



**VULNERABILIDAD SOCIAL A LA DISMINUCIÓN  
DEL SUMINISTRO HÍDRICO EN EL DISTRITO  
FEDERAL**

**El caso de los efectos en la salud y el ingreso de los hogares  
en Iztapalapa 1984-2030**

Tesis presentada por

**María del Pilar Salazar Vargas**

Para obtener el grado de

**MAESTRA EN ADMINISTRACIÓN INTEGRAL DEL  
AMBIENTE**

Tijuana, Baja California, México

2014

# CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE TESIS

Director de tesis:

\_\_\_\_\_  
Roberto Alejandro Sánchez Rodríguez

Aprobada por el Jurado Examinador:

1. \_\_\_\_\_  
Nombre y firma

2. \_\_\_\_\_  
Nombre y firma

3. \_\_\_\_\_  
Nombre y firma

## Dedicatoria

Este trabajo quiero dedicarlo, a manera de reconocimiento, a ti abuelita Maru, que más que solo enseñarme a leer, escribir, sumar y restar a temprana edad, sembraste en mí el gusto por aprender, a reconocer que sólo con perseverancia y esfuerzo se alcanzan los objetivos, a ver el trabajo duro como un proyecto de vida, a valerme por mi misma. Gracias por siempre hablarme con franqueza y a veces hasta regañarme por todo, fuiste más que una segunda mamá. A ti Maru, que te me fuiste sin poderme despedir.

También dedico esta tesis a ti mamá, la persona más valiosa en mi vida y que, a base de tus años de sacrificio, horas extra y siempre estar al pendiente, me has dado todo. A ti *Chulis* que has sabido ser mamá y papá, el mejor apoyo y mi mejor amiga.

A mis hermanos Ger y Dani (*my beasties*) que me alientan en momentos difíciles, las personas más nobles. Los quiero mucho y siempre los llevo en mi corazón.

A Alejandro, el gran amor que encontré (o me encontró) en El Colef, gracias por tu amor y apoyo incondicional. Esto va por los dos *Otsy*.

A las amistades que perduran: Ricardo, Yaninne, Rodrigo, Julio, Juan Carlos y Ara por siempre estar ahí.

A mis compañer@s de maestría, que siempre fueron básic@s, y algun@s hasta mi segunda familia.

## Agradecimientos

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado para la realización de mis estudios de maestría.

Igualmente agradezco a El Colef y a sus profesores, así como a la planta docente del Cicese, por la oportunidad de realizar estudios de posgrado en dichas instituciones y por toda la preparación recibida.

Agradezco profundamente a mi Director de tesis, el Dr. Roberto Sánchez, por su orientación y paciencia para realizar este documento, por enseñarme a percibir las problemáticas socioambientales desde perspectivas analíticas enriquecedoras, así como por ser pieza clave para llevar a cabo exitosamente mi estancia de investigación en Australia.

Mi gratitud a mis lectoras, las Doctoras María Perevochtchikova y Teresa Cavazos por su disponibilidad y sus comentarios oportunos para la preparación y mejora de la tesis.

Mi reconocimiento a la Doctora Gabriela Muñoz Meléndez por su tiempo e infinita paciencia para resolver mis innumerables dudas metodológicas.

Doy las gracias al grupo de investigación de *Climate Change Adaptation* en *RMIT University*, especialmente a los Doctores Darryn Mc Evoy, Jane Mullet y Karyn Bosomworth por todo su respaldo y paciencia durante toda mi estancia de investigación.

A mi familia y amigos, por su apoyo.

Gracias a todos.

Finalmente, gracias a Dios.

## RESUMEN

Uno de los principales problemas que enfrentan las grandes ciudades es la escasez de agua potable. En el Distrito Federal, las dinámicas urbanas y climáticas han presionado a la baja el suministro del líquido para las delegaciones, las cuales son heterogéneamente vulnerables a dicha baja. El objetivo de esta tesis es reconocer a la delegación con mayor porcentaje de hogares altamente vulnerables a la reducción del suministro, con miras a estimar los daños que han padecido en sus activos, específicamente su ingreso y salud, a causa de dicha disminución hídrica. El desarrollo analítico se divide en dos etapas. Primero, se realizó un análisis de la vulnerabilidad social de los hogares a la falta de agua en el DF y la clasificación de los mismos por nivel de vulnerabilidad (alta, media o baja) mediante la construcción de un indicador. Segundo, se estimaron modelos estocásticos que permitieron reconocer los efectos sobre los activos, ingreso y salud, en la delegación más vulnerable. Se descubrió que en Iztapalapa, la delegación más vulnerable, el ingreso familiar ha sido afectado significativamente por la disminución del suministro como consecuencia, entre otras cosas, de su elevada sensibilidad a las variaciones hídricas. Relativo a la salud, aunque la información disponible no permite ser concluyente, se halló que el agua suministrada a la delegación no garantiza suficiencia para una salud completa. Los pronósticos a 2030 estiman con un 95 por ciento de confianza que, de continuarse con tales trayectorias, se intensificarán dichos efectos adversos para la siguiente generación de hogares.

**Palabras clave:** Agua, suministro, vulnerabilidad, hogares, efectos, capitales

## ABSTRACT

One of the main problems faced by large cities is the lack of drinking water. In Mexico City, for at least three decades, urban dynamics and climate change have reduced the flow of water supplied to the delegations, which are under heterogeneous social vulnerability contexts. The main objective of this thesis is to recognize the delegation with greatest social vulnerability to water shortages in Mexico City, in order to estimate the present and future effects homes are facing and will face in their income and health due to the reduction in water supply. The analytical development of study is divided into two stages. First, a social vulnerability to lack of water analysis was conducted in households of the Distrito Federal, and to classify the households by vulnerability levels (high, medium or low) through the construction of an indicator. In the second stage, regression models were calculated to estimate the effects on the households' assets (income and health) in the most vulnerable delegation. It was discovered that on Iztapalapa, the most vulnerable delegation, the household income has been significantly affected by decreased supply, as a result, among other things, it is highly sensitive to water supply variations. Concerning health, although available information does not allow to be conclusive, it was found that the water supplied to Iztapalapa is not sufficient to ensure complete health. If this trend continues, it can be forecasted to 2030, there will be increasing negative effects for the next households' generation.

**Keywords:** Water, supply, vulnerability, households, effects, assets

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE Y DETERMINACIÓN DEL MARCO</b>	
<b>CONCEPTUAL</b> .....	<b>9</b>
1.1 Problemática del agua en áreas urbanas .....	9
1.2 Marco conceptual .....	15
1.2.1 Vulnerabilidad social y sus dimensiones.....	16
1.2.2 Condicionantes del daño.....	18
1.2.3 Daños en los activos .....	28
1.2.4 El papel del agua en el ingreso y la salud.....	31
1.3 Metodología general .....	38
<b>CAPÍTULO II. ANÁLISIS DEL PROBLEMA DEL SUMINISTRO HÍDRICO EN</b>	
<b>EL DISTRITO FEDERAL</b> .....	<b>42</b>
2.1 Disponibilidad natural .....	43
2.2 Fuentes de abastecimiento hídrico al Distrito Federal.....	46
2.3 Cambio climático.....	55
2.4 Distribución del suministro como determinante de la exposición de los hogares.....	62
2.4.1 Competencias y política de acceso al agua potable.....	63
2.4.2 Condiciones observadas de acceso al agua potable.....	65
2.5 Suministro hídrico futuro en el Distrito Federal.....	75
<b>CAPÍTULO III. ETAPA 1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SOCIAL Y</b>	
<b>SELECCIÓN DE DELEGACIÓN DE ESTUDIO</b> .....	<b>84</b>
3.1 Metodología específica.....	84
3.2 Análisis de vulnerabilidad social en el Distrito Federal .....	94
3.2.1 Importancia individual de las variables socioeconómicas.....	94
3.2.2 La dimensión hídrica de la vulnerabilidad social .....	98
3.2.3 Variables de mayor aporte para la vulnerabilidad social a nivel DF.....	100
3.2.4 Indicador de Vulnerabilidad Social .....	101
3.3 Caso de estudio. La delegación Iztapalapa.....	106
3.3.1 Generalidades socioeconómicas en Iztapalapa.....	107
3.3.2 Vulnerabilidad social a la disminución del suministro de agua en la delegación ...	116
<b>CAPÍTULO IV. ETAPA 2. EFECTOS EN LOS ACTIVOS INGRESO Y SALUD</b>	
<b>POR LA DISMINUCIÓN DEL SUMINISTRO HÍDRICO</b> .....	<b>145</b>
4.1 Metodología específica.....	145
4.2 Evidencia. Relación entre el ingreso disponible y el suministro de agua en Iztapalapa	
.....	153
4.2.1 Precios de las fuentes de acceso .....	155
4.2.2 Gastos en los hogares .....	159
4.3 Estimación empírica de los efectos en el ingreso disponible por la reducción del	
suministro hídrico .....	164
4.4 Evidencia. Efectos en la salud por disminución del suministro de agua en la	
demarcación.....	169
4.4.1 Cantidad mínima para una salud adecuada .....	169

4.4.2 Incidencia de enfermedades por la carencia del líquido.....	171
4.5 Estimación empírica de los efectos en la salud por la reducción del suministro hídrico .....	175
4.6 Interacción empírica entre el ingreso disponible y la salud .....	177
4.7 Efectos en prospectiva .....	180
4.7.1 Efectos futuros en el ingreso disponible.....	180
4.7.2 Efectos en la salud a nivel de cantidad mínima de agua necesaria.....	183
<b>CONCLUSIONES GENERALES .....</b>	<b>189</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>195</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>i</b>

### **ÍNDICE DE DIAGRAMAS Y ESQUEMAS**

Diagrama 1.1 Resumen de bibliografía relevante del funcionamiento, transformaciones y problemáticas hídricas de la Ciudad de México.....	11
Diagrama 1.2 Resumen de objetivos, temas y metodología por capítulo .....	40
Diagrama 2.1. Dimensiones del acceso al agua potable.....	64
Diagrama 3.1 Resumen de la etapa 1 .....	85
Esquema 1.1 Selección de activos de los hogares .....	30
Esquema 1.2 Resumen de enfermedades asociadas a la escasez hídrica .....	37
Esquema 3.1. Variables que intervienen en el problema de investigación .....	86
Esquema 3.2. Criterios de selección de variables para el indicador de Vulnerabilidad Social (IVS) al recurso agua.....	88
Esquema C.1. Resumen de efectos observados del suministro de agua sobre el ingreso de los hogares en Iztapalapa, D.F. durante 1984-2012 y replicables al 95% de confianza para 2030.....	191

### **ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 1.1. Cantidad mínima necesaria de agua potable por habitante.....	34
Cuadro 2.1. Clasificación de disponibilidad natural .....	45
Cuadro 2.2. Evolución del Sistema Cutzamala por etapas .....	52
Cuadro 2.3. Frecuencia de precipitaciones máximas registradas en el DF .....	55
Cuadro 2.4. Frecuencia de olas de calor en el DF .....	58
Cuadro 2.5. Pronóstico de la disponibilidad natural en el DF.....	62
Cuadro 2.6. Desglose del suministro hídrico para uso habitacional.....	66
Cuadro 2.7. Distribución porcentual del suministro por delegaciones.....	80
Cuadro 2.8. Crecimiento futuro de la población por delegación.....	81
Cuadro 3.1 Variables seleccionadas por dimensión de la vulnerabilidad social.....	89
Cuadro 3.2 Categorización de variables cuantitativas.....	90
Cuadro 3.3 Detalle metodológico de la construcción del IVS .....	92
Cuadro 3.4 Cálculo de intervalos de las categorías IVS .....	93
Cuadro 3.5 Variables que explican la vulnerabilidad social por componente .....	101
Cuadro 3.6 Valores de los intervalos del IVS .....	102
Cuadro 3.7 Indicadores sociales seleccionados de Iztapalapa respecto al DF .....	110
Cuadro 3.8 Porcentaje de hogares en Iztapalapa por tipo de carencias.....	114
Cuadro 3.9 Hogares en Iztapalapa por tipo de vulnerabilidad social.....	116

Cuadro 3.10 Variables socioeconómicas relevantes en la vulnerabilidad social en Iztapalapa.....	118
Cuadro 3.11 Distribución de los hogares en Iztapalapa por disponibilidad de agua.....	131
Cuadro 3.12 Distribución de los hogares en Iztapalapa por frecuencia de dotación.....	133
Cuadro 3.13 Opinión de los habitantes de Iztapalapa sobre la calidad del agua.....	140
Cuadro 4.1 Variables, indicadores y fuentes de información.....	147
Cuadro 4.2 Subsidios en el cobro del servicio de agua por tipo de manzana en el DF.....	156
Cuadro 4.3 Precios de fuentes de abasto de agua potable en Iztapalapa.....	157
Cuadro 4.4 Percepciones monetarias promedio en los hogares por tipo de suministro ...	162
Cuadro 4.5 Consumo y gasto en agua de pipas .....	162
Cuadro 4.6 Consumo y gasto en agua de garrafón .....	163
Cuadro 4.7 Morbilidad por enfermedades infecciosas intestinales (EII) .....	172
Cuadro 4.8 Resumen de resultados del modelo 2.....	176

### ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1. Caudal suministrado por el acuífero de la ZMCM al DF.....	47
Gráfico 2.2. Balance físico del acuífero de la Ciudad de México (CM) .....	48
Gráfico 2.3 Agua suministrada al DF por manantiales locales .....	49
Gráfico 2.4. Caudal suministrado al DF por el Sistema Lerma.....	50
Gráfico 2.5. Caudal suministrado al DF por el Plan de Acción Inmediata (PAI) .....	51
Gráfico 2.6. Caudal suministrado al DF por el Sistema Cutzamala.....	53
Gráfico 2.7. Promedio de temperaturas máximas en el DF.....	57
Gráfico 2.8. Variaciones en la temperatura promedio en el DF por escenario .....	60
Gráfico 2.9. Variaciones en la precipitación promedio para el DF por escenario.....	61
Gráfico 2.10. Suministro de agua potable para el DF .....	62
Gráfico 2.11. Distribución de la población por acceso a la red de agua potable.....	67
Gráfico 2.12 Distribución delegacional de la red de agua potable.....	68
Gráfico 2.13 Distribución de la población por frecuencia en el suministro .....	68
Gráfico 2.14. Distribución de la población por disponibilidad de agua y estrato socioeconómico .....	69
Gráfico 2.15 Desigualdad en la distribución de agua entre delegaciones .....	70
Gráfico 2.16 Distribución del consumo aparente per cápita entre delegaciones.....	72
Gráfico 2.17 Distribución del consumo efectivo per cápita por delegación .....	74
Gráfico 2.18. Suministro hídrico histórico y futuro al DF .....	78
Gráfico 2.19 Diferencias futuras entre la demanda y las capacidades de abastecimiento ..	79
Gráfico 2.20 Suministro de agua futuro por delegación.....	81
Gráfico 2.21 Suministro de agua per cápita futuro por delegación.....	82
Gráfico 3.1 Variables socioeconómicas de interés para el IVS.....	95
Gráficos 3.2 y 3.3 Correlación con disponibilidad de agua .....	99
Gráfico 3.4 Distribución de hogares por IVS .....	103
Gráfico 3.5 IVS por deciles de ingreso .....	104
Gráfico 3.6 Distribución de los hogares más vulnerables por decil de ingresos .....	106
Gráfico 3.7 Crecimiento histórico de la población en el DF y en Iztapalapa.....	108
Gráfico 3.8 Problemáticas sociales en Iztapalapa .....	114
Gráfico 3.9 Distribución de los hogares en Iztapalapa por estrato socioeconómico.....	116



Gráfico 3.10 Vulnerabilidad social por estrato socioeconómico en Iztapalapa .....	117
Gráfico 3.11 Estrato socioeconómico de los hogares por número de integrantes.....	120
Gráfico 3.12 Hogares por material de techos en la vivienda y frecuencia de suministro .	122
Gráfico 3.13 Distribución de hogares en Iztapalapa por problemas de alimentación .....	123
Gráfico 3.14 Derechohabiencia médica y suministro en los hogares de Iztapalapa .....	125
Gráfico 3.15 Condición de empleo (CE) y suministro Gráfico 3.16 CE y disponibilidad .....	125
Gráfico 3.17 Redes sociales en Iztapalapa .....	127
Gráfico 3.18 Suministro de agua comprometido a Iztapalapa .....	130
Gráfico 3.19 Presión del suministro de agua en Iztapalapa.....	132
Gráfico. 3.20 Horas semanales de tandeo por colonias.....	135
Gráfico. 3.21 Colonias condonadas del pago y deudas por el servicio de agua potable ...	136
Gráfico 4.1 Tendencias del suministro de agua e ingreso disponible de los hogares .....	154
Gráfico 4.2 Diferencia entre precios por fuente de abastecimiento de agua potable .....	158
Gráfico 4.3 Trayectoria del salario mínimo e inflación en alimentos y bebidas.....	159
Gráfico 4.4 Ingreso en los hogares destinado a la compra de agua.....	160
Gráfico 4.5 Consumo bruto y neto per cápita.....	170
Gráfico 4.6 Dinámica del suministro de agua y la morbilidad hospitalaria por EII.....	172
Gráfico 4.7 Mortalidad por enfermedades por falta de agua y suministro de agua.....	173
Gráfico 4.8 Tasa de mortalidad hospitalaria por enfermedad y suministro de agua .....	174
Gráfico 4.9 Mortalidad por enfermedades de la piel y suministro de agua.....	175
Gráfico 4.10 Pronóstico lineal del ingreso disponible de los hogares.....	182
Gráfico 4.11. Suministro bruto de agua pronosticado.....	183
Gráfico 4.12 Suministro neto per cápita pronosticado .....	184

### **ÍNDICE DE MAPAS, FIGURAS Y FOTOGRAFÍAS**

Mapa 2.1 Disponibilidad natural media per cápita por región hidrológico-administrativa	45
Mapa 3.1 Distribución de los hogares con mayor vulnerabilidad social por delegación ..	104
Mapa 3.2 Ubicación de Iztapalapa .....	107
Mapa 3.3 Uso de suelo en Iztapalapa .....	109
Mapa 3.4 Polígono de colonias con tandeo .....	134
Mapa 4.1 Desarrollo social por colonia en Iztapalapa .....	156
Figura 4.1. Relación IVS y condiciones socioeconómicas.....	102
Fotografía 3.1. Tomada al interior de una vivienda en la calle Jamaica, Col. La Polvorilla, Iztapalapa.....	141
Fotografía 3.2 Tomada al interior de una vivienda en la calle Jamaica, Col. La Polvorilla, Iztapalapa.....	141
Fotografía 3.3 Tomada al interior de una vivienda en la calle Camino al Progreso, Col. La Polvorilla, Iztapalapa .....	141
Fotografía 3.4 Vista de una vivienda en la calle Playa Grande, Col. La Polvorilla, Iztapalapa.....	142
Fotografía 3.5 Vista de una vivienda en la calle Gitana, Col. La Polvorilla, Iztapalapa... 143	

## INTRODUCCIÓN

Las grandes concentraciones urbanas con rápido crecimiento poblacional han enfrentado por décadas una serie cada vez mayor de problemas socio-ambientales, tales como el agotamiento y degradación de los recursos naturales, pobreza urbana e inequidad social, así como diversas deficiencias en la salud, los cuales se encuentran asociados al consumo de los recursos naturales por encima de su capacidad de carga y a la forma en general en que estas concentraciones han interactuado con el entorno (Vargas, 2002; Tortajada, 2008; Hossain, 2012).

