental	52.8%	71.9%	38.2	83.4	45.2
85		Bosa Central	67.2%	69.7%	42.7	82.2	39.6
86		El Porvenir	13.5%	44.7%	12.4	43.2	30.8
87		Tintal Sur	5.4%	13.6%	4.3	24.1	19.8
44	Kennedy	Américas	68.2%	71.8%	46.2	77.8	31.6
45		Carvajal	74.5%	75.0%	52.1	75.3	23.2
46		Castilla	36.9%	61.0%	36.8	71.0	34.2
47		Kennedy Central	84.4%	84.5%	84.2	97.0	12.8
48		Timiza	67.4%	70.0%	65.5	106.5	40.9
78		Tintal Norte	0.3%	16.5%	3.3	20.0	16.6
79		Calandaima	0.1%	46.6%	2.1	66.2	64.1
80		Corabastos	66.1%	69.3%	33.3	117.4	84.1
81		Gran Britalia	68.4%	79.1%	62.2	122.9	60.7
82		Patio Bonito	56.0%	71.6%	44.0	151.1	107.1

UPZ	Localidad	Nombre	Índice Saturación 1993	Índice Saturación 2005	Densidad 1993	Densidad 2005	Densidad Marginal
83		Las Margaritas	0.4%	31.3%	5.9	53.2	47.3
113		Bavaria	33.3%	53.5%	16.4	25.0	8.6
75	Fontibón	Fontibón	66.5%	74.9%	45.0	97.4	52.4
76		Fontibón San Pablo	31.3%	43.0%	13.9	34.3	20.4
77		Zona Franca	5.0%	42.0%	2.9	35.4	32.5
110		Ciudad Salitre Occidental	24.7%	61.8%	17.9	73.9	56.0
112		Granjas de Techo	5.8%	40.4%	1.1	20.7	19.6
114		Modelia	62.1%	74.5%	38.1	53.7	15.6
115		Capellanía	26.9%	53.8%	10.4	26.6	16.2
117		Aeropuerto El Dorado	66.4%	84.0%	0.1	0.4	0.3
26	Engativá	Las Ferias	69.9%	75.4%	56.5	76.5	20.0
29		Minuto de Dios	73.1%	77.7%	83.7	112.1	28.4
30		Boyacá Real	69.2%	74.1%	62.1	99.4	37.3
31		Santa Cecilia	65.5%	69.7%	65.3	90.1	24.8
72		Bolivia	34.1%	53.9%	59.6	91.3	31.7
73		Garces Navas	38.5%	62.1%	47.7	87.0	39.3
74		Engativá	5.5%	41.0%	20.9	88.6	67.7
105		Jardín Botánico	36.3%	44.2%	4.3	7.2	3.0
116		Alamos	15.2%	57.2%	13.4	25.9	12.5
2	Suba	La Academia	0.3%	21.1%	0.2	0.2	0.0
3		Guaymaral	0.1%	17.8%	0.0	0.1	0.1
17		San José Bavaria	46.8%	64.5%	23.3	36.7	13.4
18		Britalia	40.3%	69.2%	28.7	57.5	28.8
19		El Prado	52.9%	72.5%	53.5	80.6	27.2
20		La Alhambra	76.6%	78.4%	54.2	60.3	6.1
23		Casa Blanca Suba	2.5%	45.8%	12.3	26.7	14.4
24		Niza	41.3%	63.5%	27.5	36.3	8.8
25		La Floresta	73.5%	76.6%	21.1	26.2	5.1
27		Suba	18.2%	63.1%	20.7	55.6	34.9
28		El Rincón	53.8%	64.4%	67.4	131.2	63.8
71		Tibabuyes	24.9%	50.5%	36.4	109.2	72.8
21	Barrios Unidos	Los Andes	71.4%	70.6%	39.9	54.5	14.6
22		Doce de Octubre	70.1%	74.8%	48.5	83.5	35.0
98		Los Alcazares	69.3%	69.1%	48.8	67.4	18.7
103		Parque Salitre	2.3%	3.3%	71.4	105.0	33.5
100	Teusaquillo	Galerías	72.9%	72.9%	55.5	80.8	25.3
101		Teusaquillo	73.5%	73.4%	47.0	67.0	20.0
104		Parque Simón Bolívar - CAN	47.5%	47.6%	2.8	5.0	2.3
106		La Esmeralda	80.6%	80.3%	58.3	69.5	11.1
107		Quinta Paredes	57.7%	67.8%	55.9	80.5	24.5
109		Ciudad Salitre Oriental	0.0%	57.6%	2.1	43.9	41.8
37	Los Mártires	Santa Isabel	78.4%	78.4%	49.7	69.6	19.9
102		La Sabana	69.1%	69.8%	34.3	45.4	11.1
35	Antonio Nariño	Ciudad Jardín	79.7%	78.4%	43.9	65.2	21.4
38		Restrepo	67.7%	69.3%	48.3	74.1	25.8
40	Puente Aranda	Ciudad Montes	75.7%	76.8%	48.7	76.2	27.5
41		Muzú	78.5%	78.9%	54.0	66.4	12.4
43		San Rafael	76.8%	80.3%	47.8	74.7	27.0

UPZ	Localidad	Nombre	Índice Saturación 1993	Índice Saturación 2005	Densidad 1993	Densidad 2005	Densidad Marginal
108		Zona Industrial	68.9%	68.1%	4.7	5.4	0.8
111		Puente Aranda	66.7%	61.0%	13.0	15.2	2.2
94	Candelaria	La Candelaria	80.7%	81.2%	31.4	46.1	14.7
	Rafael Uribe						
36	Uribe	San José	70.2%	74.8%	47.9	81.4	33.5
39		Quiroga	78.0%	78.0%	57.5	78.0	20.5
53		Marco Fidel Suárez	61.2%	75.6%	60.6	118.3	57.7
54		Marruecos	34.3%	65.2%	42.3	74.9	32.6
55		Diana Turbay	40.3%	79.4%	61.6	101.5	40.0
63	Ciudad Bolívar	El Mochuelo	31.1%	47.0%	0.2	1.8	1.7
64		Monte Blanco	20.9%	80.3%	0.0	1.6	1.5
65		Arborizadora	27.9%	45.1%	66.1	80.4	14.3
66		San Francisco	63.8%	70.3%	86.4	127.4	41.0
67		Lucero	59.8%	68.4%	46.7	53.9	7.2
68		El Tesoro	29.6%	67.3%	37.8	45.5	7.6
69		Ismael Perdomo	30.5%	67.3%	34.8	76.0	41.2
70		Jerusalem	38.9%	49.8%	31.2	48.5	17.3
		Total	45.3%	60.4%	36.2	60.5	24.3
		Máximo	100.0%	100.0%	86.4	151.1	107.1
		Promedio	48.6%	62.0%	37.4	62.0	24.6

Estos indicadores nos muestran el cambio que ha presentado Bogotá en el periodo intercensal, en el cual la densidad total de la ciudad pasa de 36.2 viviendas por hectárea neta a 60, lo que indica que en este periodo la densidad casi se duplica. La densidad marginal nos muestra que en el conjunto de la ciudad la densidad se incrementó en 42 viviendas por hectárea en estos doce años. La densidad máxima pasa de 86.4 a 151.1 viviendas por hectárea, las cuales se presentan en las UPZ de Kennedy Central y Patio Bonito respectivamente. El índice de saturación pasa de 45.3% a 60.4% valores promedio muy similares al del conjunto de la ciudad.

Figura 2. Bogotá, densidad de viviendas según UPZ 1993

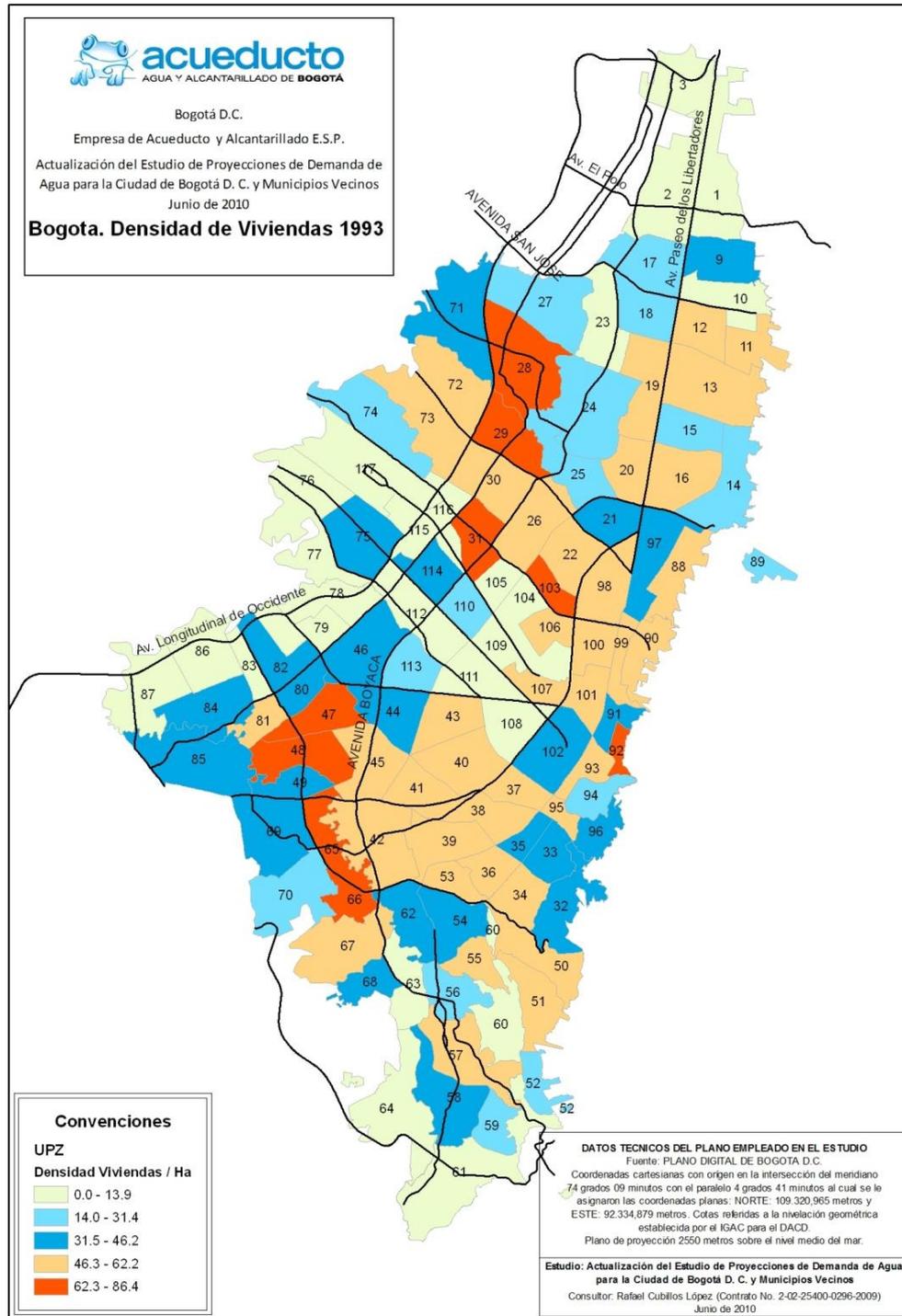
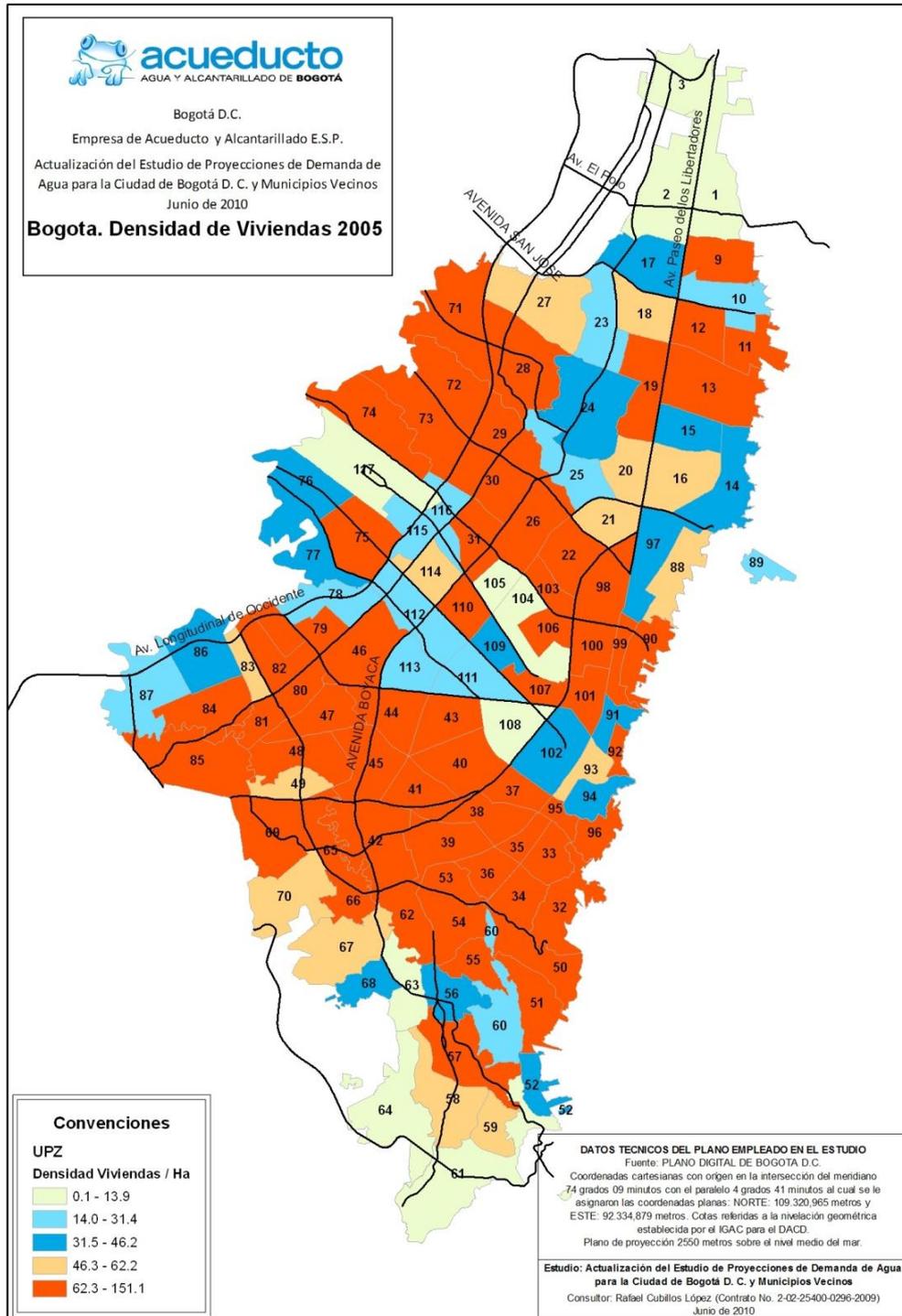


Figura 3. Bogotá, densidad de viviendas según UPZ 2005



3.4.2 Proyecciones de viviendas y población a nivel de UPZ

3.4.2.1 Proyecciones de viviendas

Dado que existe un alto grado de incertidumbre sobre el comportamiento de este proceso, se decidió elaborar dos escenarios de saturación, en los cuales se utilizaron diferentes “velocidades” de ocupación del suelo.

