



**FACULTAD DE ECONOMÍA**  
**PROGRAMA DE MAGÍSTER EN ECONOMÍA DEL MEDIO AMBIENTE**  
**Y LOS RECURSOS NATURALES**

**INCENTIVOS MICROECONOMICOS EN EL CONSUMO Y PROVISIÓN**  
**DE RECURSOS DE INTERÉS COLECTIVO. EL AGUA POTABLE EN**  
**LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

**OSCAR JAVIER GUEVARA ARÉVALO**

**ASESOR**  
**JUAN CAMILO CÁRDENAS**

**BOGOTÁ D.C., COLOMBIA**

**2005**

## TABLA DE CONTENIDOS

LISTA DE TABLAS.....	4
LISTA DE GRAFICAS.....	5
1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. MOTIVACIONES Y RELEVANCIA.....	7
2.2 Emergencia en sistema de Abastecimiento de Chingaza.....	8
2.2.1 Primera Emergencia.....	8
2.2.2 Segunda Emergencia.....	8
2.3 Política de Ahorro Voluntario.....	8
2.3.1 Primera Emergencia.....	8
2.3.2 Segunda Emergencia.....	9
2.4 Construcción de Evidencia.....	9
2.4.1 Volumen de agua residencial facturada.....	10
2.4.2 Volumen de agua consumido por usuario.....	11
2.4.3 Volumen de agua consumido por persona.....	12
2.4.4 Valor unitario promedio de agua facturada.....	14
3. OBJETIVOS.....	18
3.1 Objetivo general.....	18
3.2 Objetivos específicos.....	18
4. MARCO TEÓRICO.....	18
4.1 Sobre la Naturaleza del Agua Potable.....	18
4.1.1 Sentido Jurídico del Servicio Publico de Agua.....	18
4.1.2 Sentido Económico del Consumo Residencial de Agua Potable.....	19
4.2 Sobre los servicios públicos, la estratificación y el ingreso.....	20
4.3 Trabajos Previos.....	23
4.3.1 TEA 1999.....	23
4.3.2 JUNCA 2000.....	24
4.3.3 TORRADO 2001.....	24
4.3.4 MOLINA 2003.....	25
5. ESTIMACIÓN DE DEMANDA.....	26
5.1 Forma Funcional.....	26
5.2 Ajuste Parcial.....	27
5.3 La Restricción Presupuestal.....	27
5.4 Modelo Propuesto para Aporte Voluntario (Altruismo Impuro).....	28
6. MODELO ECONÓMICO PARA DETERMINAR EL CONSUMO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE.....	31
6.1 Especificación del modelo.....	31
6.2 Definición y construcción de variables.....	32
6.3 Modelo general de datos agrupados.....	34
6.4 Modelo neoclásico de precios e ingresos.....	35
6.5 Modelo de ajuste dinámico.....	36
6.6 Modelo de hábitos de consumo por precios (demanda asimétrica).....	38
6.7 Modelo de altruismo impuro.....	40
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	44
7.1 Elasticidades Precio (valor unitario metro cúbico de agua).....	44

7.2	Elasticidades Ingreso.....	46
7.3	Ajuste Parcial.....	47
7.4	Coefficientes de Ajuste del modelo (R – 2).....	47
7.5	Coefficientes de Reducción Voluntaria.....	48
8.	CONCLUSIONES.....	49
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	52
9.1	Estudios de población y demanda de agua en Bogotá.....	52
9.2	Estudios de estratificación y servicios públicos para Colombia y Bogotá.....	52
9.3	Elasticidades precio e ingreso de la demanda de agua potable en otras ciudades.....	52
9.4	Políticas, instituciones y regulación en recursos de interés colectivo.....	53
	ANEXO UNO – ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS DATOS.....	55
	ANEXO DOS – REGRESIONES MODELO BASE.....	58
	ANEXO TRES – MODELO PRECIOS E INGRESO.....	63
	ANEXO CUATRO – REGRESIONES MODELO HABITO DE PRECIOS.....	68
	ANEXO CINCO - REGRESIONES MODELO ALTRUISMO IMPURO.....	74
	ANEXO SEIS – ALGUNOS RESULTADOS DE ELASTICIDADES PRECIOS E INGRESO EN EL MUNDO.....	80
	ANEXO SIETE – DATOS ESTUDIO UNIVERSIDAD NACIONAL Y PLANEACION DISTRITAL, 2004.....	81

## **LISTA DE TABLAS**

TABLA UNO - VOLUMEN DE AGUA RESIDENCIAL FACTURADA POR ESTRATOS

TABLA DOS -VOLUMEN DE AGUA RESIDENCIAL FACTURADA (TOTAL CIUDAD)

TABLA TRES- CONSUMO BIMESTRAL PROMEDIO POR USUARIO

TABLA CUATRO-CONSUMO BIMESTRAL PROMEDIO POR PERSONA

TABLA CINCO-VALOR UNITARIO METRO CÚBICO DE AGUA POTABLE

TABLA SEIS-VARIACIÓN VALOR UNITARIO METRO CÚBICO DE AGUA POTABLE, ACUMULADO BASE 1990

TABLA SIETE - RESUMEN DE VARIACIONES PORCENTUALES: CONSUMO Y VALOR UNITARIO

TABLA OCHO - RESULTADO REGRESIÓN MODELO PRECIOS E INGRESOS

TABLA NUEVE - RESULTADO REGRESIÓN MODELO AJUSTE DINÁMICO

TABLA DIEZ - RESULTADO REGRESIÓN MODELO HABITO DE PRECIOS

TABLA ONCE - RESULTADO REGRESIÓN MODELO ALTRUISMO IMPURO

TABLA DOCE - ELASTICIDADES PRECIO

TABLA TRECE - ELASTICIDADES INGRESO

TABLA CATORCE - COEFICIENTES CONSUMO REZAGADO

TABLA QUINCE - COEFICIENTES AJUSTE DE MODELOS R-2

TABLA DIECISÉIS - COEFICIENTES REDUCCIÓN VOLUNTARIA

## **LISTA DE GRAFICAS**

GRAFICA UNO - TOTAL VOLUMEN DE AGUA RESIDENCIAL FACTURADA

GRAFICO DOS - CONSUMO BIMESTRAL PROMEDIO POR USUARIO

GRAFICO TRES - CONSUMO BIMESTRAL PROMEDIO POR PERSONA

GRAFICO CUATRO - RELACIÓN NÚMERO DE USUARIOS Y TOTAL CONSUMO RESIDENCIAL

GRAFICO CINCO - VALOR UNITARIO METRO CÚBICO DE AGUA POTABLE

GRAFICO SEIS - VARIACIÓN PORCENTUAL - VALOR UNITARIO METRO CÚBICO DE AGUA POTABLE, BASE 1990

GRAFICO SIETE - VALOR CARGO FIJO

GRAFICO OCHO - VALOR CONSUMO BÁSICO

GRAFICO NUEVE - VALOR CONSUMO COMPLEMENTARIO

GRAFICO DIEZ - DEMANDA CON ELASTICIDAD CONSTANTE

GRAFICO ONCE - RELACIÓN PRECIO CONSUMO

# 1. INTRODUCCIÓN

Problemas en el uso y conservación de recursos naturales, renovables o no, asociados además a conflictos entre el interés individual y el colectivo, han sido objeto de estudio desde diferentes perspectivas, usando el conocimiento aplicado de disciplinas como las ciencias naturales, la economía, la ingeniería, el ecologismo, la psicología, entre otras.

De varias formas y en diferentes niveles de análisis se estudia la evidencia real asociada al bienestar en medios urbanos y rurales, con conjuntos de herramientas que intentan explicar el papel de los agentes que los conforman. Estructuralmente, los enfoques varían en su carácter de definición de comportamientos, métodos y preferencias de análisis, de procesos, contextos e incentivos.

Desde el punto de vista de la economía, se asume que los actores maximizan sus beneficios alrededor de una racionalidad de preferencias y decisiones, con aplicaciones a diferentes problemas. La configuración del sistema, sus supuestos e implicaciones, es el comienzo estratégico de estudio del presente artículo. Las respuestas basadas en instituciones, el cumplimiento o no de normas, el comportamiento pro social y otras combinaciones de preferencias asociadas al estado de un sistema urbano como la ciudad de Bogotá.

Siguiendo la teoría de la organización institucional, Cárdenas (2004 c) menciona tres formas que a lo largo de la historia de la humanidad han surgido para regular el comportamiento económico: el mercado, el estado, y las formas comunitarias o de autogobierno. A través de éstos tres tipos de instituciones, de acuerdo con Cárdenas, las sociedades han “construido e implementado instrumentos de corrección para que las decisiones individuales generen mecanismos de coerción, comando y control y de incentivos pecuniarios y no pecuniarios”. El nivel de efectividad de los instrumentos propuestos como política pública de reducción voluntaria del consumo residencial de agua potable, y la forma de los objetivos alcanzados son el caso particular de estudio que se ajustan a ésta teoría de regulación.

A través del estudio del consumo residencial de Agua Potable en la Ciudad de Bogotá D.C., Colombia, se analizarán el conjunto de instituciones y normas de acción colectiva propias de los habitantes de la ciudad ante un cambio en su entorno, generados principalmente por la emergencia en el sistema de conducción de la Empresa de Acueducto del año 1997, y complementados por otros factores de información e incentivos, que los llevaron a tomar decisiones que, desde el punto de vista de la conservación de un Recurso Natural, son socialmente deseables.

Se espera que los resultados concluyan, desde la perspectiva de la política pública, elementos fundamentales para la provisión del bien público de conservación del recurso agua, y que en éste sentido pueda ser aplicado a múltiples situaciones en que se generen externalidades y pérdidas sociales y sea necesario diseñar instituciones que internalicen esas pérdidas

## 2. MOTIVACIONES Y RELEVANCIA

La Evidencia empírica del comportamiento de los residentes de Bogotá y su consumo de agua potable implica la posibilidad de incorporación de elementos al análisis económico adicional a los supuestos mínimos de la teoría neoclásica. Más allá de comportamientos estratégicos, o de beneficio personal material, se trata de retomar como la sociedad muestra sistemáticamente decisiones altruistas.

Con los resultados del presente estudio, se espera encontrar evidencia de la disponibilidad del sector residencial a sacrificar consumo personal de un bien para poner en marcha sistemas de mantenimiento de una norma social de ahorro que garantizara el comportamiento pro ciudad. El fenómeno particular, estudiado en casos específicos de consumo de agua por MICHELSEN (1998) y HEANEY (1998) en “*residential water conservation price and nonprice programs*” y “*conservation programs*” respectivamente, refuerza la preocupación en la efectividad y / o conveniencia de los programas orientados a la modificación de los patrones de consumo, para diferentes áreas de estudio en ciudades de Estados Unidos.

El argumento base de las preferencias del grupo debe incluir entonces un análisis de la estructura misma del consumo de agua, y como las preferencias orientadas a ese consumo en combinación con las reglas del proceso de ahorro voluntario, entran en el proceso cognitivo de los individuos, dando como resultado una beneficiosa aplicación de la regla de aporte voluntario a un problema social. Se pretende entonces, que la implementación de esta regla pudo generar en los individuos una transformación en su consumo que desvió la atención parcialmente de las tarifas ( el efecto de la elasticidad precio) y provoco una respuesta estratégica post emergencia, sin la introducción de nuevos componentes pedagógicos ( o por lo menos no en la escala inicial de crisis) como las campañas de ahorro descritas mas adelante.

Se incluyen entonces en el estudio datos comparativos sobre consumos básicos ( JUNCA 2000), estructuras de consumo en Colombia y en diferentes ciudades del mundo ( DNP 1991), ( MICHELSEN 1998), por considerarlos relevantes al aportar evidencia sobre el comportamiento racional de los agentes .

La fracción grande de información ( ¡ los habitantes de Bogotá ! ) dispuesta a seguir una norma de reducción en el consumo, y que bajo la teoría propuesta en esta investigación que están dispuestos a seguir una norma cooperante, en ausencia de castigos o sanciones, es una invitación al estudio detallado de los mecanismos

autogestionados que pueden ser utilizados por las políticas públicas para, a través del comportamiento individual, obtener resultados sociales

## **2.2 Emergencia en sistema de Abastecimiento de Chingaza**

En 1997 el sistema de abastecimiento de agua potable de Santa Fe de Bogotá D.C. se vio seriamente amenazado por los derrumbes que se presentaron en el túnel que transporta el agua cruda desde el embalse de Chingaza hasta la planta de tratamiento de Wiesner, que abastece en condiciones normales de operación el 70% del consumo total de la ciudad incluyendo los municipios vecinos que se sirven del sistema (TEA 1997). Durante la emergencia, se presentaron dos derrumbes consecutivos, de características diferentes que fueron atendidos, en el primer caso con el ahorro voluntario de los usuarios, y el segundo con el ahorro más un racionamiento parcial distribuido por zonas en la ciudad.

### **2.2.1 Primera Emergencia**

La primera Emergencia en el Sistema Chingaza, ocasionada por el derrumbe del túnel a flujo libre entre Ventana y Simaya, comenzó el *26 de Enero de 1997* y terminó el *29 de abril de 1997*. Esta emergencia se sorteó con la puesta en funcionamiento del Embalse de San Rafael, se decretó la emergencia manifiesta, se contrató la reparación del daño, y se definió que la ciudadanía participaría de la solución del problema con un ahorro voluntario de agua para preservar la almacenada en el embalse.

### **2.2.2 Segunda Emergencia**

La segunda Emergencia se inició al día siguiente a la culminación de la primera emergencia (30 de Abril de 1997), con el Embalse de San Rafael con tan solo 6 millones de metros cúbicos. De acuerdo a TEA, en un principio se pensó en un racionamiento drástico, pero luego se decidió convocar nuevamente a la solidaridad de los Bogotanos para un ahorro voluntario y aplicar un racionamiento parcial por zonas.

## **2.3 Política de Ahorro Voluntario<sup>1</sup>**

### **2.3.1 Primera Emergencia**

Para convocar la solidaridad de la comunidad en el ahorro del agua, se informó a través de los medios de comunicación sobre la importancia del ahorro y la forma de realizarlo a través del hogar, el estado de avance de la reparación y el nivel diario de ahorro. Se desarrolló entonces una campaña de ahorro voluntario a través de radio,

---

<sup>1</sup> Basado en TEA 1997: " Actualización de la Proyección de la Demanda de Agua. Producto Número cuatro: Proyección del Consumo Per Cápita".



prensa y televisión con el objeto de informar a la comunidad la forma de realizar el ahorro.

Con base en los datos de TEA (1997), el ahorro aproximado para éste periodo es del 6 %, calculado como la diferencia entre el consumo entre la primera y la segunda vigencia de 1997.

### 2.3.2 Segunda Emergencia

El día 5 de Mayo de 1997 se inició un racionamiento cuyo esquema básico dependía del comportamiento de la ciudad en el ahorro del agua, del manejo técnico que se pudiera hacer en la red de distribución y del comportamiento de las lluvias en la zona de Chingaza.

En la campaña de ahorro, se restringieron los lavaderos de carros, se aplicaron sanciones pedagógicas a los derrochadores, y se implementó un racionamiento parcial en las diferentes zonas de la ciudad. El ahorro en el consumo estimado entre la sexta vigencia de 1996 y la sexta vigencia de 1997, asociada con la segunda emergencia, fue del 19%.

La campaña de comunicación a la comunidad sobre las formas de realizar el ahorro, divulgaba diferentes formas como:

- Corregir fugas domiciliarias
- Ahorrar agua en el inodoro
- Ahorrar agua en la ducha
- Ahorrar agua en el lavamanos ( cepillada de dientes y afeitada).
- Ahorrar agua en la lavadora
- Riego de jardines
- Lavado del carro.
- Uso de escoba y agua en barrido de frentes de casa y fachadas.

La estrategia de comunicación se centro en *cuatro temas principales*, por considerarlos de mayor eficiencia en el ahorro del agua<sup>2</sup>:

- Ahorro en la ducha
- Descarga del inodoro
- Lavado de ropas con platón o lavadora con carga completa
- Lavado de platos una vez al día y cerrar la llave mientras es enjabona.

## 2.4 Construcción de Evidencia

---

<sup>2</sup> Para información complementaria sobre la estructura del consumo residencial de agua potable, el Departamento Nacional de Planeación tiene dos estudios para la determinación de usos del agua en los hogares. Ver DNP-FONADE (1991) y JUNCA (2000).

Los aportes voluntarios son un desafío para la investigación económica y el centro de interés de este trabajo. Las razones, motivaciones e incentivos para entregar o sacrificar bienes económicos de agentes privados, y la repercusión que esto tiene en diferentes aspectos de la política y el bienestar social, como la provisión de bienes públicos, es incuestionable. El reto consiste en avanzar de forma paralela en las bases teóricas del altruismo y en la recopilación de los datos con potencial de documentación al respecto. La decisión privada de reducir voluntariamente el consumo de agua potable es el caso de estudio que combina un nivel de conciencia ciudadana asociado al uso de este recurso durante la crisis en el sistema de abastecimiento, y la siguiente formación de hábitos de bajo consumo en “no emergencia”, que combinado con la estructura de precios e ingresos en los años siguiente, modificaron la tasa de consumo de la oferta hídrica de la ciudad.

En el caso de estudio, el consumo residencial de agua potable, y con base en datos suministrados para los últimos 14 años, se plantean cuatro grupos de indicadores a través de los cuales se tiene la primera evidencia que implica un comportamiento con causas y efectos que con frecuencia no son suficientemente explicados. Estos grupos de indicadores son:

- Volumen promedio de agua residencial facturada
- Volumen promedio de agua consumida por usuario
- Volumen promedio de agua consumida por persona
- Valor unitario promedio de agua facturada

Los indicadores son los siguientes:

#### 2.4.1 Volumen de agua residencial facturada

**TABLA UNO**  
**VOLUMEN DE AGUA RESIDENCIAL FACTURADA POR ESTRATOS**

	<b>ESTRATO 1</b>	<b>ESTRATO 2</b>	<b>ESTRATO 3</b>	<b>ESTRATO 4</b>	<b>ESTRATO 5</b>	<b>ESTRATO 6</b>
1994	8.047.193	72.359.024	85.367.475	34.600.946	16.357.296	8.725.864
1995	8.302.553	86.777.739	88.586.311	36.964.430	17.038.901	9.153.651
1996	10.728.638	83.532.894	83.774.796	36.542.647	15.682.097	8.961.896
1997	10.289.698	75.121.104	78.194.437	31.343.778	13.922.371	9.099.447
1998	11.004.660	70.016.302	89.540.165	26.035.208	11.803.494	10.740.543
1999	11.532.255	72.462.975	85.966.305	25.436.956	11.728.291	10.392.634
2000	11.762.774	71.811.992	83.562.438	25.597.163	11.677.121	10.432.246
2001	12.376.080	69.790.021	79.654.988	25.151.205	11.286.186	10.029.908
2002	12.018.839	64.369.298	70.267.773	23.128.260	10.605.023	9.510.662
2003	13.833.865	69.166.459	78.613.294	25.764.907	11.125.559	10.269.771
2004	14.596.021	68.875.901	75.280.831	25.092.238	10.729.293	10.198.726

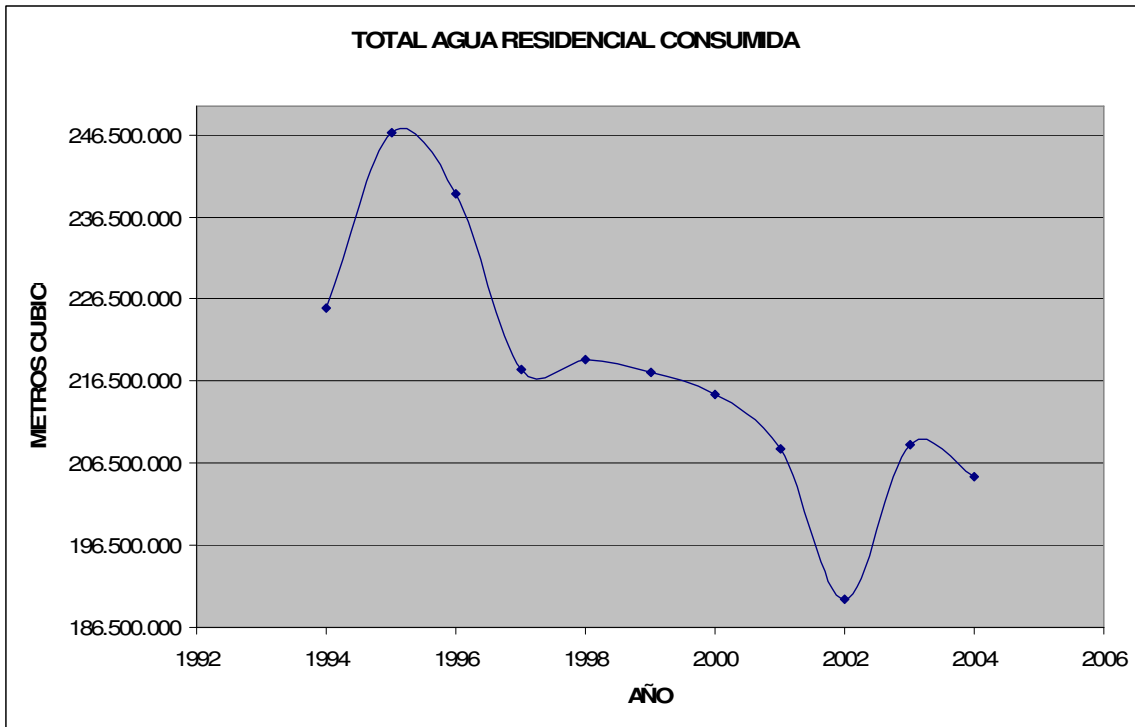
Fuente: Datos suministrados por Empresa de Acueducto de Bogotá, Cálculos Propios