El caso del agua disponible para consumo humano es uno de los bienes naturales más afectados por estos patrones de agotamiento y degradación, a la vez que es un recurso necesario e insustituible para la existencia y para todos los ámbitos del desarrollo humano (PNUD, 2006). El agotamiento del líquido disponible se ha configurado como factor de gran perturbación para las personas y sus hogares al tiempo que pone en peligro la sostenibilidad futura de los mismos (Baguma *et. al.*, 2012).

Aunque la cantidad de agua es la misma dentro del ciclo hidrológico y se considera un recurso renovable, el agua que se encuentra disponible para consumo humano se está agotando, tanto en los cuerpos superficiales como en los mantos freáticos, a causa de que su extracción se lleva a cabo a una velocidad que sobre pasa la capacidad que tiene el sistema natural para recuperar la cantidad y calidad del líquido (UN-water, 2007).

La escasez hídrica para la población es un tema especialmente importante en diversas entidades del país ya que, de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2012; Conagua, 2009), México posee un grado de presión hídrica moderado, es decir que el uso que se ejerce sobre el agua supera la capacidad de recarga del sistema hídrico (en 17,38%). Sin embargo, en la mayor parte del noroeste y centro de México, incluyendo al Distrito Federal, el porcentaje de agua que es extraída de los acuíferos en relación a la disponibilidad natural<sup>1</sup> es superior a 40 por ciento, lo que revela

---

<sup>1</sup> Definida como el agua proveniente de precipitaciones, que después de la evaporación, se transforma en escurrimiento y en recarga natural de los acuíferos en una región (Conagua, 2004).

un grado alto de presión sobre el recurso hídrico en zonas donde precisamente disponen de menores acervos del mismo (*Ídem*).

A pesar de que se han dedicado esfuerzos institucionales para la cobertura universal del líquido y se ha logrado que 90,9 por ciento de la población nacional tenga acceso al agua potable (INEGI, 2012), el recurso disponible en el territorio presenta estados severos de deterioro y agotamiento, mismos que vulneran dicha cobertura.

En el caso especial del Distrito Federal (DF)<sup>2</sup>, los hogares han padecido la reducción del suministro de agua potable de manera progresiva conforme pasan los años, como consecuencia del estado de abatimiento y degradación de las fuentes de suministro, los cuales a su vez, se deben a factores tales como el aumento de la demanda por el crecimiento poblacional, el modelo de aprovechamiento del recurso<sup>3</sup> y las modificaciones en los patrones climáticos, entre otros (Legorreta, 2006; Izazola, 2012; Constantino, 2010; González, 2011).

Dicha problemática tenderá a agravarse en la medida en que se continúen con las trayectorias decrecientes en el suministro de agua y la distribución diferenciada entre delegaciones, además de que manifestará diversos efectos negativos sobre los habitantes de la ciudad (Soto y Herrera, 2009; Izazola, 2012; Jiménez *et. al.*, 2012).

La combinación de estos patrones junto con los diferentes entornos de vulnerabilidad social, generan efectos diferenciados entre los hogares del Distrito Federal (Martínez, 2010). En efecto, la vulnerabilidad social, definida por la sensibilidad a sufrir daño debido a las características socioeconómicas, la exposición y limitada capacidad de adaptación de la población a un evento perturbador (la disminución del suministro), contribuye al deterioro de la habilidad de los hogares a adaptarse a los cambios haciéndolos más susceptibles al daño (Ávila, 2008; Bohle, 2001; Cutter, 2007).

La vulnerabilidad social se entenderá en esta tesis como un estado de susceptibilidad de los hogares del Distrito Federal a sufrir daños, dadas las características socioeconómicas que

---

<sup>2</sup> A lo largo del presente documento se utilizará indistintamente el término Distrito Federal, DF o Ciudad de México, con fundamento en el Artículo 4º constitucional que enuncia: “La Ciudad de México es el Distrito Federal, sede de los Poderes de la Unión y Capital de los Estados Unidos Mexicanos. Se compondrá del territorio que actualmente tiene...” (DOF, 2014: 53 p.).

<sup>3</sup> El cual consiste en la extracción conducción y aprovechamiento del agua potable en la ciudad y su posterior desecho conducido al estado de Morelos por diversos túneles de drenaje que se combinan con el agua de lluvia y cuyo reaprovechamiento es ínfimo.

modulan su sensibilidad, capacidad adaptativa y nivel de exposición a la disminución del suministro de agua potable.

El objetivo de la presente tesis es responder la pregunta general de: ¿Cuál es la delegación con mayor porcentaje de hogares que padecen la vulnerabilidad social más alta en el Distrito Federal y qué efectos han padecido (y padecerán) sobre su ingreso y salud ante la disminución del suministro de agua durante la última generación (1984-2014) y la siguiente (al 2030)? Asociado a ello, en esta tesis se aspira a exponer el caso más grave de las consecuencias sociales que produce la falta de agua potable en los hogares en una ciudad tan importante en el país en términos sociales, económicos, políticos y culturales, como lo es el Distrito Federal.

La elaboración de esta tesis es pertinente debido a que aborda un tema vigente y progresivamente grave, es decir el agotamiento del agua, y provee información sobre áreas de especial atención como lo son los grupos más vulnerables en materia hídrica que, de continuar las tendencias antes mencionadas como hasta ahora, requerirán de medidas urgentes que coadyuven a la reducción de su vulnerabilidad. Asimismo, el tema del agotamiento hídrico, a pesar de estar ampliamente analizado en la literatura, como se abunda en la sección 1.1, poco se ha escrito de los efectos sociales a una escala fina, como lo son los hogares, lo que representa una ventana de oportunidad al ejercicio de la cuantificación de dichos efectos observados y potenciales para el futuro.

En este sentido, la contribución de esta tesis a la literatura especializada se asocia al aporte de conocimiento acerca de un tema fundamental como es el agua para la sostenibilidad de las ciudades y las consecuencias sociales de las formas en las que se ha decidido hacer uso de recursos naturales escasos. Si bien es cierto que la presente tesis gira en torno al Distrito Federal y a una delegación como caso particular, puede ser ilustrativa de otras ciudades de México con grandes concentraciones poblacionales y que padecen problemas de agotamiento y escasez hídrica.

Otro aporte versa sobre la temporalidad con la cual se trabajó pues contribuye con un enfoque tanto histórico como prospectivo y que permite reconocer variaciones estructurales de las coyunturas tanto en la dimensión hídrica como en la social.

Las preguntas particulares que se pretenden resolver son:

1. ¿Cómo es el contexto de vulnerabilidad social de los hogares ante la disminución del suministro de agua en el Distrito Federal y qué variables socioeconómicas son las de mayor relevancia para definirlo?
2. ¿Cuál demarcación contiene el mayor porcentaje de los hogares con la vulnerabilidad social más alta a la falta de agua en el Distrito Federal y que variables socioeconómicas tienen mayor incidencia para ese caso?
3. ¿Cuáles han sido los efectos en el ingreso y en la salud de los hogares en la delegación con mayor vulnerabilidad social durante los últimos 30 años dada la reducción observada del suministro de agua?
4. De continuar *ceteris paribus*<sup>4</sup> ¿Cuáles serían los daños en el ingreso y la salud de la delegación con hogares más vulnerables socialmente por efecto de la disminución del agua suministrada para el 2030?

Para la solución de estas interrogantes se plantean cuatro objetivos particulares:

1. Analizar el contexto de vulnerabilidad social a la carencia de agua en el Distrito Federal con miras a ubicar las variables socioeconómicas más importantes asociadas con sus dimensiones: sensibilidad, exposición y capacidad adaptativa.
2. Determinar cuál es la delegación en la que se encuentra el mayor porcentaje de hogares vulnerables a la disminución del suministro de agua y cuáles son los componentes socioeconómicos de sensibilidad y capacidad adaptativa que mayormente inciden sobre su vulnerabilidad social.
3. Estimar los daños cuantitativos que los hogares han experimentado en su ingreso y su salud en la delegación con mayor vulnerabilidad social, durante una generación, ante la disminución del suministro de agua potable. Se considerará que una generación comprende de 30 años<sup>5</sup>, es decir, desde 1984 a la fecha.
4. Con miras a tener un carácter prospectivo de análisis, se busca elaborar un pronóstico para estimar las posibles magnitudes de los efectos en la salud y el ingreso de los hogares vulnerables, para el 2030, de continuarse las tendencias históricas de disminución del suministro y de vulnerabilidad social.

---

<sup>4</sup> Permaneciendo todo lo demás constante.

<sup>5</sup> Una generación familiar se define como el tiempo medio entre cuando la madre tiene su primer hijo y hasta que tiene su primer nieto. Una estimación general considera 30 años la duración promedio de una generación (Princeton, s/f).

Se considera 2030 como año límite debido a que permite vislumbrar en un periodo de mediano plazo los principales afectos que comparten tanto la generación presente como la futura, sin ampliar los niveles de incertidumbre que implicaría proyectarlo hacia una mayor temporalidad.

Las respuestas tentativas o hipótesis de la que se parten son:

1. La delegación con la peor posición de vulnerabilidad social, asociada a la disminución del suministro de agua potable en todo el Distrito Federal, es aquella que concentra a la mayoría de hogares con la vulnerabilidad social más alta, como consecuencia de que su territorio: está expuesto constantemente a la escasez hídrica por su carencia en el acceso a las fuentes de suministro (principalmente del poniente); recibe menores caudales relativos de agua y además, de que sus hogares se posicionan en situaciones adversas de sensibilidad y capacidad adaptiva, a causa de sus deficientes condiciones socioeconómicas. La combinación de estos factores ha generado que los hogares en esta demarcación sufran efectos en sus capitales de la siguiente manera:
  2. La progresiva disminución del suministro de agua potable en el DF ha tenido y tendrá efectos significativos sobre los activos ingreso y salud en los hogares de la delegación con mayor vulnerabilidad social, a causa de que:
    - 2.1 El ingreso en estos hogares ha mantenido una relación de causalidad significativa y positiva con el acceso al agua a lo largo de los últimos 30 años, (es decir que disminuye conforme el suministro lo hace), y es sensible a las variaciones del suministro:
    - 2.2 La cantidad de agua suministrada a la delegación, expresada en litros diarios por habitante, en algún punto del tiempo entre 1984 a 2030, desciende por debajo del caudal mínimo necesario de agua potable que, de acuerdo con la literatura consultada, garantiza una salud adecuada en los hogares;
    - 2.3 La incidencia de morbilidad y mortalidad en los hogares pertenecientes a la delegación con mayor vulnerabilidad social, por enfermedades asociadas a la falta de agua, tal como las enfermedades gastrointestinales y digestivas, así como padecimientos de la piel, son causados significativamente por la disminución del suministro de agua potable en la delegación más vulnerable durante los últimos 30 años, dado que la mortalidad por estos padecimientos presentan una causalidad significativa y negativa con la disminución del suministro.

En la presente tesis se llevó a cabo un análisis de las características socioeconómicas de los hogares con la intención, primero, de caracterizar qué factores son los que más contribuyen a la vulnerabilidad social y segundo, para seleccionar a la delegación que contuviera el mayor porcentaje de hogares con una elevada vulnerabilidad social en términos de condiciones socioeconómicas adversas y una limitada disponibilidad del recurso líquido. De acuerdo al análisis de vulnerabilidad desarrollado, la delegación, con el mayor número de hogares vulnerables a la disminución de agua en Distrito Federal, resultó ser Iztapalapa. Posteriormente se estimaron y analizaron los efectos observados y futuros de la disminución del suministro de agua potable en la delegación sobre el ingreso y la salud en sus hogares.

Bajo un enfoque intergeneracional, tanto histórico como prospectivo, el estudio contempla dos periodos de análisis. El primero de 1984 a 2012, partiendo de que la duración media de una generación genealógica es de 30 años. El segundo con un horizonte prospectivo de 2013 a 2030, que coincide con la presencia de la siguiente generación así como con los diversos escenarios de largo plazo planteados convencionalmente para gestión de recursos hídricos y cambio climático (OECD, 2008; Conagua, 2011; PNUD, 2011; IPCC, 2013).

Para el contraste de las hipótesis antes enunciadas se llevó a cabo la siguiente metodología, misma que se divide en dos etapas:

1. Para reconocimiento de los principales atributos de la vulnerabilidad social así como la selección de la demarcación de estudio se siguieron los siguientes pasos:
  - 1.1 Se analizaron las matrices de varianza y correlación, provenientes del Análisis de Componentes Principales Categóricos, para conocer e identificar las características socioeconómicas a nivel DF de mayor importancia, las cuales pertenecían tanto a la dimensión de sensibilidad como de capacidad adaptativa.
  - 1.2 Una vez identificadas fueron utilizadas para la construcción de un indicador ponderado de vulnerabilidad social a la carencia de agua<sup>6</sup>, el cual fue empleado para la clasificación de los hogares por vulnerabilidad social: alta, media y baja;
  - 1.3 Se reconoció a la demarcación de mayor porcentaje de hogares con vulnerabilidad social alta y se realizó el análisis estadístico de sus características socioeconómicas.

---

<sup>6</sup>Cfr. 3.2.4 Construcción de un indicador de vulnerabilidad social del capítulo III.

2. Para la estimación de los efectos observados en el ingreso y la salud en la demarcación con mayor vulnerabilidad social a la disminución del suministro primero:

2.1 Se especificó un sistema de ecuaciones que mide la causalidad entre el ingreso, la salud y el suministro de agua. Se estimaron los parámetros del mismo por medio de modelos de regresión y se contrastaron contra sus valores críticos para conocer sus significancia estadística.

2.2 Se realizó una proyección tendencial del suministro hídrico y de los modelos estimados en 2.1.

La estructura del documento se distribuye en cuatro capítulos. El primero referente al estado del arte y al marco conceptual, recopila los estudios más destacados en materia hídrica de la ciudad y ofrece diversos conceptos interrelacionados que ayudan a entender el problema de los efectos en los activos de los hogares por escasez de agua potable en contextos de elevada vulnerabilidad social. El segundo capítulo aborda y analiza el contexto ambiental, jurídico y social que ha coadyuvado a la configuración de la disminución del suministro de agua.

El tercer capítulo expone la metodología de la etapa 1 y analiza los resultados obtenidos de la implementación de las herramientas metodológicas con base primordialmente en la Encuesta de Ingreso Gasto de los Hogares (ENIGH, varios años), que permitió obtener información a nivel hogares tanto del DF como de Iztapalapa. En dicho capítulo, primero, se muestra un análisis de las características de exposición y condiciones socioeconómicas de los hogares en el Distrito Federal que determinan los diversos niveles de vulnerabilidad a la falta de agua potable. Segundo, se presenta la clasificación de los hogares por niveles de vulnerabilidad, la selección de la delegación con mayor porcentaje de hogares con alta vulnerabilidad, así como una descripción de sus principales características socioeconómicas.

En el cuarto capítulo se exhiben la metodología de la etapa 2, la evidencia pertinente y se discuten los resultados del sistema de ecuaciones que calculan el deterioro observado y pronosticado en la salud y el ingreso por la disminución del suministro hídrico. Finalmente se muestran las conclusiones generales del trabajo.

De entre los resultados destaca que:

1. Con base en la información socioeconómica obtenida de la ENIGH (2012), las variables socioeconómicas de los hogares con mayor aporte sobre la vulnerabilidad social a nivel



DF se relacionan al acceso al suministro; a las características de físicas del hogar (como el tipo del piso); al equipamiento para almacenar agua y; al ingreso y calidad del empleo de las y los jefes de hogar.

2. Los resultados del indicador construido arrojaron que la delegación con mayor porcentaje de hogares con alta vulnerabilidad social es Iztapalapa, cuyas características socioeconómicas de mayor peso también se relacionaron con el acceso al suministro y a las características físicas de la vivienda, pero además a la alimentación y a las redes sociales.
3. La disminución del suministro de agua potable en la delegación Iztapalapa ha presentado:
  - Efectos significativos sobre el ingreso disponible promedio de los hogares de dicha demarcación durante los últimos 30 años a consecuencia de las magnitudes de disminución y de que el ingreso es altamente sensible;
  - Niveles de suministro per cápita por debajo de las cantidades mínimas de agua recomendadas por diversos autores para mantener una salud adecuada en cuanto a la higiene, hidratación y preparación de alimentos;
  - Efectos no significativos estadísticamente sobre la salud a nivel de mortalidad por enfermedades asociadas a la falta de agua.
4. Si las trayectorias de crecimiento poblacional se cumplen y las formas de uso y aprovechamiento del agua en el DF se mantienen, es probable que se agudicen los daños en los activos del ingreso y la salud de los hogares en Iztapalapa para la siguiente generación.

# CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE Y DETERMINACIÓN DEL MARCO CONCEPTUAL

## Introducción

Con objeto de contar con referenciales de investigación y conceptuales que coadyuven al análisis del problema de estudio, primero se revisa brevemente la literatura más relevante que ayuda a conocer el estado del arte respecto a los problemas hídricos de la ciudad y ofrece soporte sobre la pertinencia del tema a abordar. Segundo, se presenta el marco conceptual a emplear, elaborado a partir del concepto central de vulnerabilidad social, así como del concepto auxiliar de los activos, perteneciente al enfoque de medios de vida, que resultan afectados, así como el concepto de perturbación que permite reconocer las características de la disminución del suministro como un agente estresor de la población en contextos de vulnerabilidad.

### 1.1 Problemática del agua en áreas urbanas

El proceso de crecimiento urbano, sobrepoblación y crecimiento de la demanda total y per cápita de recursos, presente con especial intensidad durante las últimas décadas sobre los países en vías de desarrollo, ha tenido como consecuencias una serie de problemas asociados al deterioro y agotamiento de los recursos naturales (Bhandari *et. al.*, 2007; Huang *et. al.*, 2010; Davies, *et. al.*, 2011; Wu *et. al.*, 2012)

Este proceso invariablemente ha dado lugar a perturbaciones en el sistema hídrico natural, tales como la contaminación del agua, el riesgo de inundaciones, la escasez hídrica, así como la sobreexplotación de agua subterránea, que han puesto en peligro la sostenibilidad de las ciudades, a la vez que se convierten en principales retos para la provisión de agua potable a nivel global (Moe, 2006; Harmancioglu *et. al.*, 2008; Motoshita, 2011).

Los efectos sociales de dichas tendencias de agotamiento y degradación hídrica, tales como la pobreza urbana, se ven agravados por el desigual acceso al agua entre la población (como producto de las disparidades en la asignación de los recursos de agua dulce, ingreso y poder), la falta de planificación, la gestión insostenible del agua, los conflictos socio-ambientales, las políticas de adelgazamiento del Estado, al igual que por las alteraciones de los patrones climáticos, lo que en su conjunto hacen que el futuro de la disponibilidad del recurso incierto (Moe, 2006; PNUD, 2006; Davies, *et. al.*, 2011; Oswald, 2011; Romero, 2011).