El siguiente cuadro resume los resultados de las estimaciones del stock de viviendas a nivel de UPZ. Se presentan datos cada diez años para facilitar la lectura, aclarando que la estimación está hecha para la serie completa.

En las UPZ donde se registran los mayores crecimientos son aquellas que concentran el área desarrollable disponible en la actualidad y que se espera se consoliden en los próximos años.

Cuadro 9. Bogotá, proyecciones de viviendas según UPZ

UPZ	Nombre	Escenario Tendencial			Escenario Alternativo		
		2010	2020	2030	2010	2020	2030
1	Paseo de los Libertadores	925	14,929	38,254	925	2,211	26,754
2	La Academia	91	166	61,222	91	150	31,936
3	Guaymaral	32	8,348	9,878	32	823	9,618
9	Verbenal	27,056	32,943	33,089	26,849	31,178	31,883
10	La Uribe	9,812	37,809	38,821	9,792	36,859	37,804
11	San Cristobal Norte	20,850	23,019	24,065	20,708	22,611	23,200
12	Toberín	19,332	25,584	26,580	19,240	25,037	25,873
13	Los Cedros	43,153	74,661	79,566	43,092	65,087	76,134
14	Usaquén	16,806	43,406	50,217	16,792	33,340	46,800
15	Country Club	9,956	21,152	28,619	9,950	20,894	27,835
16	Santa Bárbara	25,104	40,617	42,953	25,055	39,780	41,824
17	San José Bavaria	15,530	48,573	51,219	15,521	39,997	49,860
18	Britalia	18,730	33,427	36,941	14,460	26,736	30,477
19	El Prado	30,930	40,061	41,898	27,105	36,170	38,150
20	La Alhambra	14,532	16,827	18,487	14,510	16,645	17,836
21	Los Andes	13,101	18,418	20,360	13,066	18,111	19,763
22	Doce de Octubre	26,629	31,332	31,524	26,385	30,548	30,700
23	Casa Blanca Suba	14,891	31,828	34,599	14,838	31,131	33,678
24	Niza	22,249	24,917	29,023	22,199	24,715	26,279
25	La Floresta	9,496	13,993	19,158	9,487	13,874	17,877
26	Las Ferias	28,730	29,664	29,680	27,542	28,844	28,887
27	Suba	46,664	64,129	64,135	34,013	62,224	62,449
28	El Rincón	69,825	74,818	74,877	63,105	72,424	72,788
29	Minuto de Dios	34,189	35,845	35,898	32,508	34,772	34,898
30	Boyacá Real	36,934	41,480	41,701	33,299	39,644	40,239
31	Santa Cecilia	20,567	22,036	22,079	19,288	21,280	21,436

UPZ	Nombre	Escenario Tendencial			Escenario Alternativo		
		2010	2020	2030	2010	2020	2030
32	San Blas	30,779	35,499	35,617	30,448	34,591	34,683
33	Sosiego	12,726	12,879	12,885	12,512	12,554	12,556
34	20 de Julio	25,516	27,179	27,695	25,278	26,614	26,896
35	Ciudad Jardín	7,291	7,559	7,636	7,217	7,397	7,429
36	San José	14,642	15,343	15,530	14,490	15,010	15,103
37	Santa Isabel	11,177	11,286	11,291	10,993	11,003	11,003
38	Restrepo	19,560	20,322	20,536	19,359	19,884	19,977
39	Quiroga	24,312	24,757	24,841	24,004	24,180	24,199
40	Ciudad Montes	27,885	28,620	28,751	27,538	27,955	28,006
41	Muzú	13,715	14,143	14,348	13,609	13,882	13,949
42	Venecia	34,873	35,179	35,190	34,260	34,283	34,284
43	San Rafael	20,973	21,708	21,891	20,742	21,226	21,302
44	Américas	24,562	27,423	29,073	24,418	26,976	27,881
45	Carvajal	26,524	27,395	27,642	26,248	26,802	26,896
46	Castilla	38,920	45,372	45,374	38,403	44,180	44,181
47	Kennedy Central	28,820	29,468	29,805	28,599	28,926	29,000
48	Timiza	37,464	39,621	40,348	37,127	38,815	39,188
49	Apogeo	9,493	10,166	10,478	9,450	10,030	10,273
50	La Gloria	27,538	28,920	29,456	27,308	28,355	28,606
51	Los Libertadores	19,071	19,731	20,008	18,914	19,351	19,452
52	La Flora	4,353	4,768	4,921	4,339	4,691	4,787
53	Marco Fidel Suarez	17,741	17,924	17,937	17,422	17,464	17,466
54	Marruecos	26,573	32,147	37,475	26,475	31,752	34,461
55	Diana Turbay	20,823	22,465	23,161	20,665	22,044	22,422
56	Danubio	9,118	16,943	21,559	9,103	16,704	20,789
57	Gran Yomasa	28,912	29,505	29,619	28,555	28,823	28,853
58	Comuneros	21,308	23,453	23,537	21,098	22,864	22,921
59	Alfonso Lopez	12,803	18,068	24,558	12,767	17,872	21,144
60	Parque Entrenubes	462	527	546	458	517	532
61	Ciudad Usme	3,447	41,915	61,253	3,447	20,546	59,445
62	Tunjuelito	12,506	13,057	13,200	12,373	12,771	12,840
63	El Mochuelo	300	305	306	294	298	298
64	Monte Blanco	1,125	1,165	1,166	1,101	1,135	1,135
65	Arborizadora	15,110	16,343	18,253	15,076	16,213	16,898
66	San Francisco	16,533	16,784	16,823	16,292	16,374	16,380
67	Lucero	27,238	28,530	30,032	27,150	28,232	28,764
68	El Tesoro	8,722	11,565	13,930	8,711	11,446	13,294
69	Ismael Perdomo	38,050	42,822	44,580	37,745	41,982	43,077
70	Jerusalem	24,963	37,576	40,559	24,876	36,840	39,450
71	Tibabuyes	46,921	48,544	48,696	46,194	47,333	47,418
72	Bolivia	28,720	32,514	32,647	25,646	32,514	31,794
73	Garces Navas	39,758	45,390	48,943	34,070	44,665	46,672
74	Engativá	35,709	39,643	40,301	28,220	38,705	39,179
75	Fontibón	38,794	39,319	39,360	38,118	38,316	38,325
76	Fontibon San Pablo	10,940	17,479	28,787	10,918	17,324	22,538
77	Zona Franca	18,260	19,763	19,763	17,877	19,243	19,243
78	Tintal Norte	8,733	20,266	20,266	8,669	19,684	19,734
79	Calandaima	29,788	31,100	31,100	29,086	30,282	30,282
80	Corabastos	15,646	15,787	15,790	15,331	15,376	15,377
81	Gran Britalia	19,438	19,941	20,009	19,157	19,454	19,480

UPZ	Nombre	Escenario Tendencial			Escenario Alternativo		
		2010	2020	2030	2010	2020	2030
82	Patio Bonito	38,138	39,718	39,864	37,550	38,728	38,817
83	Las Margaritas	5,639	8,329	8,865	5,588	8,139	8,575
84	Bosa Occidental	37,659	42,788	42,859	37,187	41,679	41,733
85	Bosa Central	58,660	68,382	68,632	58,039	66,636	66,832
86	El Porvenir	30,741	40,966	40,967	30,302	39,889	39,890
87	Tintal Sur	18,390	38,548	38,548	18,242	37,445	37,535
88	El Refugio	12,283	16,070	29,043	12,282	16,036	25,114
89	San Isidro - Patios	3,653	4,148	4,411	3,640	4,100	4,332
90	Pardo Rubio	15,173	18,116	23,859	15,147	17,994	20,049
91	Sagrado Corazón	3,397	5,483	6,197	3,393	5,396	6,033
92	La Macarena	4,926	5,038	5,097	4,888	4,946	4,959
93	Las Nieves	6,152	6,182	6,370	6,148	6,167	6,180
94	La Candelaria	8,228	8,569	8,653	8,151	8,391	8,440
95	Las Cruces	6,882	6,927	6,929	6,748	6,748	6,748
96	Lourdes	12,012	12,282	12,323	11,850	11,988	12,002
97	Chico Lago	12,126	17,059	31,461	12,125	17,011	28,082
98	Los Alcazares	21,319	24,461	29,475	21,273	24,267	26,196
99	Chapinero	12,027	12,841	12,841	11,836	12,503	12,503
100	Galerías	15,671	18,044	21,339	13,850	17,876	19,268
101	Teusaquillo	15,006	17,783	17,794	13,204	17,318	17,327
102	La Sabana	15,366	16,124	16,391	15,262	15,846	16,020
103	Parque Salitre	603	619	622	596	605	607
104	Parque Simón Bolívar - Can	1,055	1,140	1,158	1,046	1,117	1,134
105	Jardín Botánico	553	580	586	548	567	571
106	La Esmeralda	11,295	11,971	12,349	11,260	11,850	12,151
107	Quinta Paredes	11,527	12,266	12,267	10,599	11,944	11,944
108	Zona Industrial	1,367	1,474	1,552	1,365	1,466	1,537
109	Ciudad Salitre Oriental	7,554	8,446	8,474	7,424	8,228	8,260
110	Ciudad Salitre Occidental	12,621	12,933	12,944	12,397	12,602	12,611
111	Puente Aranda	3,720	3,835	3,880	3,697	3,773	3,796
112	Granjas de Techo	16,394	43,229	43,290	16,292	39,437	41,771
113	Bavaria	8,590	30,274	30,394	8,577	28,160	29,595
114	Modelia	13,327	16,587	17,086	13,260	16,231	16,633
115	Capellanía	10,725	20,331	20,338	10,643	19,797	19,804
116	Alamos	6,833	13,965	14,012	6,798	13,602	13,643
117	Aeropuerto El Dorado	268	287	307	345	506	585
Total		2,074,629	2,643,955	2,893,492	2,003,554	2,507,551	2,736,117

3.4.2.2 Población estimada según UPZ para el periodo 2010-2030

En el siguiente cuadro, se presentan los resultados de población estimada para el periodo 2010-2030 a nivel de UPZ, igual que en el punto anterior se presentan datos cada cinco años, la serie completa se presenta en el anexo de este documento.

Cuadro 10. Bogotá, proyecciones de población según UPZ

UPZ	Nombre	Escenario Tendencial			Escenario Alternativo		
		2010	2020	2030	2010	2020	2030
1	Paseo de los Libertadores	3,601	53,470	131,492	3,716	7,074	93,514
2	La Academia	321	539	190,841	332	464	101,230
3	Guaymaral	104	24,916	28,295	107	1,636	28,015
9	Verbenal	98,704	110,588	106,605	101,090	103,411	104,452
10	La Uribe	22,809	80,877	79,698	23,493	78,845	78,919
11	San Cristobal Norte	69,349	70,452	70,687	71,085	69,203	69,296
12	Toberín	56,134	68,359	68,160	57,659	66,897	67,466
13	Los Cedros	108,089	172,082	176,002	111,396	145,823	171,251
14	Usaquén	49,482	117,598	130,572	51,025	85,521	123,740
15	Country Club	26,575	51,953	67,462	27,411	51,319	66,721
16	Santa Bárbara	58,055	86,433	87,723	59,799	84,652	86,858
17	San José Bavaria	42,239	121,564	123,024	43,568	95,378	121,780
18	Britalia	56,211	92,311	97,907	46,305	70,290	82,137
19	El Prado	82,247	98,025	98,391	75,701	86,698	91,101
20	La Alhambra	35,294	37,605	39,651	36,370	37,199	38,900
21	Los Andes	53,658	69,414	73,643	55,231	68,257	72,689
22	Doce de Octubre	105,509	114,235	110,306	107,895	111,376	109,234
23	Casa Blanca Suba	31,893	62,728	65,443	32,798	61,354	64,775
24	Niza	58,285	60,065	67,145	60,019	59,578	61,822
25	La Floresta	25,754	34,920	45,884	26,554	34,623	43,539
26	Las Ferias	104,694	99,469	95,515	104,158	96,629	94,531
27	Suba	171,809	217,266	208,535	135,268	210,276	206,478
28	El Rincón	292,733	288,630	277,224	277,309	278,526	274,035
29	Minuto de Dios	139,089	134,187	128,973	137,432	129,908	127,495
30	Boyacá Real	120,953	124,999	120,604	114,222	118,595	118,338
31	Santa Cecilia	62,697	61,813	59,440	61,231	59,474	58,682
32	San Blas	109,983	116,724	112,396	112,289	113,739	111,294
33	Sosiego	45,935	42,777	41,073	46,611	41,697	40,700
34	20 de Julio	90,283	88,491	86,540	92,308	86,652	85,461
35	Ciudad Jardín	29,321	27,973	27,120	29,955	27,374	26,830
36	San José	47,290	45,599	44,296	48,300	44,609	43,805
37	Santa Isabel	41,251	38,329	36,801	41,872	37,367	36,467
38	Restrepo	73,485	70,254	68,135	75,062	68,740	67,398
39	Quiroga	81,244	76,128	73,310	82,787	74,353	72,620
40	Ciudad Montes	98,246	92,787	89,458	100,134	90,631	88,609
41	Muzú	52,277	49,606	48,298	53,536	48,690	47,747
42	Venecia	133,994	124,380	119,409	135,859	121,213	118,296
43	San Rafael	71,593	68,187	65,992	73,074	66,673	65,300
44	Américas	83,680	85,970	87,472	85,857	84,568	85,300
45	Carvajal	90,150	85,679	82,970	92,073	83,824	82,092
46	Castilla	161,071	172,785	165,834	164,027	168,246	164,197
47	Kennedy Central	88,939	83,680	81,228	91,086	82,141	80,367
48	Timiza	140,960	137,177	134,068	144,172	134,387	132,410
49	Apogeo	35,404	34,888	34,511	36,374	34,422	34,406
50	La Gloria	97,256	93,985	91,871	99,536	92,149	90,725
51	Los Libertadores	67,958	64,698	62,964	69,560	63,452	62,247
52	La Flora	14,312	14,425	14,288	14,723	14,192	14,134
53	Marco Fidel Suarez	60,444	56,193	53,969	61,260	54,751	53,438
54	Marruecos	104,491	116,320	130,138	107,444	114,891	121,689