**TABLA DOS**  
**VOLUMEN DE AGUA RESIDENCIAL FACTURADA (TOTAL CIUDAD)**

	TOTAL ESTRATOS RESIDENCIALES $\Sigma$ E1 A E6	VARIACIÓN %	VARIACIÓN % ACUMULADA (BASE 1994)
1994	225.459.793		
1995	246.825.580	109,48%	109,48%
1996	239.224.964	96,92%	106,11%
1997	217.972.833	91,12%	96,68%
1998	219.142.371	100,54%	97,20%
1999	217.521.416	99,26%	96,48%
2000	214.845.733	98,77%	95,29%
2001	208.290.389	96,95%	92,38%
2002	189.901.855	91,17%	84,23%
2003	208.775.858	109,94%	92,60%
2004	204.775.014	98,08%	90,83%

Fuente: Datos suministrados por Empresa de Acueducto de Bogotá, Cálculos Propios

**GRAFICA UNO**  
**TOTAL VOLUMEN DE AGUA RESIDENCIAL FACTURADA**



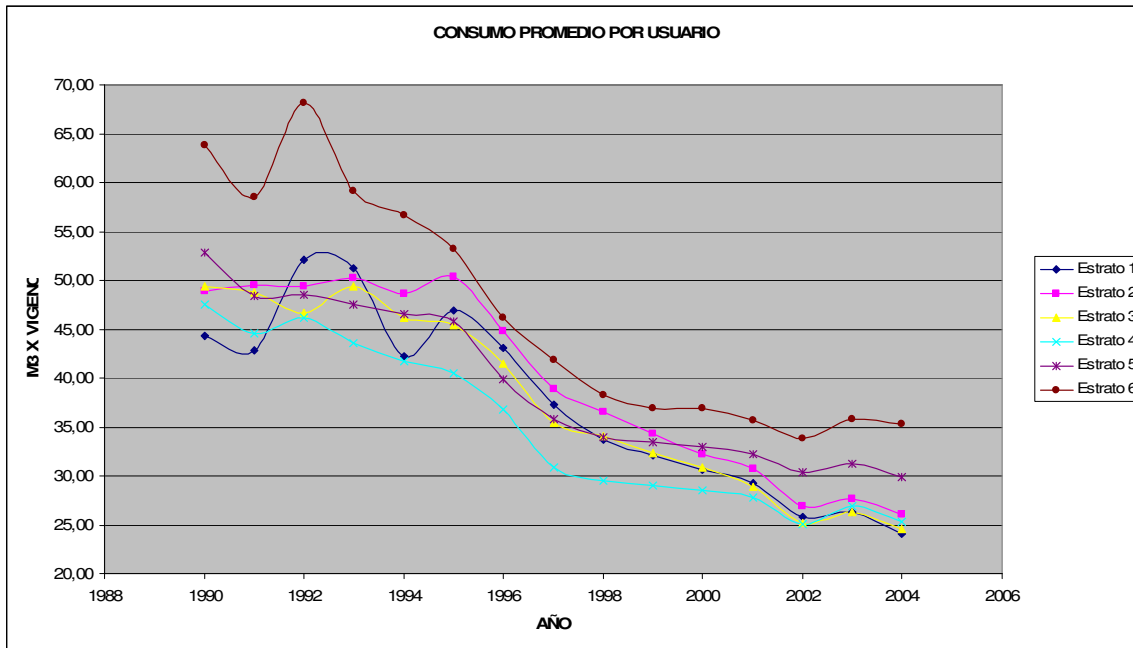
#### 2.4.2 Volumen de agua consumido por usuario

**TABLA TRES**  
**CONSUMO BIMESTRAL PROMEDIO POR USUARIO**

CONSUMO PROMEDIO POR USUARIO (BIMESTRAL, M3)						
AÑO	ESTRATO					
	1	2	3	4	5	6
1990	44,30	48,84	49,41	47,59	52,83	63,83
1991	42,86	49,49	48,83	44,53	48,37	58,51
1992	52,13	49,40	46,71	46,19	48,56	68,11
1993	51,22	50,25	49,39	43,57	47,49	59,15
1994	42,22	48,61	46,12	41,71	46,56	56,71
1995	46,89	50,41	45,47	40,46	45,79	53,21
1996	43,05	44,82	41,50	36,83	39,89	46,14
1997	37,31	38,92	35,39	30,87	35,83	41,91
1998	33,71	36,52	34,09	29,54	33,90	38,27
1999	32,05	34,38	32,30	29,06	33,41	36,95
2000	30,58	32,25	30,82	28,48	32,97	36,97
2001	29,31	30,72	28,91	27,73	32,21	35,64
2002	25,80	26,94	25,24	25,06	30,35	33,83
2003	26,34	27,60	26,30	26,92	31,26	35,75
2004	24,03	26,05	24,59	25,25	29,90	35,29

Fuente: Datos suministrados por Empresa de Acueducto de Bogotá, Cálculos Propios

**GRAFICO DOS**  
**CONSUMO BIMESTRAL PROMEDIO POR USUARIO**



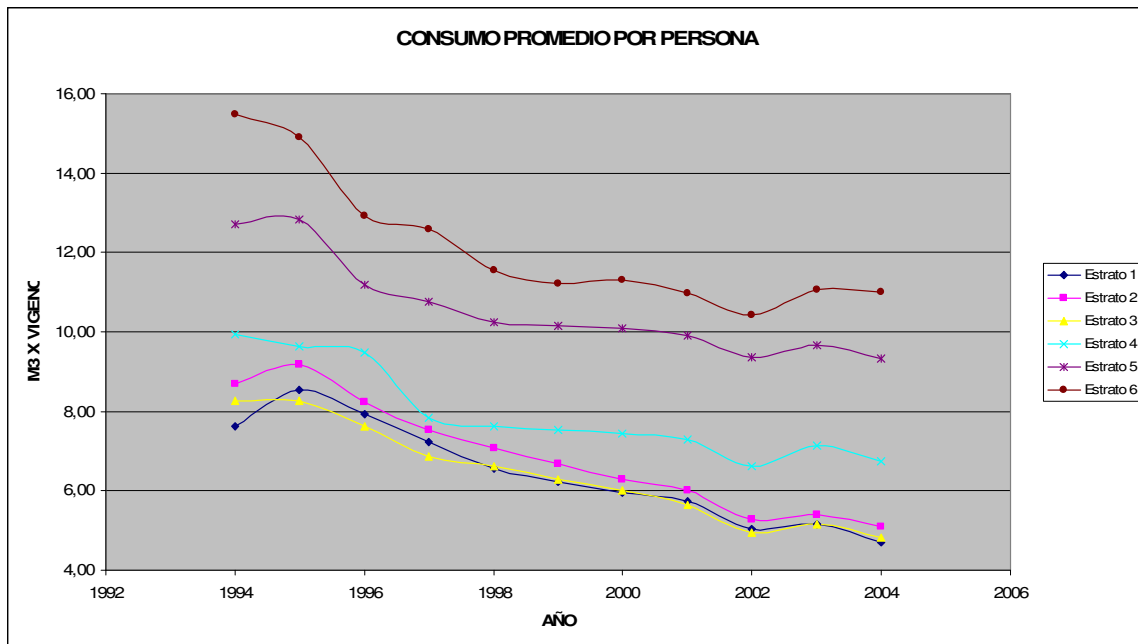
### 2.4.3 Volumen de agua consumido por persona

**TABLA CUATRO**  
**CONSUMO BIMESTRAL PROMEDIO POR PERSONA**

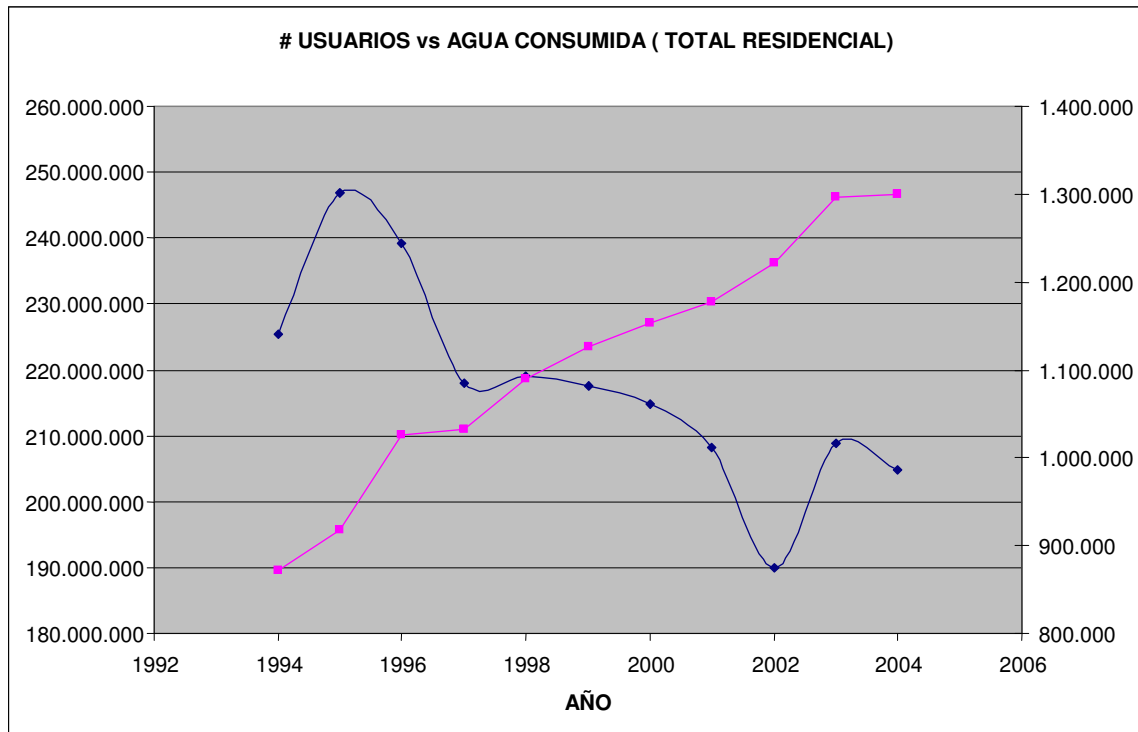
CONSUMO PROMEDIO POR PERSONA (BIMESTRAL, M3)						
ESTRATO						
AÑO	1	2	3	4	5	6
1994	7,62	8,69	8,25	9,95	12,72	15,49
1995	8,53	9,16	8,27	9,63	12,83	14,90
1996	7,91	8,24	7,63	9,47	11,17	12,92
1997	7,23	7,54	6,86	7,83	10,76	12,58
1998	6,55	7,09	6,62	7,63	10,24	11,56
1999	6,24	6,69	6,28	7,55	10,15	11,23
2000	5,96	6,29	6,01	7,44	10,08	11,31
2001	5,72	6,00	5,65	7,30	9,91	10,97
2002	5,05	5,27	4,94	6,63	9,37	10,44
2003	5,15	5,40	5,15	7,14	9,68	11,07
2004	4,71	5,11	4,82	6,73	9,32	10,99

Fuente: Datos suministrados por Empresa de Acueducto de Bogotá, Cálculos Propios

**GRAFICO TRES**  
**CONSUMO BIMESTRAL PROMEDIO POR PERSONA**



**GRAFICO CUATRO**  
**RELACIÓN NÚMERO DE USUARIOS Y TOTAL CONSUMO RESIDENCIAL**



Fuente: Datos suministrados por Empresa de Acueducto de Bogota, Cálculos Propios  
Eje izquierdo: Consumo en metros cúbicos  
Eje Derecha: Numero de usuarios

#### 2.4.4 Valor unitario promedio de agua facturada

**TABLA CINCO**  
**VALOR UNITARIO METRO CÚBICO DE AGUA POTABLE**

	VALOR UNITARIO					
	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6
1990						
1991	12,20	31,45	58,77	97,56	168,10	190,34
1992	10,89	25,23	52,50	90,69	160,39	154,25
1993	15,28	30,74	57,09	95,01	168,10	183,84
1994	11,51	30,37	57,04	96,32	162,90	188,21
1995	13,28	30,43	56,03	95,35	153,13	190,05
1996	16,06	32,70	56,05	97,61	154,17	201,03
1997	12,03	30,73	62,83	110,33	156,06	202,31
1998	14,73	37,91	72,51	120,56	161,76	211,62
1999	19,24	49,16	88,06	136,80	174,07	227,96

2000	28,07	65,41	113,53	169,80	199,52	301,04
2001	41,21	84,09	145,85	202,59	230,08	409,10
2002	57,73	103,73	179,49	229,59	257,39	448,86
2003	74,87	120,18	205,63	241,41	277,00	452,74
2004	85,26	132,60	226,11	244,56	313,07	416,52

En pesos constantes de 1990

Fuente: Datos suministrados por Empresa de Acueducto de Bogotá, Cálculos Propios

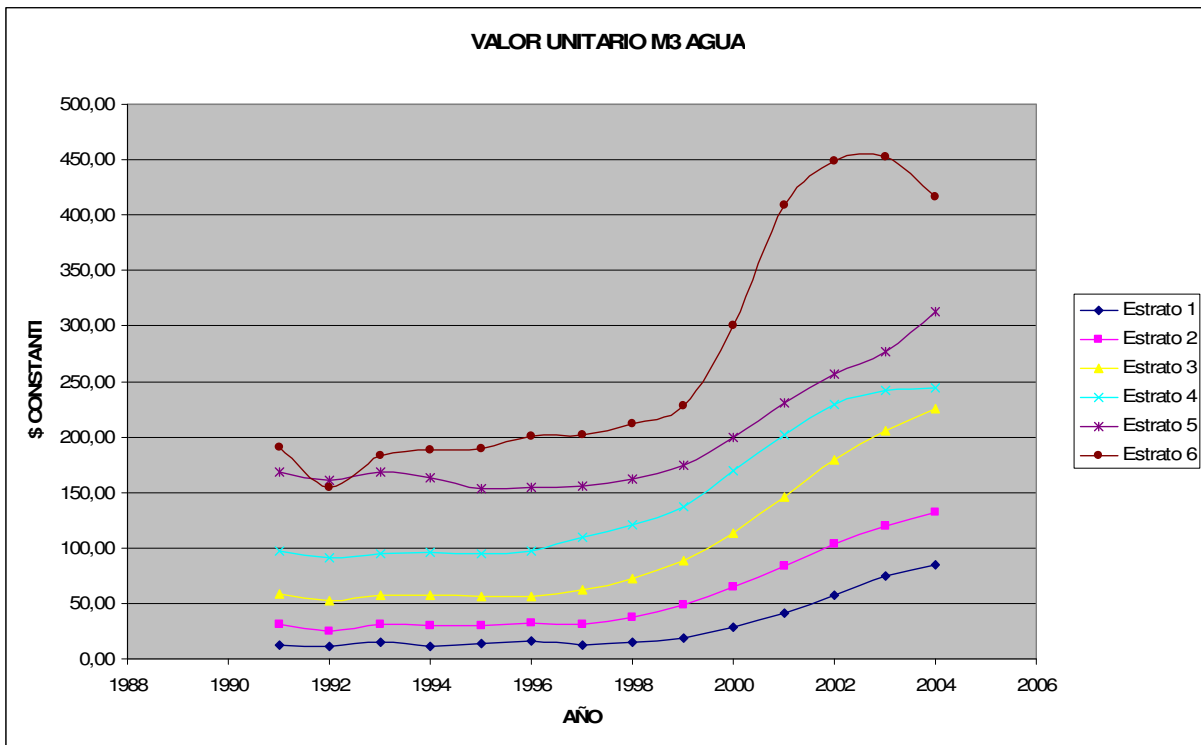
**TABLA SEIS**  
**VARIACIÓN VALOR UNITARIO METRO CÚBICO DE AGUA POTABLE, ACUMULADO BASE 1990**

VARIACION VALOR UNITARIO % ACUMULADO 1990						
	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6
1990						
1991	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1992	-10,67%	-19,78%	-10,66%	-7,04%	-4,59%	-18,96%
1993	25,26%	-2,26%	-2,85%	-2,61%	0,00%	-3,42%
1994	-5,65%	-3,41%	-2,95%	-1,27%	-3,10%	-1,12%
1995	8,88%	-3,23%	-4,66%	-2,27%	-8,91%	-0,15%
1996	31,67%	4,00%	-4,63%	0,05%	-8,29%	5,62%
1997	-1,39%	-2,28%	6,91%	13,10%	-7,16%	6,29%
1998	20,74%	20,55%	23,38%	23,58%	-3,77%	11,18%
1999	57,71%	56,34%	49,84%	40,23%	3,55%	19,76%
2000	130,17%	108,02%	93,19%	74,05%	18,69%	58,16%
2001	237,86%	167,42%	148,18%	107,66%	36,87%	114,93%
2002	373,34%	229,86%	205,43%	135,34%	53,11%	135,82%
2003	513,88%	282,17%	249,91%	147,46%	64,78%	137,86%
2004	599,10%	321,69%	284,76%	150,68%	86,23%	118,83%

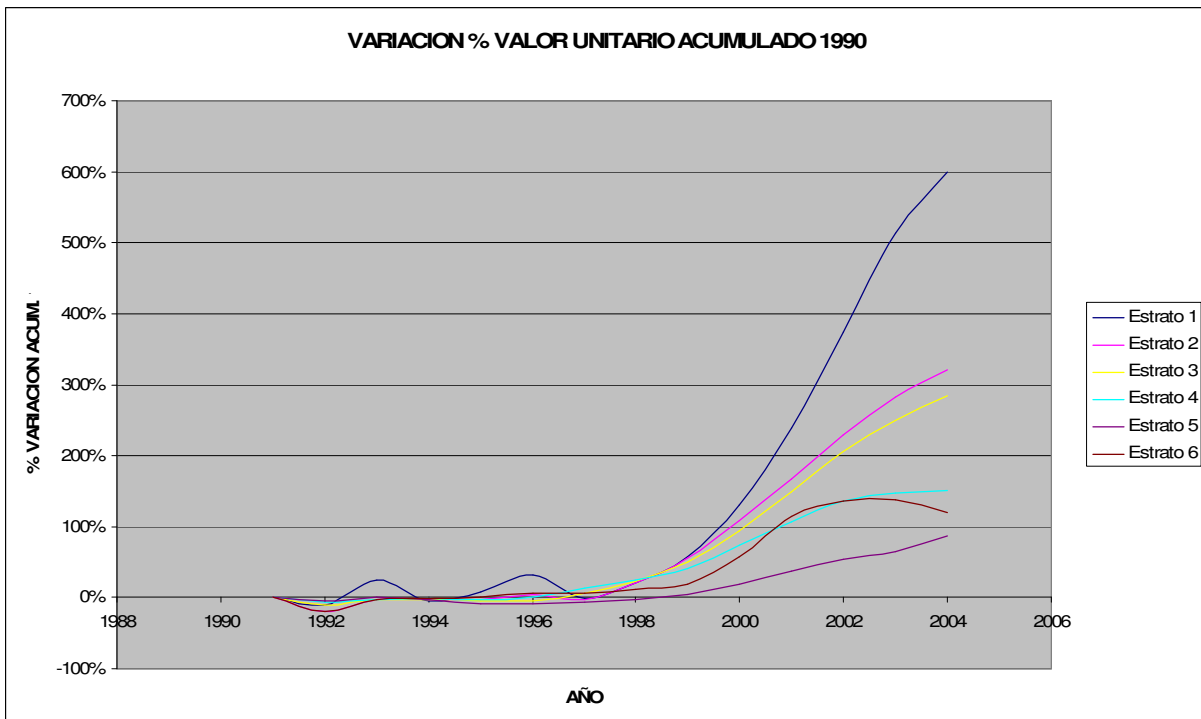
En pesos constantes de 1990

Fuente: Datos suministrados por Empresa de Acueducto de Bogotá, Cálculos Propios

**GRAFICO CINCO**  
**VALOR UNITARIO METRO CÚBICO DE AGUA POTABLE**



**GRAFICO SEIS**  
**VARIACIÓN PORCENTUAL - VALOR UNITARIO METRO CÚBICO DE AGUA POTABLE, BASE 1990**





En resumen, los cambios acumulados, por estrato, para el periodo de análisis, en términos porcentuales es el siguiente:

**TABLA SIETE**  
**RESUMEN DE VARIACIONES PORCENTUALES: CONSUMO Y VALOR UNITARIO**

	<b>VARIACION % ACUMULADO BASE 1990 <sup>(3)</sup></b>					
	<b>Estrato 1</b>	<b>Estrato 2</b>	<b>Estrato 3</b>	<b>Estrato 4</b>	<b>Estrato 5</b>	<b>Estrato 6</b>
TOTAL CONSUMO RESIDENCIAL M <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	181,38%	95,19%	88,18%	72,52%	65,59%	116,88%
CONSUMO PROMEDIO POR USUARIO M <sup>3</sup>	54,24%	53,34%	49,77%	53,06%	56,60%	55,29%
CONSUMO PROMEDIO POR PERSONA M <sup>3</sup> <sup>(2)</sup>	61,81%	58,80%	58,42%	67,64%	73,27%	70,95%
VALOR UNITARIO M <sup>3</sup> POR USUARIO	599,10%	321,69%	284,76%	150,68%	86,23%	118,83%

(1) y (2) Tomado para el periodo 1994 - 2004

(3) Los porcentajes calculados como fracción del año base. Valores menores a la unidad ( 100 %) indican una reducción o caída en la variable al final del periodo de análisis, con respecto a lo que se tenía en el año inicial.