En el Distrito Federal se manifiesta uno de los casos más complejos de problemáticas hídricas asociadas a la escasez, contaminación y problemas sociales que afectan especialmente a las personas vulnerables (Oswald, 2011). A continuación se presenta la revisión de la literatura enfocada en las problemáticas hídricas en la ciudad, la cual permite posicionarse en el punto en el que se encuentra el conocimiento actual del problema de estudio.

#### *Estudios realizados para el Distrito Federal*

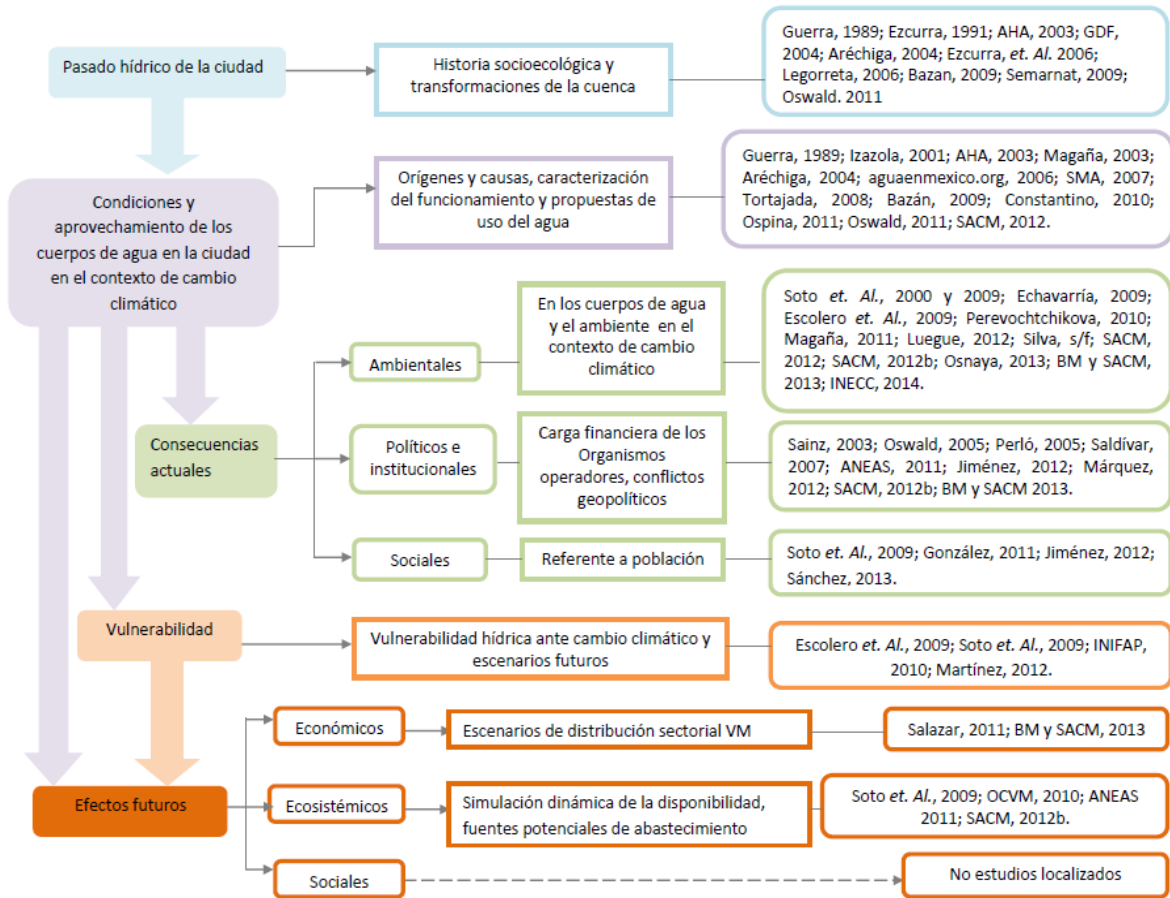
Las problemáticas hídricas de la ciudad han sido analizadas desde un número importante de aristas y enfoques, que van desde los estudios de las condiciones físicas de los cuerpos de agua, hasta la estructura de precios y los efectos en el abastecimiento público, así como de los conflictos sociopolíticos concatenados, entre algunos otros, tal como se resume en el diagrama 1.1.

La historia hídrica del Valle de México y las transformaciones que ha sufrido hasta llegar a una cuenca artificial (es decir, un valle) han sido ampliamente caracterizadas, tales como las revisiones detalladas llevadas a cabo por diversos autores (Aréchiga, 2004; Bazán, 2009; Constantino, 2010; Ezcurra, 1991; Izazola, 2012) y el propio Archivo del agua (AHA, 2003).

Los relatos históricos más destacados acerca de estas transformaciones son los efectuados por el Arquitecto Jorge Legorreta. Él señalaba que la historia de la ciudad se define a partir de las modificaciones al sistema lacustre natural, el cual ha sido desplazado casi en su totalidad por las visiones europeas de modernidad. Desde el siglo XVI hasta el XXI se han construido obras pensadas para el desalojo del agua, perdiendo de vista su posible retención y aprovechamiento (Legorreta, 2006).

De igual forma, la literatura plantea que el modelo de funcionamiento del sistema hídrico, contrario al funcionamiento natural, ha involucrado una paradoja de escasez y exceso, la cual ha generado efectos adversos significativos.

Diagrama 1.1 Resumen de bibliografía relevante del funcionamiento, transformaciones y problemáticas hídricas de la Ciudad de México



Fuente: Elaboración propia.

En relación al problema específico del agotamiento de las fuentes de agua que abastecen al DF, se identificó bibliografía abundante que también se caracteriza por diseños analíticos que contienen un robusto número de enfoques (Guerra y Mora, 1989; Izazola, 2001; AHA, 2003; Magaña, 2003; Aréchiga, 2004; aguaenmexico.org, 2006; SMA, 2007; Tortajada, 2008; Bazán, 2009; Constantino, 2010; Ospina, 2011; Oswald, 2011; SACM, 2012). Desde la década de los ochenta ya existían trabajos que llamaban la atención y proponían soluciones, aunque todavía se encontraban más cargados de carácter técnico que social (Guerra y Mora, 1989).

Existen otros trabajos que se han aproximado en el funcionamiento sistémico del uso del agua en la ciudad (Soto et. al., 2000 y 2009; Echavarría, 2009; Escolero et. al., 2009; Perevochtchikova, 2010; Magaña, 2011; Luegue, 2012; Silva, s/f; SACM, 2012; SACM, 2012b; Osnaya, 2013; BM y SACM, 2013; INECC, 2014). Dichos autores señalan que la forma de aprovechamiento hídrico ha llevado al sistema ecológico y social a un estado de

crisis creciente y obliga a la ciudad a hacer frente a un número importante de nuevos problemas concatenados, tales como la sobreexplotación de los mantos acuíferos, el hundimiento de la ciudad y problemas de gobernanza.

Los asuntos hídricos del DF pueden ser entendidos también como problemas vinculados con las estructuras de mercado y los precios y tarifas. Se encuentran disponibles materiales que adoptan esta visión, tal como el libro “¿Sustentabilidad o gratuidad?” de Américo Saldívar, el cual efectúa una investigación sobre los aspectos más sobresalientes de la economía y política hídrica de toda la Ciudad de México (Saldívar, 2007).

Igualmente, el diseño institucional y político en materia de agua ha sido utilizado como marco de análisis del agotamiento hídrico. Para el caso de los problemas de suministro que involucra el agotamiento y la toma de decisiones, es posible identificar el trabajo de Blanca Jiménez *et. al.* (2012), el cual se enfoca a la evaluación de la política de acceso al agua por medio del análisis de la problemática del acceso al servicio diferenciado social y territorialmente dentro del Distrito Federal así como la disminución de la disponibilidad de agua.

De manera independiente, Manuel Cohen Perló (2005) y Úrsula Oswald (2005) desarrollan la caracterización del conflicto geopolítico que implica que el Distrito Federal dependa de fuentes provenientes de estados circundantes, tal como el Estado de México, y expulse el agua residual y pluvial a distritos de riego en Hidalgo.

La disminución del suministro hídrico, en el contexto de cambio climático y experimentada principalmente por los hogares, ha sido estudiada principalmente por Soto y Herrera (2009), González (2011), Jiménez *et. al.* (2012) y Sánchez *et. al.* (2013). El “Estudio sobre el impacto del cambio climático en el servicio de abasto de agua de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México”, realizada por el Centro Virtual de Cambio Climático de la Ciudad de México (CVCCCM) (Soto y Herrera, 2009), evalúa las alteraciones climáticas por causas antropogénicas y las tendencias socioeconómicas que posicionan a las fuentes de abastecimiento bajo esquemas de agotamiento y degradación del recurso, además de presentar sectores de la población más expuestos y sensibles a la falta de agua.

Por su parte, González (2011) aborda los efectos del cambio climático, asociado al exceso y escasez de agua, sobre la población en situación de pobreza y exclusión social, la cual es determinada por diversos procesos urbanos en el Valle de México.

En la misma guía de cambio climático, Sánchez (*et. al.* 2013), aunque no trata directamente con la escasez hídrica de la ciudad, estudia el impacto del cambio climático a través de análisis econométricos, sobre todo referido a las variaciones en la temperatura y precipitación, sobre la pobreza de los hogares en el Distrito Federal, considerando la dimensión hídrica tanto para el estudio de aspectos climáticos como para la vulnerabilidad social a la falta de acceso al servicio. Este estudio, destaca por el uso de la econometría para cuantificaciones de impactos, por el uso de la ENIGH como parte de sus insumos numéricos, así como por la especificidad de su unidad de análisis.

En cuanto a la susceptibilidad social a la escasez hídrica del DF, ésta ha sido estudiada por Escolero *et. al.* (2004) dentro del concepto de vulnerabilidad desde la dimensión ambiental, así como desde la dimensión social por estudios como el “Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático”<sup>7</sup> publicado por el Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua (Martínez, 2010), cuya debilidad radica en presentar un indicador de vulnerabilidad hídrica homogéneo para todo el Distrito Federal.

La literatura antes citada supone que los efectos adversos actuales que la carencia de agua generaría sobre la población en el Valle de México, y en específico el Distrito Federal, se hacen evidentes en la disminución del agua disponible en el consumo doméstico, pero no incorporan numéricamente al análisis los efectos resultantes al interior de los hogares.

Asimismo, de acuerdo a la revisión bibliográfica realizada hasta al momento, la temporalidad de los textos presenta un patrón claramente reconocible; se ha centrado en el pasado y las condiciones actuales para explicar la dinámica de la dotación de agua al DF, que si bien, es parte medular para la comprensión del problema, no centra la atención en implicaciones futuras para la población del agotamiento de los acervos de agua.

#### *Estudios sobre las futuras implicaciones del agotamiento hídrico*

No obstante, en el transcurso de los últimos seis años se realizan esfuerzos significativos para estimar los posibles impactos futuros del agotamiento del agua en el Distrito Federal. En este sentido se localizaron cinco fuentes que abordan escenarios futuros de agotamiento y escasez hídricos así como de los costos sociales, económicos y ambientales asociados

---

<sup>7</sup> Este documento propone la medición de la misma utilizando la construcción de un indicador que le otorga peso al contexto socioeconómico, precisa la aparición de un evento perturbador y define la vulnerabilidad como una combinación de ambos.

(Soto y Herrera, 2009; OCVM, 2010; ANEAS 2011; Salazar, 2011; SACM, 2012b; BM y SACM, 2013).

El interés por análisis prospectivos de la ciudad se aprecia de manera determinante en los avances de investigación sobre la construcción de escenarios hídricos de los organismos públicos. El Organismo de Cuenca del Valle de México (OCVM) presentó en el 2009 los resultados de los trabajos realizados durante dos años: un modelo para el análisis de escenarios de simulación dinámica de la disponibilidad hídrica en los valles de México y Tula (OCVM, 2010). El modelo fue planteado bajo el escenario base o tendencial que consiste en la opción de “no hacer nada” con objeto de conocer la disminución de la dotación de agua en los valles. Los resultados se expresan en la disminución física del líquido en los acuíferos.

Otro esfuerzo importante es el que llevan a cabo la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento, la Comisión del Agua del Estado de México y el Banco Mundial (ANEAS, 2011). El estudio busca evaluar los costos que implican las deficiencias actuales en la prestación de servicios de agua y saneamiento en los que incurren por un lado, los entes vinculados con el sector y, por el otro, la población.

El Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM) también ha producido literatura prospectiva referente al problema del agua en la ciudad. Uno de sus documentos que abordan el futuro hídrico es el Programa de Gestión Integral de los Recursos Hídricos, Visión 20 Años (SACM, 2012b) en el que, aunque no se hacen explícitas las formas de cálculo, se analiza sintéticamente un escenario tendencia sobre la calidad de abastecimiento público al 2025, el cual arroja un deterioro de los indicadores de gestión y de servicio.

Otro estudio es el libro de “Agua urbana en el Valle de México”, en el que se plantean proyecciones a 2030 con un escenario tendencial, que incorpora las alteraciones futuras del clima, y otro llamado “verde” que adopta medidas de ahorro que ofrecen balances físicos financieros de la población y el gobierno (BM y SACM, 2013). Este estudio destaca que toda la población gastará para 2030 un total de 15 373 millones de pesos para enfrentar la falta de servicio de agua, aunque no explicita las proyecciones de población bajo las cuales se realizaron tales cálculos.

La aportación desde la academia más destacable es la que se efectúa en la UNAM con la construcción de posibles escenarios de distribución sectorial de agua en el Valle de México (Salazar, 2011). Estos escenarios son analizados bajo la lógica de las competencias sectoriales por el agua y los desequilibrios en los flujos de agua recibidos e importados en el valle. Por parte del CVCCCM, el trabajo de Soto y Herrera (2009), citado anteriormente, también aborda las implicaciones que el cambio climático, en términos de alteraciones en la precipitación y temperatura, puede tener sobre los acervos físicos del recurso hídrico de la Ciudad de México al 2046.

De acuerdo a lo antes señalado, es posible indicar que, a pesar de existir un robusto acervo bibliográfico en materia del problema del agua en el Distrito Federal que está avanzando en las estimaciones sociales de los efectos presentes y futuros, aun no se explora esta dimensión social del problema con una mayor especificidad en el detalle de la unidad de análisis, como los hogares, y con suficiencia en transparencia metodológica. Este patrón detectado constituye una oportunidad para exploraciones analíticas que busquen considerar el problema a este nivel, tal como la presente tesis.

## 1.2 Marco conceptual

Para comprender la complejidad de las consecuencias sociales de la falta de agua en la ciudad, a continuación se presenta un marco conceptual que, primero, presenta el concepto de vulnerabilidad social, el cual resalta que los contextos socioeconómicos y de exposición que inciden en la capacidad o debilidad de los hogares para hacer frente a estresores, como la falta de agua, y reconoce el daño que pueden experimentar como consecuencia. Segundo, aborda el concepto de activos o capitales, específicamente los que se relacionan con el ingreso y la salud, como componentes sociales que se ven deteriorados por la presencia de perturbaciones y que además, al ser conceptos dinámicos, son de gran utilidad para los análisis temporales.

Antes de comenzar con tales conceptos es importante definir y destacar la importancia de “hogares” como unidad de análisis de la cual parte la presente tesis. Un hogar se define como un grupo de personas que pueden o no estar unidas por lazos familiares, viven en la misma vivienda; diseñan estrategias de sustento con el ingreso y demás recursos que comparten (aportado por uno o más miembros del hogar); consumen colectivamente ciertos tipos de bienes y servicios, sobre todo los que se vinculan con el alojamiento y la alimentación (Inegi, 2014b; UN Stats, 2014).



El hogar como unidad de análisis tiene relevancia pues permite observar a detalle distintos atributos de la población, que bajo otra unidad serían difíciles de apreciar, tales como características demográficas, socioeconómicas, de hábitos y de condiciones de vida (Camelo, 2011; ENIGH, varios años), que a su vez, como más adelante se verá, contribuyen a estimar a un nivel fino las dimensiones de la vulnerabilidad social en la población.

### 1.2.1 Vulnerabilidad social y sus dimensiones

Para entender como algunas personas y/o grupos de población son particularmente afectados por diversos eventos perturbadores, en este caso por la disminución del suministro hídrico, el análisis de los daños por sí mismo resulta insuficiente, ya que requiere reconocerse las características específicas que describen y perfilan a estas personas y/o grupos como los que padecen los daños con mayor severidad (Solecki *et. al.*, 2011; Cannon 2003). La vulnerabilidad social se refiere a dichas características, mismas que resultan centrales en la diferenciación de la gravedad de los impactos de eventos perturbadores entre diferentes grupos de personas (Wisner *et. al.*, 2004).

La vulnerabilidad social, a pesar de ser un concepto aún en construcción, puede definirse como la susceptibilidad de individuos, hogares y/o grupos de personas de sufrir daños, ante la exposición a perturbaciones, asociadas al cambio ambiental y social, dada su incapacidad de enfrentarlo (Cannon, 2003; Adger, 2006; Kundzewicz y Mata, 2007; Rosenzweig, 2007).

Con base en la bibliografía antes presentada y de acuerdo a los atributos particulares del problema del suministro hídrico en el Distrito Federal, en esta tesis se entenderá por vulnerabilidad social a la susceptibilidad de los hogares a sufrir daños en su salud e ingreso por efecto de descensos observados y futuros en el suministro de agua en el Distrito Federal, como consecuencia de la continuación de las tendencias de aprovechamiento hidráulico, dinámicas poblacionales y agudizamiento del cambio climático, las cuales serán explicadas en el capítulo II.

De acuerdo a Úrsula Oswald (2005), diversos autores convergen en la idea de que la vulnerabilidad es un atributo interdisciplinario debido a que puede reconocerse una interrelación entre factores ecológicos, estructuras sociales y respuestas culturales a un factor perturbador, como el que se presente una reducción progresiva en los acervos de agua disponible.

A pesar de poseer una rica gama de modelos y enfoques teóricos<sup>8</sup>, la vulnerabilidad es expresada en términos de una característica negativa o una debilidad del sistema afectado, ya sea social o ecológico (Birkmann, 2006). Este concepto tiene los atributos de multidimensional y diferencial, es decir, que varía a través del espacio físico y entre grupos (poblacionales); de dependencia de la escala, esto es, que varía con el tiempo y el espacio; y de dinamismo<sup>9</sup>, puesto que tanto sus características como fuerzas que la determinan, van cambiando con el tiempo (Vogel, C. y K. O'Brien, 2004 citado en Cutter *et. Al.*, 2003), Birkmann, 2006).

No obstante el dinamismo que caracteriza la vulnerabilidad de los hogares ante diversos estresores, ésta podría reproducirse de una generación a otra desde las características socioeconómicas de las personas y sus familias. Las restricciones al acceso a los bienes y servicios en los hogares, así como bajos activos, tales como el ingreso o la educación de los padres, determinan las posibilidades o limitantes que tienen para transmitir la riqueza o bien perpetuar relaciones de desigualdad y marginación social para la siguiente generación como un círculo vicioso difícil de romper (PNUD, 2010).