UPZ	Nombre	Escenario Tendencial			Escenario Alternativo		
		2010	2020	2030	2010	2020	2030
55	Diana Turbay	77,170	76,610	75,803	79,041	75,175	74,622
56	Danubio	39,546	67,618	82,575	40,746	66,664	80,969
57	Gran Yomasa	120,846	113,482	109,332	123,182	110,859	108,301
58	Comuneros	83,979	85,056	81,923	85,818	82,920	81,124
59	Alfonso Lopez	53,040	68,876	89,846	54,586	68,129	78,661
60	Parque Entrenubes	2,136	2,242	2,229	2,186	2,199	2,209
61	Ciudad Usme	5,007	56,022	78,572	5,167	23,894	77,539
62	Tunjuelito	56,471	54,253	52,638	57,662	53,065	52,066
63	El Mochuelo	569	532	512	575	520	507
64	Monte Blanco	454	433	416	459	422	412
65	Arborizadora	53,974	53,718	57,580	55,578	53,291	54,205
66	San Francisco	70,654	66,002	63,491	71,857	64,390	62,862
67	Lucero	146,158	140,872	142,316	150,357	139,400	138,606
68	El Tesoro	44,765	54,619	63,139	46,142	54,057	61,273
69	Ismael Perdomo	170,822	176,901	176,747	174,886	173,431	173,668
70	Jerusalem	104,417	144,629	149,824	107,389	141,796	148,185
71	Tibabuyes	202,252	192,546	185,370	205,503	187,743	183,550
72	Bolivia	89,187	92,910	89,533	83,506	92,910	88,664
73	Garces Navas	138,636	145,641	150,717	125,310	143,315	146,148
74	Engativá	128,965	131,745	128,538	109,386	128,628	127,067
75	Fontibón	128,108	119,478	114,786	129,911	116,430	113,652
76	Fontibon San Pablo	32,712	48,094	76,018	33,694	47,667	60,520
77	Zona Franca	56,343	56,114	53,854	56,930	54,637	53,321
78	Tintal Norte	35,909	76,679	73,591	36,789	74,277	72,868
79	Calandaima	101,729	97,732	93,796	102,516	95,161	92,869
80	Corabastos	63,817	59,253	56,877	64,537	57,710	56,324
81	Gran Britalia	64,829	61,199	58,935	65,941	59,704	58,344
82	Patio Bonito	172,914	165,705	159,616	175,707	161,574	158,045
83	Las Margaritas	19,956	27,122	27,705	20,409	26,503	27,250
84	Bosa Occidental	204,632	213,944	205,669	208,546	208,399	203,643
85	Bosa Central	248,810	266,895	257,083	254,069	260,081	254,563
86	El Porvenir	142,282	174,474	167,451	144,748	169,887	165,799
87	Tintal Sur	44,640	86,102	82,634	45,699	83,433	81,820
88	El Refugio	29,059	34,983	60,679	29,988	34,909	53,355
89	San Isidro - Patios	12,876	13,453	13,730	13,241	13,298	13,712
90	Pardo Rubio	37,574	41,282	52,179	38,713	41,004	44,586
91	Sagrado Corazón	6,190	9,193	9,972	6,380	9,047	9,872
92	La Macarena	13,127	12,354	11,996	13,444	12,129	11,868
93	Las Nieves	12,598	11,650	11,520	12,994	11,621	11,365
94	La Candelaria	24,130	23,124	22,410	24,670	22,644	22,228
95	Las Cruces	21,225	19,658	18,872	21,479	19,150	18,689
96	Lourdes	45,649	42,949	41,357	46,477	41,921	40,959
97	Chico Lago	25,071	32,455	57,444	25,872	32,364	52,139
98	Los Alcazares	81,525	86,074	99,540	83,958	85,391	89,959
99	Chapinero	22,569	22,173	21,280	22,922	21,589	21,069
100	Galerías	34,887	36,964	41,954	32,342	36,620	38,521
101	Teusaquillo	32,593	35,541	34,131	30,120	34,612	33,795
102	La Sabana	51,126	49,366	48,162	52,408	48,515	47,866
103	Parque Salitre	3,412	3,224	3,109	3,482	3,151	3,085
104	Parque Simón Bolívar - Can	3,550	3,530	3,441	3,633	3,459	3,427

UPZ	Nombre	Escenario Tendencial			Escenario Alternativo		
		2010	2020	2030	2010	2020	2030
105	Jardín Botánico	2,515	2,427	2,353	2,571	2,372	2,331
106	La Esmeralda	30,195	29,448	29,154	31,067	29,150	29,171
107	Quinta Paredes	29,184	28,576	27,428	28,017	27,826	27,156
108	Zona Industrial	4,121	4,089	4,132	4,247	4,067	4,161
109	Ciudad Salitre Oriental	22,120	22,758	21,914	16,105	22,170	21,720
110	Ciudad Salitre Occidental	37,532	35,389	33,993	38,047	34,484	33,677
111	Puente Aranda	14,401	13,662	13,265	14,771	13,441	13,197
112	Granjas de Techo	33,852	82,137	78,940	34,720	71,495	77,455
113	Bavaria	27,623	89,580	86,313	28,465	81,552	85,462
114	Modelia	27,978	32,042	31,677	28,730	31,354	31,357
115	Capellania	34,513	60,203	57,799	35,348	58,622	57,230
116	Alamos	23,968	45,074	43,405	24,609	43,903	42,974
117	Aeropuerto El Dorado	1,047	1,427	1,593	1,075	1,405	1,585
Total		7,347,794	8,343,816	8,694,221	7,347,800	7,933,303	8,366,157

3.4.3 Proyecciones a nivel de localidades

Como se mencionó anteriormente, las proyecciones de viviendas y población se realizó a nivel de UPZ, por tanto los resultados que se presentan a continuación son simplemente la consolidación de los datos de UPZ de acuerdo a la localidad que pertenecen y solamente para el área urbana de la ciudad. Se presentan datos quinquenales y en el anexo la serie completa.

Cuadro 11. Bogotá, proyección de viviendas según localidades escenario tendencial

No.	Localidad	Viviendas					
		1,993	2,005	2010	2015	2020	2030
1	Usaquén	94,420	140,432	172,994	235,660	314,120	362,164
2	Chapinero	38,975	49,205	55,262	60,869	68,234	101,615
3	Santa Fe	25,445	32,094	33,369	34,609	35,912	36,916
4	San Cristóbal	65,202	104,430	115,630	121,890	124,208	125,661
5	Usme	47,583	70,746	80,403	94,106	135,179	165,993
6	Tunjuelito	29,419	45,850	47,379	47,989	48,236	48,390
7	Bosa	48,594	102,508	154,943	196,155	200,850	201,484
8	Kennedy	118,425	230,163	282,262	320,894	334,694	338,530
9	Fontibón	34,173	88,769	121,408	159,938	170,155	182,166
10	Engativá	123,561	205,098	231,993	253,129	261,117	265,847
11	Suba	130,245	242,439	289,891	344,190	405,631	490,133
12	Barrios Unidos	34,697	52,105	61,652	69,685	74,830	81,981
13	Teusaquillo	34,276	52,146	62,108	67,566	69,650	73,381
14	Los Mártires	18,848	25,548	26,543	27,097	27,410	27,682

No.	Localidad	Viviendas					
		1,993	2,005	2010	2015	2020	2030
15	Antonio Nariño	16,743	25,457	26,851	27,547	27,881	28,172
16	Puente Aranda	44,764	64,754	67,660	69,084	69,780	70,422
17	Candelaria	5,309	7,800	8,228	8,454	8,569	8,653
18	Rafael Uribe	58,688	96,350	104,091	109,222	112,636	118,944
19	Ciudad Bolívar	79,299	117,654	132,041	145,127	155,090	165,649
Total		1,048,666	1,753,548	2,074,708	2,393,211	2,644,182	2,893,783

Cuadro 12. Bogotá, proyección de viviendas según localidades escenario alternativo

No.	Localidad	Viviendas					
		1,993	2,005	2010	2015	2020	2030
1	Usaquén	94,420	140,432	172,403	221,682	272,795	338,107
2	Chapinero	38,975	49,205	55,030	60,428	67,644	90,080
3	Santa Fe	25,445	32,094	33,027	34,086	35,245	35,922
4	San Cristóbal	65,202	104,430	114,460	119,709	121,465	122,193
5	Usme	47,583	70,746	79,767	90,745	109,348	158,471
6	Tunjuelito	29,419	45,850	46,633	46,934	47,054	47,124
7	Bosa	48,594	102,508	153,220	188,868	195,587	196,263
8	Kennedy	118,425	230,163	278,753	308,929	324,870	329,006
9	Fontibón	34,173	88,769	119,850	147,832	161,647	171,510
10	Engativá	123,561	205,098	211,252	246,064	254,129	257,319
11	Suba	130,245	242,439	265,095	329,225	367,649	438,366
12	Barrios Unidos	34,697	52,105	61,320	68,829	73,531	77,266
13	Teusaquillo	34,276	52,146	55,870	66,487	68,333	70,084
14	Los Mártires	18,848	25,548	26,255	26,638	26,849	27,023
15	Antonio Nariño	16,743	25,457	26,576	27,070	27,281	27,406
16	Puente Aranda	44,764	64,754	66,951	67,891	68,302	68,590
17	Candelaria	5,309	7,800	8,151	8,316	8,391	8,440
18	Rafael Uribe	58,688	96,350	103,056	107,496	110,450	113,651
19	Ciudad Bolívar	79,299	117,654	131,245	143,450	152,520	159,296
Total		1,048,666	1,753,548	2,008,914	2,310,679	2,493,090	2,736,117

Cuadro 13. Bogotá, proyección de población según localidad, escenario tendencial

No.	Localidad	1,993	2,005	2010	2015	2020	2030
1	Usaquén	370,538	439,229	492,798	620,829	811,812	918,401
2	Chapinero	112,592	124,730	127,149	131,742	144,346	205,312
3	Santa Fe	107,589	101,956	98,789	95,531	95,804	93,717
4	San Cristóbal	390,054	406,770	411,415	408,037	406,675	394,844
5	Usme	244,074	299,497	318,866	340,765	407,721	458,765
6	Tunjuelito	197,599	199,760	190,465	181,633	178,633	172,047
7	Bosa	306,660	495,165				

No.	Localidad	1,993	2,005	2010	2015	2020	2030
				675,768	775,943	776,303	747,348
8	Kennedy	670,411	944,202	1,051,577	1,124,138	1,142,561	1,108,405
9	Fontibón	193,643	297,204	352,085	420,351	434,884	448,660
10	Engativa	647,248	791,650	810,704	830,993	838,265	819,078
11	Suba	594,707	916,141	999,142	1,096,936	1,231,115	1,427,710
12	Barrios Unidos	166,673	219,548	244,104	259,749	272,947	286,598
13	Teusaquillo	122,212	137,359	152,529	155,715	156,817	158,022
14	Los Mártires	87,429	93,603	92,377	88,670	87,695	84,963
15	Antonio Nariño	95,270	106,016	102,806	99,226	98,227	95,255
16	Puente Aranda	264,402	250,120	240,638	231,131	228,331	221,145
17	Candelaria	21,927	22,681	24,130	23,325	23,124	22,410
18	Rafael Uribe	368,676	373,738	370,639	366,898	370,850	377,516
19	Ciudad Bolívar	405,092	567,576	591,813	610,670	637,706	654,025
	Total	5,366,796	6,786,945	7,347,794	7,862,282	8,343,816	8,694,221

Cuadro 14. Bogotá, proyección de población según localidad, escenario alternativo

No.	Localidad	1,993	2,005	2010	2015	2020	2030
1	Usaquén	370,538	439,229	506,674	591,815	692,745	862,217
2	Chapinero	112,592	124,730	130,736	132,959	143,164	184,861
3	Santa Fe	107,589	101,956	100,774	95,405	93,868	92,753
4	San Cristóbal	390,054	406,770	420,304	407,112	397,689	390,427
5	Usme	244,074	299,497	326,408	338,367	368,857	442,937
6	Tunjuelito	197,599	199,760	193,521	180,506	174,278	170,362
7	Bosa	306,660	495,165	689,436	763,893	756,222	740,231
8	Kennedy	670,411	944,202	1,071,579	1,100,318	1,109,647	1,095,528
9	Fontibón	193,643	297,204	358,455	400,727	416,094	428,797
10	Engativa	647,248	791,650	762,425	821,031	815,734	806,230
11	Suba	594,707	916,141	939,834	1,065,646	1,123,765	1,297,362
12	Barrios Unidos	166,673	219,548	250,566	260,624	268,175	274,967
13	Teusaquillo	122,212	137,359	141,284	155,646	153,837	153,790
14	Los Mártires	87,429	93,603	94,280	88,535	85,882	84,333
15	Antonio Nariño	95,270	106,016	105,017	99,062	96,114	94,228
16	Puente Aranda	264,402	250,120	245,762	230,770	223,502	219,014
17	Candelaria	21,927	22,681	24,670	23,310	22,644	22,228
18	Rafael Uribe	368,676	373,738	378,832	366,991	363,779	366,174
19	Ciudad Bolívar	405,092	567,576				

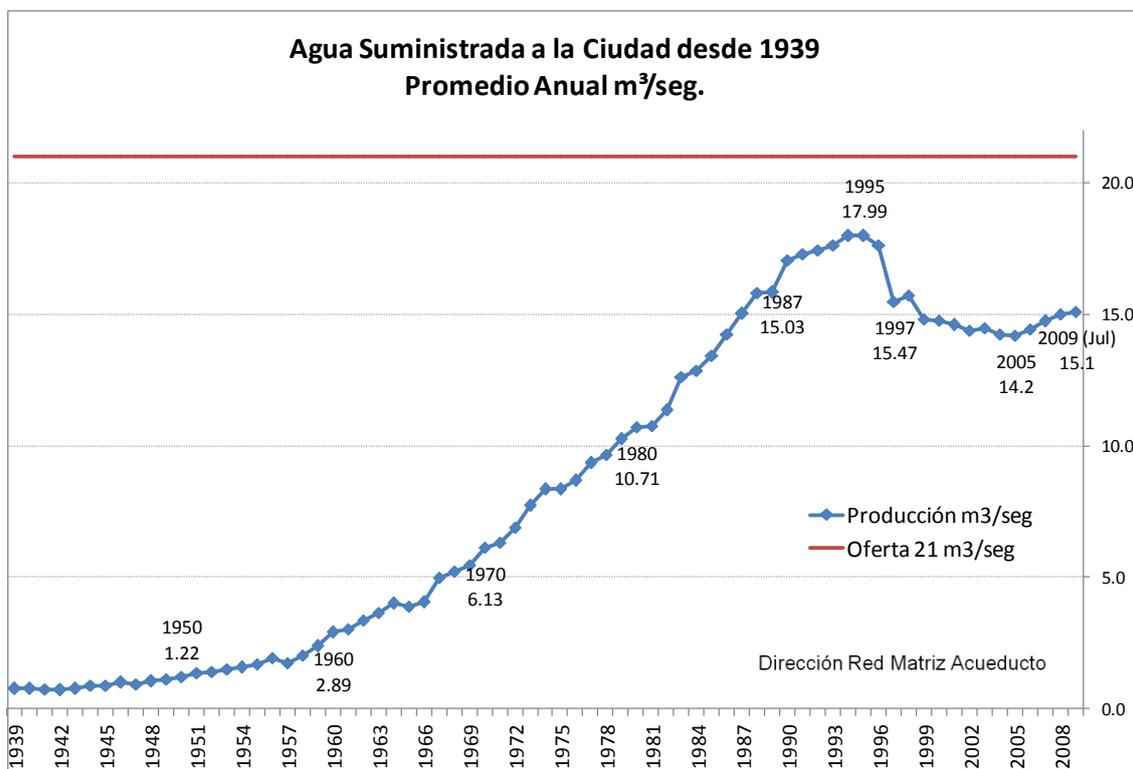
No.	Localidad	1,993	2,005	2010	2015	2020	2030
				607,243	613,395	627,307	639,718
	Total	5,366,796	6,786,945	7,347,800	7,736,112	7,933,303	8,366,157

4 Estimaciones y proyecciones de demanda de agua

4.1 Análisis de la demanda de agua

El desplome de uno de los túneles de Chingaza en 1997 obligó a un fuerte racionamiento de agua en la ciudad, prácticamente por diez meses. Este evento habría marcado un quiebre estructural en las cifras de consumo registradas por la empresa, como se muestra en la Gráfica 4. Efectivamente luego de 1997 el consumo nunca volvió a registrar las cifras del pasado; el consumo de hoy en día es equivalente al de hace 22 años, y para lograr una cifra como el pico de 1995 probablemente se tenga que esperar unos 15 años más (hacia el año 2025).