De la información de las tablas y graficas anteriores, puede describirse cronológicamente lo siguiente:

- a) El total residencial de agua consumida en la ciudad de Bogota disminuyo, aun cuando el numero de usuarios siguió una tendencia creciente en el tiempo (grafico cuatro). Esto quiere decir que en conjunto, la medida del consumo residencial de la ciudad , como la sumatoria del comportamiento individual de cada usuario, compenso la tendencia creciente de la población y de cubrimiento de la misma por parte de la Empresa de Acueducto ,
- b) El consumo bimestral promedio por usuario, por estrato, presenta una tendencia decreciente, con una fuerte caída en el año 1997.
- c) A partir del año 1999, el valor unitario por metro cúbico de agua presenta un fuerte aumento, que continua hasta el final del periodo de análisis.
- d) En síntesis, un comportamiento general de reducción en el consumo, con un volumen total medible de agua no consumida, que se plantea análogo a un bien público, es el resultado de la suma de cada usuario, que en promedio presento una tendencia a la reducción, mientras que de manera simultanea el valor unitario crecía.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo general**

Encontrar evidencia de la reducción voluntaria en el consumo residencial de agua potable, como indicador de una norma social de ahorro en la ciudad de Bogotá.

### **3.2 Objetivos específicos**

- Calcular las elasticidades precio e ingreso de la demanda residencial de agua potable, por estratos.
- Usar técnicas de estimación econométrica para la medición cuantitativa de las variables asociadas a la reducción en el consumo residencial de agua potable.
- Presentar recomendaciones para el trabajo futuro en lo relativo a normas sociales de comportamiento pro social
- Contribuir a la construcción de estudios de caso relativos a la cultura política, de cooperación, cumplimiento voluntario de normas y uso de recursos de interés común en la ciudad de Bogotá.

## **4. MARCO TEÓRICO**

### **4.1 Sobre la Naturaleza del Agua Potable**

Las condiciones del agua potable, que por extensión es un servicio público domiciliario, inducen a la formación de una estructura monopólica. Se trata, además, de un recurso renovable, pero agotable, ya que sus fuentes de provisión son escasas y su capacidad de renovación natural es limitada; por lo tanto, se trata de un recurso “difícilmente reproducible y por lo tanto monopolizable” (JUNCA 1998).

El agua potable posee además unas particularidades como lo son la rivalidad y exclusividad. Es un bien privado puro (divisible) y su acceso está controlado al pago de una factura. Es además congestionable, y su exclusión es posible dadas unas condiciones técnicas y sociales, a un costo razonable.

#### **4.1.1 Sentido Jurídico del Servicio Público de Agua**

Bajo el marco de la constitución de 1991, se ha dado en los últimos años un desarrollo de normas en doble vía: de una parte la legislación referida al agua como recurso natural renovable, y de otra parte, considerado como un bien económico que

se comporta como cualquier otro bien en el mercado, objeto de apropiación de parte de los individuos y con un valor asignado ( CRA 2001).

El fundamento jurídico que justifica el control público del servicio de agua potable y saneamiento básico es su definición como servicio público esencial, lo que significa que “ está destinado a satisfacer necesidades comunes e indispensables de los miembros de la sociedad” ( CRA 2001). Esto implica que las actividades relacionadas directamente con la provisión del servicio están protegidas por la ley. De igual modo, la ley determina que ningún ciudadano puede ser excluido del acceso sin razón que lo justifique.

En CRA (2001).se propone un concepto mas amplio para el agua potable, proponiendo la acepción de *bien mayor*. Con esto se replantea la problemática del agua en contextos de desarrollo sostenible, urbanización, economías de mercado y equilibrios del medio ambiente ( para mencionar solo los señalados en éste texto). La síntesis de las propiedades del agua potable, como bien público mayor, propuestas por CUERVO (1997) y citadas en CRA (2001) son:

- *Bien meritorio*: Un servicio adecuado y a costos razonables contribuyen a garantizar la igualdad de oportunidades deseada por las sociedades democráticas. La calidad hace posible el desarrollo del ser humano.
- *Medio de consumo superior*: Garantiza consumos sociales diversos. El agua como medio de consumo productivo condiciona, en términos de calidad, eficiencia y precio, el desarrollo de la economía.
- *Bien vital*. El recurso natural es agotable. Su consumo debe respetar y garantizar la auto reproducción del sistema hídrico. La disposición del recurso condiciona las posibilidades de supervivencia de la raza humana, de su organización y de su cultura.

El concepto de bien mayor permite comprender la repercusión que la prestación del servicio tiene sobre los mas variados campos de la economía y de la vida social, las condiciones de desarrollo de la productividad social, la igualdad de oportunidades y el equilibrio de las relaciones con la naturaleza.<sup>3</sup>

#### 4.1.2 Sentido Económico del Consumo Residencial de Agua Potable

El referente del consumidor residencial de agua potable es el de maximización de la utilidad, la cual representa el ordenamiento de sus preferencias, sujeto a una restricción presupuestal. Esto indica que se espera maximizar la función de utilidad del individuo que está en función de las cantidades consumidas de bienes, sujeto a un ingreso, que es igual a lo que se gasta en los bienes consumidos. No se consideran los efectos externos de sus acciones o en el bienestar de otros, o en su entorno físico.

---

<sup>3</sup> En este sentido, pueden consultarse varios trabajos relativos al acceso y uso de servicios públicos para Colombia y Bogotá, como GIRALDO (2004) y DPAD – UNIVERSIDAD NACIONAL (2004)

El consumo de agua potable, depende en lo fundamental del precio, número de usuarios, nivel de ingresos, hábitos de aseo e higiene en el hogar y de las campañas de ahorro de agua ( JUNCA 2000). La decisión del consumidor de agua se modela entonces como el resultado de un proceso de optimización de una función de utilidad, la cual indica la cantidad consumida en correspondencia con el conjunto de precios y con un determinado ingreso. Dependiendo de la función de utilidad que se emplee, resultaran funciones de demanda de diversas características.

## **4.2 Sobre los servicios públicos, la estratificación y el ingreso**

Ley 142 de 1994, define los criterios que deben guiar los servicios públicos domiciliarios: "eficiencia económica, neutralidad, solidaridad, redistribución, suficiencia financiera, simplicidad y transparencia".

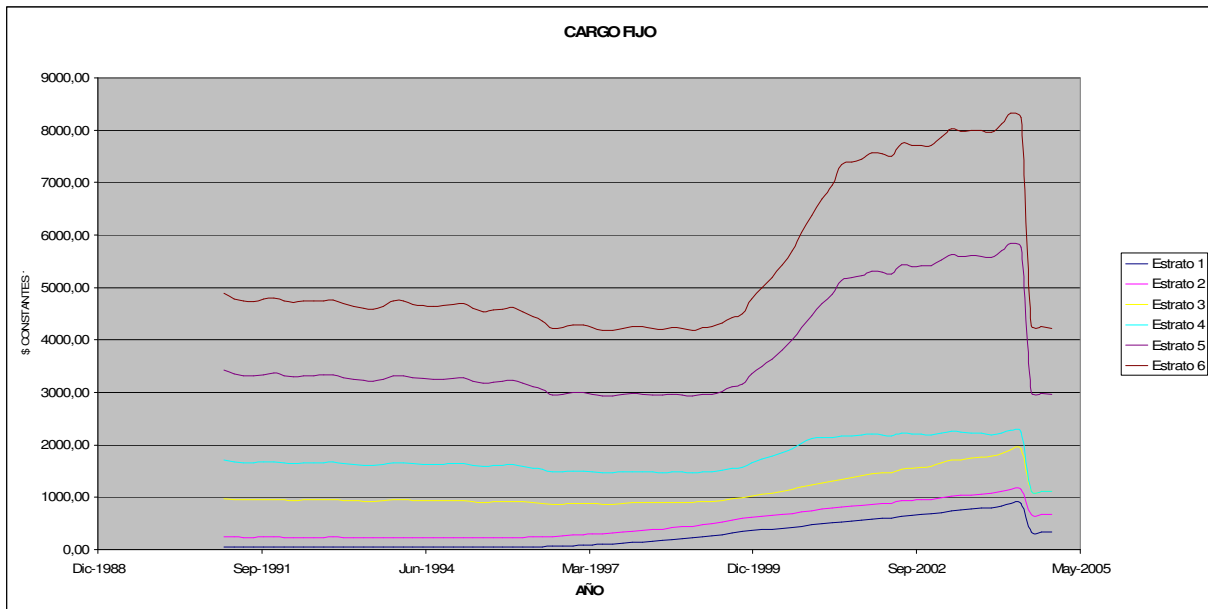
"Puesto que los servicios públicos domiciliarios son esenciales para la vida cotidiana, lo ideal sería que en la medida de lo posible se asimilaran a un bien público. Nadie debe estar excluido y la oferta debe realizarse de tal manera que la rivalidad se reduzca lo máximo posible. El primer paso es lograr la no exclusión. Y este propósito Bogotá ya lo está consiguiendo en acueducto y alcantarillado. Aunque el costo de la no exclusión ha sido un aumento de la participación de las tarifas en el ingreso de los hogares". ( DPAD 2005, pg. 12)

Los servicios de acueducto y alcantarillado en Bogotá usan la estratificación socioeconómica para el cobro diferencial de tarifas. De acuerdo a DPAD – UNIVERSIDAD NACIONAL (2005) y MARTÍNEZ (2004), la estratificación socioeconómica es un instrumento limitado, por la forma como se obtiene y aplica, en especial porque:

- Excluye pocos pobres, e incluye muchos no pobres en los estratos uno y dos
- La relación entre estrato y niveles de ingresos; la dispersión dentro de los estratos lleva a varias áreas de coincidencia entre los hogares de distintos estratos.

Con base en los datos de la Empresa de Acueducto, la evolución de las tarifas por estrato, usando pesos constantes de 1990, es la siguiente:

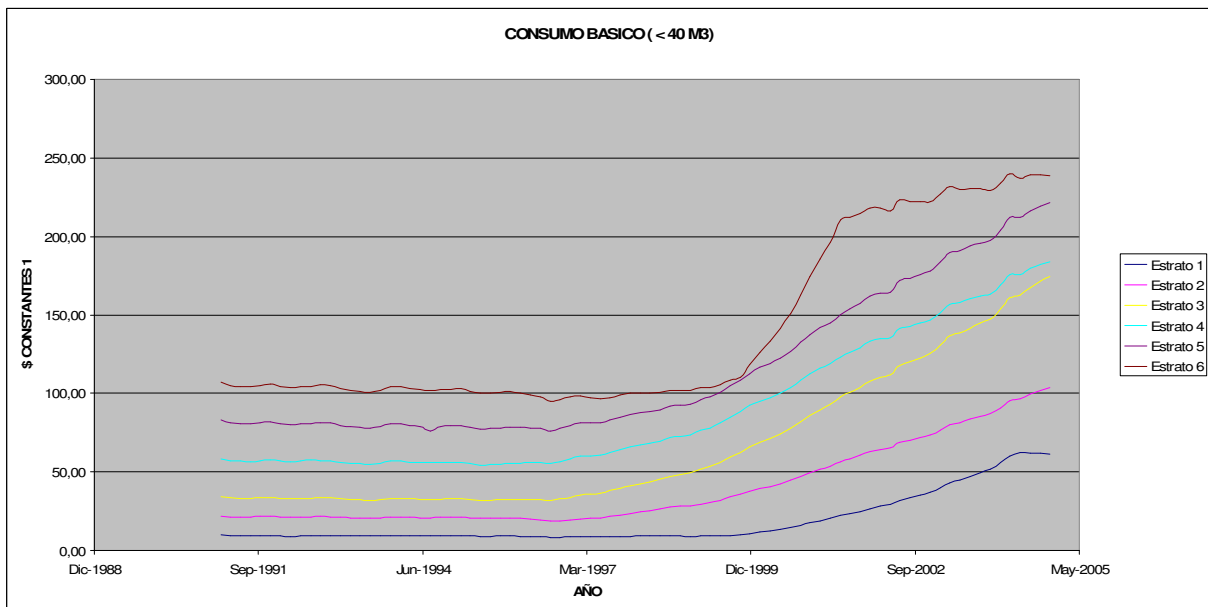
**GRAFICO SIETE  
VALOR CARGO FIJO**



En pesos constantes de 1990

Fuente: Datos suministrados por Empresa de Acueducto de Bogota, Cálculos Propios

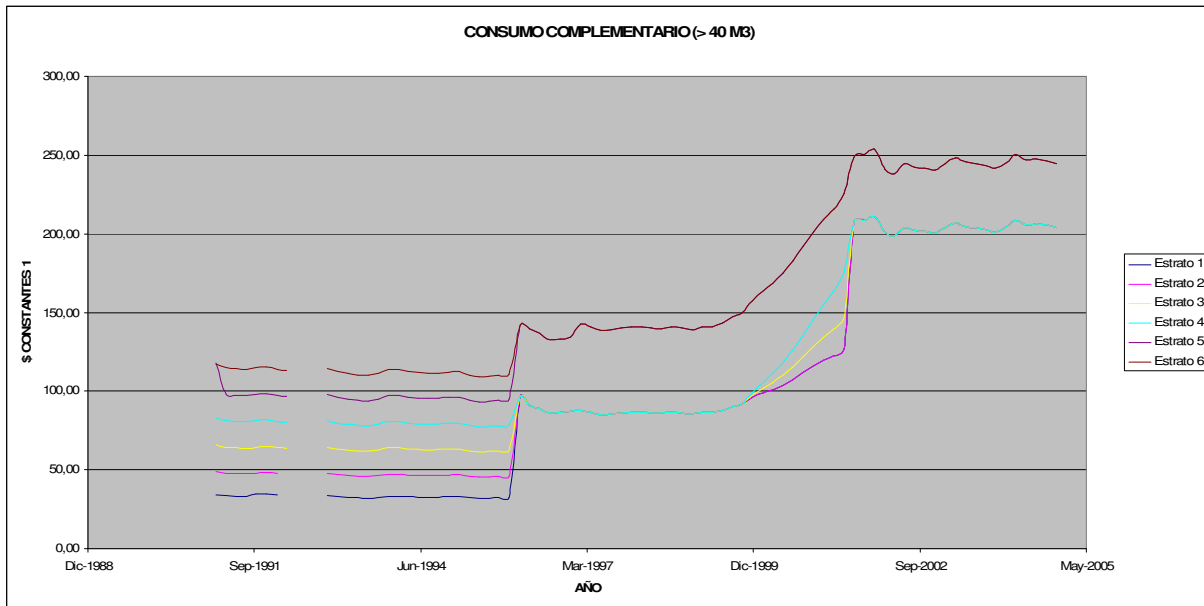
**GRAFICO OCHO  
VALOR CONSUMO BÁSICO**



En pesos constantes de 1990

Fuente: Datos suministrados por Empresa de Acueducto de Bogota, Cálculos Propios

**GRAFICO NUEVE**  
**VALOR CONSUMO COMPLEMENTARIO**



En pesos constantes de 1990

Fuente: Datos suministrados por Empresa de Acueducto de Bogotá, Cálculos Propios

La tendencia en el valor del cargo fijo, consumo básico y complementario es creciente en el tiempo, y determinado por el contexto institucional y regulatorio<sup>4</sup>. La política de precios está marcada por tendencias heterogéneas, como: (a) el cargo fijo, con una fuerte tendencia al alza a partir del año 1999 para los estratos 5 y 6, y constante para los demás estratos (b) el valor del consumo básico crece siguiendo aproximadamente la misma tendencia para todos los estratos, (c) el cargo complementario tienen “saltos” crecientes en 1996 y el 2001, y termina con un valor ajustado e igual para los tres estratos más bajos, y los tres más altos. Bajo esta situación, se refuerza la propuesta de separar las ecuaciones de demanda y los determinantes de comportamiento de los usuarios, analizando cada uno por separado, ante la disparidad de señales de precio para cada uno.

Los promedios de consumo, para todos los estratos, desde 1997 (año de la crisis en el Sistema Chingaza), está por debajo de los cuarenta metros cúbicos, por lo cual dentro del análisis propuesto en esta investigación, no es relevante la evolución del cargo por consumo complementario. En caso de contarse con datos de micro medición (a nivel de usuario), debe considerarse cada observación, y el volumen consumido dentro del rango complementario, e incluso el suntuario (mayor a sesenta metros cúbicos). Se tiene además que las variaciones de precio que sirven como variable exógena, a partir del año 1997 se refieren al cargo fijo y al consumo básico, ya que como se observa en la Tabla Tres, los consumos promedio por

<sup>4</sup> Para información ampliada, puede consultarse DOMÍNGUEZ y URIBE (2005) y URIBE (2005)

estrato están por debajo de los cuarenta metros cúbicos. Las posteriores caídas de consumo, están dentro del rango de precios “complementario”.

### 4.3 Trabajos Previos

La revisión bibliográfica en el tema específico de estimación de funciones de demanda por agua potable en Bogotá, nos revela cuatro trabajos principales:

- TEA 1999: “ Actualización de la proyección de la demanda de agua”.
- JUNCA Juan Carlos 2000. “ Determinación del consumo básico de agua potable subsidiable en Colombia”.
- TORRADO Erika 2001. “ Efectos políticos de precios y programas de conservación sobre el consumo del agua: Caso Bogotá”.
- MOLINA Humberto (2003) “Actualización del estudio de población y demanda de agua, Bogotá”.

Para cada uno de éstos trabajos se plantea una metodología diferente de estimación de la función de demanda. TEA 1999, JUNCA 2000 y MOLINA 2003, llegan a resultados numéricos. TORRADO 2001 propone a partir de diferentes enfoques planteados por la literatura, un modelo que considera el más indicado para el caso de estudio (consumo residencial de agua potable en Bogotá). A manera de resumen se presentan los aspectos más significativos de cada uno de éstos estudios:

#### 4.3.1 TEA 1999

Considera que en general la relación entre el consumo y el ingreso y los precios es proporcional, especificando una forma lineal::

$$C = a + b \cdot P + c \cdot Y + \mu$$

Donde:

a,b,c,d: Parámetros a estimar

$\mu$  : término de error

a: consumo autónomo

C: consumo de agua. Definido como consumo facturado

P: variable relativa al precio del agua. Tarifa implícita en la factura de acueducto ( incluye cargo fijo y tarifa por consumo).

Y: variable relativa al ingreso de la unidad de gasto que consume C. Se definen tres alternativas: *Índice de ingresos*, *Valor de la factura*, según tarifas de cada vigencia y *Precio Relativo de IPC Acueducto a Ingresos*.

Z: variable o variables que capturan otros determinantes de C. Se proponen dos variables: *Campañas de ahorro voluntario*, y *Reajuste tarifario* ( por encima de inflación).

Utiliza series de tiempo, que cubren desde el año 1990 hasta 1998, con series para ***el total residencial para cada uno de los seis estratos***.

#### 4.3.2 JUNCA 2000

Especifica una variable para capturar la información relevante al precio que enfrenta el consumidor de agua potable. Se define como:

Precio del agua = Precio promedio por m<sup>3</sup> mensual por usuario ( \$/ m<sup>3</sup> )

Precio unitario promedio por usuario estrato i= P

Para dimensionar el precio del agua, JUNCA 2000 calcula los valores en pesos constantes para cada uno de los seis estratos. Luego propone una relación entre las cantidades consumidas de agua y los precios a través de una curva de elasticidad constante, a través de logaritmos.

La ecuación propuesta es la siguiente:

$$\text{Log } Q_t = \text{Log } C_t + \beta_1 \text{ Log } ( P_{t-1} ) + \beta_2 \text{ Log } ( Q_{t-1} ) + \mu$$

Donde:

$Q_t$ : es la cantidad consumida por usuario mensual o bimestral ( vigencia).

C: es el consumo básico

P: es el precio promedio por usuario estrato i ( \$/m<sup>3</sup>; precios constantes de 1998).

$Q_{t-1}$ : Consumo rezagado de un periodo

$\mu$ : termino de error aleatorio del modelo.

La variable  $Q_{t-1}$  se incluye por JUNCA para explicar el consumo dado que existe un hábito, es decir, que hay inercia en el consumo. Los usuarios no cambian sus hábitos de consumo inmediatamente, sólo se ajustan en los periodos siguientes a los incrementos en precios.

#### 4.3.3. TORRADO 2001

A partir de una revisión planteada en su documento de Tesis, TORRADO llega a la conclusión de que el modelos de BURTLESS y HAUSMAN es el mas indicado para el propósito de estimación de la demanda residencial de agua potable para el caso de Bogotá. Este modelo en forma simplificada utiliza para la estimación MÁXIMA



VEROSIMILITUD, donde la función de densidad esta truncada. El modelo a estimar y las variables a utilizar son las siguientes:

Si  $0 < \text{consumo} < 40$

$$\ln co = \beta_1 + \beta_2 \ln ba + \beta_3 \ln i bv + \beta_4 \ln per + \beta_5 \ln p + \beta_6 dmp + \beta_7 m + \varepsilon$$

Si  $40 < \text{consumo} < 80$

$$\ln co = \beta_1 + \beta_2 \ln com + \beta_3 \ln i bv2 + \beta_4 \ln per + \beta_5 \ln p + \beta_6 dmp + \beta_7 m + \varepsilon$$

Si  $\text{consumo} > 80$

$$\ln co = \beta_1 + \beta_2 \ln sum + \beta_3 \ln i bv3 + \beta_4 \ln per + \beta_5 \ln p + \beta_6 dmp + \beta_7 m + \varepsilon$$

Donde:

$\ln ba$ : logaritmo del precio marginal del agua, primer rango de consumo

$\ln com$ : logaritmo del precio marginal del agua, segundo rango de consumo

$\ln sum$ : logaritmo del precio marginal del agua, tercer rango de consumo

$\ln ibv$ : logaritmo del ingreso virtual, primer rango de consumo

$\ln ibv2$ : logaritmo del ingreso virtual 2, segundo rango de consumo

$\ln ibv3$ : logaritmo del ingreso virtual 3, tercer rango de consumo

$\ln per$ : logaritmo de numero de personas que viven en el hogar

$\ln p$ : logaritmo de presión del agua.