#### *Componentes de la vulnerabilidad*

La vulnerabilidad social se constituye a partir de tres componentes, primero, la exposición de las personas y sus hogares a eventos o agentes perturbadores, segundo, su sensibilidad y tercero, su capacidad de adaptación (*ídem*). Estos componentes se definen y constituyen de la siguiente manera.

Primero, la exposición es la naturaleza y el grado en que las personas pueden ser dañadas y experimentan estrés ambiental o social ante la presencia de la perturbación ya sea de carácter interno o externo a ellas (Adger, 2006; Engle, 2011). Las características de la exposición están determinadas por las propiedades de la perturbación, tales como su magnitud, frecuencia y duración.

---

<sup>8</sup> Tal como Cannon (2003) da cuenta en su inventario de metodología y documentos existentes sobre el análisis de vulnerabilidad.

<sup>9</sup> En este último atributo de la vulnerabilidad no existe consenso, puesto que Winsler (2004) menciona que, aunque el proceso de configuración de la vulnerabilidad y el daño es dinámico, el concepto en sí mismo no incorpora las interacciones y respuestas provenientes de la población. Sin embargo, Cannon (2003) señala que la vulnerabilidad es dinámico y tiene cualidades predictivas, en el sentido que representa un camino para conceptualizar lo que sucede con un grupo específico de población bajo condiciones específicas de daño en el tiempo.

Segundo, la sensibilidad es el grado en que diferentes aspectos de las personas, hogares y grupos son modificados directa o indirectamente por los efectos de las perturbaciones, ya sea de forma perjudicial o benéfica (McCarthy, 2001; Cutter *et. al.*, 2008; Sitzenfrei, 2011).

Y tercero, la capacidad de adaptación consiste en las posibilidades de respuesta para hacer frente a perturbaciones ambientales y/o sociales (Adger, 2006; Rosenzweig, 2007), es decir, el grado en que los ajustes en las prácticas, procesos o estructuras logran moderar, compensar y/o reducir los posibles daños y/o aprovechar de las oportunidades creadas (Schneider, 2007). La capacidad adaptativa incide en la vulnerabilidad por medio de la modulación de la exposición y la sensibilidad (Engle, 2011).

La capacidad adaptativa, la sensibilidad y la exposición determinarán la magnitud de la vulnerabilidad en la población, y pueden presentarse en un gran número de configuraciones. En el “mejor” de los escenarios de daño ante perturbaciones, la vulnerabilidad se ve reducida en la medida en que la capacidad adaptativa aumenta al tiempo que la sensibilidad y la exposición disminuyen. En el caso contrario, ante la presencia del “peor” de los escenarios, la conjugación de una capacidad adaptativa en descenso y una sensibilidad y exposición elevadas aumentará la vulnerabilidad del sistema social o ambiental que se estudie.

Bajo esta idea, Wisner *et. al.* (2004) sostienen que cuando se habla de personas vulnerables se refiere a aquellas que se encuentran en la peor situación del espectro de combinaciones de los componentes de la vulnerabilidad. Sin embargo, el concepto de vulnerabilidad, al incluir su capacidad de respuesta y adaptación, permite desvincular a estas personas del carácter únicamente de víctimas, como sucede por ejemplo con los conceptos de pobreza o marginación.

### 1.2.2 Condicionantes del daño

En este sentido, la ocurrencia y magnitud de un daño en la población dependerá del surgimiento de una perturbación, de la exposición a la misma, así como de los estados de susceptibilidad y de la capacidad de respuesta de esta población (Bohle, 2001; Cutter y Finch, 2007).

#### *Ocurrencia de una perturbación y la exposición social*

Una perturbación puede definirse como un factor que produce una modificación en las condiciones previas de la sociedad y que se caracteriza por la incertidumbre y emergencia. Los resultados de esta modificación suelen ser imprevistos por la discontinuidad causa-

efecto (García, 2006; Béné *et. al.*, 2011). La población está sometida a perturbaciones que actúan en diversas escalas temporales y espaciales, es decir que, los efectos causados son heterogéneos entre distintos grupos que la constituyen (García, 2006). Así por ejemplo, ante el surgimiento de una perturbación en el Distrito Federal, se espera que los efectos sean diferenciados entre diferentes grupos poblacionales, de acuerdo al nivel de vulnerabilidad que demuestren hacia ese evento perturbador.

La presencia de una perturbación tendrá efectos en los hogares y grupos de población, en la medida en que cambie sus procesos internos y estructura. El efecto puede ser de manera rápida y dramática, mientras que en otros casos, podría caracterizarse por ser continua y gradual (Walker, 2004), dependiendo del tipo de la perturbación, a su escala y su naturaleza.

Algunas perturbaciones son llamadas “desastres” y se caracterizan por poseer una baja probabilidad de ocurrencia, pero también con ataques rápidos y alto impacto que causan un inmediato y visible daño a las vidas, las propiedades y el ambiente. Ejemplos de desastres se localizan en las consecuencias sociales de eventos tales como terremotos, ciclones, tsunamis, incendios, epidemias, conflictos armados o terrorismo (Sharma, 2011).

Otro tipo de perturbación que puede afectar diversos segmentos sociales son los llamados “estresores”, determinados por una lenta irrupción en la población y un menor impacto, pero con elevada probabilidad de ocurrencia, particularmente en el contexto de pobreza en las ciudades, el cual origina diversas dificultades en los hogares. De entre los estresores más comunes se hallan: la pobreza; el aumento de barrios pobres; la carencia de saneamiento de agua y salud pública; un drenaje pobre; el aumento del nivel del mar; las sequías y la escasez de agua potable (*Ídem*). Este último estresor será examinado en la presente investigación.

Como en el capítulo II se hondará, la falta de suministro de agua potable en la capital, si bien no logra considerarse un desastre de impacto inmediato, si alcanza a ser un factor de estrés para la población que se ha mantenido con una trayectoria adversa y desigual territorialmente y que, bajo un escenario tendencial, tiene una alta probabilidad de continuar, agudizarse y deteriorar aún más las condiciones de vida de la población, conforme avanza el tiempo.

Los desastres y estresores, empero, son una característica normal tanto en los sistemas sociales como en los ambientales, y su simple ocurrencia y la exposición de la población no determinan o inducen por sí mismas los daños que sufre la sociedad. Estas perturbaciones se vuelven dañinas para diferentes grupos de personas cuando entran en combinación con las

características socioeconómicas de tales grupos y que definen parte importante de su vulnerabilidad (Wisner *et. al.*, 2004). Efectivamente, la susceptibilidad y capacidad de respuesta que componen la vulnerabilidad obedecen a la conjugación de un grupo de características socioeconómicas de la población que es afectada por una perturbación (*Ídem*).

#### *Características socioeconómicas que delimitan la vulnerabilidad*

La vulnerabilidad social es crucialmente acerca de características de las personas. A este respecto, las características socioeconómicas tienen un papel preponderante en la determinación de la vulnerabilidad de las personas y explican porque algunos grupos están más propensos a padecer o sufrir el daño que otros (Cannon, 2003 y Wisner *et. al.*, 2004).

Las personas, hogares y grupos poblacionales que cuentan características socioeconómicas que les permiten contar con algún nivel de resiliencia<sup>10</sup>, es decir, cierta capacidad para mantener sus funciones principales y estructuras en momentos de crisis y estresores, responden a ellas, mediante la adaptación y el aprendizaje (IPCC, 2007). De manera contraria, las personas y hogares vulnerables pueden mostrar dificultades para hacer frente a un estresor, y por el contrario, ser fácilmente desestabilizados en su estructura y funciones (García, 2006), valga decir, tienen mayores probabilidades de ser afectadas significativamente.

De entre las características socioeconómicas tradicionales que hacen variar los grados de vulnerabilidad, en su sensibilidad y capacidad adaptativa, y por ende los impactos por perturbaciones, son reconocidas ampliamente ciertas fragilidades e inequidades de la comunidad.

#### *Características socioeconómicas referentes a la sensibilidad*

En la dimensión de la sensibilidad se encuentran atributos socioeconómicos que la determinan tales como: la estructura del hogar, las características de la vivienda, el género, la edad, la raza o condición de etnicidad, así como el crecimiento poblacional, más las características que se vinculen con el estresor (McCarthy, 2001; Cutter *et. al.*, 2008;

---

<sup>10</sup> Este atributo es vital para la sostenibilidad de los sistemas. Con base en el marco de análisis de los medios de vida sustentables, la sostenibilidad suele estar vinculada a la habilidad de hacer frente y reponerse de estresores y crisis, al mismo tiempo de mantener sus recursos básicos (Chambers, 2006).

Sitzenfrei, 2011). En el presente documento se agregan variables especialmente relevantes de acceso al servicio de infraestructura y suministro de agua.

#### Infraestructura y suministro de agua (variables eje)

La “infraestructura” y el “suministro” de agua potable componen parte de la explicación de diversos niveles que puede adoptar la sensibilidad, pero son especialmente relevantes en esta tesis puesto que figuran como el vínculo directo por el cual las personas y sus hogares acceden al agua y son mayor o menormente sensibles a padecer enfermedades por escasez y contaminación hídrica (Moe *et. al.*, 2006). Además de que pueden significar una diferenciación inicial entre personas, hogares y áreas de los diversos impactos sociales ante reducciones en el abasto hídrico.

El tipo de acceso a la red pública de agua y la frecuencia de abastecimiento determinan la medida en que los hogares están vinculados a la falta de agua. Una familia que cuente con acceso a la red dentro de su vivienda y abastecimiento frecuente será menos sensible que por ejemplo otra familia que dependa de la provisión de agua de vez en cuando (*Ídem*). El sentido en el que estas variables se conectan con la vulnerabilidad es negativo, pues a medida que las personas cuenten con acceso a la red de abasto y posean un adecuado suministro, la exposición tenderá a decrecer.

#### Estructura familiar

Las familias que se componen de un gran número de personas dependientes o que son monoparentales (solo la madre o el padre) a menudo tienen mayores dificultades de percibir ingresos suficientes para la crianza y sustento de la familia, por lo que poseen finanzas limitadas para la atención a personas dependientes. Un solo jefe de familia debe hacerse cargo de las responsabilidades de trabajar y la atención a los familiares, esto afecta la capacidad de resistencia y recuperación del daño por perturbaciones (Cannon, 2003).

Asimismo, si son hogares móviles es decir, que son familias que alquilan la vivienda comúnmente poseen una baja capacidad financiera para adquirir una vivienda propia. Las familias numerosas, monoparentales y/o móviles suelen ser más vulnerables, por lo que ostentan una relación positiva con el concepto.

## ✚ Características de la vivienda

El valor, la calidad y la densidad de la construcción, así como el equipamiento y el acceso a servicios públicos en las viviendas son un indicador de las condiciones de vida de los hogares y definen las posibilidades de las personas y sus hogares de ser afectados por la falta de agua, o bien, responder a la misma (Baguma *et. al.*, 2012). Por ejemplo, con el equipamiento puede colectarse agua en épocas de estiaje, o con una vivienda adecuada, puede destinarse ingreso para dicho equipamiento. Dado que las características permiten reducir la sensibilidad frente a la perturbación, esta variable tiene un signo negativo asociado a la vulnerabilidad social.

## ✚ Género y edad

Históricamente las mujeres han sido sujeto de desigualdad de oportunidades en diversos ámbitos, como la educación y el empleo, de relaciones inequitativas de poder así como de los roles de género asimétricos, tal con la sobrecarga de responsabilidades en el cuidado familiar (Kabeer, 1998; ALG, 2011). El perfil femenino que estructuralmente aún se encuentra en sociedades como la mexicana, todavía condiciona a la mujer en situaciones de desventaja para hacer frente a las perturbaciones (GDF, 2004). Cuando falta el agua en la vivienda las mujeres e incluso niñas son las que suelen sacrificar su tiempo de trabajo, educación, esparcimiento o descanso para ir en busca del agua (PNUD, 2006).

Empero, las mujeres tienen un papel preponderante en el desarrollo de los hogares. Si bien, los hogares con jefatura femenina se encuentran en situación de desventaja en comparación con aquellos conformados por una pareja (PNUD, 2010), varios estudios sugieren que cuando las mujeres son quienes controlan el dinero en efectivo es más probable que el ingreso se gaste en desarrollo humano (PNUD, 1996), lo que tiene efectos positivos en la calidad de vida y se mejoran los atributos de las familias para responder a la falta de agua.

En México, las mujeres destinan en promedio 70 por ciento de sus ganancias a la comunidad y la familia, al tiempo que los hombres disponen a estos rubros entre 30 y 40 por ciento (Oxfam, 2014). De igual manera, el mejoramiento de la situación de la mujer tiene un efecto generacional a largo plazo al proveer mejores oportunidades a su familia. Por estas razones el sentido que se espera de la relación el género ostente con la vulnerabilidad social es difuso.

La edad también es un factor significativo en la capacidad de recuperación de las personas. Los extremos del espectro de edad pueden aumentar la sensibilidad de las personas ante la falta de agua. Por ejemplo, los niños y los adultos mayores generalmente son más propensos a sufrir mucho más de hambre y peligros, tales como calor y frío extremos, además no perciben ingresos propios y los estados de salud son más variables, por lo que son dependientes de familiares o conocidos y tienen mayores limitaciones para movilizarse ante la escasez hídrica (GDF, 2004; Wisner *et. al.*, 2004; Cutter *et. al.*, 2003; Moe *et. al.*, 2006). La edad se asocia positivamente con la vulnerabilidad social. La composición de los hogares en términos de edad también se relaciona con la capacidad o incapacidad de responder.

#### Crecimiento poblacional

Los hogares que se encuentran en asentamientos humanos con rápidos crecimientos que hacen que incremente la demanda, experimentan deficiencias en la calidad de vida por la creciente insuficiencia de equipamiento urbano, servicios públicos e incluso, pueden corresponder a carencias en la vivienda misma (Soto y Herrera, 2009). Las precarias condiciones asociadas al exceso de demanda restringen las opciones familiares en periodos continuos de carestía en materia de agua.

La migración es un componente importante en las dinámicas que presionan el crecimiento poblacional y es inherente a las inequidades sociales (Wisner *et. al.*, 2004). El rápido crecimiento posee una asociación con la vulnerabilidad social en un sentido positivo.

#### Etnicidad

Los indígenas también son otro grupo social que históricamente han padecido exclusión y marginación social. La centralización histórica de las actividades productivas en el centro del país y la carencia de oportunidades de desarrollo local durante décadas obligaron a los miembros de pequeñas comunidades de diferentes estados a emigrar al Distrito Federal y su área conurbada (GDF, 2004).

El origen étnico de las personas juega un rol importante en las limitaciones que enfrentan los individuos para acumular activos en el transcurso de sus vidas (PNUD, 2010). Además, puede suponer barreras no solo lingüísticas sino también culturales que afectan el acceso a empleos de calidad y a una vivienda digna, además, dados sus limitados recursos económicos, suelen asentarse sobre suelos periféricos (Cannon, *et. Al.*, 2003). El origen



indígena es un aspecto social que aun condiciona entornos de elevada vulnerabilidad en materia de agua, y limitado disfrute de los derechos ciudadanos (PNUD, 2006).

### *Características referentes a la capacidad adaptativa*

En la dimensión de capacidad adaptativa se reconocen características socioeconómicas como: la pobreza, desigualdad en el ingreso, el estatus socioeconómico, la salud, estado de discapacidad y condición nutricional, el empleo, así como la naturaleza y extensión de las redes sociales (Cutter, 1996; Wisner *et. al.*, 2004; Belliveau, 2006; Birkmann, 2006; FAO, 2010).

#### Salud

Un elemento importante que favorece a una mayor y mejor adaptabilidad, así como al mantenimiento de gran parte de los medios de vida, es el nivel de salud que disfrutaran las personas (Cutter, 1996). Una adecuada salud mejora la capacidad de una persona para adaptarse a medios cambiantes y responder eficientemente (*Ídem*), en este caso a disminuciones de agua potable.

El mantenimiento de niveles adecuados de salud se compone de diversas aristas. Por ejemplo, con una buena nutrición y condiciones de no discapacidad, las personas son físicamente más resistentes a las alteraciones en el suministro de recursos naturales necesarios y se relaciona fuertemente con su capacidad de sobrevivir a desastres y perturbaciones, además de que figura como una medida importante de su resistencia ante crisis externas (Wisner *et. al.*, 2004).

De la misma forma, la disposición de servicios de salud oportunos, que sean accesibles financiera y territorialmente, es fuente de alivio y mejoran las posibilidades de recuperación ante posibles brotes de enfermedades asociadas a la falta de agua (PNUD, 2006). También el tiempo es importante en la determinación de una salud integral, si se dispone de menos tiempo para ir en busca de agua, se puede tener una vida más productiva y gratificante (*Ídem*; Damián, 2005).

De manera inversa, durante estresores o desastres, los enfermos son desproporcionadamente afectados debido a su invisibilidad en las comunidades. Además de que personas crónicamente desnutridas que tienen sistemas inmunológicos más débiles o personas con algún tipo de discapacidad, son más propensas a sufrir enfermedades y los afrontan con

menos éxito (Cutter *et. al.*, 2003; Wisner *et. al.*, 2004; IPCC, 2008). La falta de servicios médicos inmediatos o próximos retrasa la adaptación.

Por tanto, en el aspecto de salud, una alimentación completa, menores enfermedades y discapacidades, así como el acceso a servicios de salud y tiempo destinado a actividades diferentes que la búsqueda de aprovisionamiento hídrico, habilitan las opciones de respuesta de las personas y reducen su vulnerabilidad a la falta de agua.

#### Educación

Otro aspecto importante para la construcción de capacidades de adaptación ante acontecimientos perturbadores es la educación, en la medida en que mejora la calidad de vida de las personas e influye en la construcción de respuestas menos espontáneas y más planeadas.

La idea de que la educación contribuye a la mejora de las condiciones de vida de una sociedad, ha sido ampliamente aceptada y estudiada (Sanders, 1968). El incremento de la habilidad, talento y conocimientos han demostrado ser los mayores contribuyentes para eliminar las barreras de pobreza y desigualdad. En el mercado laboral, al aumentar el nivel educativo, se espera un aumento en los ingresos laborales y una reducción de las probabilidades de desempleo (Thurow, 1978) o empleo de baja calidad.

Igualmente, ante una perturbación, niveles altos de educación posibilitan el entendimiento de información de alerta y el acceso a la información para la recuperación (HCSEE, 2000), además de que otorgan elementos para el conocimiento de los aparatos institucionales y la gestión de estrategias de acción, que a su vez, puede tener efectos de derrame en la familia y la comunidad. Evidentemente la educación facilita la adaptación de las personas frente a perturbaciones y reduce la vulnerabilidad social.