Gráfica 4 Agua suministrada desde 1939

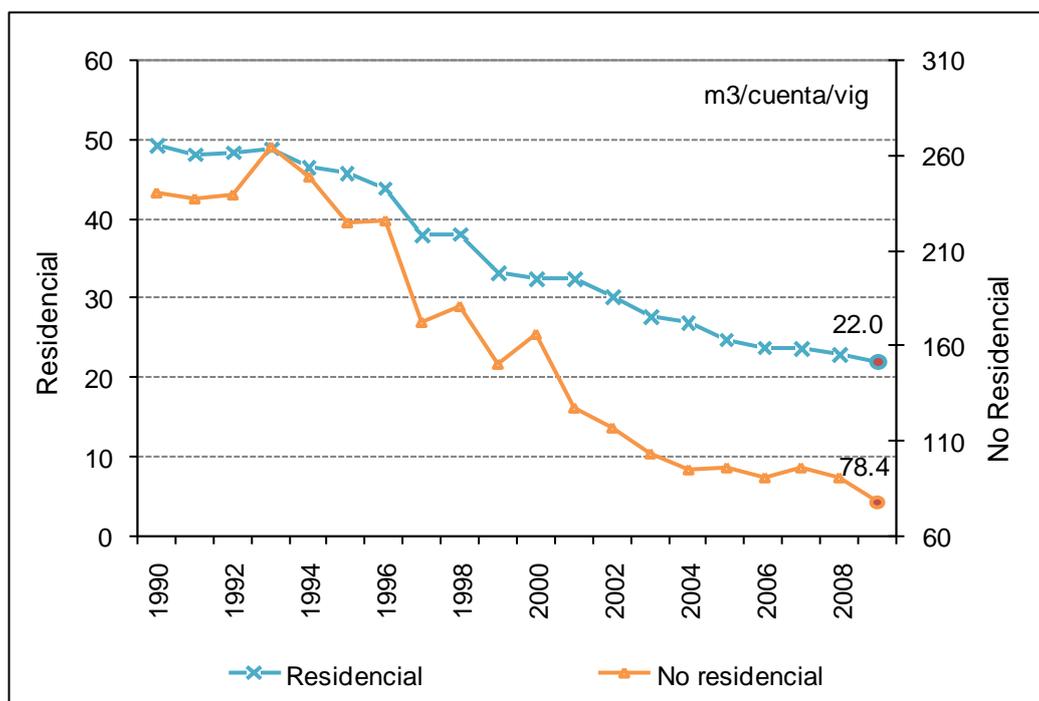


El descenso en la demanda de agua se mantiene hasta el año 2005, particularmente en el segmento residencial, fecha a partir reporta una ligera aunque recuperación. Pero este comportamiento esconde dos hechos, que la demanda de los municipios

explica la mitad de este crecimiento, una tercera parte se debe a la dinámica del sector no residencial, y el consumo residencial explica el 16% restante. Tres cuartas partes de la fuerte dinámica de los municipios durante este período se concentra en los municipios de Chía, Mosquera y Funza.

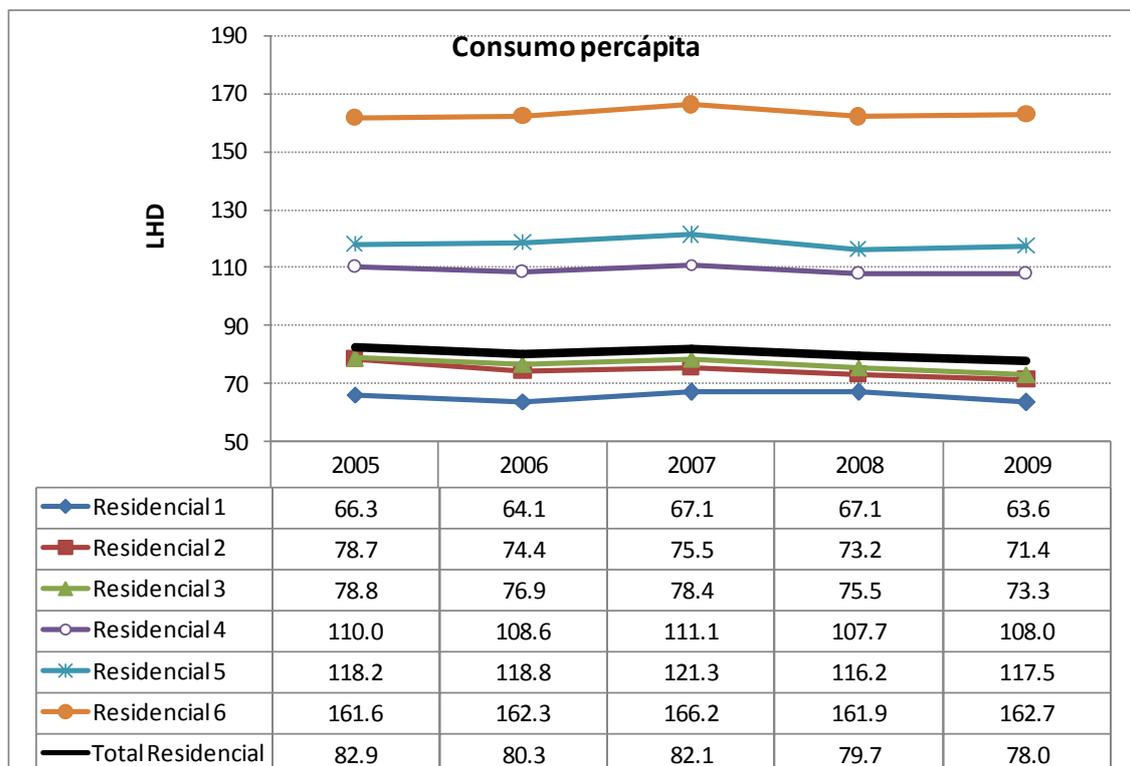
Pero a pesar de estos repuntes en los agregados, lo que se esconde en estas cifras es que el consumo por usuario (así como el per cápita) viene experimentando un continuo descenso, como se observa en la siguiente gráfica.

Gráfica 5 Consumo medio por cuenta 1990-2009



A nivel del consumo por persona estimado, los estratos 2 y 3, que constituyen el 70% del consumo residencial, vienen reduciendo su consumo por persona consistentemente; para los demás es más claro este descenso a partir de 2007. Sin embargo hay que decir que, salvo el estrato 1, todos los demás estratos experimentan un descenso de su consumo por cuenta entre 2004 y 2008, a razón de 2% anual.

Gráfica 6 Consumo per cápita 2005-2009

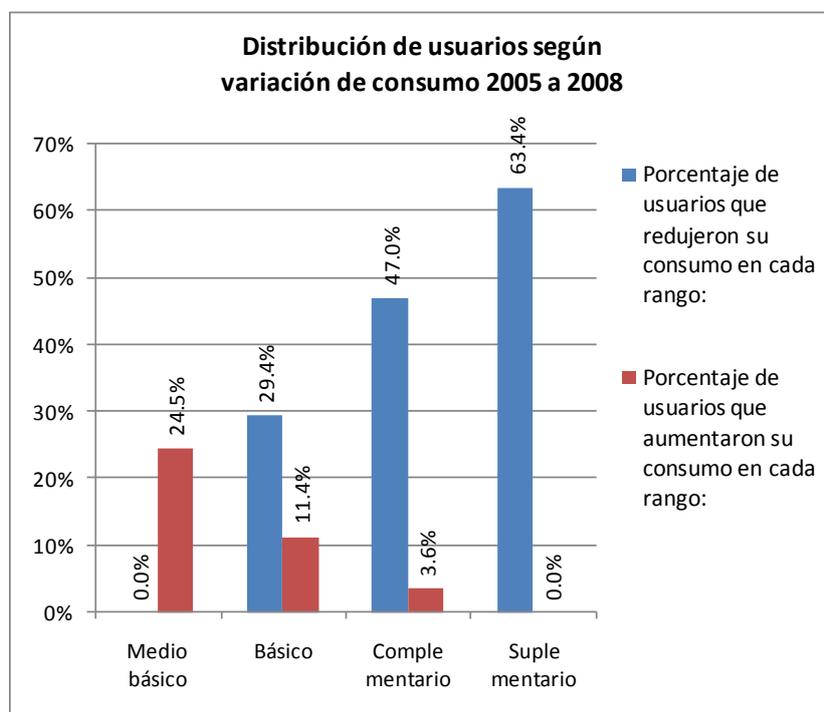


Al margen de este análisis y a propósito del consumo per cápita, gracias a la existencia de cifras cercanas de personas por vivienda del Censo 2005, se pudo establecer una correlación entre cuentas por vivienda (de 0.776 en 2009, es decir que existen más viviendas que cuentas) con lo cual se revisaron hacia abajo los consumos per cápita que se venían manejando (cerca de 100 LHD frente a 78 LHD del estimativo actual), Ahora se tiene un estimativo del número de personas por cuenta; antes se asumía que éste era igual al número de personas por vivienda. De paso es necesario enfatizar que las viviendas aquí tratadas se asimilan a las viviendas del concepto censal, lo que da un stock habitacional mayor respecto de las viviendas arquitectónicas que se puedan medir catastralmente.

Pero este descenso en el consumo, tiene una composición que resulta interesante descubrir en razón de su utilidad en la comprensión de las cifras agregadas que normalmente se manejan. Ya que normalmente se tienen cifras de consumo promedio por usuario, no es lo mismo que el consumo se reduzca por que todos los individuos lo hagan, a que lo haga porque los usuarios con mayor consumo tienden a reducirlo. Esto es lo que se observó durante el período de análisis 2005-2008 en el ejercicio de panel. Para este ejercicio se considera una situación de partida para cada usuario (año 2005), y para el segundo período (2008) se observa qué sucedió con su consumo, si subió, bajo o se mantuvo relativamente estable.

Por ejemplo, con base en la Gráfica 7 se puede indicar que el 63% de los usuarios que consumía en el 2005 en el rango suplementario (más de 80 m³/vigencia) redujeron su consumo durante el período 2005-2008. Otro tanto habrían hecho los usuarios ubicados en consumo complementario (40-80 me/vigencia) y algo menos los ubicados en el consumo básico (realmente redujeron los que consumían entre 20 y 40 m³, pues aquellos con consumos por debajo de 20 m³ —medio básico— experimentaron un alza en su consumo promedio).

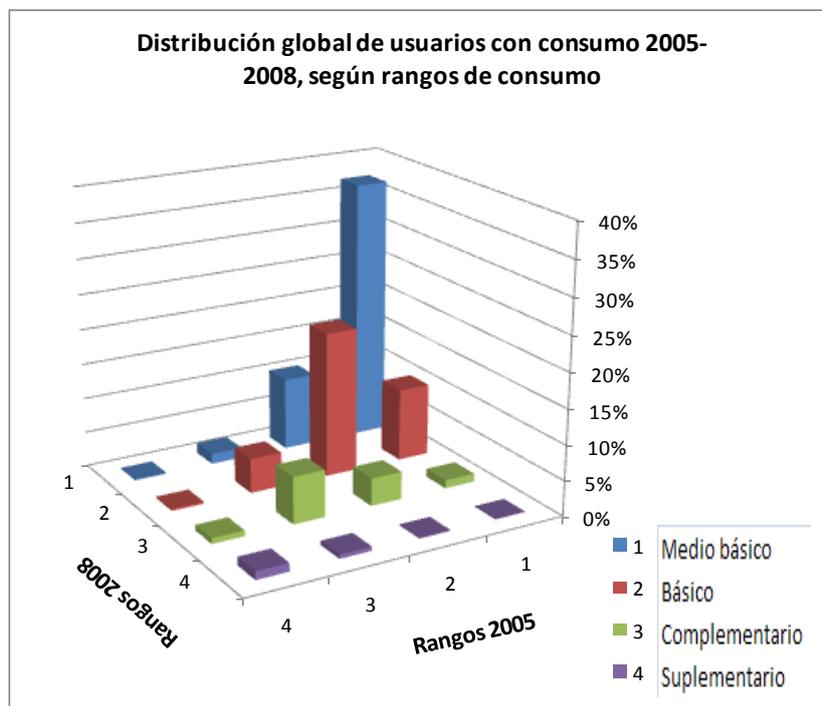
Gráfica 7 Distribución de usuarios según su variación en consumo 2005-2008



El solo hecho de conocer que no todos los usuarios están reduciendo su consumo o por lo menos no lo hacen a la misma tasa, es un hecho importante que se considere para armar los escenarios de consumo por cuenta. Pero adicionalmente esta reducción en el consumo no necesariamente deja al usuario en el mismo rango de consumo, aunque sí una gran mayoría (el 66%) se mantuvo en su rango de consumo, como se observa en la Gráfica 8: los que están sobre la diagonal

Las cifras promedio esconden el hecho que, durante el período 2005-2008, un 16% de los usuarios aumentaron su consumo pasando de un rango tarifario a otro, así como también el hecho que un 18% descendió en su escala de consumo.

Gráfica 8 Distribución de usuarios según rangos de consumo 2005-2008



Otro elemento que resulta importante para entender lo que sucede con el consumo por cuenta y las posibilidades de reducción que tendría a futuro, es conocer su composición según las escalas tarifarias o de consumo (Cuadro 15). En la columna al extremo derecho, etiquetada total 2008, se observa que casi la mitad de los usuarios tenía un consumo entre 0-20 m³/vigencia, tan bajo como 12.3 m³/vigencia (unos 42 LHD); para este conjunto de usuarios es prácticamente imposible pensar que pudieran reducir aún más su consumo. Otro 36% de los usuarios consume entre 20-40 m³/vigencia, pero con un promedio de 28 m³/vigencia (98 LHD). Finalmente solo un 13% de los usuarios consume en promedio 52 m³/vigencia (182 LHD), y en el rango de consumo más alto lo constituye el 2% de los usuarios, con 116 m³/vigencia (más de 400 LHD).