$dmp$ : Numero de campañas de ahorro

$m$ : numero de noticias presentadas durante la emergencia.

Dada la restricción presupuestaria no lineal, se genera un ingreso virtual para cada bloque de consumo.

#### 4.3.4 MOLINA 2003

El informe de Molina comprende un estudio de Actualización de la Proyección de Demanda para Bogotá. El contenido del informe esta dividido en:

- Proyección de la población 1995-2020
- Proyección y distribución espacial de la población y las viviendas 1995 – 2020
- Proyección del consumo per capita y Estudio de la Demanda de agua.
- Proyección de la demanda de agua y su distribución espacial.

La revisión de las estimaciones de población y vivienda menciona tres factores que de acuerdo con Molina son críticos en la expresión la caída del consumo per capita.

- La emergencia del sistema Chingaza de 1997
- La crisis económica general de la nación
- El aumento de tarifas

Adicionalmente, estima que el consumo per capita de la ciudad podría descender un 10% adicional en un plazo de cinco años, llegando a un valor por debajo de los 95 LHD.

Los resultados comparados de los trabajos anteriores es el siguiente:

	ELASTICIDAD PRECIO	
	TEA	JUNCA
<b>ESTRATO 1</b>	-0.1864	-0.136975
<b>ESTRATO 2</b>	-0.0782	-0.145819
<b>ESTRATO 3</b>	-0.1372	-0.195188
<b>ESTRATO 4</b>	-0.1427	-0.273326
<b>ESTRATO 5</b>	-0.0771	-0.272915
<b>ESTRATO 6</b>	-0.1371	-0.390161

El estudio de MOLINA solo muestra escenarios de consumo por estrato hasta el año 2025; no calcula elasticidades precio o ingreso. La lectura analítica de estos resultados se realiza en forma comparada en un capítulo posterior, con los resultados del presente estudio.

## 5. ESTIMACIÓN DE DEMANDA

### 5.1 Forma Funcional

Como se menciona en el apartado anterior (sentido económico del consumo residencial de agua potable), el resultado de un proceso de optimización es un conjunto de funciones de demanda marshallianas – una para cada bien considerado – las cuales indican la cantidad comprada por el consumidor representativo en correspondencia con el conjunto de precios y con un determinado ingreso. La estrategia teórica consiste entonces en revisar la teoría convencional, para luego proponer nuevas aproximaciones, estimando en cada caso ecuaciones de demanda verificando la validez de los modelos.

Una de las alternativas planteadas para el consumo periódico de agua, planteado por JUNCA (2000), es “operar como si solo hubiese dos bienes en la función de utilidad y llegar a un sistema de dos funciones de demanda. La decisión sería moldeada entonces por una de las ecuaciones del sistema, e incluye otra para el resto de los bienes”. La *hipótesis de separabilidad* empleada en este caso afirma que las “decisiones relativas a la distribución del gasto en los diferentes bienes que constituyen el *resto*, no afectan las decisiones relativas a la compra de agua” (

JUNCA 2000). Esto, en conclusión, es equivalente a emplear una sola ecuación, porque el residuo del ingreso del consumidor en el resto de los bienes es igual a la diferencia del ingreso total con el gasto en el consumo de agua potable.

Para modelar la demanda por agua potable conviene utilizar además la *teoría de integrabilidad*, donde a partir de una ecuación *ad - hoc* definida para la demanda de un solo bien, que no es el resultado del proceso de optimización de una forma específica de una función de utilidad, existe una función de utilidad que corresponde a la función de demanda empleada.<sup>5</sup> En este tipo de ecuaciones, se incluye como argumento el precio real del agua potable y el ingreso real de los consumidores representativos. Con la estimación de estas ecuaciones se espera un resultado aproximado al comportamiento del consumidor representativo al cambio en el precio relativo del agua potable y ante el ingreso, si todo lo demás permanece constante.

## 5.2 Ajuste Parcial

Dada la función de demanda para un consumidor representativo, se encuentra el supuesto de repuesta instantánea o inmediata ante cambios en los parámetros. Este supuesto resulta en muchos casos inapropiado y es conveniente plantear un retardo en el ajuste a los cambios en las variables independientes. Este desfase da lugar a un *modelo de ajuste parcial*.

El modelo de ajuste parcial fundamenta un equilibrio de la variable dependiente, que no es alcanzado de inmediato, sino a través de un proceso gradual de ajustes. Este proceso puede ser descrito por las siguientes ecuaciones:

$$Y_t^* = a + b.X_t + e_t$$

$$Y_t - Y_{t-1} = K (Y_t^* - Y_{t-1})$$

Donde K es el coeficiente de ajuste; mide la proporción en que cada periodo se reduce la diferencia entre  $Y_t^*$  (valor de equilibrio estático) y el valor alcanzado en el período anterior  $Y_{t-1}$ . Si K es igual a uno, el ajuste es instantáneo. La combinación de las dos ecuaciones anteriores obtenemos:

$$Y_t = a.K + b.K.X_t + (1-K) Y_{t-1} + K e_t$$

## 5.3 La Restricción Presupuestal

<sup>5</sup> Modelo teórico planteado en JUNCA 2000, con referencia a VARIAN, Hal A. *Microeconomic Analysis*, Alianza Editorial, Madrid.

La estructura tarifaria tiene cargos fijos, y cargos que dependen del volumen del consumo por estratos socio económicos<sup>6</sup>. Esto es, un precio diferencial por bloques o rangos de consumo. El resultado de esto es una restricción de presupuesto delimitada por una línea quebrada.

La restricción no lineal es no diferenciable; en consecuencia, “la curva de demanda convencional no puede adecuarse a representar la conducta del consumidor cuando se enfrenta a una restricción presupuestal no lineal”( TORRADO 2001). Debido a esta estructura creciente por bloques, la mayor parte de los consumidores no están conscientes de los precios que enfrentan ( JUNCA 2000). El consumidor no enfrenta un precio único como en un modelo simple, sino un precio variable. Ello introduce complicaciones en el análisis del modelo econométrico de estimación, como a las variables que idealmente deberían representar el precio (el consumo).

Para efectos del presente trabajo, y considerando el tipo de datos (promedio de consumo por estrato), se adoptó restringir el análisis a lo reportado en la factura, la cual agrega la suma de los cobros diferenciales por cargo fijo, consumo básico, complementario y suntuario, y que conserva de forma directa lo propuesto metodológicamente como señal de precio al consumidor representativo. En caso de contarse con datos de micro medición ( por usuario), conviene separar , por rangos de consumo , siguiendo lo propuesta por TORRADO. Se utiliza entonces en este trabajo el valor unitario de un metro cúbico de agua, y que es el resultado de dividir el valor total de la factura entre el total de metro cúbicos facturados.

#### **5.4 Modelo Propuesto para Aporte Voluntario (Altruismo Impuro)**

Andreoni (2004) propone la Filantropía como un desafío de investigación económica; en su artículo explica las bases teóricas empíricas y de investigación de políticas, recogiendo aspectos fundamentales en lo relativo al objeto de ésta investigación, como lo son los comportamientos individuales y colectivos de donaciones, actos caritativos, bienes públicos, voluntariados, entre otros.

Su construcción de un modelo que explique el comportamiento racional de acciones filantrópicas implica reconciliar el interés de los individuos con motivaciones sociales, o con motivaciones propias que no están claramente identificadas, pero que pertenecen al entorno de dar a los demás. Su base teórica es el consumo de bienes que, provistos en forma altruista, son análogos a un bien público.

Su tesis radica en valorar el consumo de otros de éste bien público dentro de la propia función de utilidad; en consecuencia, el modelo debe caracterizarse como una provisión privada de un bien público a través de una actividad / donación privada voluntaria. Andreoni ajusta el modelo de bien público puro, a un modelo con mayor capacidad de predicción, realista, llamado “ Warm Glow Giving” ( WGG). El modelo

---

<sup>6</sup> En las graficas siete, ocho y nueve se muestra la evolución del cargo fijo, por consumo básico y complementario.

WGG refuerza una característica introspectiva de comportamiento: las personas no son indiferentes a los medios de provisión del bien público, y por lo tanto, su acto de dar les produce una experiencia “Warm Glow”.

Las personas, concluye Andreoni, no son indiferentes a sus contribuciones voluntarias, ni a las de los demás. Este modelo se conoce como **Altruismo Impuro**. La optimización del individuo puede escribirse como un modelo restringido en la siguiente forma:

$$\text{MAX}_{x_i, g_i} U_i ( x_i, G, g_i )$$

$$\text{s.a } x_i + g_i = m_i$$

$$G = \sum g_i$$

$$g_i > 0$$

Donde:

$x_i$  = consumo de bienes privados; agua potable en el sector residencial.

$g_i$  = contribución a bien público ( ahorro voluntario en consumo de agua potable)

$m_i$  = ingreso

$G = \sum g_i$  = Bien público, conservación del recurso agua potable.

No se asume una función tecnológica para transformar el bien de consumo, agua potable  $x_i$ , en el bien Público,  $G$ , ya que son idénticos.

Este modelo puede describirse como:

$$\text{MAX}_{x_i, G} U_i ( x_i, G, G - G_{-i} )$$

$$\text{s.a } x_i + G = m_i + G_{-i}$$

$$G > G_{-i}$$

Donde:

$G_{-i} = G - g_i$ , o sea, la contribución de toda la sociedad, menos la contribución propia.

En otras palabras el individuo aporta al bien público el nivel que desea para que este alcance la utilidad esperada.

Al considerar la relación tecnológica entre  $x_i$  y  $G$ , se define una tasa marginal de sustitución igual a 1, para así tener:

$$(\delta U_i / \delta G) / (\delta U_i / \delta x_i) = 1$$

Y el sistema se resuelve para encontrar para cada individuo las ecuaciones que describen la solución del sistema (asumiendo un equilibrio de Nash, donde cada persona  $i$  trata  $G_{-i}$  como independiente, de  $g_i$ ), llegando a:

$$G = f_i ( m_i + G_{-i} )$$

O su equivalente:

$$g_i = f_i ( m_i + G_{-i}, G_{-i} ) - G_{-i}$$

Asumiendo que cada individuo, consumidor residencial de agua potable, solo puede aportar cantidades positivas al bien público, su función de aporte voluntario al mismo es:

$$g_i = \max \{ f_i ( m_i + G_{-i}, G_{-i} ) - G_{-i}, 0 \}$$

Analizando las condiciones de primer orden, se tiene que:

1. El "ingreso social",  $m_i + G_{-i}$  es el resultado de reescribir el proceso de maximización de utilidad.
2.  $f^s$  es la derivada con respecto al ingreso social
3.  $f^w$  es la derivada con respecto a  $G_{-i}$
4. Para bienes normales se tiene que  $0 < f^s < 1$
5. De acuerdo a Andreoni,  $f^w > 0$

Derivando la ecuación anterior con respecto a  $G_{-i}$ :

$$\delta g_i / \delta G_{-i} = f^s + f^w + 1$$

$$\delta g_i / \delta G_{-i} = -(1 - f^s) + f^w$$

Dentro de las características del modelo de altruismo impuro se tiene que los aportes de los demás son sustitutos imperfectos del aporte propio; esto es, que aun frente al aumento en el aporte de los demás, no es mi decisión reducir la mía, lo cual se recoge en el término  $f^w$ <sup>7</sup>.

En términos concretos, el modelo puede ajustarse a la respuesta racional en los hogares de la ciudad de Bogotá, a partir de las preferencias reveladas por reducir voluntariamente su consumo, asumiendo la responsabilidad ciudadana convocada en épocas de crisis.

<sup>7</sup> Es importante destacar dos limitaciones del análisis; el comportamiento "free rider", y los usuarios informales del sistema de abastecimiento de agua potable.

## **6. MODELO ECONOMETRICO PARA DETERMINAR EL CONSUMO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE**

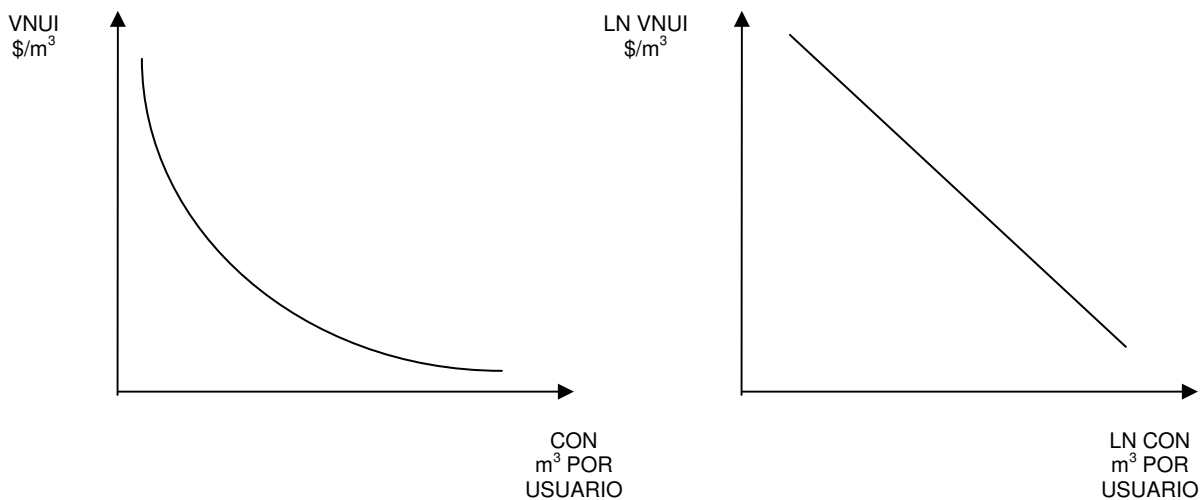
La estimación de una función de demanda para el servicio de agua potable tiene como marco teórico el modelo de conducta del consumidor, donde el individuo busca maximizar su utilidad sujeto a la restricción presupuestaria. De esta forma los individuos determinan sus patrones de consumo. Con base en lo propuesto en los capítulos anteriores, económicamente se estimaran ecuaciones de demanda, con y sin ajuste parcial, con y sin alternativas de altruismo impuro, utilizando variables exógenas que respondan a las consideraciones teóricas, aplicando la hipótesis de integridad (según lo expuesto en el capítulo anterior).

Con el objetivo de encontrar la función de demanda del agua, se supone que la función de utilidad es estrictamente cuasi cóncava, y que depende en lo fundamental del precio, nivel de ingresos, hábitos de consumo (higiene, aseo, lavado, riesgo, etc.), de las campañas de ahorro, y del comportamiento de altruismo impuro de reducción voluntaria en el consumo.

### **6.1 Especificación del modelo**

En esta sección se identifican y construyen un conjunto de variables que permitan estimar una ecuación de demanda residencial de agua potable, y determinar los cambios en el consumo que se han presentado en la ciudad de Bogotá en los últimos años. La forma funcional del modelo es de elasticidad constante, a través de logaritmos. El modelo permite obtener un cambio en el consumo de agua por usuario constante ante un cambio porcentual dados los precios. En los estudios revisados la forma funcional recibe poca atención. La decisión de utilizar una u otra forma funcional obedece a consideraciones empíricas como obtener el mayor coeficiente de ajuste o lograr un resultado fácilmente aplicable.

GRAFICO DIEZ  
DEMANDA CON ELASTICIDAD CONSTANTE



Elasticidad precio consumo constante para todos los estratos, a precios y cantidades demandadas.

De esta forma, la especificación ha sido construida siguiendo los siguientes pasos:

- Definición y construcción de variables
- Modelo general de datos agrupados
- Modelo neoclásico de precios e ingresos
- Modelo de ajuste dinámico
- Modelo de hábitos de consumo por precios ( demanda asimétrica)
- Modelo de altruismo impuro

Se espera encontrar un espacio en los enfoques tradicionales de elasticidad precio e ingreso que permitan la inclusión de explicaciones alternativas, como el altruismo impuro, basados en la capacidad de explicar las caídas en el consumo por variaciones en otros parámetros y preferencias. Los parámetros estimados en cada modelo permiten comparaciones entre supuestos, y de estos con la evidencia real, y con los resultados de trabajos previos.

## 6.2 Definición y construcción de variables

**Los datos de este estudio se obtuvieron de la Empresa de Acueducto de Bogotá, y corresponden a promedios de consumo por vigencia ( dos meses), por estrato, para el periodo entre 1990 y el 2004 (84 observaciones de consumo y tarifa por estrato para esta fuente de información).** Como complemento se construyó una serie de ingresos mensuales promedio por estrato a partir de una ponderación por estrato, en salarios mínimos, propuesta por JUNCA (2000).



La lista de variables<sup>8</sup> a utilizar es la siguiente:

- CON: es la cantidad promedio consumida de agua por usuario por vigencia(bimestre, en metros cúbicos).  
LNCON: Logaritmo de la variable anterior
- CONRE: variable CON, rezagada un periodo  
LNCONRE: Logaritmo de la variable anterior
- FAC: Valor total de la factura, por el consumo promedio, en pesos constantes de 1990.  
LNFAC: Logaritmo de la variable anterior
- FACRE: Variable FAC, rezagada un periodo.  
LNFACRE: Logaritmo de la variable anterior
- ING: Ingreso promedio por vigencia ( bimestre), en pesos constantes de 1990.  
LNING: Logaritmo de la variable anterior
- VUNI: Valor unitario de un metro cúbico de agua. Se obtiene de dividir el total de la factura ( FAC) sobre el consumo promedio (CON).  
VUNI=FAC/CON ( \$ constantes 1990/metros cúbicos de agua).  
LNVUNI: Logaritmo de la variable anterior
- VUNIRE: Variable VUNI rezagada un período.  
LNVUNIRE: Logaritmo de la variable anterior
- EDUC: Efecto año, en 1997, durante el cual sucedió la emergencia del Sistema Chingaza, y la acción institucional de promoción de campañas de ahorro voluntario-  
LNEDUC: Logaritmo de la variable anterior
- HABPRE: Formación de hábitos en precios. Se define como:

$$HABPRE_t = \prod_{i=1}^t \left( \frac{P_i}{P_{i-1}} \right)^{\delta_i}$$

Donde  $\delta_i = 1$  si  $P_i > P_{i-1}$  , y 0 en otro caso.

- RED1VIG: es la menor cantidad de agua de agua consumida, con respecto al periodo anterior.  
LNRED1: Logaritmo de la variable anterior
- RED3VIG: es la menor cantidad de agua de agua consumida, con respecto al promedio de los 3 últimos periodos ( 6 meses).  
LNRED3: Logaritmo de la variable anterior
- RED6VIG: es la menor cantidad de agua de agua consumida, con respecto al promedio de los 6 últimos periodos ( 12 meses).  
LNRED6: Logaritmo de la variable anterior
- DELING1: es la medida en pesos constantes de 1990, producto de la reducción en consumo con respecto al periodo anterior. Se calcula como:  
DELING1=RED1VIG \* VUNI

<sup>8</sup> Las estadísticas descriptivas de las variables esta en el ANEXO UNO

- LNING1: Logaritmo de la variable anterior
- DELING3: es la medida en pesos constantes de 1990, producto de la reducción en consumo con respecto al promedio de los últimos 3 periodos ( 6 meses). Se calcula como:  
 $DELING3=RED3VIG * VUNI$   
LNING3: Logaritmo de la variable anterior
- DELING6: es la medida en pesos constantes de 1990, producto de la reducción en consumo con respecto al promedio de los últimos 6 periodos ( 12 meses). Se calcula como:  
 $DELING6=RED6VIG * VUNI$   
LNING6: Logaritmo de la variable anterior
- BPUBLIC: Aproximación al comportamiento del total de consumidores residenciales de la ciudad, y su aporte al bien publico definido como reducción en el consumo de agua potable. Se define como una variable dummy, con valor de 1 para el periodo en el que el total de consumo residencial de la ciudad es inferior al valor del periodo anterior, y de cero si esta reducción no ocurrió.

Adicionalmente, para el primer modelo de datos agrupados, se construyeron cinco (5) variables dummy, indicando la pertenencia o no para los primeros cinco, de los seis estratos usados para la ciudad de bogota.

- E1=Pertenece a estrato uno
- E2=Pertenece a estrato dos
- E3=Pertenece a estrato tres
- E4=Pertenece a estrato cuatro
- E5=Pertenece a estrato cinco

En el Anexo 1 se presentan las estadísticas descriptivas de los datos.

### **6.3 Modelo general de datos agrupados**

Consiste en estimar en forma agrupada las observaciones de todos los estratos:

- Consumo
- Ingreso
- Valor unitario del agua, rezagado un periodo.
- Variable dummy de estrato ( 1 al 5).