#### Estatus socioeconómico

El estatus socioeconómico en el que se encuentren las familias es una de las variables más importantes que incide en la capacidad para absorber las pérdidas y aumentar la resistencia a los impactos de diversas perturbaciones. Los hogares de bajos ingresos están desproporcionadamente impactados por dificultades relacionadas al agua (Johnstone, 1997; Zerah, 1998; Wegelin-Schuringa, 2001 citados en Soto y Herrera, 2009)

La riqueza económica permite a las comunidades absorber y recuperarse de las pérdidas más rápidamente, debido a que le son financieramente accesibles elementos tales como seguros, seguridad social, salud y educación (Cepal, 1999). El mayor ingreso también redonda en un margen amplio de maniobra para prepararse a priori a los eventos perturbadores. Las familias pueden adquirir equipamiento para mejorar su vivienda y para resistir a la carencia de agua proveniente de la red. Igualmente pueden pagar más por el agua por fuentes alternativas a las convencionales (red). Bajos niveles de ingreso son parte de condiciones inseguras que determinan el avance de la vulnerabilidad, caso contrario ocurre con un ingreso elevado.

Sectores sociales con altos ingresos también pueden ser vulnerables, por características de exposición al evento, pero es probable que encuentren menores dificultades para hacer frente al estresor, ya que cuentan con mayor soporte económico para enfrentarlo y adaptarse con lo que pueden continuar con sus actividades cotidianas y productivas (Wisner *et. al.*, 2004). El estatus también tiene una dimensión histórica importante, pues los círculos de pobreza o contextos de riqueza suelen persistir entre generaciones (*Ídem*; Soto y Herrera, 2009).

#### Ocupación/ pérdida de empleo

Un empleo es fuente importante de ingreso económico y medio para alcanzar ciertos niveles de capacidad adaptativa (Cepal, 1999; Mileti, 1999). La calidad del mismo también posee relevancia en materia de vulnerabilidad. La debilidad de las fuentes de empleo involucra contextos de inseguridad en el ingreso y en precariedad en el nivel de vida, contribuyendo a una recuperación familiar más lenta a la presencia de perturbadores (*Ídem*, Wisner *et. al.*, 2004). Por ejemplo, un empleo sin contrato o con contrato a corto plazo no ofrece un ingreso seguro después de cierto tiempo. En este sentido, la calidad del empleo incide de forma positiva sobre la capacidad adaptativa y por ende, reduce la vulnerabilidad.

#### Red social

El capital social, constituido entre otras cosas por las redes sociales, es un elemento sustancial para adaptarse a eventos perturbadores y en la reducción de la vulnerabilidad. “Las redes sociales son estructuras de sociabilidad a través de las cuales circulan bienes materiales y simbólicos entre personas, estas redes operan como uno de los recursos básicos de supervivencia de familias en condiciones de precariedad. Se trata de uno de los mecanismos importantes de movilidad social y aprovechamiento de oportunidades” (PNUD, 1998: p. 142).

La formación de redes familiares, vecinales o comunitarias, facilita que los individuos desarrollen estrategias no tan espontáneas y más sólidas ante perturbaciones hídricas. Por medio de la confianza, solidaridad y coordinación en la acción colectiva, las redes de iniciativa desde los ciudadanos, adquieren un rol importante en la adquisición de mayor voz en la arena pública y poder de negociación frente a autoridades encargadas de la distribución de los recursos (Cutter *et. al.*, 2003; Wisner *et. al.*, 2004; Golovanevsky, 2007).

Las redes no solo proveen acciones directas más eficaces para enfrentar la perturbación, sino también propugna para tener acceso a otros capitales (Wisner *et. al.*, 2004). Los vínculos y redes que tienen las personas y familias pueden ser determinantes para acceder a oportunidades de trabajo, información y posiciones de poder (PNUD, 1996), aspectos que proporcionan bases para la reducción de la vulnerabilidad social.

Por otra parte, algunas de las características socioeconómicas antes descritas son temporales y cambian conforme las etapas de la vida tales como la edad y la salud, mientras que otras se mantienen constantes, como la etnia y el género. Otros aspectos de la vulnerabilidad en el sistema social usualmente estudiados son los que se vinculan con ambiente construido en el que viven las personas afectadas, por ejemplo, características geográficas del lugar, niveles de urbanización<sup>11</sup>, crecimiento y densidad poblacional, degradación de los recursos naturales, así como los niveles de desarrollo económico de la zona de estudio (Cutter *et. al.*, 2003; Wisner *et. al.*, 2004).

Esto significa que la vulnerabilidad es diferenciada entre diferentes grupos de población y puede reconocerse el grupo más vulnerable, en la medida en que se especifique a qué evento perturbador se es vulnerable, lo cual implica que diferentes personas serán más o menos vulnerables a diferentes perturbaciones (*Ídem*).

Cannon (2003) discute que las características socioeconómicas grupo de los hogares vulnerables se desprenden de inadecuadas condiciones cotidianas de los hogares en su interior, pero también de factores externos a ellos, como el acceso a recursos y oportunidades. De hecho, Wisner *et. al.*, (2004) sostiene que parte de las causas raíz de la

---

<sup>11</sup> La urbanización es un factor importante en el crecimiento de la vulnerabilidad, en particular de sobre las familias de bajos ingresos que viven dentro de asentamientos irregulares dado que son más sensibles, porque están bajo condiciones de desnutrición y pobreza de salud, como porque están más expuestos, con los resultados del proceso de urbanización en la presión de la tierra en ciudades ya superpobladas, los migrantes recién llegados no tienen otra alternativa que no sea para ocupar suelo inseguro, construir viviendas inseguras o trabajar en ambientes inseguros (Havlick, 1986).

vulnerabilidad se vinculan con el limitado acceso a recursos, el cual se explica por el patrón de riqueza y poder del sistema económico y político vigente que se encarga de la asignación de recursos entre grupos, y por tanto, de la distribución de impactos, en la medida en que limita las opciones familiares para hacer frente a un evento perturbador.

### 1.2.3 Daños en los activos

Los daños se definen como las afectaciones que sufren los diversos aspectos de la población, producto de la combinación de situaciones de vulnerabilidad y la ocurrencia de un evento perturbador y que pueden ser expresadas en términos numéricos (Cepal, 2014).

De acuerdo con la literatura revisada, de entre los aspectos de las personas, hogares o grupo de personas vulnerables que pueden verificarse que han sufrido daños por la ocurrencia de un evento estresor (o una cascada de ellos), destacan las vidas humanas, la morbilidad, los activos personales y familiares, así como la actividad económica (Trujillo, 2000 (citado en Cannon, 2003); Wisner *et. al.* 2004; H. Allison *et. al.*, 2006; Birkmann, 2006).

H. Allison *et. al.* (2006) argumenta que la permanencia o sustentabilidad<sup>12</sup> de estos aspectos se ve directamente afectada por las perturbaciones, en la medida en que (no) sean vulnerables. La perturbación no solo daña diversos aspectos de los hogares vulnerables en el momento que acontece, sino que también altera las capacidades de los mismos para enfrentar perturbaciones futuras, dadas sus características socioeconómicas y de exposición que determinan que cada vez que les es más difícil, o incluso improbable, recuperarse sin ayuda externa y seguir haciendo frente a los estresores (Moser, 1998; Wisner *et. al.*, 2004).

En efecto, en los países de América Latina las perturbaciones, tales como crisis económicas o eventos de origen ambiental, suelen incidir negativamente en la formación de capital humano, así como de forma positiva en la profundización de los niveles de pobreza y desigualdad de los países afectados (PNUD, 2010).

Para esta tesis se prestará atención en los daños en los activos de hogares vulnerables por la ocurrencia de una perturbación hídrica. Los activos o capitales tangibles e intangibles se definen como posesiones de las personas que son usados para la satisfacción de necesidades

---

<sup>12</sup> Los activos son sostenibles si las personas son capaces de mantener o mejorar su nivel de vida relacionado con el bienestar y los ingresos, reducir su vulnerabilidad a perturbaciones, asegurar que sus actividades sean compatibles con el mantenimiento de los recursos naturales y generar procesos de empoderamiento e inclusión social. Las personas que poseen mayores activos cuentan con mayores posibilidades de tener un sustento de vida en el tiempo (Chambers y Conway 1992; Cannon, 2003).

materiales (alimentos, agua, refugio, vestido, medicamento y otros materiales), como la adaptación, reducción de la pobreza y el alcance de una vida gratificante (Corvalan *et. al.*, 2005; Stewart, 2005).

Los activos pueden clasificarse en cinco tipos: físico, relacionado con elementos materiales del hogar y la infraestructura social como vehículos o casas); financiero, tal como los ingresos, ahorros, deudas, financiamiento; natural, es decir el acceso a recursos naturales; humano, vinculado con capacidades de la gente en términos de salud, trabajo, mano de obra, educación, conocimiento; y el social, referido a redes de parentesco, asociaciones o afiliaciones, organizaciones, miembros y redes de grupos de pares que pueden utilizarse en momentos de dificultad con el fin de obtener una ventaja (Stewart, 2005; H. Allison, 2006).

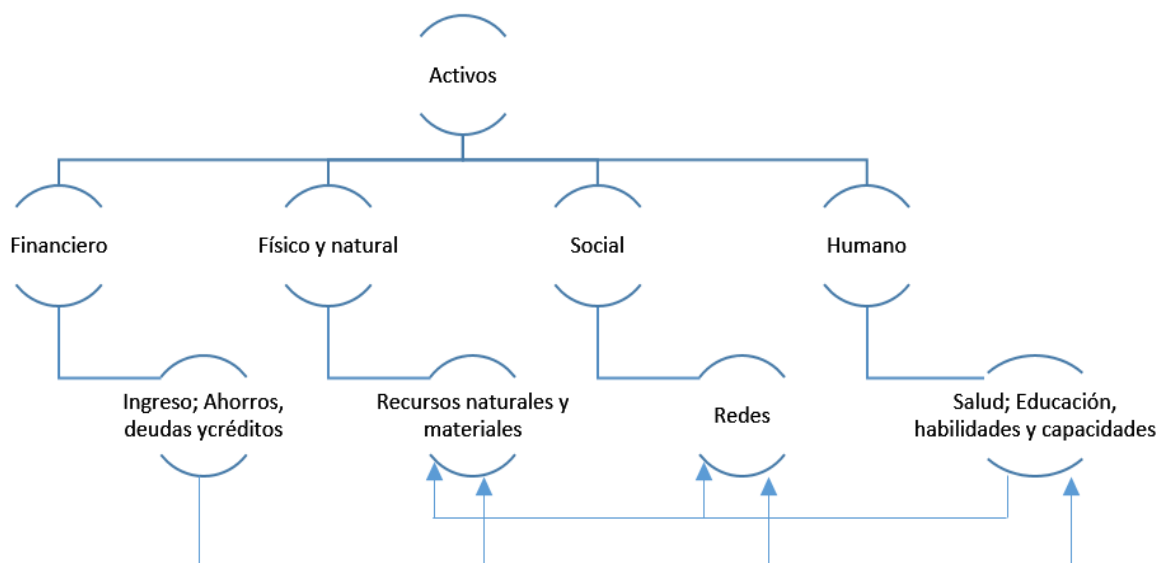
Estos activos tienen una relación doble con la vulnerabilidad. No solo son afectados por estresores ante entornos vulnerables, sino además la movilización de estos activos puede contribuir a la construcción de estrategias que mejoran las capacidades adaptativas y así, reducir la vulnerabilidad (Trujillo, 2000, citado en (Cannon, 2003); McDowell y Hes, 2011; Birkmann, 2006; H. Allison, 2006). Para esta tesis y con fines de simplificación, únicamente se tomará en cuenta el efecto sobre estos capitales, específicamente el ingreso y la salud, causado por estresores en hogares vulnerables.

#### *Selección de activos de estudio*

En el presente estudio se analizará el deterioro en el ingreso y la salud de los hogares con mayor vulnerabilidad social en el Distrito Federal, ya que se parte de la idea de que tanto el ingreso como la salud, si bien se asocian de manera directa a los capitales financiero y humano respectivamente, son aspectos mucho más amplios, que atraviesan e influyen transversal y temporalmente en el resto de los activos. En el esquema 1.1 se busca ilustrar lo antes señalado.

En general, el nivel de ingreso y salud de las personas determina en gran medida el acceso a diversos capitales que conforman la forma de sustento, así como las posibilidades de reducir la vulnerabilidad de la población (DFID, 1999).

Esquema 1.1 Selección de activos de los hogares



Fuente: Elaboración propia con información de Stewart, 2005.

Un ingreso suficiente es necesario para tener acceso al consumo de bienes, servicios e infraestructura imprescindibles para cubrir las necesidades básicas; y no contar con él, no solo limita este consumo, sino además implica exclusión social, que impide una participación plena en la sociedad y merma la exigibilidad de los derechos (Cepal, 2006).

Las entradas monetarias resultan ser una de las variables determinantes en la mejora en el capital humano, pues permite la inversión en salud, nutrición y educación que redundan en la mejora del ingreso (Rosales, 2006).

Además, a medida en que se dispone de un ingreso económico mayor, las personas, familias y comunidades pueden acceder a mayores y mejores materiales de capital físico, al mismo tiempo que poseen una mayor capacidad de ahorro y liquidez, que les posibilita por ejemplo, acceder al mercado de crédito para emprender proyectos rentables y aumentar su ingreso en el largo plazo (PNUD, 2010).

En este sentido, el ingreso de los hogares posee un carácter intergeneracional dado muestra un encadenamiento persistente en el desarrollo futuro del capital humano (Cepal, 2006). Las familias con bajo ingreso acumulan insuficiente capital humano en materia de nutrición, salud y educación, lo que tiende a perpetuar las condiciones de pobreza intergeneracional, afecta las posibilidades futuras de los más jóvenes y atenta contra la igualdad de oportunidades (*Ídem*).

Del mismo modo, contar con una salud adecuada es relevante por sus impactos positivos en otros activos y en la calidad de vida de los individuos. Se ha observado que el gasto en salud tiene un efecto positivo sobre la productividad de las familias y su ingreso (PNUD, 2008). Este activo también se caracteriza por ser intergeneracional, en el sentido que una buena salud y nutrición en los menores determina de forma decisiva el desarrollo de la productividad e ingresos durante su vida adulta (Ídem).

Adicionalmente, contar con niveles de ingreso y salud aceptable, junto con tiempo disponible<sup>13</sup>, promueve el desarrollo y participación en grupos y redes, que a su vez, contribuye al reforzamiento del capital social en una comunidad, proporcionando el acceso a otros recursos, como conocimientos, información, capacidad de gestión e incluso poder político (Cepal, 2006).

#### 1.2.4 El papel del agua en el ingreso y la salud

El acceso al suministro de agua potable resulta esencial para las personas, su sustento y sus estrategias, además de que simboliza uno de los impulsores más importantes del desarrollo humano, contribuyendo al aumento de las oportunidades, el ingreso, la mejora de la salud y la dignidad de las personas (PNUD, 2006; Baguma *et. al.*, 2012). Por el contrario, la alteración de la cantidad y calidad del agua tiene efectos negativos en el sustento y calidad de vida, así como en la salud de los usuarios, así como los servicios de los ecosistemas que dependen de ese recurso (Romero, 2011).

La asequibilidad del agua potable en el hogar es parte importante de la salud integral de las personas, en términos no solo de la ausencia de enfermedades, sino como el estado completo de su bienestar físico, social y psicológico (Dávila y Guijarro, 2000; Bates, 2008; OMS, 2014).

La importancia de la disponibilidad del agua potable en la sociedad ha sido reconocida internacionalmente, mediante la resolución 64/292 de las Naciones Unidas, en la que se declara que el acceso al agua, junto con el saneamiento, es un derecho humano indispensable para disfrutar de una vida digna. En dicha declaración se define el derecho al agua potable como “el derecho de cada uno a disponer de agua suficiente, saludable, aceptable, físicamente accesible y asequible para su uso personal y doméstico” (ONU, 2010).

---

<sup>13</sup> En relación al tiempo libre, como recurso fundamental de los hogares que afecta la calidad de vida, un estudio realizado por El Colegio de México para todo el país (Damián, 2005) señala que 67 por ciento de los pobres de ingreso también eran pobres de tiempo, al no disponer de bienes y servicios que sustituyeran sus necesidades de trabajo doméstico, como el cuidado de menores, el acarreo de agua, entre otros.



## *Agua e ingreso*

Para explicar los efectos en el ingreso disponible de las personas, ante una reducción del suministro del líquido, resulta útil conocer, primero, las características del agua como un bien transable. El agua es un recurso escaso (económico) en términos de su cantidad y calidad, que cuenta con un mercado de características propias y cuya forma de uso actual afecta su distribución equitativa y compromete su disponibilidad en el futuro (Huang *et. al.*, 2010).

Por el lado de la oferta, la cantidad de agua disponible para su intercambio no incrementa ante aumentos en el precio, como lo haría cualquier otro bien transable, sino que, es influida por vectores externos. El cambio climático, los sistemas insostenibles de abasto y el crecimiento poblacional ejercen una presión negativa sobre la dotación de agua segura en de cantidades adecuadas para las personas y sus comunidades (Baguma *et. al.*, 2012).

En términos del cambio climático, los efectos totales que tendrá sobre los acervos en los sistemas hídricos son inciertos, aunque en muchos casos se espera una mayor variabilidad climática (Bates, 2008). Empero, estimaciones internacionales sugieren que el cambio climático será responsable de alrededor del 20% del incremento de la escasez global de agua (UNESCO, 2003). Como se analizará en el capítulo II, proyecciones para el DF esperan que la variabilidad climática comprometa aún más la disponibilidad de los recursos disponibles, por efecto de alteraciones en los patrones de precipitación y de temperatura (Soto y Herrera, 2009).

En cuanto a los sistemas de abasto, las formas en que se suministra el agua potable pueden contribuir o limitar las condiciones de vulnerabilidad, exclusión y pobreza que padecen los hogares (Crawford y Bell, 2012), además de incidir directamente en los niveles de sostenibilidad del recurso. La manera en que se dota de agua al Distrito Federal es diferenciada geográficamente, y el número de litros que recibe una persona diariamente coincide negativamente con los niveles de marginación entre zonas (Jiménez *et. al.*, 2012).

Por el lado de la demanda, tanto el crecimiento demográfico y económico así como los cambios en los patrones de consumo son variables que han jugado un papel importante en el sobre aumento de la demanda de agua potable (Bates, 2008). Asimismo, es el ingreso el que determina positivamente los niveles de consumo de agua y en lo general, en la medida en

que las personas posean un ingreso cada vez más elevado destinarán un menor porcentaje del mismo al consumo de bienes básicos, (Keynes, 1936) como el agua potable.

La demanda de agua potable es inelástica<sup>14</sup>, lo que significa que su consumo no suele modificarse fuertemente frente a variaciones en su precio o en el ingreso de los consumidores, debido a que es un bien de primera necesidad (Gómez-Ugalde *et. al.*, 2012) y un recurso insustituible, es decir, que no existe otro bien que logre proporcionar los mismos usos y beneficios que ésta provee a las personas. Por lo regular, las comunidades pobres desembolsan un mayor porcentaje de su ingreso en adquirir agua, que se traduce en un sacrificio para el presupuesto que podrían destinar a la compra de alimentos u otros bienes y servicios básicos (Cairncross y Kinnear, 1992).

De este modo, cuanto mayor sea la proporción del ingreso que una persona destine a comprar agua, la demanda será más sensible (variará más) a los incrementos en el precio del líquido que en el caso de las personas con mayores ingresos (*Ídem*), porque este incremento de precio tendrá un efecto importante sobre sus niveles de ingreso disponible<sup>15</sup>. Este efecto es un claro indicador de que un bajo nivel de ingresos influye en la vulnerabilidad que padezca una persona, su familia y su comunidad por la falta de agua potable.