Cuadro 15 Distribución global de usuarios con consumo 2005-2008, según rangos de consumo

Porcentajes		Rangos de Consumo 2005				Total 2008
		Medio básico	Básico	Complementario	Suplementario	
Rangos de Consumo 2008	Medio básico	37.1%	10.4%	1.5%	0.1%	49.1%
	Básico	10.4%	20.7%	4.9%	0.3%	36.3%
	Complementario	1.2%	3.9%	6.7%	0.8%	12.6%
	Suplementario	0.1%	0.2%	0.6%	1.2%	2.0%
	Total 2005	48.8%	35.1%	13.7%	2.4%	100%

Porcentaje de usuarios que redujeron su consumo	18.0%	1/6
Porcentaje de usuarios que aumentaron su consumo	16.3%	1/6
Porcentaje de usuarios que mantuvieron su consumo	65.7%	2/3

Consumo promedio por cuenta/vigencia 2008

m3/cuenta/vigencia	Rango 2005				Subtotal rangos
	1	2	3	4	
Rango 2008					
1	11.7	14.2	13.3	11.8	12.3
2	26.1	28.4	31.5	30.8	28.2
3	49.6	48.8	53.4	60.8	52.0
4	113.8	103.1	97.3	133.7	115.8
Subtotal rangos	16.0	26.7	42.9	80.2	24.6

En conclusión, existe migración de usuarios hacia rangos tarifarios inferiores, pero también hay quienes aumentan su consumo, siendo casi compensado los unos con los otros; los que se mantienen en el mismo rango de consumo experimentan pequeñas reducciones de su consumo (2%-3% en este lapso de tiempo). Así que las reducciones observadas en el consumo por cuenta promedio contienen una mezcla de distintas tendencias, pero cerca de 2/3 de los usuarios están variando su consumo su levemente, con lo que la mayor fuente de variación debe residir en el balance de tendencias del tercio de usuarios restante.

4.2 Metodología de las proyecciones de demanda de agua

4.2.1 Proyecciones globales de demanda de agua

Para la proyección de la demanda de agua se toma ésta en tres componentes: residencial, no residencial y municipios, y cada uno de ellos se proyecta, bajo ciertos supuestos, con su propio modelo y parámetros. El punto de partida es la calibración de las cifras para el año 2008 o 2009 dependiendo de la disponibilidad de las estimaciones, pero contando con al menos una historia desde 2004 (por ser las cifras disponibles bajo el sistema SAP).

Posteriormente las proyecciones que surjan de estos modelos se debían distribuir espacialmente en la ciudad bajo las distintas coberturas requeridas en la consultoría, para lo cual se estimó la demanda de agua a nivel de UPZ, la cual serviría de base para las demás coberturas geográficas.

En esencia se trata de la especificación de modelos determinísticos, donde dadas unas variables y ciertas relaciones entre ellas, se obtiene o determina su resultado (en este caso la demanda de agua). La programación de estas relaciones se ha hecho en Excel con la facilidad de poder introducir escenarios sobre las variables de control o determinantes.

En cuanto al modelo residencial, la demanda se obtiene mediante:

$$\text{Demanda} = \text{Cuentas} * \text{Consumo por cuenta} \quad (1)$$

Pero existe una versión dual que vincula la demanda con la población y las viviendas:

$$\text{Demanda} = \text{Población} * \text{consumo per cápita} \quad (2)$$

Estas dos versiones deben igualarse, con lo que se garantiza la consistencia entre estas variables.

A su vez $\text{consumo per cápita} = \text{consumo por cuenta} / \text{personas por cuenta} \quad (3)$

Pero personas por cuenta puede ser aproximado como:

$$\text{Personas por cuenta} = \text{personas por vivienda} / k \quad (4)$$

Donde $k = \text{cuentas} / \text{viviendas} \quad (5)$

o relación cuentas por vivienda (la cual se estimó con base en la información del Censo 2005 y en la facturación del mismo año, y cuyo valor está alrededor de 0.77 para el 2009, y 0.7925 para el 2005)

Así que $\text{consumo per cápita} = \text{consumo por cuenta} / (\text{personas por vivienda} / k) \quad (6)$

En la proyección se asume un escenario para el *consumo por cuenta* fijando un valor objetivo a cierto plazo de acuerdo a diferentes hipótesis derivadas del análisis del consumo por rangos tarifarios. A su vez *personas por vivienda* viene determinado exógenamente del modelo de población. El parámetro cuentas por vivienda (*k*) se ajusta mediante aproximaciones sucesivas de forma que el consumo per cápita de (6) se iguale al consumo per cápita que se obtendría en (2).

Las cuentas o número de usuarios se colocan en función de las viviendas que previamente se han estimado en el modelo de población. De esta manera se hace una doble estimación de la demanda (1 y 2) haciendo consistente el estimativo del consumo per cápita y consumo por cuenta.

En cuanto al modelo no residencial se considera la demanda de agua en función de la actividad productiva, pues se considera que la demanda de agua del sector productivo (no residencial) es a su vez una demanda derivada de la demanda que perciben las empresas por sus bienes y productos; por esta razón una desaceleración de la

actividad productiva deriva en una menor demanda por agua, y viceversa. Es de recordar que este segmento de la demanda no residencial representa el 22% de la demanda facturada de Bogotá, y que el 30% de ella se deriva de las industrias, 45% de la actividad comercial, y el resto se concentra en la demanda de entidades oficiales y especiales.

Se define la demanda no residencial como:

$$\text{Demanda NoRes} = \text{PIB} * \text{propensión media a consumir agua} \quad (7)$$

Donde PIB es el producto interno bruto para Bogotá, expresado en términos nominales⁵.

La propensión media a consumir agua es un parámetro que indica cuánto podría una entidad o empresa consumir de agua dado su nivel de ingreso (PIB). Esta variable la denotamos como CMO/PIB y se estima para los datos históricos como:

$$\text{CMO/PIB} = \text{Consumo No Residencial} / \text{PIB}$$

En los escenarios se plantea que este parámetro se mantenga reduzca, lo que significa que las empresas están realizando mejoras en la productividad pues para un mismo valor del producto requieren una menor cantidad de agua. También se plantea que su valor se mantenga constante, es decir no hay ganancias en productividad. En general bajo condiciones de bajo crecimiento no hay mejoras en la eficiencia; por el contrario en períodos de auge la productividad mejora.

De otra parte, y ligado a los escenarios de PIB y productividad, y a fin de estimar el número de cuentas no residenciales que se generan bajo estas condiciones, se plantea las siguientes relaciones:

$$\text{PIB} / \text{cuentas} = \text{estimativo del PIB generado por cada cuenta}$$

Entre más grande sea esta relación es indicativo que dicho PIB se genera en empresas de mayor tamaño; esta condición es factible que se dé en períodos de auge donde las grandes empresas tienen los medios para crecer más rápido que el grueso del tejido productivo en virtud de sus economías de escala, acceso a mercados y financiación, y otro conjunto de factores que favorecen su crecimiento. Por el contrario en un escenario de bajo crecimiento económico, las pequeñas empresas tienden a proliferar más, por lo que se espera que la relación PIB/cuenta no crezca.

En cuanto al modelo de demanda para los municipios se debe indicar que éstos cobijan los diez municipios a los que la Empresa presta servicio actualmente, en las condiciones de abastecimiento establecidas en el 2009, es decir considerando el

⁵ En términos nominales o pesos corrientes representa el valor de los bienes y servicios a los precios de cada año. Por oposición en términos reales significa que las mercancías y servicios se han valorado a los precios de cierto año fijo.

porcentaje de población servida por la Empresa. La demanda percibida por la empresa resulta como:

$$\text{Demanda municipios} = \text{dotación per cápita} * \text{población} * \% \text{ de servicio}$$

Los porcentajes de servicio estimados para 2009 y mantenidos constantes en la proyección, las dotaciones utilizadas (consumo por persona) son:

	% servicio 2009	Dotación LHD		% servicio 2009	Dotación LHD
Chía	1.000	280.00	La Calera	0.080	80.00
Cajicá	1.000	200.00	Funza	0.715	80.00
Sopó	0.840	200.00	Madrid	0.966	80.00
Tocancipá	0.908	160.00	Mosquera	0.968	125.00
Gachancipá	0.447	80.00	Soacha	0.727	80.00

Estos porcentajes de servicio resultan de dividir el agua facturada (o de venta en bloque según sea el caso) en la demanda estimada según la dotación adoptada y las proyecciones de población (demanda esperada = consumo por persona * población).

Esta demanda se considera sin pérdidas internas en los municipios, por lo que se realiza un ajuste a fin de considerar dichas pérdidas y obtener así los requerimientos de agua del municipio para la Empresa.

4.2.2 Distribución espacial de la demanda de agua - UPZ

La demanda previamente estimada para la ciudad consta de dos componentes, el residencial y el no residencial. A fin de distribuir la demanda residencial en la cobertura de UPZs se considera la población previamente estimada a este nivel a la cual se le aplica una dotación per cápita pero estimada a nivel de estratos. Esta diferenciación por estratos se hace al considerar las diferencias notables que existen en las dotaciones por estrato, y por ende es recomendable aproximarse a la estructura de usuarios según estratos.

$$\text{Consumo Residencial}_{UPZ} = \sum [\text{dotación}_E] * [\text{población}_{E, UPZ}] * F_{aj}$$

Donde el subíndice E representa dotaciones y población por estratos, UPZ indica que el estimativo se hace para cada UPZ y F_{aj} es un factor de ajuste que al final hace que la suma de los consumos de todas las UPZ se iguale a la demanda residencial estimada en el modelo global.

A su turno la expresión [población_{E, UPZ}] representa una estimación de la composición de la población de la UPZ en cuestión según sus estratos. Esta se obtiene como:

$$[\text{población}_{E, UPZ}] = [\text{población}_{UPZ} * V_E]$$

Donde población UPZ es la población estimada a nivel de UPZ en el modelo de población; V_E es un vector de factores cuya suma es la unidad, y representa la proporción de población en cada estrato para cada UPZ. Esta información se construye con base en las estimaciones de SDP en "Población, viviendas y hogares por estrato socioeconómico - año 2009".

Para distribuir la *demanda no residencial* se utiliza la distribución del consumo no residencial existente en el 2008 según facturación ($PctCmo_{UPZ}$) y se aplica al consumo no residencial estimado en el modelo global (Cmo No residencial ciudad).

$$\text{Consumo No Residencial}_{UPZ} = \text{Cmo No residencial ciudad} * PctCmo_{UPZ}$$

4.3 Resultados de las proyecciones

4.3.1 Generalidades de los escenarios de demanda de agua

Con el diseño elaborado se pueden realizar diferentes combinaciones de escenarios, los cuales se construyen mediante la selección de opciones en tres variables relativas a la demanda de agua, para cierto escenario de población; estas variables son: consumo per cápita que define el comportamiento de la demanda residencial; el consumo no residencial; el comportamiento del IANC. Cada escenario en cada una de estas variables se construye mediante la selección de ciertos valores y cuyas opciones se resumen en la tabla que se enseña más adelante; la combinación de todas estas alternativas genera 18 escenarios. Para efectos expositivos se ha tomado como referencia uno de los escenarios definidos (nombrado como escenario 2-3-3): en el consumo per cápita un escenario medio, donde el 30% de los usuarios con consumo por encima del promedio de los usuarios residenciales, reduce su consumo al promedio, en tanto que para el sector no residencial también se ha adoptado un escenario conservador producto de las expectativas planteadas por las empresas encuestadas en el estudio⁶. En cuanto al agua no contabilizada se ha introducido un escenario de mejora en el error de micromedición (cambio de contadores), lo que reduce el porcentaje de pérdidas por micromedición. Los resultados globales de este escenario se presentan a continuación, y más adelante en los anexos de este informe se presentan los resúmenes para los 18 escenarios generados para cada uno de los

⁶ Este escenario define un crecimiento anual del PIB de largo plazo en 2% (basado en las encuesta a Grandes Consumidores). Adicionalmente considera que no hay ganancias en productividad: consumo por unidad de producto constante, ni hay cambios significativos en el tejido empresarial: PIB por unidad empresarial constante.

dos escenarios de población (tendencial y alternativo⁷). Si no se señala otra cosa, los resultados que se presentan se fundamentan en el escenario tendencial.

La programación que se realizó permite seleccionar las opciones de cada variable a través de menús. El resumen de las salidas de las simulaciones tiene la apariencia como en el cuadro siguiente, donde se contrastan los resultados para el escenario 2-3-3 bajo los dos escenarios de población.

Cuadro 16 Salidas resumen para un escenario

PARAMETROS ESCENARIO

Identificación del escenario (Residencial, No Residencial, IANC)	Esc 2-3-3				
	2004	2007	2010	2020	2050
Facturada (m3/seg)	8.82	9.75	9.54	10.97	15.06
Producción (m3/seg)	14.24	14.74	15.30	17.06	23.42
Demanda residencial					
m3/cuenta/vig	25.1	23.6	21.7	19.4	15.6
LHD	83.0	82.1	77.6	75.7	75.7
Cuentas acueducto	1,306,017	1,426,467	1,542,105	1,962,068	2,640,283
Incremento anual cuentas		40,150	38,546	41,996	22,607
Demanda no residencial					
m3/cuenta/vig	71.5	74.9	62.1	64.6	69.5
Cuentas acueducto	137,152	176,255	180,988	206,953	323,212
Incremento anual cuentas		13,034	1,578	2,597	3,875
IANC Sistema	37.9%	35.0%	36.6%	34.6%	34.6%
IANC Ciudad	38.6%	37.0%	37.2%	35.2%	35.2%
Escenario población Escenario tendencial (denso ciudad)					

PARAMETROS ESCENARIO

Identificación del escenario (Residencial, No Residencial, IANC)	Esc 2-3-3				
	2004	2007	2010	2020	2050
Facturada (m3/seg)	8.82	9.75	9.54	10.61	14.65
Producción (m3/seg)	14.24	14.74	15.30	16.50	22.78
Demanda residencial					
m3/cuenta/vig	25.1	23.6	21.7	19.0	16.9
LHD	83.0	82.1	77.6	75.7	75.7
Cuentas acueducto	1,306,017	1,426,467	1,541,008	1,909,182	2,302,317
Incremento anual cuentas		40,150	38,180	36,817	13,105
Demanda no residencial					
m3/cuenta/vig	71.5	74.9	62.1	64.4	69.9
Cuentas acueducto	137,152	176,255	180,988	206,953	323,212
Incremento anual cuentas		13,034	1,578	2,597	3,875
IANC Sistema	37.9%	35.0%	36.6%	34.6%	34.6%
IANC Ciudad	38.6%	37.0%	37.2%	35.2%	35.2%
Escenario población Escenario distribución regional					

⁷ En el estudio se plantea un escenario alternativo para localización de la población, donde la ciudad no se satura completamente hacia el 2025 sino que con anticipación ha iniciado su localización hacia los municipios de la región próxima de Bogotá.

El escenario tendencial determina un nivel de demanda ligeramente superior frente al escenario alternativo de distribución de población en la región, pues la demanda de agua del mayor número de usuarios del escenario tendencial no logra ser compensada por el menor consumo por cuenta frente al escenario alternativo de población.

4.3.2 Contraste de los 18 escenarios

La Gráfica 9 y la Gráfica 10 permiten comparar todos los 18 escenarios para dos momentos del tiempo (2030, 2050) en términos de la demanda de agua facturada que se genera y de los correspondientes niveles de producción. Como se aprecia todos los escenarios ligados al escenario 3 de demanda no residencial, en cual considera un crecimiento económico bastante más moderado según se dedujo de las empresas encuestadas⁸, tienen los niveles más bajos de demanda, por lo que se deduce que el componente de demanda no residencial es también un determinante importante en el comportamiento de la demanda agregada. En efecto, en tanto que la demanda de agua en los escenarios ligados al escenario 3 de demanda no residencial, presentan hasta el 2050 un crecimiento anual alrededor de 1.1%, en los demás casos el crecimiento está alrededor de 1.6%. Asimismo la producción, con un nivel de 15.11 m³/segundo en 2009, alcanza los 23 m³/segundo en el 2050 para los casos ligados al escenario 3 de demanda no residencial, en tanto que para la mayoría de los demás escenarios (con mayor crecimiento del PIB) la producción se sitúa alrededor del los 28 m³/segundo.