La intención es verificar la existencia de un efecto estrato. Esta regresión busca reafirmar la propuesta de separar las ecuaciones de demanda, una por cada estrato, que se plantea a priori dada la estructura tarifaria definida en Bogotá, la cual tiene cargos fijos, por consumo básico, complementario y suntuario para cada estrato separados y con valores diferentes (tal y como se presento de forma grafica en las graficas siete, ocho y nueve).

El modelo estimado es el siguiente:

### Ecuación 1

$$\text{LNCON} = \alpha + \beta_1 \text{LNVUNIRE} + \beta_2 \text{LNING} + \beta_3 \text{E1} + \beta_4 \text{E2} + \beta_5 \text{E3} + \beta_6 \text{E4} + \beta_7 \text{E5} + \mu$$

El resultado de la estimación es el siguiente:

Dependent Variable: LNCON

Method: Least Squares

Date: 10/23/05 Time: 16:47

Sample(adjusted): 8 540

Included observations: 498

Excluded observations: 35 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNING	0.680793	0.088594	7.684406	0.0000
LNVUNIRE	-0.480331	0.015878	-30.25108	0.0000
E1	0.823074	0.263064	3.128801	0.0019
E2	0.769924	0.207506	3.710373	0.0002
E3	0.506012	0.149114	3.393451	0.0007
E4	0.213912	0.099434	2.151303	0.0319
E5	0.151979	0.058461	2.599658	0.0096
C	-3.162861	1.191138	-2.655327	0.0082
R-squared	0.748841	Mean dependent var	3.614458	
Adjusted R-squared	0.745253	S.D. dependent var	0.251577	
S.E. of regression	0.126977	Akaike info criterion	-1.273686	
Sum squared resid	7.900360	Schwarz criterion	-1.206046	
Log likelihood	325.1479	F-statistic	208.7074	
Durbin-Watson stat	<b>0.542084<sup>9</sup></b>	Prob(F-statistic)	0.000000	

Se puede constatar la existe un efecto estrato, por la significancia, de las variables definidas para cinco de ellos, que además son positivas. El valor de su coeficiente es escalonado descendiendo desde el estrato uno hasta el cinco.

El ingreso y el valor unitario también son significativos, con el signo esperado (positivo y negativo respectivamente).

## 6.4 Modelo neoclásico de precios e ingresos

Consiste en estimar para cada estrato el siguiente modelo:

### Ecuación 2

$$\text{LNCON} = \alpha + \beta_1 \text{LNVUNIRE} + \beta_2 \text{LNING} + \mu$$

<sup>9</sup> EL estadístico Durban Watson sugiere un problema de auto correlación.

La intención es constatar las propiedades de ajuste del modelo, bajo los postulados neoclásicos de estimación de demanda (como función de precios e ingreso, y que además puede ser comparado con lo obtenido en trabajos previos).

Los resultados obtenidos son los siguientes (solo incluidas las variables significativas)<sup>10</sup>:

**TABLA OCHO**  
**RESULTADO REGRESIÓN MODELO PRECIOS E INGRESOS**

ESTRATO	VARIABLE		
	NOMBRE	COEFICIENTE	SIGNO
UNO (0,7311)* (0,7244)**	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,35	-
	Ingreso	0,68	+
DOS (0,8711)* (0,8678)**	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,48	-
	Ingreso	0,72	+
TRES (0,883)* (0,8809)**	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,56	-
	Ingreso	0,98	+
CUATRO (0,8423)* (0,8383)**	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,6913	-
	Ingreso	1,143	+
CINCO (0,5281)* (0,5163)**	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,8503	-
	Ingreso	0,9853	+
SEIS (0,6869)* (0,6791)**	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,6816	-
	Ingreso	1,216	+

\* Valor de R<sup>2</sup>

\*\* Valor de R<sup>2</sup> ajustado

Se puede constatar la significancia del ingreso y el valor unitario, con el signo esperado (positivo y negativo respectivamente). Los coeficientes ( en este caso, la elasticidad) ingreso, para todos los estratos es mayor que los del precio (valor unitario).

## 6.5 Modelo de ajuste dinámico

Dada la función de demanda para un consumidor representativo, se encuentra el supuesto de repuesta instantánea o inmediata ante cambios en los parámetros. Este supuesto resulta en muchos casos inapropiado y es conveniente plantear un retardo en el ajuste a los cambios en las variables independientes. Este desfase da lugar a un *modelo de ajuste parcial*.

El modelo de ajuste parcial fundamenta un equilibrio de la variable dependiente, que no es alcanzado de inmediato, sino a través de un proceso gradual de ajuste.

El consumo es función de:

<sup>10</sup> Los resultados detallados de la estimación se presenta en el ANEXO 3

- Precio unitario promedio rezagado un periodo
- Consumo rezagado un periodo
- Ingreso

La forma funcional de modelo, para cada estrato es:

Ecuación 3

$$\text{LNCON} = \alpha + \beta_1 \text{LNVUNIRE} + \beta_2 \text{LNING} + \beta_3 \text{LNCONRE} + \mu$$

La inclusión del consumo rezagado se explica por un hábito en el que el consumidor ajusta su consumo siguiendo unos hábitos, que no se modifican de forma inmediata. Este término permite tener en cuenta, la información de la factura anterior, y efectos como cambios tecnológicos, institucionales, entre otros. Esta sencilla especificación incorpora información que puede intervenir en el modelo de decisión de consumo, tomando el comportamiento del pasado como información sobre el futuro.

Los resultados obtenidos son los siguientes (solo incluidas las variables significativas)<sup>11</sup>:

**TABLA NUEVE**  
**RESULTADO REGRESIÓN MODELO AJUSTE DINÁMICO**

ESTRATO	VARIABLE		
	NOMBRE	COEFICIENTE	SIGNO
UNO (0,9185)* (0,9154)**	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,0742	-
	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,8208	+
DOS (0,9548)* (0,9530)**	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,0815	-
	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,8393	+
TRES (0,9503)* (0,9484)**	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,8617	+
CUATRO (0,9289)* (0,9269)**	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,1096	-
	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,8290	+
CINCO (0,8541)* (0,8486)**	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,9321	+
SEIS (0,8416)* (0,8356)**	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,8308	+

\* Valor de R<sup>2</sup>

\*\* Valor de R<sup>2</sup> ajustado

El consumo del periodo anterior es significativo en todos los estratos, con un valor positivo, entre 0,82 y 0,86.

El ingreso no es significativo en ningún estrato.

<sup>11</sup> Los resultados detallados de la estimación se presenta en el ANEXO DOS:

El valor unitario, con el signo esperado (negativo) es significativo en los estratos uno, dos y cuatro, con valores entre 0,09 y 0,1.

## 6.6 Modelo de hábitos de consumo por precios (demanda asimétrica)

Young (1983) plantea una posible asimetría en la respuesta de los consumidores ante cambios en precios (aumento / disminución), y que el consumidor puede acostumbrarse a un estándar luego de experimentarlo (por ejemplo un nivel de consumo ante los bajos precios). Para confirmar su hipótesis, plantea una forma asimétrica de la curva de demanda, basada en la transformación del tipo Wolfram<sup>12</sup>.

Para el caso de una demanda simétrica como:

$$\ln Q_t = a_0 + a_1 \ln P_t$$

El modelo asimétrico equivalente es:

$$\ln Q_t = b_0 + b_1 \ln PR_t$$

Donde  $PR_t$  se define ante un aumento en los precios como:

$$PR_t = \prod_{i=1}^t \left( \frac{P_i}{P_{i-1}} \right)^{\delta_i}$$

Donde  $\delta_i = 1$  si  $P_i > P_{i-1}$ , y 0 en otro caso.

El consumo es función de:

- Precio unitario promedio rezagado un periodo
- Consumo rezagado un periodo
- Ingreso
- Habito de precios

La forma funcional de modelo, para cada estrato es:

Ecuación 4

$$\ln CON = \alpha + \beta_1 \ln VUNIRE + \beta_2 \ln ING + \beta_3 \ln CONRE + \beta_4 \ln HABPRE + \mu$$

La intención es constatar las propiedades de ajuste del modelo dinámico con la introducción de un posible habito en el consumo asociado a los precios en periodos anteriores, los cuales eran significativamente mas bajos que en la actualidad ( en precios constantes).

<sup>12</sup> Para referencias complementarias, consultar YOUNG 1983.

Los resultados obtenidos son los siguientes (solo incluidas las variables significativas)<sup>13</sup>:

**TABLA DIEZ**  
**RESULTADO REGRESIÓN MODELO HABITO DE PRECIOS**

ESTRATO	VARIABLE		
	NOMBRE	COEFICIENTE	SIGNO
UNO (0,9200)* (0,9159)**	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,053	-
	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,7796	+
DOS (0,9572)* (0,9550)**	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,7310	+
	Habito de Precios	0,0638	-
TRES (0,9530)* (0,9506)**	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,7804	+
	Habito de Precios	0,111	-
CUATRO (0,9302)* (0,9266)**	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,8234	+
CINCO (0,8925)* (0,8870)**	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,5225	+
	Habito de Precios	0,3763	-
	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,4925	+
	Ingreso	0,3868	-
SEIS (0,8598)* (0,8527)**	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,6861	+
	Habito de Precios	0,1687	-

\* Valor de R<sup>2</sup>

\*\* Valor de R<sup>2</sup> ajustado

El consumo del periodo anterior es significativo en todos los estratos, con un valor positivo, entre 0,52 y 0,82.

El ingreso no es significativo en ningún estrato.

La inclusión de la variable de habito de precios es significativa para lo estratos dos, tres, cinco y seis. El signo es negativo dado que la tendencia de precios en la ciudad, en precios constantes, es al aumento, y la de consumo, es reducción. El hábito esta formado y orientado a un mayor consumo, según el nivel de precios de periodos anteriores. La evidencia total es contraria, es decir, con tendencia a la disminución con respecto a lo que se consumía en el pasado, con precios mas bajos.

El valor unitario, con el signo esperado (negativo) es significativo en el estrato uno. Para el estrato cinco, es significativo con signo positivo, lo cual va en contra de lo esperado.

<sup>13</sup> Los resultados detallados de la estimación se presenta en el ANEXO CUATRO:

## 6.7 Modelo de altruismo impuro

La optimización del individuo puede escribirse como un modelo restringido en la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \text{MAX}_{x,g} U_i ( x_i, G, g_i ) \\ \text{s.a } x_i + g_i = m_i \end{aligned}$$

Donde:

$x_i$  = consumo de bienes privados

$g_i$  = contribución a bien publico ( ahorro voluntario en consumo de agua potable)

$m_i$  = ingreso

$G = \sum g_i$  = Bien publico, conservación del recurso agua potable.

Se propone estimar el consumo residencial de agua (ecuación de demanda), e identificar evidencia de reducción voluntaria en el consumo en el periodo de análisis.

La hipótesis de trabajo es que el consumo es función de varios parámetros, incluido el altruismo impuro . Es decir, que la decisión de consumo de agua residencial en un periodo será modelado por varias características socioeconómicas (ingreso) las tarifas, los precios, y un componente, que propongo sea medido como un VOLUMEN DE REDUCCIÓN VOLUNTARIA. Las variables son las siguientes:

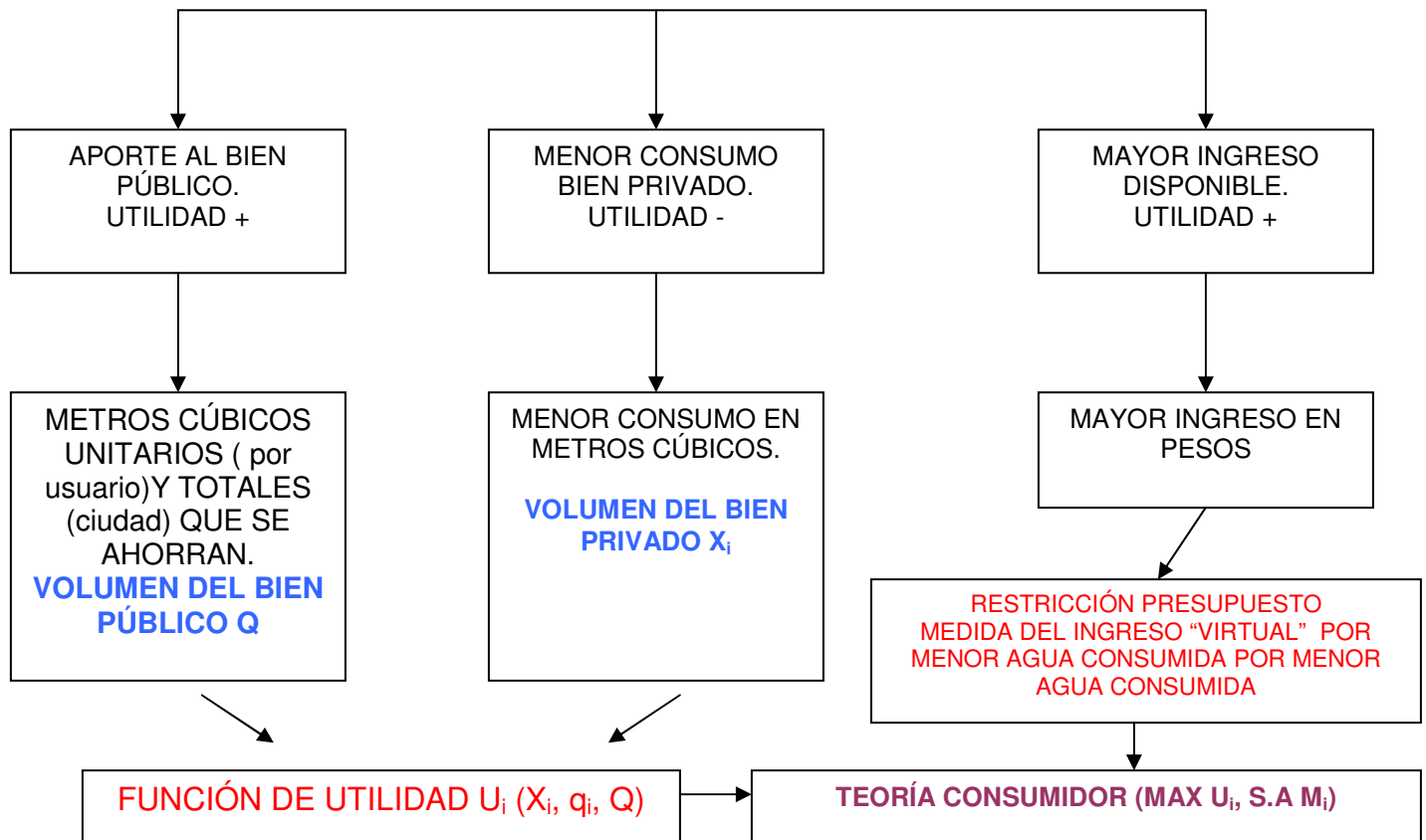
Consumo de agua como función de:

- Precios
- Ingreso
- Consumo rezagado
- **ALTRUISMO**



CANTIDAD  $q_i$  = reducción de consumo voluntario, respecto a promedio consumos anteriores (i.e. 1 año o 6 meses), con 3 perspectivas:





Siguiendo este mapa conceptual, se tiene la aproximación al modelo de altruismo impuro, que de forma funcional:

Ecuación 5

$$LNCON = \alpha + \beta_1 LNVUNIRE + \beta_2 LNING + \beta_3 LNCONRE + \beta_4 RED6VIG + \mu$$

Donde:

RED6VIG: Volumen de agua (altruismo impuro) reducida por usuario bimestral (vigencia), calculado como la diferencia entre el consumo actual y el promedio del último año (6 vigencias).

Se calcula como:

$$RED6VIG = CON - PROMEDIO( CONSUMO ULTIMAS 6 VIGENCIAS)$$

Esta variable capta la información prevista por el Altruismo Impuro, pero tiene un problema por considerarse correlacionada con variables omitidas e incluidas en el error (cambio tecnológico, hábitos de higiene, campañas de educación, otros). Por su

especificación, RED6VIG debe además contemplar lo previsto en el mapa conceptual, que asocia la reducción con instrumentos como el ingreso virtual por reducir, y la noción de bien público.

Teniendo en cuenta un problema de especificación (el cual se constató haciendo la regresión por MCO del modelo, con unos valores del estadístico Durbin Watson bajos), se plantea un modelo de MÍNIMOS CUADRADOS EN DOS ETAPAS – MC2E, que además de corregir el problema de especificación, recoja la información de diferentes instrumentos planteados por el modelo de altruismo impuro ( de nuevo siguiendo el mapa conceptual) como lo son:

- EDUC: Efecto año, en 1997, durante el cual sucedió la emergencia del Sistema Chingaza, y la acción institucional de promoción de campañas de ahorro voluntario-
- RED1VIG: es la menor cantidad de agua de agua consumida, con respecto al periodo anterior.
- RED3VIG: es la menor cantidad de agua de agua consumida, con respecto a los 3 últimos periodos ( 6 meses).
- RED6VIG: es la menor cantidad de agua de agua consumida, con respecto a los 6 últimos periodos ( 12 meses).

Para construir el mayor ingreso virtual disponible por el menor consumo de agua, se plantean los siguientes instrumentos, calculados a partir del consumo anterior, y de los promedios de un semestre y un año ( 3 y 6 vigencias respectivamente), de la siguiente forma:

- $DELING1=RED1VIG * VUNI$
- $DELING3=RED3VIG * VUNI$
- $DELING6=RED6VIG * VUNI$
- BPUBLIC: Aproximación al comportamiento del total de consumidores en la ciudad. Toma un valor de uno si la ciudad en total redujo su consumo con respecto al periodo anterior.. Se pretende captar el aporte global a la construcción de un bien público, entendido como el volumen de agua potable conservado o no consumido por una reducción voluntaria, y definido en el modelo del Altruismo Impuro.

Con la lista de instrumentos anteriores, se busca tener un valor de reducción en consumo estimado a partir de una serie de información que recoge los efectos de aporte al bien público, cambio en los ingresos por la reducción, efecto de las campañas de ahorro y ajuste parcial, lo cual es consistente con lo propuesto en el mapa conceptual.

La primera etapa del MC2E es:

Ecuación 6

$$RED6VIG = \alpha_0 + \alpha_1 \underline{BPUBLIC} + \alpha_2 \underline{EDUC} + \alpha_3 \underline{DELING1} + \alpha_4 \underline{HABING} + \alpha_5 \underline{HABPRE} + \alpha_6 \underline{LNVUNIRE} + \alpha_7 \underline{LNING} + \alpha_8 \underline{LNCONRE} + \varepsilon$$

Las variables subrayadas corresponden a los instrumentos; las demás variables son exógenas y corresponden a las utilizadas en la segunda etapa del MC2E, pero que también funcionan como instrumentos.

La segunda etapa del MC2E utiliza la estimación de RED6VIG en el siguiente modelo:

Ecuación 7

$$LNCON = \alpha + \beta_1 LNVUNIRE + \beta_2 LNING + \beta_3 LNCONRE + \beta_4 \underline{RED6VIG} + \mu$$

Con esta metodología se reconstruye el carácter altruista impuro de la reducción que efectivamente ocurrió, de forma simultánea con los efectos precio e ingreso.

Los resultados obtenidos con los siguientes (solo incluidas las variables significativas)<sup>14</sup>:

**TABLA ONCE**  
**RESULTADO REGRESIÓN MODELO ALTRUISMO IMPURO**

ESTRATO	VARIABLE		
	NOMBRE	COEFICIENTE	SIGNO
UNO (0,9650)*	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0.9148	+
	Reducción Voluntaria m <sup>3</sup> agua	0.03828	-
DOS (0,9798)*	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,06146	-
	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,8792	+
	Reducción Voluntaria m <sup>3</sup> agua	0.02966	-
	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,9116	+
TRES (0,9776)*	Reducción Voluntaria m <sup>3</sup> agua	0.02967	-
	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0.09422	-
CUATRO (0,9808)*	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0.09422	-
	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0.9344	+
	Reducción Voluntaria m <sup>3</sup> agua	0.02775	-
CINCO (0,8148)*	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,9506	+
SEIS (0,9239)*	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	1.06137	+
	Reducción Voluntaria m <sup>3</sup> agua	0.05703	-

<sup>14</sup>Los resultados detallados de la estimación se presenta en el ANEXO CINCO:

\* Valor de  $R^2$

De los resultados anteriores, se interpreta lo siguiente:

- El coeficiente de ajuste  $r^2$  es el más alto, comparando con las demás estimaciones.
- Para todos los estratos, el consumo rezagado un periodo es significativo, y con el signo esperado (positivo). Esto confirma la hipótesis del ajuste parcial.
- El valor unitario del agua es significativo para todos los estratos excepto el cinco, y con el signo esperado (negativo)
- La variable de reducción voluntaria es significativa en todos los modelos, con un valor que oscila entre 0.02 y 0.04, con un signo negativo.
- En ningún estrato es significativa la variable Ingreso.

## 7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La estimación de diferentes modelos de demanda residencial de agua potable ilustra grandes diferencias en los parámetros obtenidos de las ecuaciones. Los resultados obtenidos a su vez pueden compararse con la información de trabajos previos, y además someterse a un proceso de revisión en las predicciones usando los datos suministrados con la Empresa de Acueducto.

### 7.1 Elasticidades Precio (valor unitario metro cúbico de agua)<sup>15</sup>

Los resultados obtenidos, por tipo de modelo, y en trabajos previos, son:

---

<sup>15</sup> En el Anexo SEIS se muestra información sobre elasticidades precio calculadas en otras partes del mundo. En todo caso, los resultados reportados indican una elasticidad inferior a uno, lo que indica una tendencia de baja respuesta (inelástica) al cambio pequeño en precios. Aunque estos datos no son explicativos de la hipótesis de trabajo, se incluyen por considerarlos un ejemplo del amplio y complejo rango de factores que influyen en el estudio del consumo de agua, y del espacio que explicaciones complementarias como el altruismo impuro tienen.