Ante una disminución en la oferta de agua, el ingreso de las personas y sus familias se ve afectado por diversas vías. La más evidente de ellas es que, dada la inelasticidad de la demanda, los consumidores tienen la necesidad de buscar fuentes de provisión secundarias, que suelen asociarse a precios más altos y fluctuantes.

A este respecto, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) sugiere que las personas en condiciones de vulnerabilidad a la escasez hídrica suelen ser los más afectados por los cortes y reducciones en el suministro, comúnmente a causa de una exclusión sistemática al acceso al agua, por su pobreza, limitados derechos legales o políticas que restringen dicha asequibilidad (PNUD, 2006). Por ejemplo, las familias que carecen de conexión domiciliaria a la red de suministro se ven obligadas a comprar agua de fuentes más costosas (Thompson *et. al.*, 2001) como las pipas.

---

<sup>14</sup> De acuerdo con la microeconomía, la elasticidad de la demanda representa la variación porcentual de la demanda de un bien *X* (que en este caso, es el agua) como resultado del cambio porcentual en otro componente, como pueden ser los precios del bien, el precio de otros bienes o el ingreso de los consumidores (Call, 1983).

<sup>15</sup> Se entenderá como ingreso disponible como aquel ingreso restante después de realizar desembolsos en el consumo de agua.

Otra vía por la que la disminución hídrica afecta el ingreso de las familias es el incremento de los precios, en este caso las tarifas, como parte de posibles restricciones al consumo o inclusive por disminuciones experimentadas en su oferta, por efecto de mercado. Una tercera vía menos directa de afectaciones al ingreso por la disminución del abasto hídrico, son los gastos en los que se deben incurrir para el pago de servicios de salud, como consecuencia de enfermedades que están asociadas a la falta de agua.

### *Agua y salud*

De igual manera, el acceso al agua potable está asociado fuertemente a la salud física, social y mental. Alusivo al bienestar físico, el acceso al agua favorece a una adecuada higiene, hidratación, preparación de alimentos y nutrición en las personas (Moe *et. al.*, 2006; PNUD, 2006). Mediante su ingesta, como nutriente básico del cuerpo humano y vital para la vida, ayuda a la digestión de los alimentos, la absorción, transporte y uso de los nutrientes y como medio seguro de eliminación de toxinas y desechos del cuerpo (Kleiner, 1999).

En el ámbito de las actividades diarias en el hogar, el agua es vital para la preparación de alimentos, así como en las medidas básicas de higiene personal, limpieza del hogar y servicios<sup>16</sup> como el lavado de auto y riego al jardín (Howard y Bartram, 2003; Chenoweth, 2008). Respecto a ello, se han realizado esfuerzos por estimar las cantidades mínimas de agua potable para uso doméstico que permita cubrir los requerimientos mínimos para la higiene, hidratación y preparación de alimentos, presentados a continuación:

Cuadro 1.1. Cantidad mínima necesaria de agua potable por habitante

Estimaciones de las cantidades mínimas de agua para una salud adecuada		
Autor	Litros estimados diarios per cápita	Bases de estimación
WHO, UNICEF (2000)	20	Salud doméstica básica y necesidades de higiene
Banco Mundial (Izazola, 2001)	50	Agua para evitar problemas de salud
Gleck (1996)	50	Salud doméstica básica y necesidades de higiene
Howard y Bartram (2003); Moe <i>et. al.</i> (2006); WHO	100	<b>Salud doméstica completa</b> y necesidades de higiene
ONU (2010)	50-100	Se garantiza la cobertura de las necesidades más básicas y surgen pocas preocupaciones en materia de salud
Sistema de Aguas de la Ciudad de México (2011)	96-122	Usos domésticos de higiene y preparación de alimentos con buenos hábitos de ahorro
Chenoweth (2008)	135	Salud humana y desarrollo económico y social

<sup>16</sup> El consumo directo e higiene tienen efectos directos sobre la salud, mientras que su uso para servicios, puede no afectar al menos de manera directa a la salud (Howard y Bartram, 2003).

Centro virtual de información del agua (2014)	150	Consumo por persona recomendado para las ciudades
Gobierno del Distrito Federal (Izazola, 2001) y Secretaría de Medio Ambiente DF (Contreras, 2014)	196	Se recomienda este consumo para satisfacer necesidades de alimentación, hidratación e higiene para la <b>Ciudad de México</b>
Conagua (2007 y 2012b)	250	Volumen considerado como suficiente para que un integrante de una familia en México cubra sus necesidades básicas
Shuval (1992)	342	Requerimientos no agrícolas más agua para la producción de comida
Consejo Coordinador Empresarial (2001)	300	Se espera que para el 2025 se requiera esta cantidad para satisfacer las necesidades básicas de la población en el DF
Falkenmark (1986)	1369	Requerimientos para que funcione una sociedad moderna
World Water Assessment Programme (2003)	4654	Agua potable para una vida humana saludable y activa

Fuente: Elaboración propia.

En esta investigación se considerarán los 196 litros diarios por persona propuestos por el GDF y SMA como umbral<sup>17</sup> de consumo doméstico mínimo de agua potable, que garantiza una salud domestica completa en términos de higiene, preparación de alimentos e hidratación, en el contexto del Distrito Federal. La lógica es la siguiente. Si la población a estudiar disfruta de dotaciones de agua superiores a esta cantidad, podrá señalarse que se cuenta con niveles adecuados de hidratación, higiene y nutrición. Si, por el contrario, el suministro de agua potable se reduce por debajo de esta cantidad, se entenderá que esta población padecerá efectos adversos en su higiene, hidratación y nutrición. Dotaciones inferiores a 196 litros diarios de agua por persona presentan problemas para garantizar niveles adecuados de salud en términos de su consumo directo, preparación de alimentos e higiene.

Empero, es importante tomar algunas precauciones en materia de los litros mínimos de agua para una adecuada salud. Por un lado, la debilidad de las estimaciones seleccionadas radica en que únicamente se encargan de proporcionar una clara indicación de los requerimientos de agua mínimos para una higiene, hidratación y nutrición adecuadas, sin señalar aquella estimación de cantidad de agua domestica que permita mejorar la calidad de vida (Chenoweth, 2008) y/o reducir la vulnerabilidad. No se consideran niveles superiores de

---

<sup>17</sup> Un umbral de significancia es un punto específico entre regímenes o funcionamientos alternativos en un sistema, en este caso el social (Sharma, 2011). Cuando un sistema rebasa un cierto umbral, la naturaleza y extensión de las interacciones se modifican, de modo que, también hay un cambio importante en la dirección en la que el sistema se mueve (*Ídem*).

agua potable propuestos por las otras fuentes bibliográficas a razón de que estas contabilizan necesidades adicionales a las que demanda una persona que habita un área propiamente urbana, tales como las que son objeto del presente estudio<sup>18</sup>.

El acceso al agua posee un elemento adicional que es benéfico para la salud de las personas es en términos del uso del tiempo. Si se cuenta con agua en la vivienda en calidad y cantidad suficientes, permite que las personas dispongan de tiempo para otras actividades diferentes a la de conseguir agua fuera del hogar, como por ejemplo: trabajar, con lo que mejora el ingreso familiar; asistir a la escuela, que involucra mayores oportunidades; ejercitarse, participar y organizarse socialmente, lo que puede mejorar el entorno en el que se vive; así como recrearse y descansar, reduciendo con ello enfermedades como el estrés e incrementando el desempeño en las labores diarias, entre otras (PNUD, 2006).

Las deficiencias en la salud por causa de escasez de agua potable se relacionan con la deshidratación, así como con la imposibilidad de acceder a una higiene personal y del hogar adecuada en cuanto a bañarse, lavar la ropa, limpiar la casa y disponer de los residuos humanos correctamente (Moe *et. al.*, 2006; SS, 2010; Motoshita, 2011; WHO, 2013). La carencia de asepsia facilita la proliferación de enfermedades digestivas e intestinales infecciosas, tales como la hepatitis, cólera, ascariasis, tricuriasis, anquilostomiasis, enfermedades intestinales, como algunos tipos de diarrea, tracoma<sup>19</sup> y tifus (Ídem).

Por otra parte, la falta de agua potable condiciona a que las personas recurran a fuentes inseguras de agua para beber y al almacenaje de agua en sus hogares<sup>20</sup> (PNUD, 2006) tanto porque optan por medios inseguros y al almacenaje en el domicilio como por la degradación y contaminación de los cuerpos de agua a causa de la sobreexplotación (WHO, 2013; GDF, 2004). Estas condicionantes aumentan el riesgo de contaminación del agua doméstica y la transmisión de enfermedades, además de que compone un caldo de cultivo para la proliferación de vectores de enfermedades, como el mosquito en la fiebre del dengue o la malaria (Ídem; IPCC, 2008). En general, las enfermedades relacionadas con la falta de agua pueden clasificarse de la siguiente manera:

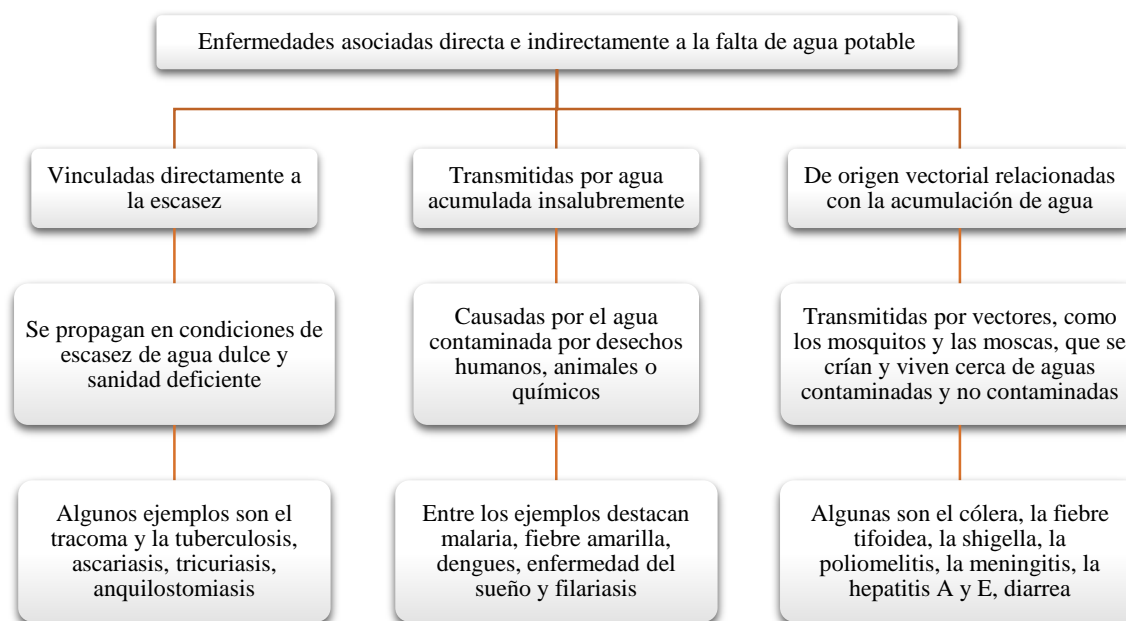
---

<sup>18</sup> Requerimientos agrícolas, industriales, entre otras.

<sup>19</sup> Una enfermedad ocular que es la principal causa de ceguera prevenible en el mundo.

<sup>20</sup> En la capital, algunas fuentes inseguras a las que recurre la población son los carros tanque llamados “pipas” propiedad de particulares, así como empresas purificadoras de agua que actualmente no son inspeccionadas por la autoridad para cerciorarse del cumplimiento de las normas de sanidad establecidas. Asimismo, muchos hogares llegan a almacenar agua no solo en cisternas y tinacos, sino también en recipientes expuestos al aire libre y al sol.

## Esquema 1.2 Resumen de enfermedades asociadas a la escasez hídrica



Fuente: Elaboración propia con información de Banco Mundial (1990) Agua.org (2004) y UNICEF (2014).

Las principales afecciones por la escasez de agua y la acumulación insalubre de agua se reflejan en padecimientos intestinales infecciosos, digestivos y de la piel. Un desglose detallado de las principales enfermedades asociadas a la escasez de agua por falta de higiene, inadecuada disposición de excretas, agua acumulada y de origen vectorial, así como las vías de transmisión puede consultarse en el Anexo i.

Finalmente resulta relevante destacar que la determinación de la salud de las personas es multifactorial, por lo que no solo depende del acceso a recursos como el hídrico sino también, en gran medida, del ingreso con el que se cuente, el cual permite acceder al líquido (WHO, 2008) y cubrir las necesidades básicas alimentarias, de vestido y de salud.

Se han realizado estudios indicativos sobre el costo del consumo de agua usada para la higiene y sus impactos en los gastos financieros de los hogares (por tanto, en su ingreso) (Baguma *et. al.*, 2012). Estos sugieren que tanto un costo elevado del agua como un bajo ingreso familiar son factores que también limitan la asequibilidad al agua potable (Howard y Bartram, 2003). Es por ello que en esta tesis se supondrá la existencia de una interacción positiva entre la salud y el ingreso.

### 1.3 Metodología general

El tipo de metodología empleada en esta tesis fue primordialmente de tipo cuantitativo. Las actividades realizadas consistieron fundamentalmente en trabajo de gabinete, con la búsqueda y tratamiento de información estadística. Adicionalmente, se aplicó una entrevista semiestructurada a tres amas de casa de Iztapalapa, en la colonia La Polvorilla, con el único fin de conocer experiencias particulares de vivir cotidianamente con problemas de abastecimiento de agua<sup>21</sup>, que suelen encontrarse detrás los resultados generales obtenidos con estadísticas agregadas<sup>22</sup>.

A continuación se describe brevemente la estructura metodológica que se llevó a cabo para el alcance de los objetivos en cada capítulo.

Para los capítulos I y II se realizó una búsqueda y recolección de literatura especializada e información estadística pertinente, para después proceder a la construcción del marco conceptual (capítulo I), así como descripción y análisis del contexto ambiental, legal y social que han incidido históricamente en la reducción en el suministro de agua en la ciudad (capítulo II).

Para el contraste de las hipótesis, la metodología se dividió en dos etapas basadas en técnicas estadísticas y econométricas. La primera es desarrollada a lo largo del capítulo III y se basa en el análisis de vulnerabilidad a nivel DF y en la selección y análisis de la delegación de estudio. La segunda se lleva a cabo en el capítulo IV y se basa en la estimación de los efectos observados y futuros sobre el ingreso y salud de los hogares de la delegación más vulnerable a la disminución de la disponibilidad de agua

---

<sup>21</sup> La información que se obtuvo de las entrevistas ayudó a completar información faltante sobre el costo y formas de acceder a las fuentes alternativas de agua a la red pública de abastecimiento, como el agua de pipas o el agua de garrafones (cfr. págs.137, 140, 162), y cuyo guion puede ser consultado en el Anexo xii. Se eligió a la colonia La Polvorilla ya que es una de las pocas colonias populares de las que se dispone información que apunta a que recibe agua por tandeo con baja frecuencia y de mala calidad, además de que su población es de bajos ingresos. De igual forma se eligieron amas de casa debido a que, como administradoras del hogar, se encuentran en contacto directo con las necesidades hídricas del mismo. Solo se entrevistaron tres amas de casa a razón de que solo se buscaba conocer algunas experiencias específicas, además de que estas tres amas de casa coincidieron en gran parte de las respuestas debido a que las características de la colonia son muy homogéneas.

<sup>22</sup> Como por ejemplo, los efectos particulares en su ingreso y salud, la existencia de redes sociales en su colonia, la existencia o no del apoyo en materia hídrica por parte de las autoridades.

#### Temporalidad:

Para el análisis de vulnerabilidad (capítulo III), la temporalidad de estudio fue el 2012 debido a que es el año más reciente del que se dispone información robusta en cuanto a variables de los hogares a nivel delegacional. Para la segunda etapa (capítulo IV), la temporalidad se divide en dos periodos, el primero que comprende el análisis histórico de 1984 a 2013 y el segundo referente a la prospección que abarca de 2014 a 2030.

#### Sujeto de estudio:

El sujeto de estudio, que se seleccionó en la etapa uno, fue la delegación Iztapalapa, bajo el criterio de ser la delegación que contiene el mayor número de hogares con vulnerabilidad social alta. La unidad de análisis son los hogares en esta delegación.

#### Instrumentos empleados:

Para el análisis de vulnerabilidad social y la selección de la delegación de estudio, como más adelante se explicará a detalle (Con base en Cutter *et. al.*, 2003; Eustat, 2009; Abson, 2012; Bohórquez, 2013; Cruz Roja Española, 2013):

- se emplearon matrices de varianza y correlación, obtenidas con la técnica de Análisis de Componentes Principales Categóricos (ACPC) y;
- se construyó un indicador ponderado de vulnerabilidad social (IVS) de los hogares por delegación. Este indicador permitió establecer un criterio de selección para la delegación de estudio.

Para el contraste de hipótesis y pronóstico de los efectos en la salud e ingreso se estimaron modelos de regresión, por medio de la técnica de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), y se aplicaron las pruebas convencionales de significancia individual, bondad de ajuste y confiabilidad (Con base en Salazar, 2011; BM y SACM, 2013 y Gujarati, 2007).

#### Criterios para contraste de hipótesis:

Para comprobar la hipótesis de que Iztapalapa es la delegación con mayor vulnerabilidad social se utilizaron los valores adoptados por el IVS. Para corroborar o contrastar la significancia de los efectos de la reducción del agua en el ingreso de los hogares, se utilizó la significancia estadística individual de los modelos de regresión calibrados.

En el caso de la salud, debido a que se analiza tanto con las cantidades mínimas de agua necesarias como a nivel de mortalidad por enfermedades asociadas, se emplearon dos



criterios de contrastación de hipótesis. En el primero, a nivel de cantidades mínimas de agua, se identificaron umbrales referidos en la bibliografía sobre los litros diarios por habitante necesarios para contar con una salud adecuada. En el segundo, a nivel de mortalidad, el criterio empleado fue la significancia estadística.