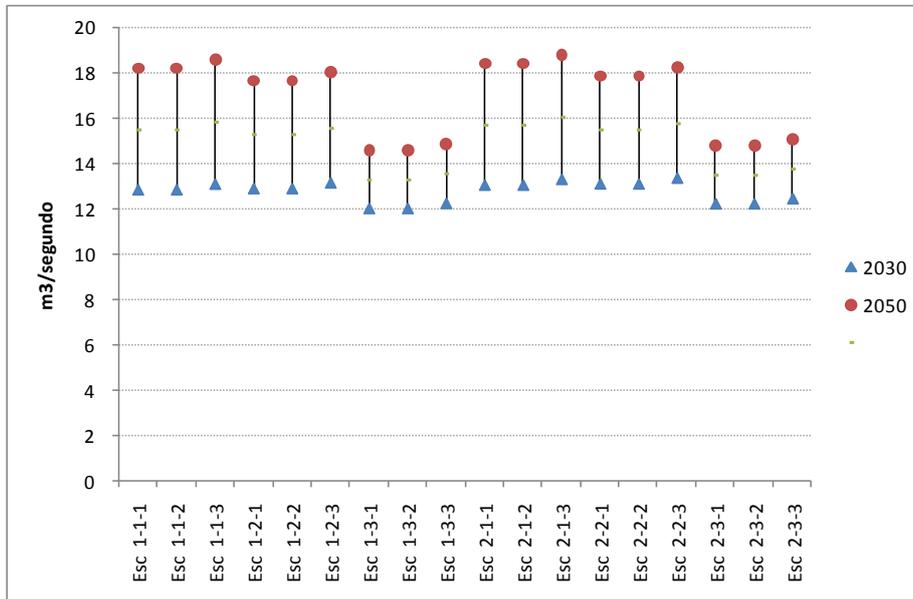
Por el lado de la producción, como era de esperarse el escenario de IANC más drástico (escenario 2, que asume una meta de 26.79% al 2020; el IANC corresponde al tercer dígito en la nomenclatura del escenario) determina niveles de producción sensiblemente menores (13%) frente a escenarios comparables con IANC constante. De otro lado, la brecha en producción entre el escenario más bajo⁹ y el más alto¹⁰ se va ampliando en el tiempo, pasando de 4.33 m³/s en 2030 a 9.31 m³/s en 2050. Con esta brecha tan amplia (20%-30%) se hace más necesario establecer un seguimiento a las cifras claves del modelo en cada una de las tres componentes de la demanda de agua: consumo por usuario y per cápita; consumo no residencial; IANC, pues alrededor de cada una de estas componentes se cierne cierta incertidumbre, de lo cual se hablará al final de este apartado.

⁸ Crecimiento 2% anual que contrasta con el 4% asumido por el gobierno nacional.

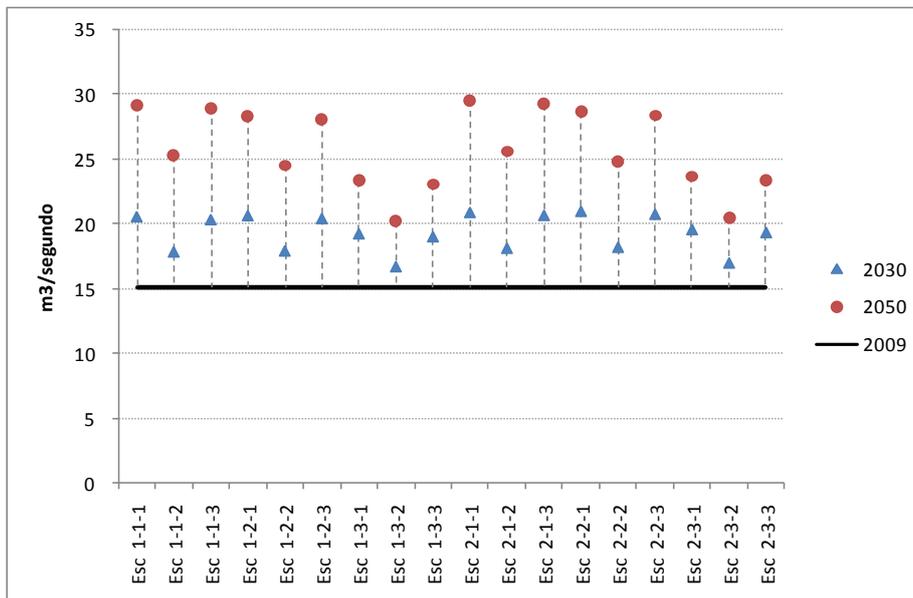
⁹ Esc 1-3-2, que corresponde a: Esc 1 de consumo per cápita-consumo bajo alcanzando 72.2 LHD en 2015; esc 3 en no residencial-crecimiento económico de 2% anual; esc 2 de IANC-reducción al 26.79% en el 2020.

¹⁰ Esc 2-1-1, que corresponde a: Esc 2 de consumo per cápita-consumo medio alcanzando 74.3 LHD en 2015; esc 1 de no residencial-crecimiento económico de 4% anual; esc 1 de IANC-nivel constante de IANC-36.58%.

Gráfica 9 Contraste de valores simulados de demanda 2030, 2050 según escenarios



Gráfica 10 Contraste de valores simulados de producción 2030, 2050 según escenarios



4.3.3 Selección de escenarios

La siguiente tabla resume todas las posibles alternativas de escenarios combinando los distintos valores de cada una de las tres variables utilizadas para la simulación de los escenarios de demanda de agua.

Identificación del escenario (Residencial, No Residencial, IANC)

Consumo per cápita	Consumo no residencial	Esc 1 - IANC Se mantiene en 36.58%	Esc 2 - IANC Consistente Empresa - Meta 2020=26.79%	Esc 3 - Reducción en error micro 8.4% a 5% en 2020
Esc. Bajo [1]	Esc Medio No Residencial [1]	1-1-1	1-1-2	1-1-3
	Esc Bajo No Residencial [2]	<u>1-2-1</u>	1-2-2	1-2-3
	Esc moderado No Residencial [3]	<u>1-3-1</u>	1-3-2	1-3-3
Esc. Medio [2]	Esc Medio No Residencial [1]	2-1-1	2-1-2	2-1-3
	Esc Bajo No Residencial [2]	2-2-1	2-2-2	2-2-3
	Esc moderado No Residencial [3]	2-3-1	2-3-2	2-3-3

Los escenarios propuestos para la simulación de las tres variables se pueden apreciar en el par de tablas que siguen.

Escenarios en IANC
<p>Esc 1 - IANC Se mantiene en 36.58%</p> <p>El esfuerzo se concentra en mantener el nivel de IANC de 2009</p>
<p>Esc 2 - IANC Consistente Empresa - Meta 2020=26.79%</p> <p>Se asume que para el año 2020 se puede alcanzar el objetivo de 26% que se ha propuesto en iniciativas no aprobadas aún de la CRA.</p>
<p>Esc 3 - Reducción en error micro 8.4% a 5% en 2020</p> <p>Este escenario reduce el error de micromedición al implementar el cambio de una fracción del inventario de medidores de la ciudad. Esto afecta el consumo facturado.</p>

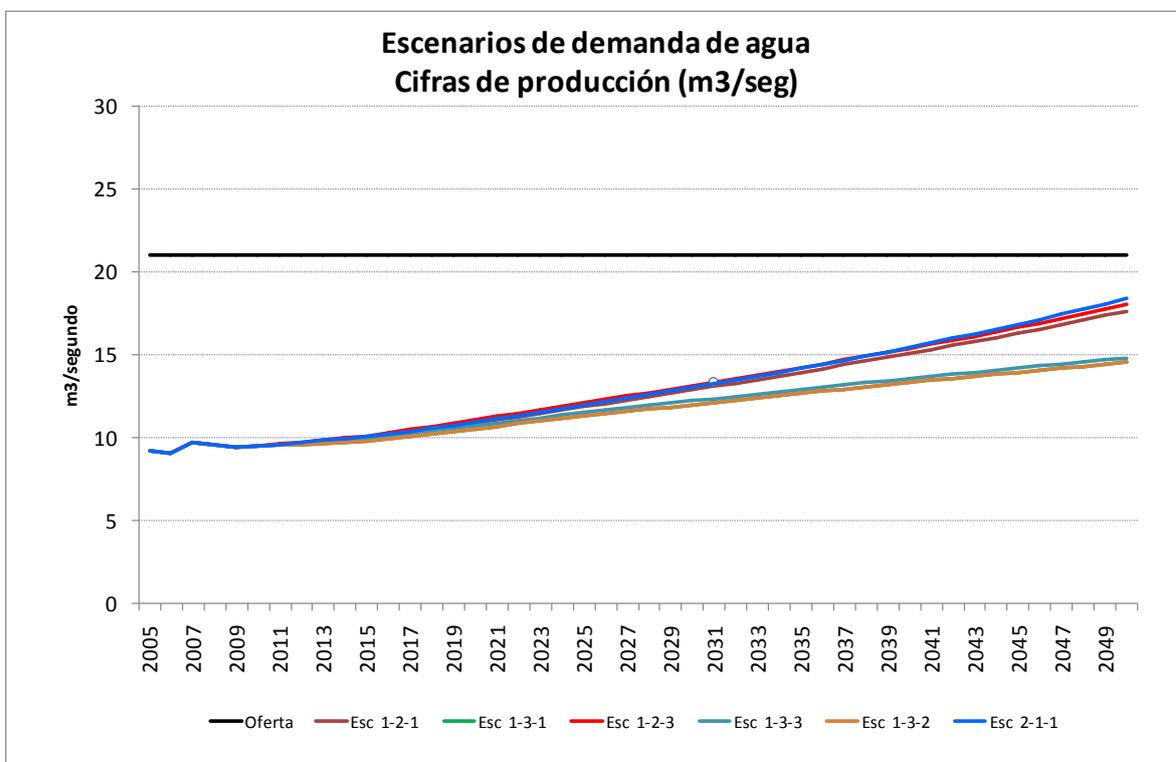
Escenarios en consumo residencial o per cápita	Escenarios en consumo no residencial
<p><u>1. Esc. Bajo</u> El 50% de los usuarios en consumo básico a suntuario se acoplan al consumo promedio actual.</p>	<p><u>1. Esc. Medio</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • PIB de largo plazo 4% de crecimiento anual (factor de mayor crecimiento en la demanda) • Ganancias en productividad: consumo por unidad de producto se reduce hasta 2020 • Más dinámica del segmento alto de empresas: PIB por unidad empresarial con leve aumento hasta 2020
<p><u>2. Esc. Medio</u> El 30% de los usuarios con consumo por encima del promedio de los usuarios residenciales, reduce su consumo al promedio.</p>	<p><u>2. Esc. Bajo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • PIB de largo plazo 3.5% de crecimiento anual (menor dinámica en la demanda) • No hay ganancias en productividad: consumo por unidad de producto constante • No hay cambios significativos en el tejido empresarial: PIB por unidad empresarial constante
	<p><u>3. Esc. Moderado</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • PIB de largo plazo 2.% de crecimiento anual (basado en las encuesta a Grandes Consumidores) • No hay ganancias en productividad: consumo por unidad de producto constante • No hay cambios significativos en el tejido empresarial: PIB por unidad empresarial constante

Se pueden filtrar los 18 escenarios según la factibilidad en las variables involucradas; de esta manera los escenarios más factibles son los relacionados con el IANC constante toda vez que los esfuerzos de la empresa en los últimos años se han dirigido a mantener su nivel. Dadas las condiciones macroeconómicas presentes, para el corto plazo es más factible que crezcan los sectores de economía no urbana (minería), y que la revaluación del peso desacelere el crecimiento, por lo que es menos factible el escenario medio no residencial (esc 1, con crecimiento económico de 4% anual). Dados los temores que el consumo residencial habría experimentado un choque extra hacia abajo durante 2010 como efecto del temor por las sanciones por consumo excesivo, tendría un mayor chance de darse el escenario bajo de consumo per cápita (esc 1). Así que según esta decantación los escenarios más factibles podrían ser 1-2-1 y 1-3-1. Si se sigue con el programa de cambio de medidores a unos 10 años, entonces podríamos incluir en la baraja de escenarios posibles 1-2-3 y 1-3-3 (esto es incluyendo el esc 3 con reducción del IANC con reducción en la micromedición). Estas combinaciones se definen para el escenario de tendencial de población.

Para complementar las selección y a modo de puntos de referencia se incluye el escenario más bajo (esc 1-3-2: consumo bajo per cápita; evolución moderada de la demanda no residencial según una actividad económica igualmente atenuada; una reducción importante del IANC), y el escenario más alto (esc 2-1-1: consumo medio per cápita; actividad económica con crecimiento medio aceptable y acorde con las expectativas del gobierno; un IANC constante sin reducción adicional en las pérdidas).

En la Gráfica 11 se comparan los seis escenarios seleccionados, y como se anotó éstos son elaborados considerando el escenario tendencial de población, aunque las diferencias son mínimas frente al escenario alternativo¹¹. Como se observa en la gráfica tres de los escenarios marcan niveles más altos de demanda y los otros tres marcan niveles inferiores. Los más altos son 1-2-1, 1-2-3, 2-1-1, los dos primeros se relacionan al escenario medio no residencial (con crecimiento económico de 3.5% anual), sin grandes ganancias en la reducción de pérdidas (escenarios 1 y 3 de IANC), aunque considerando un escenario bajo en el consumo per cápita¹². Por su parte los escenarios con demanda más baja son 1-3-1, 1-3-3, 1-3-2, los cuales están ligados a una actividad económica moderada, consumo per cápita bajo, factores que anulan aún las ganancias en facturación que se dan en el escenario 2 de IANC.

Gráfica 11 Comparación de seis escenarios de demanda de agua



¹¹ Para estos agregados, al año 2050 el escenario alternativo es 0.6 m³/seg en producción y 0.4 m³/seg en demanda.

¹² En contraste con el esc 1-2-1, el esc 2-2-1 con un consumo per cápita medio, la demanda es 0.34 m³/seg mayor al 2050.

En cumplimiento de lo prescrito por cualquier proyección está sujeto a múltiples elementos, entre ellos que los supuestos bajo los cuales se han elaborado las proyecciones se cumplan¹³. En este sentido las proyecciones están sujetas a incertidumbre (de lo cual se trata más adelante en este mismo apartado), pero a pesar de ello el abanico de escenarios se puede limitar aún más considerando la concentración de resultados antes vista y en el marco del análisis crítico realizado sobre algunos factores. De esta manera se puede considerar uno de los escenarios altos (1-2-1) y uno de los bajos (1-3-1), recordando que el elemento discriminante entre estos lo constituye el conjunto los supuestos en torno a la actividad productiva¹⁴. Estos escenarios tienen la misma condición de mantener el IANC en el nivel de 2009 (36.58%) y un consumo residencial per cápita bajo (72 LHD, por debajo de los 10 m³/usuario/mes). En el cuadro y gráfica que siguen se muestran los valores de demanda y producción de agua proyectados para este par de escenarios. En el escenario alto, en el año 2031 se estaría colmando la capacidad de oferta presente, en tanto que con el escenario bajo esta saturación se pospone por 7 años (2038).