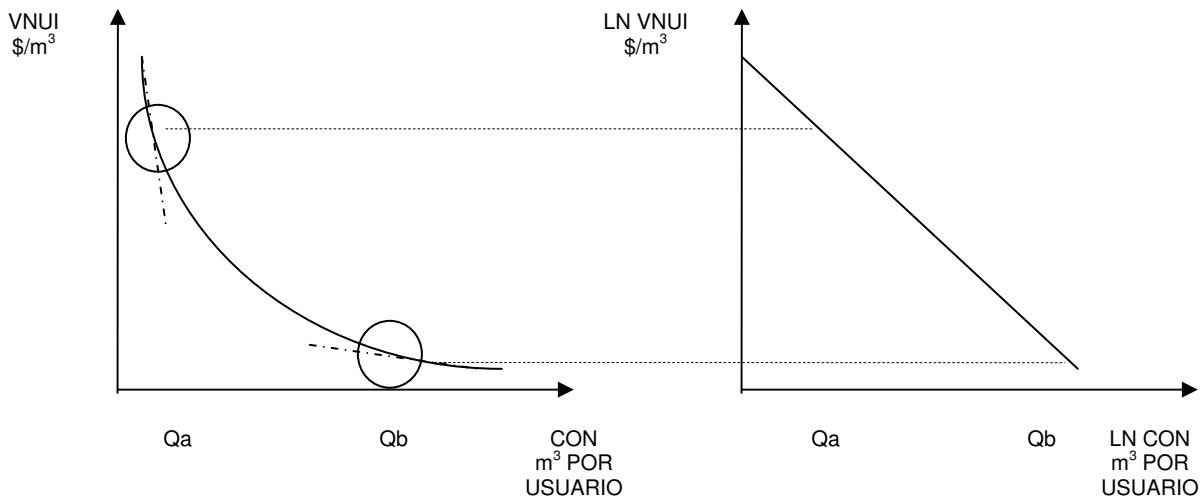
**TABLA DOCE**  
**ELASTICIDADES PRECIO**

	<b>TEA ( 1999)</b>	<b>JUNCA (2000)</b>	<b>AJUSTE PARCIAL</b>	<b>PRECIOS E INGRESO</b>	<b>HABITO DE PRECIOS</b>	<b>ALTRUISMO IMPURO</b>
<b>ESTRATO 1</b>	-0.1864	-0.136975	-0,0742	-0,35	-0,053	-0,02988
<b>ESTRATO 2</b>	-0.0782	-0.145819	-0,0815	-0,48	-0,0219	-0,06146
<b>ESTRATO 3</b>	-0.1372	-0.195188	-0,06994	-0,56	-0,037	-0,0408
<b>ESTRATO 4</b>	-0.1427	-0.273326	-0,1096	-0,6913	0,005433	-0,0942204
<b>ESTRATO 5</b>	-0.0771	-0.272915	0,0411	-0,8503	0,49258	0,0699
<b>ESTRATO 6</b>	-0.1371	-0.390161	-0,00723	-0,6816	0,121049	-0,018

En valores absolutos, los resultados de JUNCA (2000) sugieren una elasticidad precio que es creciente con el aumento en el estrato. Esto no puede ser confirmado en los otros modelos ( excepto en el de precio e ingreso). Se encontró una relación asimétrica con la estructura de precios, la cual si esta planteada de forma creciente según la estratificación socio económica, que no refleja una respuesta estratégica del consumidor a la forma de los precios por estratos.

Para todos los modelos que incluyen una variable de rezago en el consumo, las elasticidades precios son bajas , inferiores a la unidad (inelástico) e inferiores a lo encontrada por TEA y JUNCA.

**GRAFICO ONCE**  
**RELACIÓN PRECIO CONSUMO**



Qa; inelástico al precio. Consumo autónomo  
 Qb ; nivel de consumo ante bajos precios (cerca de cero)  
 (Adaptado de JUNCA 2000)

De forma grafica, puede interpretarse los bajos consumos actuales y los altos precios unitarios (tomando la base del año 1990) como un punto cercano a Qa ( ver figura once), donde se esta cerca al consumo autónomo.

## 7.2 Elasticidades Ingreso

Los resultados obtenidos, por tipo de modelo, y en trabajos previos, son:

**TABLA TRECE**  
**ELASTICIDADES INGRESO**

	<b>DPAD ( 2004)</b>	<b>AJUSTE PARCIAL *</b>	<b>PRECIOS E INGRESO</b>	<b>HABITO DE PRECIOS **</b>	<b>ALTRUISMO IMPURO*</b>
<b>ESTRATO 1</b>	0,3456	0,196274	0,68065	0,100737	-0,086096
<b>ESTRATO 2</b>	0,2676	0,152962	0,727519	0,01584	0,02946
<b>ESTRATO 3</b>	0,1092	0,076399	0,982987	-0,0368	-0,0272
<b>ESTRATO 4</b>	0,1891	0,195097	1,143	0,1502	0,05831
<b>ESTRATO 5</b>	0,2026	-0,15996	0,98536	-0,3868	-0,3413
<b>ESTRATO 6</b>	0,2026	0,06542	1,216	0,001874	-0,1426

\* No es significativa la variable ingreso en ningún estrato

\*\* Solo es significativa la variable ingreso en el estrato cinco.

Como se mencionó en capítulos anteriores, de la forma como se construyó la variable ingreso, no resultó significativa para ninguno de los modelos planteados que utilizan el supuesto de ajuste parcial.

Con respecto al ingreso, debe observarse con especial atención los trabajos de la DPAD – Universidad Nacional (2005) y Martínez (2004), con relación a la estratificación socio económica para la ciudad de Bogotá, y su relación con el nivel de ingresos.

Adicionalmente, y en pesos constantes ajustados siguiendo el IPC para gastos en vivienda para la ciudad de Bogotá, la variación de ingresos por Estrato no es comparable con el cambio porcentual en consumos (caídas entre 40-50%) y del valor unitario (aumentos entre 80-600%). Se concluye que no existe evidencia para determinar el efecto ingreso.

### 7.3 Ajuste Parcial

La inclusión de la variable CONRE, consumo rezagado un período, siguiendo un ajuste parcial, permitió obtener los siguientes coeficientes para la dependencia del consumo actual del consumo del periodo anterior, en los siguientes tres modelos:

**TABLA CATORCE**  
**COEFICIENTES CONSUMO REZAGADO ( CONRE)**

	<b>AJUSTE PARCIAL</b>	<b>HABITO DE PRECIOS</b>	<b>ALTRUISMO IMPURO</b>
<b>ESTRATO 1</b>	0,8208	0,7796	0,9148
<b>ESTRATO 2</b>	0,8393	0,731	0,8792
<b>ESTRATO 3</b>	0,8617	0,7804	0,9116
<b>ESTRATO 4</b>	0,829	0,8234	0,9344
<b>ESTRATO 5</b>	0,9321	0,5225	0,9506
<b>ESTRATO 6</b>	0,8308	0,6861	1,0613

La inclusión de el consumo rezagado se refleja en modelos con mejor ajuste (se confirmo a través del R2).

### 7.4 Coeficientes de Ajuste del modelo (R – 2)

Para cada modelo planteado, se obtuvieron los siguientes coeficientes de ajuste:

**TABLA QUINCE**  
**COEFICIENTES AJUSTE DE MODELOS R-2**

	<b>AJUSTE PARCIAL</b>	<b>PRECIOS E INGRESO</b>	<b>HABITO DE PRECIOS</b>	<b>ALTRUISMO IMPURO</b>
<b>ESTRATO 1</b>	0,9185	0,7311	0,92	0,965
<b>ESTRATO 2</b>	0,9548	0,8711	0,9572	0,9798
<b>ESTRATO 3</b>	0,9503	0,883	0,953	0,9796
<b>ESTRATO 4</b>	0,9289	0,8423	0,9302	0,9808
<b>ESTRATO 5</b>	0,8541	0,5281	0,8925	0,8148
<b>ESTRATO 6</b>	0,8416	0,6869	0,8598	0,9239

Los modelos que incluyen el rezago de un periodo en el consumo tienen un mayor coeficiente R<sup>2</sup> de ajuste. Adicionalmente, las propuestas de ajuste parcial con un componente de: (a) Habito de precios, y (b) Altruismo Impuro, aumentan en valor de este coeficiente de ajuste del modelo.

### 7.5 Coeficientes de Reducción Voluntaria

Para el modelo de Altruismo Impuro, estimado a través de mínimos cuadrados en dos etapas, los coeficientes de reducción voluntaria obtenidos son los siguientes:

**TABLA DIECISÉIS**  
**COEFICIENTES REDUCCIÓN VOLUNTARIA**

	<b>REDUCCIÓN VOLUNTARIA</b>
<b>ESTRATO 1</b>	- 0,03280
<b>ESTRATO 2</b>	-0,02966
<b>ESTRATO 3</b>	-0,02967
<b>ESTRATO 4</b>	-0,02775
<b>ESTRATO 5</b>	-0,01406
<b>ESTRATO 6</b>	-0,05703

Los valores obtenidos varían entre un 1.5 y un 5.7 %, con signo negativo.



## 8. CONCLUSIONES

El objetivo general de la investigación estaba dirigido a construir un aporte en el conocimiento que se tiene en la ciudad de Bogotá sobre normas y comportamientos cooperativos, y la forma como bajo diferentes formas se han obtenido resultados deseables desde el punto de vista social.

Es necesario demostrar si mayor disposición del recurso natural agua producto de una menor volumen de consumo es una mejora en el bienestar, comparado con el posible exceso de capacidad instalada para la potabilización<sup>16</sup>; lo presentado en este trabajo acepta el supuesto aplicado de una demanda de agua potable en condiciones de calidad y continuidad por parte de los usuarios residenciales de la Empresa de Acueducto, y la relación que esto tiene con su Calidad de Vida. El diseño de la metodología tuvo como objetivo reconstruir la evidencia promedio de los usuarios, por estrato socio económico, durante los últimos 14 años, con el fin de apoyarse en modelos econométricos que determinaron la sensibilidad de la variable consumo a diferentes formas funcionales y modelos, entre los que se encuentra el Altruismo Impuro, que se propone como la alternativa de modelamiento de la provisión privada del bien público de ahorro.

Para contestar las hipótesis de trabajo se presentó especial cuidado en cuatro grupos de condiciones generales, presentes en los determinantes y repercusiones del acceso y consumo del agua potable. Estos son:

<b>GRUPO 1</b> PRECIO E INGRESOS	<b>GRUPO 2:</b> BIENESTAR DE LOS HOGARES
<b>GRUPO 3:</b> CESTA DE BIENES DE CONSUMO EN LOS HOGARES	<b>GRUPO 4:</b> FILANTROPÍA ALTRUISMO

Aun cuando se focalizaron los datos base en precios e ingreso, grupo uno, la utilización, eficiente o no, del recurso agua, es un tema de política pública, que se apoya y a su vez es insumo de temas fundamentales en el desarrollo de la ciudad (o sea, en los otros tres grupos).

En primer lugar se destacan los resultados obtenidos para la elasticidad ingreso. El estudio de Planeación Distrital (DPAD – U. NAL, 2005), de Martínez (2004), y la

<sup>16</sup> De acuerdo a la información de la Empresa de Acueducto, la capacidad instalada para la potabilización de agua, es superior a los requerimientos de la ciudad. Teniendo en cuenta que los costos de esta infraestructura son una referencia para el cálculo de las tarifas, los costos de este sobre dimensionamiento han sido pagados por los usuarios.

forma como previos trabajos de estimación de demanda para la ciudad de Bogotá resuelven la aproximación del ingreso por estratos socio económicos, dejan un claro conflicto de especificación de esta variable. Aunque es posible contar con datos de la Encuesta Nacional de Hogares, o del trabajo DPAD – U. NAL, 2005, se resalta un problema en el nivel de ingresos y los estratos. El nivel de dispersión dentro de los estratos según lo encontrado por la Universidad Nacional lleva a grandes dificultades para identificar esta variable y su contribución en el nivel de consumo de agua potable.

Lo que inicialmente es un argumento en la ecuación a estimar (grupo 1, el ingreso), esta además fuertemente vinculado con temas como la equidad, la capacidad de pago, los gastos del hogar (grupo 2 y 3), y lo que ha sido propuesto en este trabajo como aportes filantrópicos (grupo 4). En este trabajo no es posible superar la brecha de especificación del ingreso por estrato socio económico, y su relación con el nivel de consumos, al no poseer evidencia de significancia de la elasticidad ingreso. Además, de forma intuitiva, el nivel de ingresos, en términos constantes, no presenta niveles de variación comparables con lo ocurrido con las tarifas y el consumo.

En segundo lugar, del grupo 1, las elasticidades precio reflejan una gran variabilidad según la forma funcional (tabla trece), pero con el elemento destacado de ser inferiores al 10%. Esto, explicaría que ante un cambio del 200% del valor unitario del agua, el cambio en el consumo máximo esperado es del 20%. Al combinar la información de elasticidades y cambios en precios unitarios. En promedio, para los estratos, el efecto precio representa un 30% de la caída en el consumo.

Luego, se encuentra el gran peso que representa el consumo del periodo anterior en la totalidad de modelos en que es incluida esta variable; la formación de hábitos de consumo según los resultados de la tabla quince, con valores positivos entre 0,88 y 0,95 (con la excepción del estrato seis, con un coeficiente mayor a 1) determina y explica una tendencia decreciente en el consumo periodo tras periodo. Siguiendo lo propuesto por JUNCA (2000), puede ampliarse el sentido de tendencia del consumo para determinar que este tiende a un nivel de consumo básico (y la relación que esto tiene en el diseño del sistema tarifario).

De la evidencia en Altruismo Impuro, se tiene un porcentaje de aporte voluntario de reducción en el consumo que varía entre un 1.5 y 5.7%. Estos valores, estimados a través de instrumentos que de forma indirecta pretenden captar información consistente con el problema de maximización, son el primer paso en la construcción de una teoría económica alrededor de la norma social de ahorro de agua en Bogotá. Si bien las señales de tarifas son claras en su tendencia al alza, el efecto en el consumo medido por la elasticidad baja, deja un espacio para la inclusión de hipótesis, que basadas en comportamientos sociales, tienen un lugar explicativo. Se destaca como los niveles encontrados para la reducción voluntaria son comparables a lo encontrado por MICHELSEN (1998) y HEANEY (1998) a través de encuestas directas y micro medición.

En términos absolutos el volumen de agua e ingresos virtuales disponibles por usuario promedio por un menor consumo, calculados como la diferencia entre 1990 y el 2004, son: (a) 20.6 millones de metros cúbicos por vigencia<sup>17</sup> y (b) un mayor ingreso virtual disponible por la reducción, que en promedio corresponde al 0.4 % del ingreso total propuesto.

El Interés en filantropía es fundamentalmente por su papel en la sustitución del sector público en provisión de bienes y servicios. Si sumado a esto se consideran aspectos de eficiencia económica, de uso de recursos naturales, de las externalidades positivas y negativas asociadas al consumo, la filantropía puede verse como un mercado de oferta (donantes/aportantes) y demanda (consumidores del bien provisto en forma voluntaria).

Entender los motivos por los cuales voluntariamente se coopera supera el alcance de este trabajo. El altruismo impuro es solo una forma conveniente y reducida de un problema complejo como el del altruismo. Políticas de favorecimiento de la reducción voluntaria como las aplicadas en el año 1997, imponen un estímulo a menores consumos a favor del interés particular y el general.

Queda de lado en este trabajo temas como la doble inequidad que sufren los hogares pobres (destinan mayor parte de su ingreso y menor calidad por la congestión, DPAD 2005), o medidas de nivel de bienestar, el efecto sustitución entre los servicios públicos y otros gastos del hogar (donde los efectos precio e ingreso asociados al cambio en el nivel de consumo son fundamentales).

El trabajo futuro implica superar una creciente demanda de micro medición de variables, accediendo a bases detalladas de consumo, y construcción de encuestas que revelen información fundamental sobre algunos supuestos, como el valor unitario, y en especial sobre los cambios en los hábitos de consumo, las decisiones de ahorro, y las medidas de bienestar por acceso y uso del agua potable.

---

<sup>17</sup> Esto es aproximadamente el consumo total residencial de la ciudad en una semana

## 9. BIBLIOGRAFÍA

### 9.1 Estudios de población y demanda de agua en Bogotá.

- **TEA Ltda ( 1999)** “ Actualización de la proyección de la demanda de agua”. Empresa de Acueducto de Bogotá
- **JUNCA Juan Carlos (2000)** “Determinación del consumo básico de agua potable subsidiable en Colombia “Archivo de Macroeconomía. Departamento Nacional de Planeación.
- **MOLINA Humberto (2003)** “Actualización del estudio de población y demanda de agua, Bogotá”.

### 9.2 Estudios de estratificación y servicios públicos para Colombia y Bogotá.

- **DPAD – UNIVERSIDAD NACIONAL – CID (2005).** “Equidad en las tarifas de los servicios públicos. Impacto en la capacidad de pago en los hogares de Bogota D.C.”. Universidad Nacional de Colombia, Centro de investigaciones para el desarrollo, Departamento Administrativo de Planeacion Distrital
- **MARTINES Livia (2004)** “ Revisión del modelo de estratificación socio económica aplicado en Bogotá”. Tesis de Grado Magíster en Economía, Universidad Nacional de Colombia.
- **GIRALDO Luz Adriana (2004)** “Análisis Económico de los Servicios Públicos en la Productividad de Los Hogares Colombianos”
- **TORRADO Erika (2001)** “ Efectos políticas de precios y programas de conservación sobre el consumo de agua; caso Bogotá” Tesis programa de Magíster en Economía del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. Universidad de Los Andes.
- **DNP , FONADE (1991)** “ Determinación de Consumos Básicos de Agua potable en Colombia” Informe Final. Departamento Nacional de Planeacion.

### 9.3 Elasticidades precio e ingreso de la demanda de agua potable en otras ciudades.

- **YOUNG Trevor, STEVENS Thomas, WILLIS Cleve ( 1983)** “ Asymmetry in the residential demand for electricity”. The Energy Journal.
- **CARTER David, MILON J. Walter ( 2005 )** “ Price Knowledge in household demand for utility services”. Land Economics.
- **MICHELSSEN Ari . ( 1998)** “ Effectiveness of residential water conservation price and non price programs”. American Water Works Association.

- **DALHUISEN, Jasper y otros (2000)**. “Price and Income Elasticities of Residential Water Demand: Why empirical estimates differ”. Department of Spatial Economics. Vrije Universiteit and Tinbergen Institute
- **KENNEY, Douglas (2004)**. “Use and Effectiveness of municipal water restrictions during drought in Colorado ”. Journal of American Water Resources Association, February 2004.
- **RENZETTI, (2003)**. “Incorporating demand side into water utility operations and planning”, Department of Economics, Brock University, January 2003.
- **HEIMAN Amir, (2004)**. “The use of advertising to encourage water conservation. Theory and empirical evidence”.
- **OLMSTEAD Sheila, HANEMANN Michael, STAVINS Robert (2004)**. “Do consumers react to the shape of supply? Water demand under heterogeneous price structures”. Harvard University, Working Paper No. 05-10.

#### 9.4 Políticas, instituciones y regulación en recursos de interés colectivo.

- **ANDREONI James (2004)** “Philanthropy “ Department of Economics university of Wisconsin.
- **KAGEL H. John (1979)** “Volunteer artifacts in experiments in economics: Specification of the problem and some initial data from a small scale field experiment”. Research in experimental economics, Vol.1, JAI Press.
- **AXELROD Robert ( 1984)** “ La Evolución de la Cooperación”. Alianza Editorial.
- **CARDENAS Juan Camilo ( 2004 a)**” Norms from outside and form inside: An experimental analysis on the governance of local ecosystems” Forest Policy and economics, 6 ( 2004):229-241. Elsevier Press.
- **CARDENAS Juan Camilo, T.K. Sahn, and Elinor Ostrom ( 2004 b)**” Communication and Co – operation in a Common pool resources Dilemma: A field experiment”
- **CARDENAS Juan Camilo ( 2004 c)**” Regulaciones y Normas en lo Público y los Colectivo: Exploraciones desde el Laboratorio Económico” Documento CEDE 2004-37. Septiembre 2004. Universidad de los Andes
- **CRA (2001)** “ El Estado del Arte de la Regulación”. Comisión de Regulación de Agua Potable y saneamiento básico.
- **DOUGLAS Mary ( 1986)** “ Como piensan las Instituciones”. Alianza Editorial.
- **KRUGMASN Paul ( 1996)** “ La organización Espontánea de la Economía”. Antoni Bosch Editor S.A.

- **HEANEY James y otros ( 1998)** “ Nature of Residential Water Use and Effectiveness of Conservation Programs”. Colorado Water Resources Research Institute.
- **OSTROM Elinor ( 1990)**“ El gobierno de los bienes comunes”. Universidad Autónoma de México.
- **OSPINA Mónica (2003)** “Evidencias de justicia ambiental en la ciudad de Bogotá” Programa de Economía del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Universidad de Los Andes.
- **DOMÍNGUEZ Carolina, URIBE Eduardo, (2005)** “ Evolución del servicio de acueducto y alcantarillado durante la ultima década”. Documento CEDE, Universidad de los Andes.
- **URIBE Eduardo (2005)** “The Evolution of Colombian Environmental Institutions 1971 - 2004”. Documento CEDE, Universidad de los Andes.