Variables y fuentes de información:

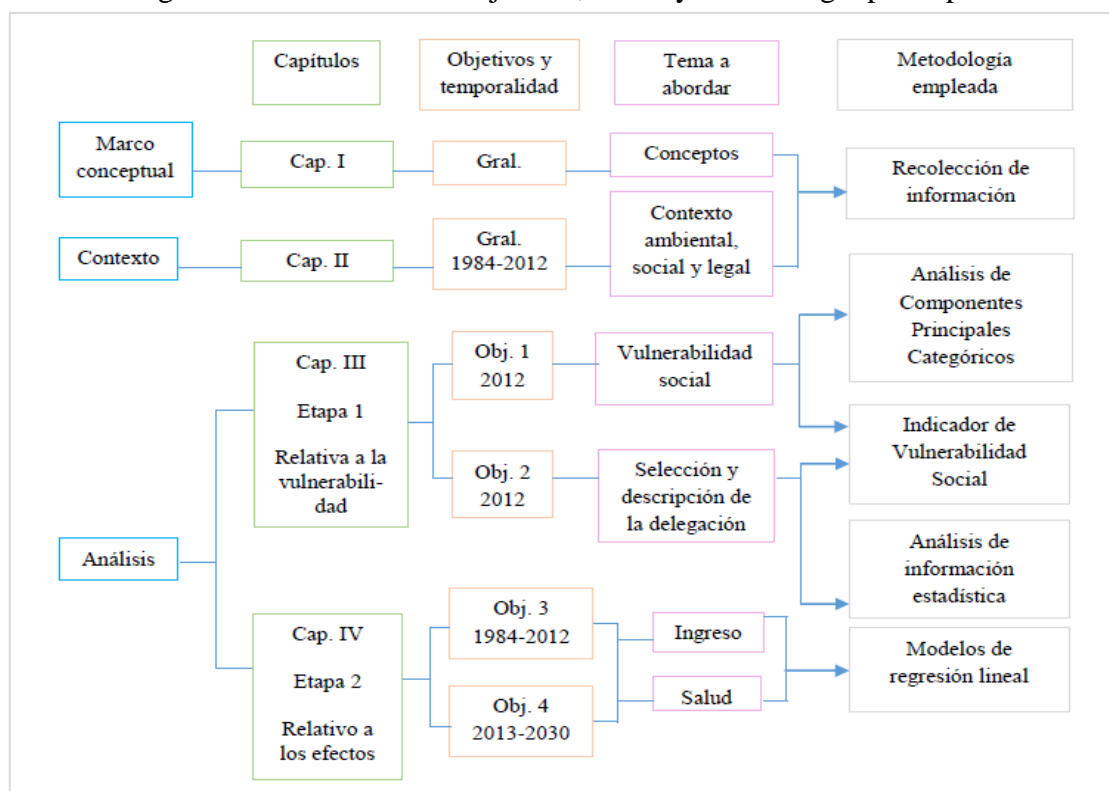
Las variables, operacionalización de las mismas y fuentes de información serán descritas al inicio de cada etapa de análisis.

Uso de programas:

Primera etapa (capítulo III): *IBM SPSS statistics* versión 22; Segunda etapa (capítulo IV): *E views* versión 8.

El diagrama 1.2 resume la metodología a desarrollar en los siguientes capítulos por objetivos y temas a abordar.

Diagrama 1.2 Resumen de objetivos, temas y metodología por capítulo



Fuente: Elaboración propia.

## Conclusiones del capítulo

En este capítulo se presentó la literatura principal que analiza el problema hídrico del Distrito Federal y posiciona el estado de la discusión académica que existe hasta el momento, con lo cual se puede observar la pertinencia de la elaboración de la presente tesis, en términos de la exploración sobre la dimensión social del problema, la especificidad en la unidad de análisis (hogares) y el enfoque temporal que intenta integrar la historia de los efectos y los esfuerzos por construir prospecciones de la realidad.

De igual forma se desarrollaron los conceptos clave a utilizar a lo largo del documento, con especial énfasis en la vulnerabilidad social en los hogares, además de los componentes y atributos socioeconómicos que la constituyen. Asimismo se presentaron los activos de los hogares susceptibles a ser dañados por la carencia hídrica, de los cuales fueron seleccionados el ingreso y la salud, en función de su preponderancia sobre el resto de capitales.

En esta misma guía, se mostró la literatura que destaca la relevancia del agua sobre dichos activos y las principales formas en que pueden ser dañados ante la falta del recurso hídrico. Los efectos negativos sobre el ingreso de los hogares radican principalmente en la pérdida de capacidad de compra destinada a otros rubros, que fue definida como ingreso disponible. Los daños que destacan sobre la salud son: el alcance de cantidades de agua que no garantizan una salud adecuada en términos de higiene, hidratación y preparación de alimentos y la ocurrencia de enfermedades asociadas a la falta de agua.

Finalmente se presentó brevemente la metodología empleada y lógica de análisis de cada uno de los siguientes capítulos.

## CAPÍTULO II. ANÁLISIS DEL PROBLEMA DEL SUMINISTRO HÍDRICO EN EL DISTRITO FEDERAL

### Introducción

Con el objeto de entender el entorno en el que ha tenido lugar la disminución del suministro de agua en el Distrito Federal, en el presente capítulo se documenta y analiza la evolución histórica y el estado actual de los recursos hídricos que han sido aprovechados para dotar de agua a la ciudad, sus principales problemáticas y perspectivas, así como los patrones de exposición a la carencia de agua potable entre las delegaciones.

### Generalidades

El Distrito Federal se localiza en un territorio topográficamente heterogéneo al sur poniente del Valle de México<sup>23</sup>, a una altura promedio de 2,5 mil metros sobre el nivel del mar (msnm), ocupando 14 por ciento de este valle, el cual se conforma por una meseta delimitada por el Eje Neovolcánico Transversal<sup>24</sup> y cuya parte más baja se compone de una superficie lacustre<sup>25</sup> (Ezcurra *et. Al*, 2006). Acorde con el ordenamiento ecológico del DF, 40 por ciento del suelo es aprovechado para fines urbanos y 60 por ciento es suelo de conservación ecológica, el cual se concentra en nueve delegaciones al sur de la entidad y se constituye en 27 por ciento destinado al uso agrícola y 33 por ciento de cobertura boscosa, matorrales y pastizales (SACM, 2007; INEGI, 2014).

El Distrito Federal es la entidad más pequeña del país, con tan sólo con 0,07 por ciento de la superficie continental nacional, pero una de las más importantes en términos de sus aportaciones al ingreso nacional, del orden de 17,9 por ciento del Producto Interno Bruto (INEGI, 2012b). El DF es el mayor núcleo urbano en México y la segunda ciudad más poblada del mundo, con 7,8 por ciento de la población nacional, alberga cerca de nueve millones de habitantes distribuidos heterogéneamente a lo largo de 16 delegaciones.

---

<sup>23</sup> Este valle era originalmente una cuenca endorreica, lo que significa que sus precipitaciones que escurrían por la meseta no drenaban al mar, sino que yacían en grandes depósitos lacustres en forma de lagos: al oriente el de Texcoco, al sur los de Xochimilco y Chalco y hacia el norte los de Zumpango, Xaltocan y San Cristóbal (AHA, 2003). A partir de La Conquista, comenzó a desecarse esta cuenca, con lo que se transformó artificialmente en un valle.

<sup>24</sup> Una franja formada por actividad volcánica que atraviesa México de este a oeste.

<sup>25</sup> Es el medio sedimentario propio de los lagos.

La provisión de agua potable para los habitantes del Distrito Federal ha representado un reto formidable durante décadas, debido al progresivo agotamiento y degradación de las fuentes de abastecimiento, que responden, entre otros aspectos, a la planificación técnica con la que se ha aprovechado el recurso<sup>26</sup>, perspectivas fragmentadas de las necesidades futuras, el crecimiento de la demanda por parte de la población y a las variaciones en los patrones climáticos, que presionan a la baja los acervos de dichas fuentes (Escolero, 2009; Constantino, 2010; Perevochtchikova, 2010; González, 2011). De continuarse con estas tendencias, el panorama de suministro puede agravarse y tener mayores efectos para el consumo humano (Soto y Herrera, 2009).

No obstante que el deterioro en el suministro de agua es un problema extendido, ha mostrado efectos diferenciados en la privación del acceso entre grupos de población (Jiménez *et. al.*, 2012). Los hogares vulnerables quedan excluidos casi sistemáticamente del recurso y suelen sufrir los impactos más severos en sus activos de sustento, a causa de su condición desfavorable (PNUD, 2006), en términos de la gran exposición territorial o económica a la escasez hídrica, sus niveles de sensibilidad y su reducida capacidad para adaptarse al cambio.

La gravedad del agotamiento hídrico puede constatarse al observar que, a pesar de su importancia poblacional, económica y política, el Distrito Federal se ubica en una de las regiones del país con menor disponibilidad natural per cápita de agua, al tiempo que sus fuentes de suministro internas y externas se encuentran en sobreexplotación de 348 por ciento y un déficit físico de cerca de 2,319 hectómetros cúbicos al año, respectivamente (Conagua, 2012; INEGI, 2012).

## 2.1 Disponibilidad natural

La disponibilidad natural de agua un territorio es un indicador importante para evaluar el nivel de escasez o abundancia del líquido y determinar las necesidades de los usuarios, así como las posibilidades de desarrollo, que pueden ser cubiertas con el agua accesible (AMC, s/f). La disponibilidad natural media se define como aquella agua proveniente de

---

<sup>26</sup>Que no toma en cuenta la dimensión y necesidades ecosistémicas y que consiste en la explotación de cuerpos de agua, consumo de una sola vez y expulsión del agua, sin considerar significativamente cambios en los patrones de consumo de la población ni otras fuentes más sostenibles de dotación, como la cosecha de agua pluvial, o reutilización del caudal (sólo se somete a tratamiento el 6 por ciento del total de las aguas residuales en el DF).

precipitaciones, que después de la evapotranspiración<sup>27</sup> se transforma en escurrimiento superficial<sup>28</sup> y en recarga natural de los acuíferos en una región (Conagua, 2004).

El Distrito Federal, junto con el Estado de México, parte del estado de Hidalgo y un pequeño territorio de Tlaxcala, forma parte de la región hidrológica administrativa número XIII Valle de México<sup>29</sup>, una de las 13 regiones delimitadas por la Comisión Nacional del Agua acorde con los espacios naturales del ciclo hidrológico en el valle. Esta región ostenta una disponibilidad natural media total de 3515 millones de m<sup>3</sup> para el 2010, compuesta por un escurrimiento natural medio superficial de 1174 millones de m<sup>3</sup>/año y una recarga media total de acuíferos del orden de 2341 millones de m<sup>3</sup>/año (Conagua, 2012).

En términos per cápita, tal como muestra el mapa 2.1 y se comprueba para 2013 (Conagua, 2013), la región dispone de 153 metros cúbicos por habitante al año (m<sup>3</sup>/hab/año), mientras que el promedio a nivel nacional es de 4028 m<sup>3</sup>/hab/año, con lo que se mantiene en el nivel más bajo del país, en la clasificación de disponibilidad extremadamente baja<sup>30</sup>. Si sólo se estudia el Valle de México en el que se asienta el DF, la disponibilidad media per cápita desciende de manera crítica a sólo 77 m<sup>3</sup>/hab/año, compuesta por agua superficial y subterránea del orden de 57 y 20 m<sup>3</sup>/hab/año respectivamente (Semarnat, 2012).

---

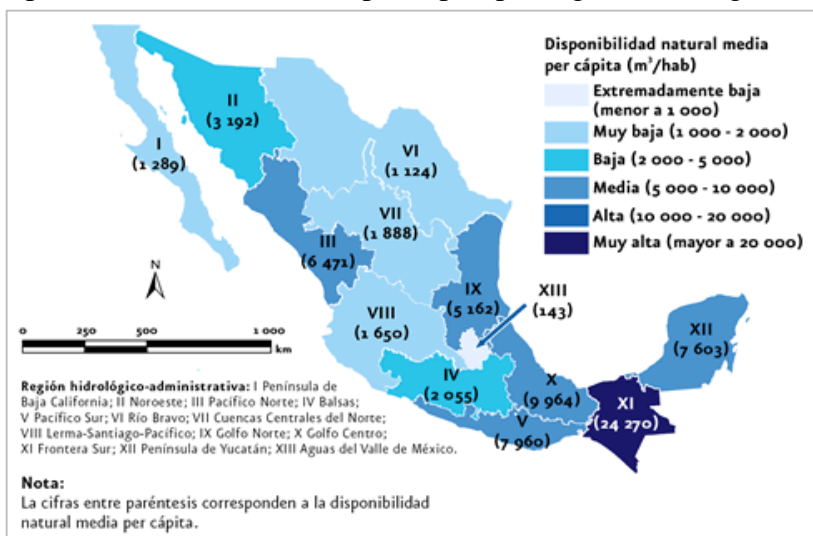
<sup>27</sup>La evapotranspiración se produce a través de la evaporación del agua presente en la superficie terrestre, junto con la que está en mares, ríos y lagos y la que procede también de la tierra, incluyendo la transpiración de los seres vivos, en especial de las plantas (Oceantica, 2014).

<sup>28</sup>Escurrimiento natural medio superficial: parte de la precipitación media histórica que se presenta en forma de flujo en un curso de agua (Conagua, 2004).

<sup>29</sup>Es una unidad administrativa básica para la gestión de los recursos hídricos gestionada hídricamente por el Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, la cual permite la importación y exportación de las aguas entre los estados que pertenezcan a ella (HCD, 2012).

<sup>30</sup> Al 2013, el último año del que se cuenta con información sobre agua renovable por región hidrológica administrativa, la región XIII era la única en todo el país por debajo de 1000 m<sup>3</sup>/hab/año. La clasificación del mapa 2.1 a pesar de ser de 2008 se mantiene hasta esta 2013 de acuerdo con los datos presentados por Conagua (2013).

Mapa 2.1 Disponibilidad natural media per cápita por región hidrológico-administrativa



Fuente: Tomado de Conagua, 2008.

Aún más alarmante es que este volumen hídrico también es catalogado internacionalmente como extremadamente bajo. Tal como el siguiente cuadro muestra, los parámetros establecidos por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2006), la disponibilidad de agua en la Ciudad de México cae en la clasificación de disponibilidad de agua muy baja, que califica como una condición de escasez grave, e incluso, con 77 m<sup>3</sup>/hab/año, se está lejos de alcanzar el umbral de 1000 m<sup>3</sup>/h/año.

Cuadro 2.1. Clasificación de disponibilidad natural

Categoría	Disponibilidad m <sup>3</sup> /h/año
Alta	> 10000
Media	5000 a 10000
Baja	1000 a < 5000
Muy baja	< 1000

Fuente: Tomado de PNUD, 2006.

En este sentido, la Ciudad de México también observa un uso excesivo en sus fuentes de abastecimiento que las condicionan a un estado de estrés. Recientemente la ciudad fue clasificada como la tercera ciudad con mayor estrés hídrico en el mundo, después de Tokio y Nueva Delhi (McDonald *et. al.*, 2014), es decir que la cantidad de agua que se utiliza en la ciudad en proporción con el agua disponible naturalmente es una de las más altas e insostenibles en todo el mundo.

### *Prospectiva*

De continuarse con las mismas tendencias de uso y patrones climáticos, la Conagua (2013) pronostica que para el año 2030, la disponibilidad natural media en la región disminuirá 7,7 por ciento, alcanzando niveles alarmantes de 148 m<sup>3</sup> por habitante al año para toda la región hidrológica y probablemente para el Valle de México, en lo individual, se tendría un aproximado de tan sólo 53 m<sup>3</sup>/h/año, cantidad por demás menor que el caudal mínimo que se requiere para mantener un nivel regular de higiene, alimentación e hidratación.

El estado de los recursos líquidos para el Distrito Federal refleja los grandes consumos y presiones energéticas y físicas que se han efectuado por largo tiempo y que resultan cada vez menos sostenibles. En este sentido, las condiciones que guarden las fuentes de abasto de agua a la ciudad es uno de los factores que influyen en la cantidad de agua disponible naturalmente para los habitantes, es decir, el caudal neto existente en un territorio (Bunge, 2010).

#### 2.2 Fuentes de abastecimiento hídrico al Distrito Federal

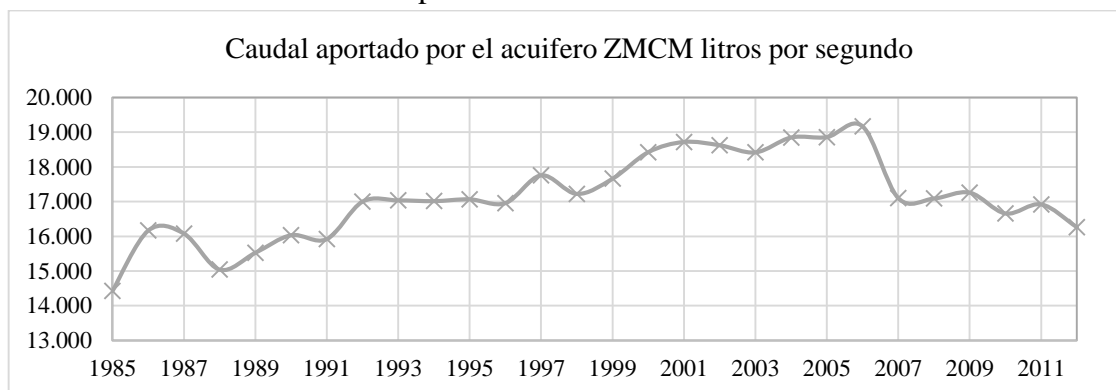
A lo largo del tiempo, el suministro de agua a la ciudad ha consistido en esfuerzos por incrementar la oferta, con soluciones basadas en la sobreexplotación de aguas subterráneas propias y en la implementación de megaproyectos para la importación de agua proveniente de fuentes cada vez más alejadas y costosas para la ciudad (Aréchiga, 2004; Jiménez *et. al.*, 2012; Constantino, 2012).

En ese sentido, el abastecimiento de agua a la ciudad se ha llevado a cabo considerado únicamente la dimensión social, con la búsqueda del aprovisionamiento de agua a la población sin tomar en cuenta los límites claros en la capacidad de carga de los sistemas hidrológicos (SMA, 2007; Oswald, 2011), ni otras alternativas viables para mejorar el abasto actual y futuro, y que podrían reducir las consecuencias sociales del esquema actual de abasto de agua.

#### *Acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México*

El acuífero de la ZMCM ha sido la principal fuente de abastecimiento de agua potable el Distrito Federal, por medio de la explotación de 570 pozos concesionados en el acuífero del Valle de México con perforaciones que alcanzan de entre 300 y 350 metros de profundidad y contribuciones de 16,3 litros por segundo (lps), correspondientes a 52 por ciento del caudal total suministrado (Conagua, 2010; SACM, 2012).

Gráfico 2.1. Caudal suministrado por el acuífero de la ZMCM al DF



Fuente: Elaboración propia con datos de DGCOH, 1999; INEGI, varios años; Conagua, 2009; SACM, 2012 y SACM, 2012b.

Hasta los años 1940, el agua subterránea era la única que se suministraba al DF mediante su extracción de pozos profundos. Fue a partir de esta década que la ciudad comenzó a experimentar un aumento natural y social de la población, por medio del progreso en la esperanza de vida y por la atracción migratoria de mano de obra, en su mayoría proveniente del Estado de México, Hidalgo, Puebla, Guanajuato, Hidalgo, Tlaxcala, Morelos y Querétaro (Chávez, 1999; INEGI, 2010; Tortajada, 2008). Este crecimiento fue tal que tan sólo en diez años la población pasó de 1,76 a 3,30 millones de habitantes para inicios de 1950 (SACM, 2012).

El crecimiento demográfico y expansión urbana aumentaron las demandas de abastecimiento hídrico en la entidad, conduciendo a la necesidad de extraer mayores volúmenes de agua subterránea (Conagua, 2009). Sin embargo, a pesar del estrés al que fue sometido el acuífero, resultó imposible abastecer por completo la creciente demanda hídrica por este medio (SACM, 2007).