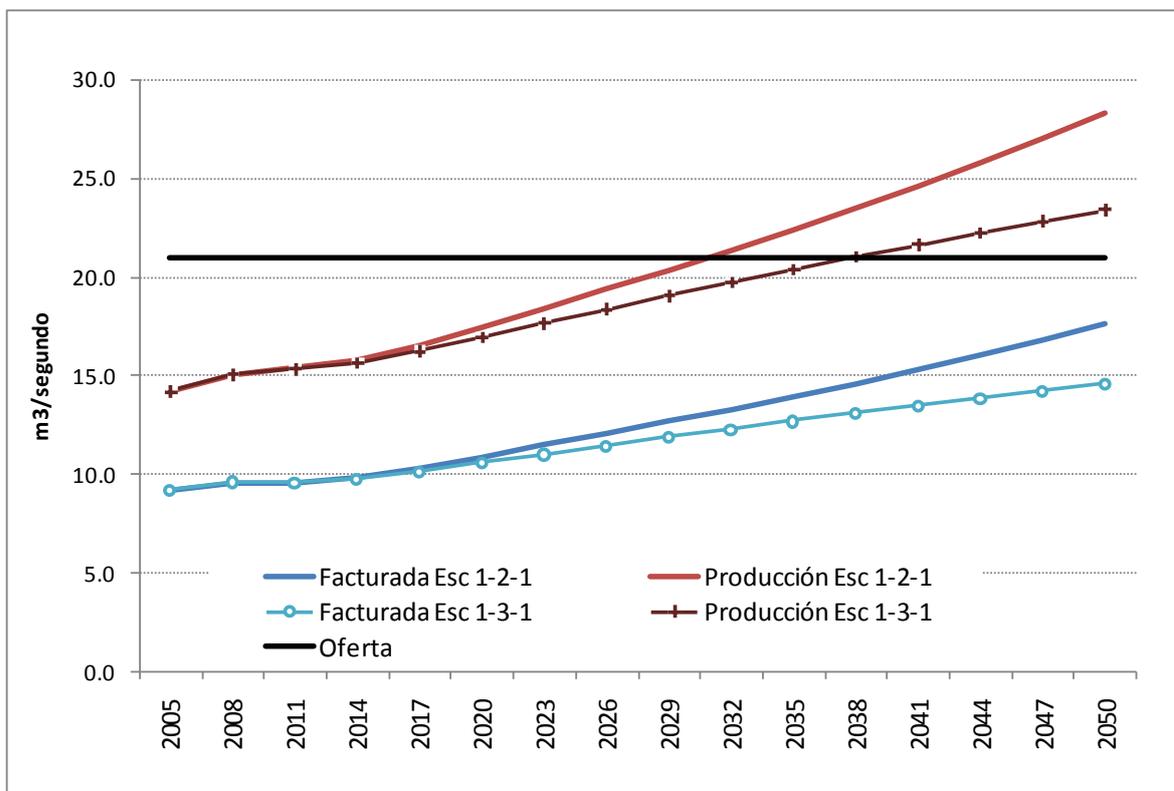
Cuadro 17 Producción y demanda facturada de agua escenarios seleccionados

m3/seg	2005	2008	2011	2014	2017	2020	2023	2026	2029	2032	2035	2038	2041	2044	2047	2050
Esc 1-2-1 – Escenario alto																
Producción	14.19	15.04	15.37	15.82	16.56	17.48	18.41	19.37	20.35	21.35	22.39	23.47	24.59	25.76	27.00	28.32
Demanda																
Facturada	9.21	9.61	9.58	9.86	10.33	10.90	11.48	12.08	12.69	13.32	13.97	14.64	15.33	16.07	16.84	17.66
Esc 1-3-1 – Escenario bajo																
Producción	14.19	15.04	15.32	15.63	16.21	16.94	17.65	18.35	19.04	19.70	20.35	20.99	21.60	22.20	22.78	23.36
Demanda																
Facturada	9.21	9.61	9.56	9.75	10.11	10.56	11.01	11.44	11.87	12.29	12.69	13.09	13.47	13.84	14.21	14.57

¹³ Aunque ciertamente no serían los únicos factores que harían desviar las proyecciones de los valores reales que se puedan dar, entre ellos cambios en las condiciones imperantes en la estimación parámetros del modelo, especificación incompleta del modelo, y aún las mejoras en las mediciones de las variables consideradas en los modelos.

¹⁴ Los otros elementos también arrojan diferencias en los niveles proyectados de la demanda, pero dado el cambio tan drástico en el supuesto de crecimiento económico, este factor es que resulta más determinante. Las diferencias en términos de producción son mayores que las observadas en demanda.

Gráfica 12 Producción y demanda facturada de agua escenarios seleccionados



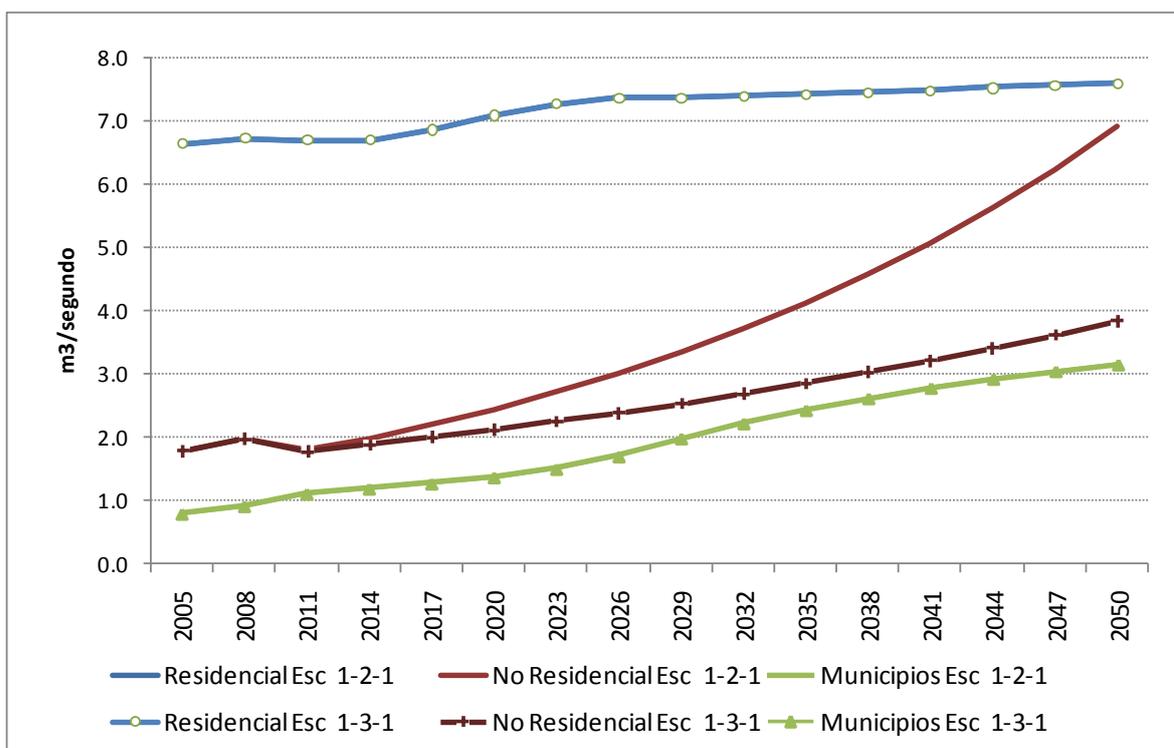
En términos de la composición por grandes grupos de usuarios la siguiente gráfica refleja el comportamiento de cada componente para estos dos escenarios. Como era de esperarse, dada la definición de los escenarios solo la demanda no residencial presenta trayectorias distintas, en tanto que los componentes residencial y municipal son iguales en los dos escenarios. La demanda de agua del sector productivo (no residencia) es a su vez una demanda derivada de la demanda que perciben las empresas por sus bienes y productos; por esta razón una desaceleración de la actividad productiva deriva en una menor demanda por agua. Es de recordar que este segmento de la demanda no residencial representa el 22% de la demanda facturada de Bogotá, y que el 30% de ella se deriva de las industrias, 45% de la actividad comercial, y el resto se concentra en la demanda de entidades oficiales y especiales. Aunque al introducir el crecimiento económico como uno de los determinantes de la demanda de agua se asume que todos estos usuarios reaccionan antes cambios en la actividad productiva, lo cierto es que son la industria y el comercio (75% de la demanda) los sectores más sensibles a esta variable.

Con base en las estadísticas de industria producidas por el Dane algo menos del 45% de las empresas tienen un consumo de agua relevante para su proceso productivo; pero solo un 7% tendría unos consumos de agua relativamente más apreciables en términos de los requerimientos para su producción (esto no quiere decir que para las

demás empresas, con menores requerimientos, el líquido no sea importante). Para todo este conjunto de empresas y si las condiciones técnicas en los procesos productivos no cambian, una disminución de la actividad productiva significaría una disminución similar de su demanda de agua. Es de anotar que el análisis de la misma información de la industria indicaría que en los últimos años habrían introducido eficiencias en su proceso, lo cual reduce su demanda de agua por unidad de producto, coincidiendo con los hallazgos obtenidos en las encuestas que esta consultoría realizó a los grandes consumidores. Un escenario económico menos optimista que las previsiones del gobierno nacional (del 4% anual en el mediano plazo), con mejoras en la eficiencia en el uso del agua, podría situar la demanda del segmento no residencial en niveles por debajo de los indicados por la curva del escenario 1-2-1 de la Gráfica 13.

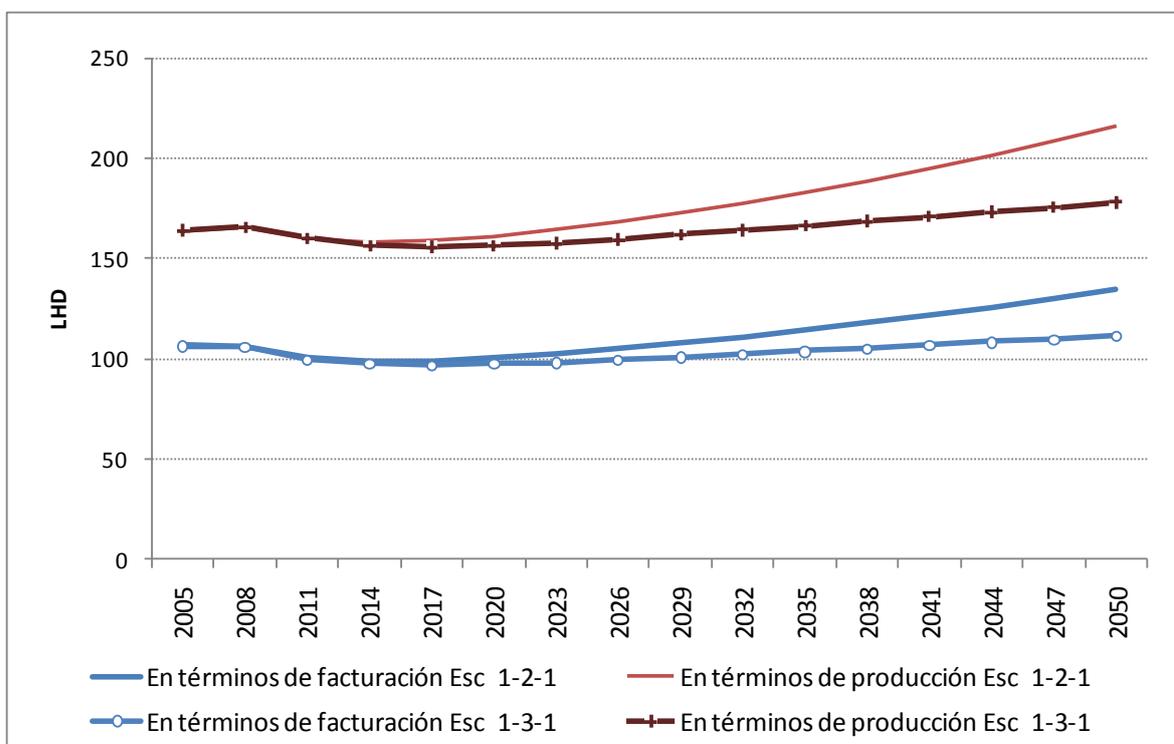
Por su parte el consumo residencial presenta un estancamiento hacia el año 2025, lo que se explica por la saturación de la ciudad y un estancamiento del consumo per cápita (Gráfica 15). El segmento de la demanda municipal a quienes la empresa presta servicio (unas 870 mil personas al 2010) presenta una dinámica media a lo largo de todo el período de proyección, aunque más moderada que la exhibida en los últimos años, pero que triplica la y que compensa.

Gráfica 13 Demanda de agua facturada por tipo de usuario escenarios seleccionados



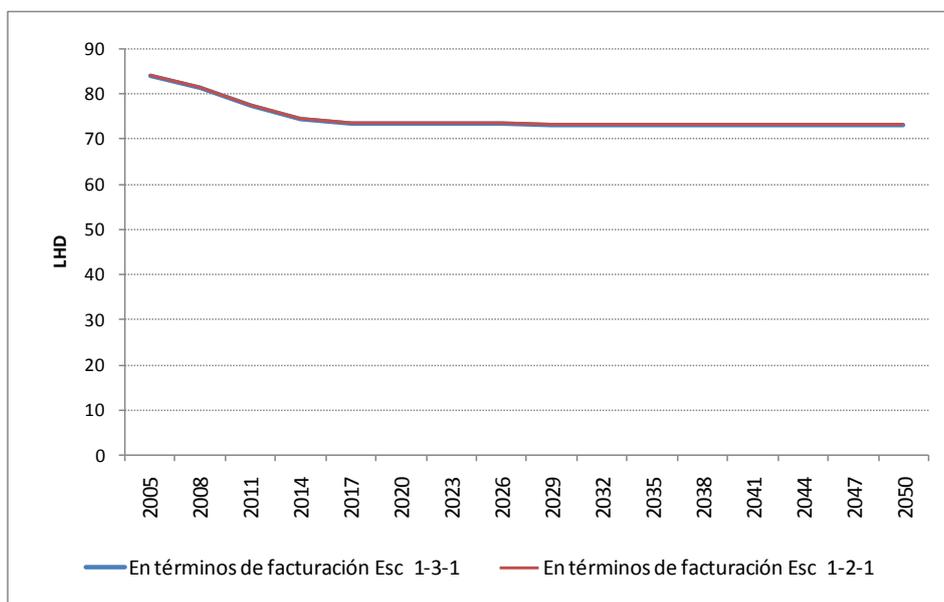
Uno de los estimativos que es útil para comparaciones internacionales es el consumo per cápita considerando todos los usos, no solo el residencial. Este parámetro se estimó considerando la totalidad del servicio prestado por la empresa (al que hemos denominado *total sistema*, que incluye usos residencial y no residencial, Bogotá y municipios). Un segundo cálculo del consumo per cápita es el relativo a los hogares de Bogotá, es decir solo considerando el uso residencial. En ambos estimativos se consideran a su vez dos versiones, la primera de ellas, *en términos de facturación*, es el consumo per cápita que resulta directamente de la facturación (consumo facturado dividido en población), y la segunda, *en términos de producción*, el cual adiciona al consumo facturado lo proyectado en el escenario de pérdidas. Las gráficas que siguen ilustran estos resultados.