## ANEXO UNO – ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS DATOS

<b>ESTRATO UNO</b>		<b>CONSUMO</b>	<b>VALOR FACTURA</b>	<b>INGRESO</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>
	Media	37,45	915,48	52.341,41	29,45
	Error típico	0,98	59,67	488,32	2,72
	Mediana	36,20	734,19	51.864,83	15,86
	Desviación estándar	9,28	546,89	4.632,58	24,90
	Varianza de la muestra	86,04	299.088,34	21.460.828,23	620,11
	Curtosis	-1,15	0,35	-1,01	0,47
	Coefficiente de asimetría	0,14	1,21	0,02	1,33
	Rango	35,29	2.009,59	18.282,19	91,38
	Mínimo	20,82	392,20	43.347,79	7,63
	Máximo	56,11	2.401,79	61.629,98	99,01
	Cuenta	90	84	90	84

<b>ESTRATO DOS</b>		<b>CONSUMO</b>	<b>VALOR FACTURA</b>	<b>INGRESO</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>
	Media	39,68	1.952,79	107.333,02	57,48
	Error típico	0,99	82,41	1.001,36	3,98
	Mediana	38,83	1.596,72	106.355,73	35,39
	Desviación estándar	9,40	755,26	9.499,73	36,44
	Varianza de la muestra	88,40	570.424,06	90.244.828,73	1.327,65
	Curtosis	-1,55	-0,52	-1,01	-0,51
	Coefficiente de asimetría	-0,14	0,92	0,02	1,00
	Rango	32,02	2.599,82	37.490,06	118,75
	Mínimo	22,27	1.072,32	88.890,40	21,85
	Máximo	54,29	3.672,13	126.380,46	140,60
	Cuenta	90	84	90	84

<b>ESTRATO TRES</b>		<b>CONSUMO</b>	<b>VALOR FACTURA</b>	<b>INGRESO</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>
	Media	37,81	3.319,82	223.279,19	102,25
	Error típico	0,99	122,28	2.083,07	6,55
	Mediana	36,18	2.822,49	221.246,19	68,54
	Desviación estándar	9,44	1.120,75	19.761,78	60,06
	Varianza de la muestra	89,08	1.256.081,29	390.527.928,43	3.606,79
	Curtosis	-1,58	-0,37	-1,01	-0,49
	Coefficiente de asimetría	-0,03	1,01	0,02	1,01
	Rango	29,96	3.868,70	77.988,59	194,57
	Mínimo	20,52	2.065,48	184.913,97	45,61
	Máximo	50,48	5.934,18	262.902,56	240,17
	Cuenta	90	84	90	84

<b>ESTRATO CUATRO</b>		<b>CONSUMO</b>	<b>VALOR FACTURA</b>	<b>INGRESO</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>
	Media	34,92	4.565,65	414.093,46	144,87
	Error típico	0,86	111,35	3.863,27	6,41
	Mediana	30,86	4.164,39	410.323,05	117,25
	Desviación estándar	8,15	1.020,51	36.650,18	58,74
	Varianza de la muestra	66,48	1.041.449,75	1.343.236.024,31	3.449,85
	Curtosis	-1,52	-0,70	-1,01	-1,04
	Coefficiente de asimetría	0,24	0,78	0,02	0,76
	Rango	28,53	3.671,91	144.637,58	181,45
	Mínimo	20,17	3.230,63	342.941,34	84,76
	Máximo	48,70	6.902,54	487.578,93	266,21
	Cuenta	90	84	90	84



<b>ESTRATO CINCO</b>		<b>CONSUMO</b>	<b>VALOR FACTURA</b>	<b>INGRESO</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>
	Media	39,29	7.234,03	695.677,01	195,41
	Error típico	0,85	129,33	6.490,29	5,61
	Mediana	34,86	7.388,24	689.342,72	168,98
	Desviación estándar	8,03	1.185,34	61.572,31	51,43
	Varianza de la muestra	64,45	1.405.025,04	3.791.149.355,01	2.644,90
	Curtosis	-1,50	-0,87	-1,01	-0,02
	Coefficiente de asimetría	0,27	0,00	0,02	1,14
	Rango	29,69	4.466,51	242.991,14	180,48
	Mínimo	25,33	5.279,32	576.141,45	145,61
	Máximo	55,02	9.745,83	819.132,59	326,08
	Cuenta	90	84	90	84

<b>ESTRATO SEIS</b>		<b>CONSUMO</b>	<b>VALOR FACTURA</b>	<b>INGRESO</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>
	Media	46,68	11.356,88	1.338.350,06	269,85
	Error típico	1,26	298,66	12.486,08	12,05
	Mediana	39,87	10.823,92	1.326.164,08	208,22
	Desviación estándar	11,97	2.737,30	118.453,40	110,42
	Varianza de la muestra	143,23	7.492.826,98	14.031.207.100,38	12.192,03
	Curtosis	-1,32	-0,88	-1,01	-0,96
	Coefficiente de asimetría	0,42	0,58	0,02	0,82
	Rango	41,27	9.419,80	467.468,67	370,75
	Mínimo	28,02	7.500,49	1.108.386,42	128,75
	Máximo	69,29	16.920,29	1.575.855,09	499,50
	Cuenta	90	84	90	84

## ANEXO DOS – REGRESIONES MODELO BASE

El consumo es función de:

- Precio unitario promedio rezagado un periodo
- Consumo rezagado un periodo
- Ingreso

La forma funcional de modelo , para cada estrato es:

$$\text{Log } Q_t = A + \beta_1 \text{Log} ( P_{t-1} ) + \beta_2 \text{Log} ( Q_{t-1} ) + \beta_3 \text{Log} ( \text{INGRESO} ) + \mu$$

Donde:

$Q_t$ : es la cantidad consumida por usuario mensual o bimestral ( vigencia).

a

$P_{t-1}$ : es el precio unitario rezagado, por usuario estrato i ( valor factura en \$, dividido por el consumo en  $m^3$ ).

$Q_{t-1}$ : Consumo rezagado de un periodo

INGRESO: Variable proxy del ingreso por estrato

$\mu$ : termino de error aleatorio del modelo

Los resultados obtenidos son:

### ESTRATO UNO

Dependent Variable: LNCON

Method: Least Squares

Date: 10/04/05 Time: 14:18

Sample(adjusted): 8 90

Included observations: 83 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNUNIRE	-0.074230	0.026759	-2.774051	0.0069
LNCONRE	0.820876	0.060877	13.48408	0.0000
LNING	0.196274	0.139569	1.406290	0.1636
C	-1.270459	1.431912	-0.887247	0.3776
R-squared	0.918562	Mean dependent var	3.573046	
Adjusted R-squared	0.915470	S.D. dependent var	0.256018	
S.E. of regression	0.074435	Akaike info criterion	-2.310785	
Sum squared resid	0.437706	Schwarz criterion	-2.194215	
Log likelihood	99.89760	F-statistic	297.0214	
Durbin-Watson stat	2.200733	Prob(F-statistic)	0.000000	

## **ESTRATO DOS**

Dependent Variable: LNCON  
Method: Least Squares  
Date: 10/04/05 Time: 14:27  
Sample(adjusted): 8 90  
Included observations: 83 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
<b>LNVUNIRE</b>	-0.081051	0.036361	-2.229075	0.0286
LNING	0.152962	0.107543	1.422336	0.1589
<b>LNCONRE</b>	0.839336	0.069393	12.09536	0.0000
C	-0.880924	1.089264	-0.808733	0.4211
R-squared	0.954803	Mean dependent var	3.630558	
Adjusted R-squared	0.953087	S.D. dependent var	0.248407	
S.E. of regression	0.053803	Akaike info criterion	-2.959967	
Sum squared resid	0.228690	Schwarz criterion	-2.843396	
Log likelihood	126.8386	F-statistic	556.3049	
Durbin-Watson stat	2.369848	Prob(F-statistic)	0.000000	

## **ESTRATO TRES**

Dependent Variable: LNCON  
Method: Least Squares  
Date: 10/04/05 Time: 15:55  
Sample(adjusted): 8 90  
Included observations: 83 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNVUNIRE	-0.069942	0.051564	-1.356415	0.1788
<b>LNCONRE</b>	0.861752	0.083803	10.28308	0.0000
LNING	0.076399	0.137141	0.557084	0.5790
C	-0.140326	1.360976	-0.103107	0.9181
R-squared	0.950350	Mean dependent var	3.575359	
Adjusted R-squared	0.948464	S.D. dependent var	0.255553	
S.E. of regression	0.058014	Akaike info criterion	-2.809266	
Sum squared resid	0.265886	Schwarz criterion	-2.692695	
Log likelihood	120.5845	F-statistic	504.0438	
Durbin-Watson stat	2.483074	Prob(F-statistic)	0.000000	

## **ESTRATO CUATRO**

Dependent Variable: LNCON  
Method: Least Squares  
Date: 10/04/05 Time: 14:44  
Sample(adjusted): 8 90  
Included observations: 83 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
<b>LNCONRE</b>	0.829078	0.084526	9.808535	0.0000
LNING	0.195097	0.142613	1.368014	0.1752
<b>LNUNIRE</b>	-0.109632	0.064171	-1.708431	0.0915
C	-1.392299	1.436931	-0.968939	0.3355
R-squared	0.928912	Mean dependent var	3.498794	
Adjusted R-squared	0.926213	S.D. dependent var	0.222771	
S.E. of regression	0.060513	Akaike info criterion	-2.724917	
Sum squared resid	0.289286	Schwarz criterion	-2.608347	
Log likelihood	117.0841	F-statistic	344.1000	
Durbin-Watson stat	2.439662	Prob(F-statistic)	0.000000	

## **ESTRATO CINCO**

Dependent Variable: LNCON  
Method: Least Squares  
Date: 10/04/05 Time: 15:01  
Sample(adjusted): 8 90  
Included observations: 83 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
<b>LNCONRE</b>	0.932137	0.070153	13.28728	0.0000
LNUNIRE	0.041162	0.088953	0.462743	0.6448
LNING	-0.159960	0.176230	-0.907673	0.3668
C	2.175552	1.913393	1.137013	0.2590
R-squared	0.854146	Mean dependent var	3.625006	
Adjusted R-squared	0.848607	S.D. dependent var	0.190501	
S.E. of regression	0.074122	Akaike info criterion	-2.319208	
Sum squared resid	0.434035	Schwarz criterion	-2.202637	
Log likelihood	100.2471	F-statistic	154.2123	
Durbin-Watson stat	2.638158	Prob(F-statistic)	0.000000	

## **ESTRATO SEIS**

Dependent Variable: LNCON  
 Method: Least Squares  
 Date: 10/04/05 Time: 14:47  
 Sample(adjusted): 8 90  
 Included observations: 83 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
<b>LNCONRE</b>	0.830812	0.094579	8.784342	0.0000
LNUNIRE	-0.072362	0.079726	-0.907640	0.3668
LNING	0.065420	0.214140	0.305500	0.7608
C	0.112397	2.502038	0.044922	0.9643
R-squared	0.841660	Mean dependent var	3.783987	
Adjusted R-squared	0.835647	S.D. dependent var	0.242566	
S.E. of regression	0.098337	Akaike info criterion	-1.753833	
Sum squared resid	0.763949	Schwarz criterion	-1.637262	
Log likelihood	76.78405	F-statistic	139.9755	
Durbin-Watson stat	2.365847	Prob(F-statistic)	0.000000	

ESTRATO	VARIABLE		
	NOMBRE	COEFICIENTE	SIGNO
UNO (0,9185) (0,9154)	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,0742	-
	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,8208	+
DOS (0,9548) (0,9530)	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,0815	-
	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,8393	+
TRES (0,9503) (0,9484)	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,8617	+
CUATRO (0,9289) (0,9269)	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,1096	-
	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,8290	+
CINCO (0,8541) (0,8486)	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,9321	+
SEIS (0,8416) (0,8356)	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,8308	+

## ANEXO TRES – MODELO PRECIOS E INGRESO

El consumo es función de:

- Precio unitario promedio rezagado un periodo
- Ingreso

La forma funcional de modelo , para cada estrato es:

$$\text{Log } Q_t = A + \beta_1 \text{ Log } ( P_{t-1}) + \beta_2 \text{ Log } (\text{INGRESO}) + \mu$$

Donde:

$Q_t$ : es la cantidad consumida por usuario mensual o bimestral ( vigencia).

a

$P_{t-1}$ : es el precio unitario rezagado, por usuario estrato i ( valor factura en \$, dividido por el consumo en m<sup>3</sup>).

INGRESO: Variable proxy del ingreso por estrato

$\mu$ : termino de error aleatorio del modelo

Los resultados obtenidos son:

### ESTRATO UNO

Dependent Variable: LNCON				
Method: Least Squares				
Date: 10/09/05 Time: 16:54				
Sample(adjusted): 8 90				
Included observations: 83 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNVUNIRE	-0.358303	0.029790	-1.202.767	0.0000
LNING	0.680650	0.243518	2.795.070	0.0065
C	2.713.725	2.578.253	-1.052.544	0.2957
R-squared	0.731131	Mean dependent var		3.573.046
Adjusted R-squared	0.724409	S.D. dependent var		0.256018
S.E. of regression	0.134401	Akaike info criterion		-1.140.497
Sum squared resid	1.445.098	Schwarz criterion		-1.053.069
Log likelihood	5.033.064	F-statistic		1.087.712
Durbin-Watson stat	0.566191	Prob(F-statistic)		0.000000

## ESTRATO DOS

Dependent Variable: LNCON				
Method: Least Squares				
Date: 10/09/05 Time: 16:57				
Sample(adjusted): 8 90				
Included observations: 83 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNVUNIRE	-0.481716	0.025161	-1.914.506	0.0000
LNING	0.727519	0.161914	4.493.231	0.0000
C	2.928.403	1.805.751	-1.621.709	0.1088
R-squared	0.871105	Mean dependent var		3.630.558
Adjusted R-squared	0.867883	S.D. dependent var		0.248407
S.E. of regression	0.090291	Akaike info criterion		-1.936.089
Sum squared resid	0.652193	Schwarz criterion		-1.848.661
Log likelihood	8.334.768	F-statistic		2.703.299
Durbin-Watson stat	0.672810	Prob(F-statistic)		0.000000

## ESTRATO TRES

Dependent Variable: LNCON				
Method: Least Squares				
Date: 10/09/05 Time: 16:58				
Sample(adjusted): 8 90				
Included observations: 83 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNVUNIRE	-0.567550	0.027061	-2.097.274	0.0000
LNING	0.982987	0.159632	6.157.831	0.0000
C	5.986.194	1.879.106	-3.185.661	0.0021
R-squared	0.883893	Mean dependent var		3.575.359
Adjusted R-squared	0.880990	S.D. dependent var		0.255553
S.E. of regression	0.088160	Akaike info criterion		-1.983.851
Sum squared resid	0.621775	Schwarz criterion		-1.896.423
Log likelihood	8.532.983	F-statistic		3.045.094



Durbin-Watson stat	0.986506	Prob(F-statistic)	0.000000
--------------------	----------	-------------------	----------

### **ESTRATO CUATRO**

Dependent Variable: LNCON				
Method: Least Squares				
Date: 10/09/05 Time: 16:59				
Sample(adjusted): 8 90				
Included observations: 83 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNVUNIRE	-0.691332	0.036274	-1.905.858	0.0000
LNING	1.143.838	0.155091	7.375.286	0.0000
C	7.900.744	1.886.199	-4.188.712	0.0001
R-squared	0.842340	Mean dependent var		3.498.794
Adjusted R-squared	0.838399	S.D. dependent var		0.222771
S.E. of regression	0.089553	Akaike info criterion		-1.952.491
Sum squared resid	0.641583	Schwarz criterion		-1.865.063
Log likelihood	8.402.839	F-statistic		2.137.108
Durbin-Watson stat	1.095.728	Prob(F-statistic)		0.000000

### **ESTRATO CINCO**

Dependent Variable: LNCON				
Method: Least Squares				
Date: 10/09/05 Time: 17:02				
Sample(adjusted): 8 90				
Included observations: 83 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNVUNIRE	-0.850353	0.104382	-8.146.543	0.0000
LNING	0.985360	0.274727	3.586.688	0.0006
C	5.166.887	3.274.063	-1.578.127	0.1185
R-squared	0.528186	Mean dependent var		3.625.006
Adjusted R-squared	0.516391	S.D. dependent var		0.190501
S.E. of regression	0.132478	Akaike info criterion		-1.169.327

Sum squared resid	1.404.032	Schwarz criterion	-1.081.899
Log likelihood	5.152.705	F-statistic	4.477.918
Durbin-Watson stat	0.688301	Prob(F-statistic)	0.000000

## **ESTRATO SEIS**

Dependent Variable: LNCON				
Method: Least Squares				
Date: 10/09/05 Time: 17:03				
Sample(adjusted): 8 90				
Included observations: 83 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNVUNIRE	-0.681617	0.054931	-1.240.853	0.0000
LNING	1.216.493	0.236633	5.140.850	0.0000
C	9.604.152	3.135.588	-3.062.951	0.0030
R-squared	0.686999	Mean dependent var		3.783.987
Adjusted R-squared	0.679174	S.D. dependent var		0.242566
S.E. of regression	0.137393	Akaike info criterion		-1.096.466
Sum squared resid	1.510.150	Schwarz criterion		-1.009.038
Log likelihood	4.850.333	F-statistic		8.779.501
Durbin-Watson stat	0.980684	Prob(F-statistic)		0.000000

ESTRATO	VARIABLE		
	NOMBRE	COEFICIENTE	SIGNO
UNO (0,7311) (0,7244)	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,35	-
	Ingreso	0,68	+
DOS (0,8711) (0,8678)	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,48	-
	Ingreso	0,72	+
TRES (0,883) (0,8809)	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,56	-
	Ingreso	0,98	+
CUATRO (0,8423) (0,8383)	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,6913	-
	Ingreso	1,143	+
CINCO (0,5281) (0,5163)	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,8503	-
	Ingreso	0,9853	+
SEIS (0,6869) (0,6791)	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,6816	-
	Ingreso	1,216	+

## ANEXO CUATRO – REGRESIONES MODELO HABITO DE PRECIOS

El consumo es función de:

- Precio unitario promedio rezagado un periodo
- Consumo rezagado un periodo
- Ingreso
- Formación de hábitos en precio ( transformación según Wolfram)

La forma funcional de modelo es:

$$\text{Log } Q_t = A + \beta_1 \text{ Log } ( P_{t-1} ) + \beta_2 \text{ Log } ( Q_{t-1} ) + \beta_3 \text{ Log } (\text{INGRESO}) + \beta_4 \text{ Log } (\text{HABPRECIO}) + \mu$$

Donde:

$Q_t$ : es la cantidad consumida por usuario mensual o bimestral ( vigencia).

$P_{t-1}$ : es el precio unitario rezagado, por usuario estrato  $i$  ( valor factura en \$, dividido por el consumo en  $m^3$ ).

INGRESO: Variable proxy del ingreso por estrato

HABPRECIO se define como:

$$\text{PR}_t = \prod_{i=1}^t \left( \frac{P_i}{P_{i-1}} \right)^{\delta_i}$$

Donde  $\delta_i = 1$  si  $P_i > P_{i-1}$  , y 0 en otro caso.