Gráfica 14 Consumo per cápita con todos los usos, total sistema EAAB, escenarios seleccionados



La pronunciada diferencia entre las tendencias de las dos versiones de consumo per cápita, radica fundamentalmente en el comportamiento del consumo no residencial, que como se vio tiene una gran dinámica a lo largo de la estimación. Adicionalmente, en el consumo residencial tiene una fuerte incidencia el mantener el consumo per cápita constante pero el tamaño de las viviendas (en personas) disminuyendo

Gráfica 15 Consumo per cápita con uso residencial, aproximado para Bogotá, escenarios seleccionados



En el anexo de este volumen se presentan las tablas de resumen de los 18 escenarios de demanda de agua considerando tanto en escenario de población tendencial (más denso en la ciudad) como el escenario alternativo (con distribución regional).

4.3.4 Factores de incertidumbre en las proyecciones

En este amplio abanico de escenarios confluyen varios elementos de incertidumbre que harían incierta la definición de un único escenario de demanda de agua, por lo que es esencial que se validen de manera periódica los supuestos detrás de estas simulaciones mediante un sistema de seguimiento o vigilancia de las variables determinantes del modelo. Se pueden citar y explorar un número de factores de incertidumbre ligados a las tres variables de la demanda que se trabajaron: consumo por cuenta o per cápita, consumo no residencial y las acciones de la empresa en torno al agua no contabilizada. Ya que la observación de los movimientos poblacionales requiere, hoy por hoy, de levantar un censo, la variable de población queda relegada a actualizaciones de más mediano plazo. Sin embargo es de anotar que la administración distrital tiene las herramientas para implementar un sistema de seguimiento de las proyecciones de viviendas y personas a nivel zonal, lo cual permitiría hacerse a una idea del desarrollo de las UPZ en contraste con lo simulado en esta consultoría.

En cuanto al consumo residencial aunque se ha supuesto que las dotaciones per cápita siguen descendiendo, la velocidad de dicha reducción y el punto en el cual se podrían estabilizar pueden ser muy cambiantes. Por ejemplo, por cuenta del verano ocasionado hacia la segunda mitad del 2009 el gobierno nacional optó por sancionar

los consumos excesivos imponiendo una tarifa por metro cúbico hasta el doble de la vigente a quienes sobrepasaran los límites en cada región¹⁵. Aunque en Bogotá era previsible que la medida aplicara a una pequeña fracción de los usuarios dados los niveles ya bajos de consumo por usuario¹⁶, tal parece que la medida produjo un efecto psicológico que indujo a una reducción aún mayor frente a la tendencia reciente (se aumentó la velocidad en la reducción del consumo)¹⁷. Otros elementos que conforman el abanico de incertidumbre es lo residencial son: el efecto del cambio de medidores en el consumo, pues en algunos casos el usuario experimenta una reducción en su facturación (implicando que con el medidor anterior se le venía sobrefacturando); este aspecto se puede modelar como un cambio en el componente de micromedición del IANC. Un elemento adicional es la evolución de las pérdidas comerciales, si tienden a aumentar o no. En principio se piensa que ante un aumento de las restricciones económicas de los hogares (desempleo y reducción y/o bajos ingresos) y dada la condición del agua como bien necesario, un número mayor de suscriptores podrían optar por hacer algún tipo de fraude. Pero al margen del fraude también existe un componente de reducción en el consumo determinado por la existencia de más edificaciones con dispositivos sanitarios de menor consumo de agua, lo cual determina una reducción en el consumo facturado frente al esperado sin que exista una condición de cambio de hábitos. Por último se podría mencionar el tema de presiones, con las cuales se puede afectar el consumo facturado; aunque estas presiones están reguladas sectorialmente en la ciudad, al existir un porcentaje mayor de usuarios en edificios¹⁸ el consumo facturado podría reducirse en la medida que la presión que reciben los apartamentos sea inferior a la que recibían estando en casa.

En cuanto al consumo no residencial la incertidumbre está marcada por tres elementos fundamentales: la dinámica económica, la mejora de la eficiencia productiva, y el éxodo de empresas hacia otras poblaciones. En cuanto a la dinámica económica ya se vio en los escenarios el impacto significativo que tiene a mediano y largo plazo el crecimiento económico sobre la demanda de agua: al 2050 el bajo crecimiento económico considerado en la modelación puede reducir la producción esperada en un 20% (unos 5.6 m³/s). El actual panorama económico podría decirse es ambivalente: una apreciación del peso que favorece la importación y desestimula las exportaciones, puede resultar en una reducción de la actividad productiva, derivando en menores ingresos de las empresa y los trabajadores, y produciendo más desempleo (o cambiándolo por subempleo con menores ingresos), lo que a su vez no solo repercute directamente sobre la demanda de agua empresarial e institucional sino que afecta la demanda de los hogares. En este sentido las metas de largo plazo del gobierno (crecimiento anual de 4%) quedarían como cifras muy optimistas. En lo relativo a la eficiencia productiva, lo que se detectó en las encuestas realizadas a los grandes

¹⁵ Resolución 493 de la CRA, Febrero de 2010. Decreto 5051 de diciembre de 2009 MinAmbiente.

¹⁶ Para las ciudades de clima frío como Bogotá, el tope era de 28 metros cúbicos al mes (o 56 m³/vigencia). De acuerdo a los ejercicios realizados en esta consultoría, para el 2008 el 86% de los usuarios tenían un consumo inferior a 20 m³/mes y probablemente la proporción con consumo inferior al tope fijado, podría estar cercana a 91%.

¹⁷ Esta medida fue implementada a partir de enero de 2010, por lo que no alcanzó a ser considerada en este estudio, cuyas cifras detalladas de facturación cubrieron hasta la sexta vigencia del 2008.

¹⁸ Según el censo 2005, el 51% de la población vive en apartamento y un 40% en casa; en tanto en el censo de 1993, el 354% de la población residía en apartamentos y el 60% en casa.

consumidores es que no pocas empresas e instituciones han hecho planes para ahorro de agua mediante la adopción de aparatos de menor consumo (centros comerciales, universidades), reutilización de agua y utilización de agua lluvia para ciertas labores. De nuevo, la velocidad de este proceso y su extensión a muchas empresas marcaría una ruta distinta del consumo no residencial.

Por último, en cuanto a la relocalización de las empresas, y salvo el caso de Bavaria, ciertamente no se sabe cuántas de las que se han ido impactan sensiblemente la demanda de agua que percibe la empresa. De hecho no hay claridad acerca de la magnitud del fenómeno, cuántas son realmente relocalización y cuántas han optado por separar sus procesos productivos de los logísticos de transporte y comercialización. No solo hay algún éxodo hacia las poblaciones vecinas a Bogotá principalmente motivado por los incentivos fiscales, sino que algunas se habrían desplazado a la costa Caribe para lograr una mejor ventaja competitiva. En el caso particular de Bavaria, estaba previsto que realizara su traslado hacia Tocancipá durante el segundo semestre del 2009; el consumo de Bavaria (en su planta de Techo en Bogotá) es similar a las ventas de agua a Mosquera o Madrid y Funza juntos, o es equivalente al consumo de 17.000 viviendas; con una demanda de 0.43 m³/s ésta representa el 14% del consumo de los grandes consumidores, el 13% del consumo industrial de la ciudad, y el 3% del consumo no residencial (cifras al 2008). Si bien el caso de Bavaria es excepcional pues era de lejos el mayor consumidor que tenía la empresa, las causas y estrategias detrás de la movida podrían ser sintomáticas: la necesidad de reducir costos frente a un descenso en las ventas obliga, entre otras acciones, a fusionarse con otras plantas (caso Bavaria) o relocalizarse donde puedan tener un cierto ahorro de costos por algún tiempo (incentivos fiscales promovidos por algunos municipios).

5 Conclusiones y recomendaciones

A continuación se enuncian algunos de los aspectos que se considera resultaron interesantes en el estudio y se dan algunas recomendaciones en torno a las acciones a seguir en el evento de mantener actualizadas las proyecciones de población y demanda de agua.

1. Los escenarios elaborados resultan importantes para analizar el comportamiento de la distribución espacial de Bogotá y los municipios vecinos y sus consecuencias en la prestación del servicio de agua y hace algunos aportes útiles en el proceso de planeación al futuro. En primer lugar se ha ampliado el horizonte del estudio de población y viviendas hasta el año 2050. Lo cual aporta un elemento importante en el estudio de demanda de agua, puesto que permite definir una trayectoria de transición para la ubicación de la población de desborde. La proyección del agregado de Bogotá más los 24 municipios del entorno permite observar las tendencias generales del área ampliada de Bogotá. Al soslayar los límites impuestos por el perímetro urbano de Bogotá es previsible estudiar el efecto de las fuerzas de mortalidad y fecundidad y de la migración a toda el área ampliada de Bogotá.
2. Las proyecciones incorporan un modelo de ubicación de la población en los 24 municipios de Cundinamarca cercanos a Bogotá. Los resultados muestran una trayectoria más factible que la que muestran las proyecciones del DANE en donde solo se tiene en cuenta las fuerzas demográficas sin tener en cuenta las limitaciones impuestas por la ocupación del territorio.
3. El modelo desarrollado se puede convertir fácilmente en un generador de escenarios para poder proyectar el desarrollo de los municipios dependiendo de la orientación que se piense pueda tener el desarrollo de los diferentes municipios. El ajuste necesario a las proyecciones demográficas se puede hacer de manera ponderada aumentando el peso relativo de los municipios que tienen mayor probabilidad de desarrollo y disminuyendo el peso relativo de los municipios que se consideran con escasa posibilidad de desarrollo. La importancia puede definirse en términos de desarrollos de infraestructura de transporte, cercanía a Bogotá, espacio disponible, condiciones ambientales, etc.
4. Se ha realizado una proyección de viviendas en la que se ha destacado las implicaciones que va a tener la reducción en el tamaño del hogar y la disminución del número de hogares por vivienda. Estas tendencias podrían llevar en el largo plazo a una reducción en los consumos medios por usuario del servicio de acueducto, con implicaciones en los costos de comercialización. Si las tendencias recientes observadas se mantienen en el tiempo, un menor número de personas por hogar y/o vivienda llevarán a un menor consumo de agua y un menor valor facturado promedio.

5. Al ampliar el universo del estudio a los municipios de la Provincia del Tequendama se ha puesto de presente las diferencias con los 17 municipios de la Sabana. Hay un gran predominio de la zona rural y de segundas viviendas que tienen aspectos diferentes a los de los otros municipios que deben ser tenidos en cuenta tanto en las proyecciones como en la política comercial de la Empresa.
6. Es conveniente anotar que las proyecciones de largo plazo tienen un alto grado de incertidumbre y que requieren de permanente actualización en la medida en que se cuente con mejor información. Además, es necesario utilizar la información de suscriptores de servicios públicos para ir validando las proyecciones. En el futuro es importante combinar el enfoque demográfico con el enfoque de las variables sintomáticas para poder hacer un mejor seguimiento a las proyecciones de población y viviendas.
7. La evolución reciente de la demanda de agua facturada muestra, en términos de volumen suministrado, un relativo estancamiento para la demanda generada en Bogotá, pero un aumento significativo del segmento de los diez municipios que atiende la empresa (con un crecimiento anual promedio superior del 10%), en particular para los municipios de Chía, Mosquera y Madrid, seguidos de cerca por la dinámica de Sopó y algo menos por la de Tocancipá. A pesar del crecimiento tan notable de este conglomerado de municipios suburbano a Bogotá, su participación en la demanda solo alcanza el 11%, pero se ha estimado que su demanda se duplica para el 2030 (2.07 m³/seg cuando en 2009 era de 1.05) y se triplica para el 2005 (3.14 m³/seg).
8. En cuanto al consumo residencial, en tanto que para Bogotá estuvo prácticamente estancado (0.3% anual), para Soacha creció a una razón anual de 2.64% y Gachancipá a 7.85%, denotando una relativa saturación en Soacha y un mayor espacio en el último. En el área no residencial el crecimiento es disímil, Bogotá creció 6.2% anualmente, Soacha un poco más (8.1%), pero Gachancipá presenta un decrecimiento de 6.8%, pero seguramente está cifra esconde la sustitución por fuentes subterráneas (aún para el caso de Soacha).
9. Existen varios elementos de incertidumbre que harían incierta la definición de un único escenario de demanda de agua. Se pueden citar y explorar un número de factores de incertidumbre ligados a las tres variables de la demanda que se trabajaron: consumo por cuenta o per cápita, consumo no residencial y las acciones de la empresa en torno al agua no contabilizada. A pesar de ello se sugirieron un par de trayectorias que podrán ser más próximas a lo que podría pasar en el futuro cercano.
10. Para estos dos escenarios se tiene una misma condición de mantener el IANC en el nivel de 2009 (36.58%, seguramente esta condición seguirá como en años previos, dedicar el esfuerzo a mantener el nivel del índice) y un consumo residencial per cápita bajo (72 LHD, por debajo de los 10 m³/usuario/mes). Para el escenario más alto se supone un crecimiento económico de 3.5%, sin ganancias en productividad (consumo por unidad de producto constante), y no hay cambios

significativos en el tejido empresarial (PIB por unidad empresarial constante). Para el escenario bajo lo único que cambia es que el crecimiento del PIB solo es del 2% anual.

11. En el escenario alto, en el año 2031 se estaría colmando la capacidad de oferta presente (21 m³/seg), en tanto que con el escenario bajo esta saturación se pospone por 7 años (2038). Para el año 2050, los requerimientos de producción se situarían en los 28.3 m³/seg en el caso del escenario alto, y en 23.4 m³/seg en el caso del escenario bajo.
12. Empero el bajo consumo asumido (72 LHD) podría ya quedar rezagada si se estabiliza la reducción de consumo que produjo el aviso de sanción de consumos excesivos hacia enero de 2010; en dicho caso el consumo per cápita para el 2010 ya estaría por el orden de 71.4 LHD.
13. Igualmente se advirtió que las cifras de facturación no reflejan el consumo real de los hogares en virtud de los errores de micromedición, pero también esconden los posibles fraudes que se realizan, aspecto sobre el cual no hay suficiente información para realizar los ajustes de consumo necesarios.
14. Una de las acciones que se debe realizar con cualquier modelo de proyección es mantener un sistema de vigilancia que permita hacer un seguimiento a las variables que han servido de fundamento para la proyección, en este caso un seguimiento a la demanda (consumo facturado residencial, no residencial, municipios), a la producción (afectación por IANC y una medición de sus componentes: micromedición, pérdidas técnicas y comerciales), así como a las variables que ayudan a su determinación: el desarrollo al interior de la ciudad para conocer la dinámica de las transformaciones urbanísticas y sectores de expansión; la configuración del desarrollo urbano-regional para conocer los cambios en la dinámica de los municipios vecinos como receptores de población y aglutinadores de actividad productiva; el cambio en el tamaño de los hogares y viviendas en cuanto que ayudan a determinar el consumo per cápita; y finalmente, aunque sea para estimaciones de mediano plazo, es necesario coordinar la actualización del modelo de ocupación en vivienda y del crecimiento poblacional y sus localización urbana, en particular en su componente más volátil cual es la migración.