$\mu$ : termino de error aleatorio del modelo

Los resultados obtenidos son:

### ESTRATO UNO

Dependent Variable: LNCON				
Method: Least Squares				
Date: 10/05/05 Time: 11:22				
Sample(adjusted): 8 90				
Included observations: 83 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNCONRE	0.769913	0.073975	1.040.769	0.0000
LNING	0.100737	0.160156	0.628994	0.5312

LNVUNIRE	-0.053026	0.031959	-1.659.170	0.1011
HABPRE	-0.016476	0.013668	-1.205.432	0.2317
C	-0.064192	1.743.579	-0.036816	0.9707
R-squared	0.920051	Mean dependent var		3.573.046
Adjusted R-squared	0.915952	S.D. dependent var		0.256018
S.E. of regression	0.074223	Akaike info criterion		-2.305.147
Sum squared resid	0.429701	Schwarz criterion		-2.159.433
Log likelihood	1.006.636	F-statistic		2.244.069
Durbin-Watson stat	2.170.103	Prob(F-statistic)		0.000000

## **ESTRATO DOS**

Dependent Variable: LNCON				
Method: Least Squares				
Date: 10/05/05 Time: 11:38				
Sample(adjusted): 8 90				
Included observations: 83 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNCONRE	0.731081	0.084841	8.617.107	0.0000
LNING	0.015840	0.123385	0.128374	0.8982
LNVUNIRE	-0.021903	0.045147	-0.485147	0.6289
HABPRE	-0.063806	0.029987	-2.127.827	0.0365
C	0.957355	1.371.912	0.697826	0.4874
R-squared	0.957283	Mean dependent var		3.630.558
Adjusted R-squared	0.955092	S.D. dependent var		0.248407
S.E. of regression	0.052641	Akaike info criterion		-2.992.295
Sum squared resid	0.216143	Schwarz criterion		-2.846.582
Log likelihood	1.291.802	F-statistic		4.369.914
Durbin-Watson stat	2.294.939	Prob(F-statistic)		0.000000

### ESTRATO TRES

Dependent Variable: LNCON				
Method: Least Squares				
Date: 10/05/05 Time: 11:49				
Sample(adjusted): 8 90				
Included observations: 83 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNCONRE	0.780488	0.090511	8.623.095	0.0000
LNING	-0.036828	0.144424	-0.255002	0.7994
LNVUNIRE	0.037064	0.071346	0.519492	0.6049
HABPRE	-0.111778	0.052690	-2.121.418	0.0371
C	1.174.347	1.468.915	0.799466	0.4264
R-squared	0.953058	Mean dependent var		3.575.359
Adjusted R-squared	0.950651	S.D. dependent var		0.255553
S.E. of regression	0.056770	Akaike info criterion		-2.841.264
Sum squared resid	0.251382	Schwarz criterion		-2.695.551
Log likelihood	1.229.125	F-statistic		3.959.082
Durbin-Watson stat	2.434.463	Prob(F-statistic)		0.000000

### ESTRATO CUATRO

Dependent Variable: LNCON				
Method: Least Squares				
Date: 10/05/05 Time: 11:52				
Sample(adjusted): 8 90				
Included observations: 83 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNCONRE	0.823464	0.084398	9.756.919	0.0000
LNING	0.150239	0.146893	1.022.776	0.3096
LNVUNIRE	0.005433	0.114238	0.047558	0.9622
HABPRE	-0.086681	0.071295	-1.215.795	0.2277
C	1.296.346	1.434.775	-0.903519	0.3690
R-squared	0.930234	Mean dependent var		3.498.794
Adjusted R-squared	0.926656	S.D. dependent var		0.222771
S.E. of regression	0.060331	Akaike info criterion		-2.719.594

regression			
Sum squared resid	0.283906	Schwarz criterion	-2.573.881
Log likelihood	1.178.632	F-statistic	2.600.065
Durbin-Watson stat	2.437.797	Prob(F-statistic)	0.000000

## **ESTRATO CINCO**

Dependent Variable: LNCON				
Method: Least Squares				
Date: 10/05/05 Time: 11:57				
Sample(adjusted): 8 90				
Included observations: 83 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNCONRE	0.522592	0.098476	5.306.781	0.0000
LNING	-0.386842	0.158208	-2.445.147	0.0167
LNVUNIRE	0.492582	0.115000	4.283.302	0.0001
HABPRE	-0.376387	0.071332	-5.276.550	0.0000
C	4.592.249	1.715.336	2.677.171	0.0090
R-squared	0.892513	Mean dependent var		3.625.006
Adjusted R-squared	0.887001	S.D. dependent var		0.190501
S.E. of regression	0.064037	Akaike info criterion		-2.600.350
Sum squared resid	0.319861	Schwarz criterion		-2.454.637
Log likelihood	1.129.145	F-statistic		1.619.175
Durbin-Watson stat	2.317.040	Prob(F-statistic)		0.000000

## **ESTRATO SEIS**

Dependent Variable: LNCON				
Method: Least Squares				
Date: 10/05/05 Time: 12:00				
Sample(adjusted): 8 90				
Included observations: 83 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNCONRE	0.686178	0.100388	6.835.281	0.0000

LNVUNIRE	0.121049	0.096861	1.249.717	0.2151
LNING	0.001874	0.203701	0.009201	0.9927
HABPRE	-0.168779	0.052978	-3.185.847	0.0021
C	0.666964	2.375.018	0.280825	0.7796
R-squared	0.859891	Mean dependent var		3.783.987
Adjusted R-squared	0.852706	S.D. dependent var		0.242566
S.E. of regression	0.093094	Akaike info criterion		-1.852.063
Sum squared resid	0.675987	Schwarz criterion		-1.706.350
Log likelihood	8.186.061	F-statistic		1.196.778
Durbin-Watson stat	2.262.835	Prob(F-statistic)		0.000000



ESTRATO	VARIABLE		
	NOMBRE	COEFICIENTE	SIGNO
UNO (0,9200) (0,9159)	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,053	-
	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,7796	+
DOS (0,9572) (0,9550)	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,7310	+
	Habito de Precios	0,0638	-
TRES (0,9530) (0,9506)	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,7804	+
	Habito de Precios	0,111	-
CUATRO (0,9302) (0,9266)	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,8234	+
CINCO (0,8925) (0,8870)	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,5225	+
	Habito de Precios	0,3763	-
	Valor unitario m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,4925	+
	Ingreso	0,3868	-
SEIS (0,8598) (0,8527)	Consumo m <sup>3</sup> agua ( periodo anterior)	0,6861	+
	Habito de Precios	0,1687	-

## ANEXO CINCO - REGRESIONES MODELO ALTRUISMO IMPURO

### ESTRATO UNO

First-stage regressions						
Source	SS	df	MS			
Model	24.7954308	12	2.0662859	Number of obs =	39	
Residual	7.7133e-13	26	2.9666e-14	F( 12, 26) =	.	
				Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	1.0000	
				Adj R-squared =	1.0000	
Total	24.7954308	38	.652511338	Root MSE =	1.7e-07	

Inred6	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Intervall]	
lning	1.81e-07	9.77e-07	0.19	0.854	-1.83e-06	2.19e-06
lnvunire	(dropped)					
lnconre	9.66e-07	1.04e-06	0.93	0.363	-1.18e-06	3.11e-06
educ	7.43e-08	1.64e-07	0.45	0.654	-2.62e-07	4.11e-07
habpre	1.24e-08	1.01e-07	0.12	0.903	-1.95e-07	2.20e-07
habing	-4.74e-07	1.23e-06	-0.39	0.702	-2.99e-06	2.05e-06
lning1	-.9999991	9.25e-07	.	0.000	-1.000001	-.9999972
lning6	1	6.95e-08	.	0.000	.9999999	1
lnred1	.9999991	9.62e-07	.	0.000	.9999972	1.000001
lnred3	-5.28e-08	5.24e-08	-1.01	0.323	-1.61e-07	5.49e-08
bpublic	-4.00e-09	7.60e-08	-0.05	0.958	-1.60e-07	1.52e-07
lnfac	-7.70e-07	8.96e-07	-0.86	0.398	-2.61e-06	1.07e-06
lnfacre	-2.03e-07	2.03e-07	-1.00	0.328	-6.20e-07	2.15e-07
_cons	-1.74e-06	.0000107	-0.16	0.872	-.0000237	.0000202

IV (2SLS) regression with robust standard errors				Number of obs = 39		
				F( 4, 34) =	269.18	
				Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9650	
				Root MSE =	.04932	

Incon	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Intervall]	
Inred6	-.0382834	.0128278	-2.98	0.005	-.0643526	-.0122143
lning	-.086096	.1466318	-0.59	0.561	-.3840876	.2118955
lnvunire	-.0298806	.0268378	-1.11	0.273	-.0844215	.0246604
lnconre	.9148784	.0622219	14.70	0.000	.7884284	1.041328
_cons	1.297528	1.500087	0.86	0.393	-1.751016	4.346071

Instrumented:	Inred6
Instruments:	lning lnvunire lnconre educ habpre habing lning1 lning6 lnred1 lnred3 bpublic lnfac lnfacre

## ESTRATO DOS

First-stage regressions						
Source	SS	df	MS			
Model	36.516768	12	3.043064	Number of obs =	41	
Residual	9.2377e-13	28	3.2992e-14	F( 12, 28) =	.	
Total	36.516768	40	.912919201	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	1.0000	
				Adj R-squared =	1.0000	
				Root MSE =	1.8e-07	

lnred6	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lning	5.05e-07	1.10e-06	0.46	0.649	-1.75e-06 2.76e-06	
lnvunire	-1.63e-06	1.66e-06	-0.98	0.334	-5.02e-06 1.76e-06	
lnconre	(dropped)					
educ	-5.12e-08	1.21e-07	-0.42	0.675	-2.99e-07 1.97e-07	
habpre	2.89e-07	4.96e-07	0.58	0.565	-7.27e-07 1.31e-06	
habing	-7.38e-07	1.18e-06	-0.63	0.537	-3.16e-06 1.68e-06	
lning1	-7.05e-08	5.15e-08	-1.37	0.182	-1.76e-07 3.49e-08	
lning3	-.9999984	1.43e-06	.	0.000	-1.000001 -.9999954	
lning6	.9999999	6.19e-08	.	0.000	.9999998 1	
lnred3	.9999985	1.44e-06	.	0.000	.9999955 1.000001	
bpublic	-1.30e-08	7.39e-08	-0.18	0.862	-1.64e-07 1.38e-07	
lnfac	-1.11e-06	1.45e-06	-0.77	0.450	-4.09e-06 1.86e-06	
lnfacre	9.78e-07	1.59e-06	0.61	0.545	-2.29e-06 4.24e-06	
_cons	-4.29e-06	.0000107	-0.40	0.690	-.0000261 .0000175	

IV (2SLS) regression with robust standard errors						
Incon	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lnred6	-.0296631	.0104115	-2.85	0.007	-.0507787 -.0085475	
lning	.0294627	.1280186	0.23	0.819	-.2301711 .2890965	
lnvunire	-.0614691	.0265434	-2.32	0.026	-.1153017 -.0076366	
lnconre	.8792701	.0573365	15.34	0.000	.7629862 .995554	
_cons	.3055973	1.463449	0.21	0.836	-2.662414 3.273609	

Instrumented:	lnred6
Instruments:	lning lnvunire lnconre educ habpre habing lning1 lning3 lning6 lnred3 bpublic lnfac lnfacre

## ESTRATO TRES

**First-stage regressions**

Source	SS	df	MS			
Model	41.4125699	12	3.45104749	Number of obs =	41	
Residual	6.5483e-13	28	2.3387e-14	F( 12, 28) =	.	
Total	41.4125699	40	1.03531425	Prob > F	= 0.0000	
				R-squared	= 1.0000	
				Adj R-squared	= 1.0000	
				Root MSE	= 1.5e-07	

lnred6	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Intervals]
lning	3.98e-07	6.40e-07	0.62	0.539	-9.14e-07 1.71e-06
lnvunire	-2.15e-06	1.85e-06	-1.16	0.255	-5.94e-06 1.64e-06
lnconre (dropped)					
educ	-3.14e-07	1.05e-07	-3.00	0.006	-5.28e-07 -9.96e-08
habpre	2.48e-08	4.72e-07	0.05	0.959	-9.43e-07 9.93e-07
habing	-7.05e-08	6.39e-07	-0.11	0.913	-1.38e-06 1.24e-06
lning1	-.999998	1.34e-06	.	0.000	-1.000001 -.9999953
lning6	1	6.20e-08	.	0.000	1 1
lnred1	.999998	1.38e-06	.	0.000	.9999951 1.000001
lnred3	-6.85e-08	7.38e-08	-0.93	0.361	-2.20e-07 8.27e-08
bpublic	-8.85e-08	8.12e-08	-1.09	0.285	-2.55e-07 7.79e-08
lnfac	-1.32e-06	1.47e-06	-0.90	0.377	-4.34e-06 1.70e-06
lnfacre	1.15e-06	1.68e-06	0.68	0.500	-2.29e-06 4.58e-06
_cons	-3.18e-06	6.86e-06	-0.46	0.646	-.0000172 .0000109

**IV (2SLS) regression with robust standard errors**

lncon	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Intervals]
lnred6	-.0296746	.0079637	-3.73	0.001	-.0458258 -.0135234
lning	-.0272987	.1385837	-0.20	0.845	-.3083594 .253762
lnvunire	-.0408001	.0535458	-0.76	0.451	-.149396 .0677958
lnconre	.9116366	.0884971	10.30	0.000	.7321562 1.091117
_cons	.7991225	1.345152	0.59	0.556	-1.928971 3.527216

Instrumented: lnred6  
 Instruments: lning lnvunire lnconre educ habpre habing lning1 lning6 lnred1 lnred3 bpublic lnfac lnfacre

**ESTRATO CUATRO**

**First-stage regressions**

Source	SS	df	MS			
Model	24.4004227	12	2.03336856	Number of obs =	37	
Residual	5.9035e-13	24	2.4598e-14	F( 12, 24) =	.	
Total	24.4004227	36	.677789521	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	1.0000	
				Adj R-squared =	1.0000	
				Root MSE =	1.6e-07	

lnred6	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Intervals]
lning	6.88e-07	6.58e-07	1.05	0.306	-6.70e-07 2.05e-06
lnvunire	-2.28e-06	2.06e-06	-1.11	0.280	-6.54e-06 1.98e-06
lnconre	<dropped>				
educ	8.90e-08	1.07e-07	0.83	0.413	-1.32e-07 3.10e-07
habpre	-9.56e-08	3.37e-07	-0.28	0.779	-7.92e-07 6.01e-07
habing	-3.59e-07	6.17e-07	-0.58	0.566	-1.63e-06 9.15e-07
lning1	-.9999974	1.87e-06	.	0.000	-1.000001 -.9999936
lning3	-9.01e-08	8.72e-08	-1.03	0.312	-2.70e-07 8.99e-08
lning6	1	8.37e-08	.	0.000	.9999999 1
lnred1	.9999975	1.95e-06	.	0.000	.9999935 1.000002
bpublic	-1.53e-07	8.54e-08	-1.79	0.087	-3.29e-07 2.36e-08
lnfac	6.17e-08	2.25e-06	0.03	0.978	-4.58e-06 4.70e-06
lnfacre	-2.84e-07	2.38e-06	-0.12	0.906	-5.19e-06 4.62e-06
_cons	-8.18e-06	6.94e-06	-1.18	0.251	-.0000225 6.16e-06

**IU (2SLS) regression with robust standard errors**

Incon	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Intervals]
lnred6	-.0277571	.0079613	-3.49	0.001	-.0439737 -.0115404
lning	.0583161	.0853343	0.68	0.499	-.1155041 .2321363
lnvunire	-.0942204	.0513036	-1.84	0.076	-.1987224 .0102817
lnconre	.9344069	.0624465	14.96	0.000	.8072075 1.061606
_cons	-.1018434	.9261852	-0.11	0.913	-1.988421 1.784734

Instrumented: lnred6  
 Instruments: lning lnvunire lnconre educ habpre habing lning1 lning3 lning6 lnred1 bpublic lnfac lnfacre

**ESTRATO CINCO**

note: lning3 dropped due to collinearity

First-stage regressions

Source	SS	df	MS	Number of obs = 39		
Model	24.7954308	12	2.0662859	F( 12, 26) =	.	
Residual	7.8143e-13	26	3.0055e-14	Prob > F =	0.0000	
Total	24.7954308	38	.652511338	R-squared =	1.0000	
				Adj R-squared =	1.0000	
				Root MSE =	1.7e-07	

lnred6	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lning	-2.60e-07	7.42e-07	-0.35	0.729	-1.79e-06	1.27e-06
lnvunire	8.90e-07	1.43e-06	0.62	0.540	-2.06e-06	3.84e-06
lnconre	9.10e-07	7.62e-07	1.19	0.243	-6.57e-07	2.48e-06
educ	2.23e-08	1.28e-07	0.17	0.862	-2.40e-07	2.85e-07
habpre	-1.09e-07	3.98e-07	-0.27	0.786	-9.27e-07	7.09e-07
habing	1.44e-07	7.71e-07	0.19	0.854	-1.44e-06	1.73e-06
lning1	-1	1.96e-07	.	0.000	-1	-.9999996
lning6	1	7.91e-08	.	0.000	.9999999	1
lnred1	1	2.02e-07	.	0.000	.9999996	1
lnred3	-4.88e-08	5.38e-08	-0.91	0.373	-1.59e-07	6.18e-08
bpublic	-6.51e-08	9.23e-08	-0.71	0.487	-2.55e-07	1.25e-07
lnfac	-9.50e-07	9.43e-07	-1.01	0.323	-2.89e-06	9.89e-07
lnfacre	<dropped>					
_cons	3.92e-06	9.02e-06	0.44	0.667	-.0000146	.0000225

IV (2SLS) regression with robust standard errors

lncon	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lnred6	-.0140691	.0147351	-0.95	0.346	-.0440144	.0158761
lning	-.3413165	.2153045	-1.59	0.122	-.7788679	.0962348
lnvunire	.069944	.0913469	0.77	0.449	-.1156953	.2555833
lnconre	.9506824	.1236904	7.69	0.000	.6993133	1.202052
_cons	4.394219	2.806002	1.57	0.127	-1.308263	10.0967

Instrumented: lnred6  
Instruments: lning lnvunire lnconre educ habpre habing lning1 lning6 lnred1 lnred3 bpublic lnfac lnfacre

ESTRATO SEIS

note: lnred1 dropped due to collinearity

First-stage regressions

Source	SS	df	MS	Number of obs = 33		
Model	26.9889704	12	2.24908087	F( 12, 20) =	.	
Residual	7.3781e-13	20	3.6891e-14	Prob > F =	0.0000	
Total	26.9889704	32	.843405326	R-squared =	1.0000	
				Adj R-squared =	1.0000	
				Root MSE =	1.9e-07	

lnred6	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lning	-7.17e-07	1.02e-06	-0.70	0.490	-2.84e-06	1.41e-06
lnvunire	5.22e-07	2.06e-06	0.25	0.802	-3.77e-06	4.82e-06
lnconre	(dropped)					
educ	-1.73e-07	2.16e-07	-0.80	0.431	-6.24e-07	2.77e-07
habpre	1.54e-07	2.54e-07	0.60	0.552	-3.76e-07	6.84e-07
habing	-1.53e-07	1.10e-06	-0.14	0.891	-2.45e-06	2.15e-06
lning1	5.57e-08	8.99e-08	0.62	0.542	-1.32e-07	2.43e-07
lning3	-1.000001	1.81e-06	.	0.000	-1.000005	-.9999971
lning6	.9999999	9.59e-08	.	0.000	.9999997	1
lnred3	1.000001	1.83e-06	.	0.000	.9999971	1.000005
bpublic	-4.03e-08	8.22e-08	-0.49	0.629	-2.12e-07	1.31e-07
lnfac	2.59e-07	1.16e-06	0.22	0.826	-2.17e-06	2.68e-06
lnfacre	-4.34e-07	1.26e-06	-0.34	0.735	-3.07e-06	2.20e-06
_cons	.0000138	.0000127	1.08	0.291	-.0000127	.0000403

IV (2SLS) regression with robust standard errors

Incon	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lnred6	-.057036	.0235169	-2.43	0.022	-.1052081	-.0088638
lning	-.1426244	.2452698	-0.58	0.566	-.6450368	.359788
lnvunire	-.0181926	.0749384	-0.24	0.810	-.171697	.1353118
lnconre	1.061375	.0860781	12.33	0.000	.8850525	1.237698
_cons	1.861124	3.000813	0.62	0.540	-4.285763	8.00801

Instrumented: lnred6  
 Instruments: lning lnvunire lnconre educ habpre habing lning1 lning3 lning6 lnred3 bpublic lnfac lnfacre

## ANEXO SEIS – ALGUNOS RESULTADOS DE ELASTICIDADES PRECIOS E INGRESO EN EL MUNDO

ELASTICIDAD PRECIO	ELASTICIDAD INGRESO	FUENTE	COMENTARIOS
- 0.55	0.14	Neiswiadomy & Molina 1989	101 clientes de la ciudad de Denton, Ohio.
-0.63	0.64	Neiswiadomy & Molina 1993	Precio Promedio para EEUU, datos de consumo de agua desde 1984. AWWA survey, USA.
-0.38	0.28	Chi – Keung Woo 1992	Precio promedio mensual para Hong Kong 1973 - 1984
-0.11	0.44	Neiswiadomy 1992	Precio marginal y medio de consumo desde 1984, región central norte de EEUU.
-0.29	0.40	IWACO 1989	Precio promedio de agua, 100 casas en Yakarta, Indonesia.
-0.68	0.37	IWACO 1992	Precio mensual de consumo, Bogor Indonesia.
-0.70	0.27	Martin 1992	Precio marginal y promedio , análisis de 1900 casas en Columbia, EEUU.
-0.48	0.11	Rizaiza 1991	Precio promedio para 400 casas en Arabia Saudita
-0.48	0.36	Hubbell 1977	Precio promedio para 230 casas en Nairobi, Kenya



## ANEXO SIETE – DATOS ESTUDIO UNIVERSIDAD NACIONAL Y PLANEACION DISTRITAL, 2004

### Tamaño del hogar

ESTRATO	NUMERO DE PERSONAS x HOGAR
1	4.2
2	3.8
3	3.5
4	3
5 y 6	3

### Gasto por Estrato ( per capita promedio, pesos 2004)

ESTRATO	GASTO PER CAPITA
1	\$ 190.842
2	\$ 274.328
3	\$ 512.686
4	\$ 1.285.462
5 y 6	\$ 2.198.302

Cuadro 7  
**Elasticidad ingreso de cada servicio y de algunos bienes.  
Sistema Working y Leser. Bogotá 2004.**

	Total	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5/6
Acueducto	0.4932	0.3456	0.2676	0.1092	0.1891	0.2026
Energía	0.5679	0.6396	0.4670	0.1575	0.2590	0.4057
Gas	0.2504	0.2814	0.2595	0.1658	0.2422	0.4385
Teléfono	0.5438	0.4589	0.4953	0.3973	0.2918	0.2592
Vivienda	0.9487	0.7025	0.8065	0.6945	0.6028	0.5267
Alimentos	0.7529	0.9175	0.9055	0.7713	0.6901	0.8166
Salud	1.3559	1.7001	1.2326	1.1179	1.1652	1.1220
Transporte	1.0153	1.1907	1.2265	1.2345	1.0332	1.0257
Educación	1.5411	1.5688	1.5424	1.6260	1.5503	2.0488

*Fuente: Cálculos del CID a partir de la ECP 2004*