El crecimiento poblacional no solo ha incidido de manera adversa sobre el balance del acuífero por el lado del volumen extraído, sino también por medio de la alteración en las capacidades de recarga del manto freático. Con la urbanización acelerada y la conformación de asentamientos irregulares en áreas de conservación<sup>31</sup>, el suelo ha ido perdiendo permeabilidad, y con ello, disminuye su la capacidad de infiltrar agua al acuífero (SMA, 2000; SMA, 2007) y las probabilidades de garantizar el abasto futuro.

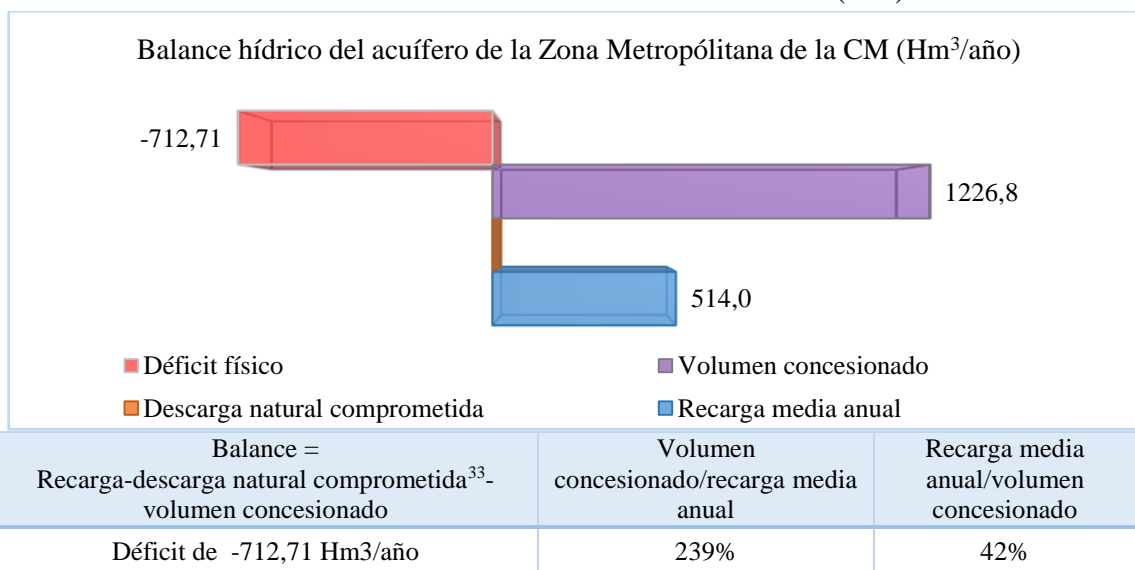
<sup>31</sup> El Inventario de Asentamientos Humanos Irregulares en el Suelo de Conservación publicado por la Secretaría de Medio Ambiente del DF provee información detallada acerca de la localización y superficie de estos asentamientos por delegación: [http://www.sma.df.gob.mx/dgpcp/inv\\_asentamientos.html](http://www.sma.df.gob.mx/dgpcp/inv_asentamientos.html).



El deterioro de los acervos subterráneos, aunque comenzó a reportarse oficialmente desde la década de 1970, ya era evidente 30 años atrás. En 1947 el Dr. Nabor Carrillo presentó evidencia acerca de los hundimientos de la ciudad a causa de la pérdida de presión hídrica por la extracción masiva del líquido (SACM, 2012)<sup>32</sup>. A pesar de que se detectó que el acuífero mostraba signos evidentes de abatimiento, la extracción por encima de su capacidad de recarga se ha mantenido en un crecimiento sostenido. En 2007 el volumen extraído se redujo en 11 por ciento respecto al 2006 (gráfico 2.1), pero aún con déficits en su recarga.

Las condiciones de abatimiento del acuífero continúan siendo un problema vigente y progresivo. Las últimas estimaciones, que se presentan en el gráfico 2.2, arrojan un sobreconcesionamiento de 239 por ciento, es decir que el agua que se extrae del acuífero constituye más del doble de los flujos que escurren y lo recargan. Esto significa que de cada millón de metros cúbicos que son extraídos anualmente, solo se logra reintegrar al acuífero 420 mil litros de agua. El efecto directo de esto es un déficit físico de 712,71 hectómetros cúbicos al año.

Gráfico 2.2. Balance físico del acuífero de la Ciudad de México (CM)



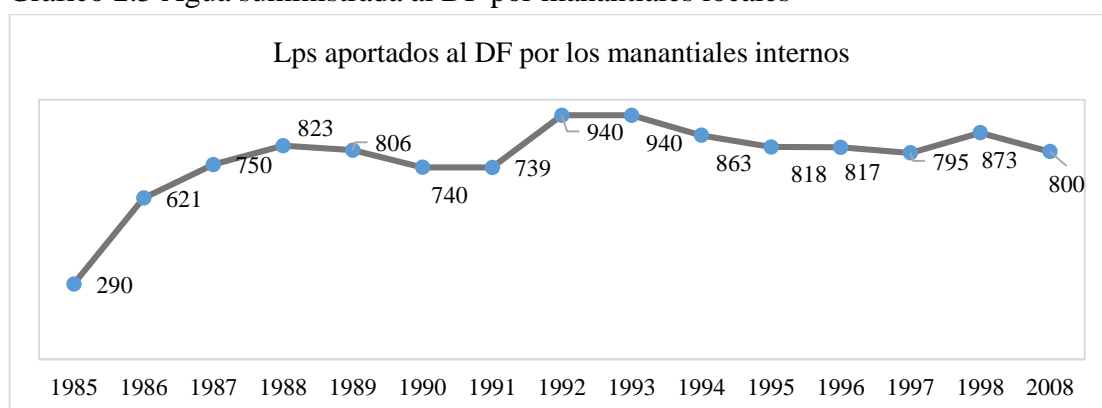
Fuente: Elaboración propia con datos de OCVM (2011), Banco-Mundial (2013).

<sup>32</sup> Durante el siglo XX, la ciudad se hundió hasta nueve metros y anualmente los descensos tienen un rango que va desde los 6 hasta los 30 cm anuales en los casos más severos (Escolero, 2009; Banco-Mundial, 2013). Estos hundimientos tienen como consecuencia, entre otras cosas, la pérdida de pendiente en la red de suministro y drenaje, fugas por rupturas en la infraestructura, incapacidad de desalojo de aguas negras e incrementos importantes en los costos de bombeo tanto de la red de agua potable como la de aguas residuales.

### Manantiales

Otra fuente local de provisión de agua son 19 manantiales ubicados al oeste y suroeste del DF (Escolero *et. al.*, 2009). El aporte de estos manantiales asciende a 800 litros por segundo, los cuales representan 2,5 por ciento del líquido total que se distribuye a lo largo de la ciudad. Como indica el gráfico 2.3, el aprovechamiento del caudal crece durante la década de los 1980 y principios de los 1990. Tan solo para 1992, el agua extraída de los manantiales había crecido 224 por ciento en comparación con siete años atrás. A partir de 1995, la utilización de este recurso se estabilizó en un promedio de 820 lps.

Gráfico 2.3 Agua suministrada al DF por manantiales locales



Fuente: Elaboración propia con información de DGCOH, 1999 y Escolero *et. al.*, 2009

La demanda de agua para la población, junto con las facilidades jurídicas para disponer del agua de estados circundantes dieron pie a que desde hace 50 años se lleven a cabo proyectos ingenieriles de gran envergadura y alto impacto económico, social, ambiental y político, consistentes en el trasvase de aguas superficiales provenientes de estados de la misma cuenca, como el Estado de México con el Sistema Lerma e Hidalgo, y de aguas subterráneas de cuencas ajenas a las del Valle, como lo es el estado de Michoacán con el Sistema Cutzamala.

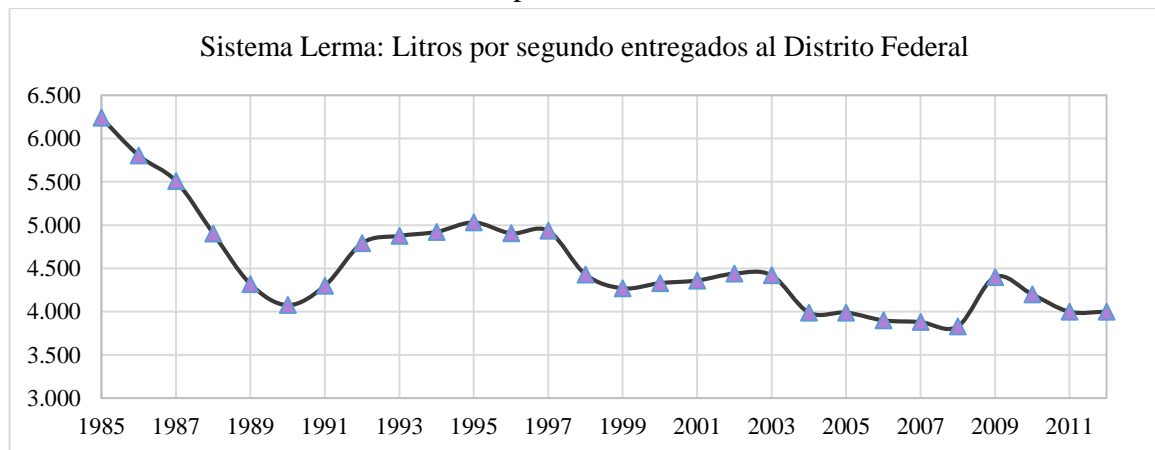
### Sistema Lerma

Ante el deterioro del acuífero de la ZMCM y su insuficiencia de satisfacer los requerimientos poblacionales, en 1942 se inició el proyecto del Sistema Lerma como la primera fuente externa de suministro de la ciudad, entrando en operación en 1952. Este sistema consistió primero en el trasvase de 4 mil lps de pozos profundos y agua superficial de Almoloya del Rio en el Estado de México (SACM, 2012b).

El notable crecimiento de la población<sup>34</sup> durante la década de 1960 hizo manifiesta de nueva cuenta una crisis de abastecimiento hídrico para el DF. La solución temporal fue aumentar la captación para 1970 en 10 mil lps en 188 pozos, pero que cuatro años más tarde ya mostraban signos de agotamiento severo, no solo por motivo de sobreexplotación sino también por la coincidencia temporal de sequías en la región en 1973 y 1974 (Escolero *et. al.*, 2009; CCVM, 2014; Silva, s/f).

Para 1985 se redujeron sus caudales aportados al DF por problemas detectados como el agrietamiento y hundimiento por su sobreexplotación y por la integración del sistema Cutzamala a la red de abastecimiento (*Ídem*). La tendencia se ha mantenido desde entonces a la baja, sin poderse recuperar los mismos volúmenes que abastecían a la ciudad dos décadas atrás (gráfico 2.4).

Gráfico 2.4. Caudal suministrado al DF por el Sistema Lerma



Fuente: Elaboración propia con datos de DGCOH, 1999; INEGI, varios años; Conagua, 2009; SACM, 2012 y SACM, 2012b.

El agotamiento del sistema es evidente si se aprecian las condiciones de sus acuíferos. Por ejemplo, el acuífero Valle de Toluca que pertenece a la cuenca del Río Lerma presenta perforaciones para su extracción cada vez son más profundas, además de déficits hidrológicos del orden de 38 por ciento, que equivalen a 5.5 m<sup>3</sup>/s (CCVM, 2010).

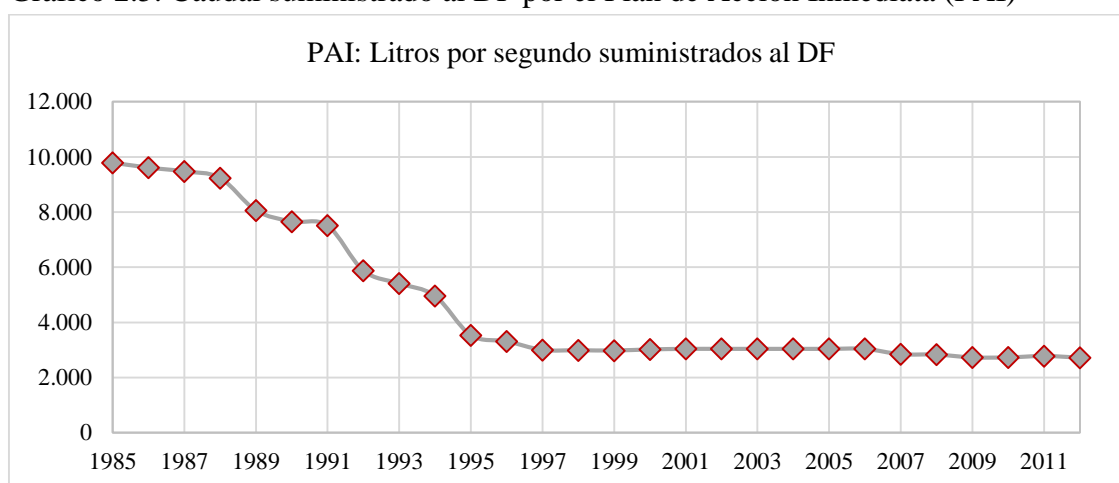
Debido a este agotamiento, a partir del 2003 el Sistema Lerma ha disminuido el caudal entregado al Distrito Federal en 14% entre 2003 y 2008 (Conagua, 2009). Al presente, este sistema constituye 12,5 por ciento del agua total que recibe el DF, con un gasto de 4 mil lps y 250 pozos (SACM, 2012).

<sup>34</sup> En solo tres décadas (1940 a 1970) el número de habitantes casi se cuadruplica al pasar de 1,76 a 6,90 millones de personas (SACM, 2012).

### *Plan de Acción Inmediata (PAI)*

El agotamiento del sistema Lerma desde la segunda mitad de los años 70, en conjugación con la insuficiencia del suministro del acuífero, condicionaron a que las autoridades buscaran vías de suministro emergentes y optaran, bajo la misma lógica de extracción<sup>35</sup> y conducción, por el aprovechamiento del recurso proveniente de un sistema de 218 pozos establecidos en las delegaciones Xochimilco y Tláhuac del DF, así como de 15 municipios del Estado de México e Hidalgo bajo el Plan de Acción Inmediata, sumando al caudal un gasto de 10 mil lps (Silva, s/f; Conagua, 2005).

Gráfico 2.5. Caudal suministrado al DF por el Plan de Acción Inmediata (PAI)



Fuente: Elaboración propia con datos de DGCOH, 1999; INEGI, varios años; Conagua, 2009; SACM, 2012 y SACM, 2012b.

Al igual que en el Sistema Lerma, las aportaciones del PAI comienzan a decrecer a partir de 1985 gracias a la entrada del líquido proveniente del Sistema Cutzamala (gráfico 2.5). En la actualidad esta batería de pozos proporciona 2.7 mil lps a las delegaciones Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Iztapalapa y Venustiano Carranza (CCVM, 2014) que representa 8,5 por ciento del caudal suministrado.

### *Sistema Cutzamala*

Para iniciada la década de 1980, los requerimientos urbanos no lograban cubrirse por estas fuentes, además de que estas últimas se encontraban sobreexplotadas, y con conflictos sociales de por medio, como en el caso del Sistema Lerma. Para atender tales desafíos se decidió continuar con la estrategia de importación de agua, esta vez con grandes traslados

<sup>35</sup> La continuación del aprovechamiento de agua desde la perspectiva de extracción ha incidido de manera determinante en el aceleramiento del hundimiento en la ciudad (Silva, s/f).

de agua superficial con el Sistema Cutzamala desde Puebla, Morelos, Estado de México y Michoacán.

Este sistema ha sido el último en sumarse a las fuentes de suministro para el Distrito Federal y se ha convertido rápidamente en la segunda más importante, después del acuífero interno, proporcionando 28 por ciento del caudal recibido, con un volumen de 9 mil lps para 11 delegaciones (Conagua, 2009). El proyecto consistió en tres etapas que a continuación se resumen:

Cuadro 2.2. Evolución del Sistema Cutzamala por etapas

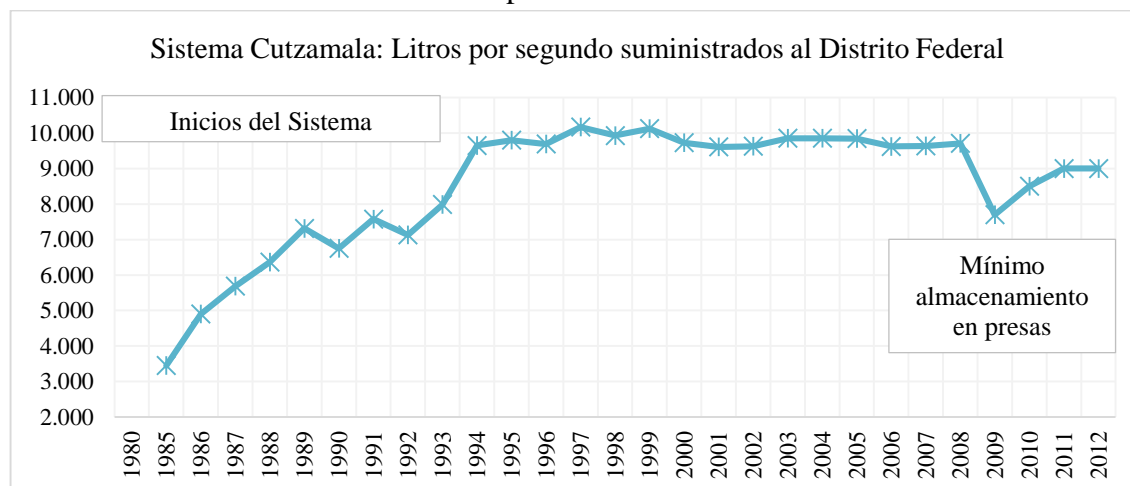
Año de inicio de operaciones por etapa	Estados proveedores	Caudal suministrado (miles de lps)
1ª en 1982	Puebla y Morelos	4
2ª en 1985	Estado de México	6
3ª en 1993	Michoacán	9

Fuente: Elaboración propia con información de Escolero *et. al.*, 2009.

El Sistema Cutzamala es uno de los sistemas más grandes de abastecimiento de agua potable en el mundo tanto por los volúmenes suministrados, como por las magnitudes de la infraestructura que debió desarrollarse (Moreno, 2009). Los caudales recorren desde Michoacán hasta la entrada de la ciudad de México un complejo de desarrollos ingenieriles de 205 kilómetros de distancia y venciendo un desnivel de 1100 metros de altura mediante bombeo.

Este sistema es una fuente de suministro altamente vulnerable a las variaciones climáticas y a la contaminación, pues al ser un sistema superficial, es dependiente directo de las precipitaciones de cada año (Escolero *et. al.*, 2009). Se tiene registro que durante temporadas de sequía, en las cuales la precipitación es menor a la regular y la evaporación suele ser mayor, los niveles de almacenamiento del Cutzamala se ven severamente reducidos (Conagua, 2010). Efectivamente, como se aprecia en el gráfico 2.6, las disminuciones en el caudal suministrado corresponden a los años con caídas en el almacenamiento de las presas del sistema, particularmente 2009, en el que el almacenaje alcanzó sus mínimos históricos (SACM, 2012).

Gráfico 2.6. Caudal suministrado al DF por el Sistema Cutzamala



Fuente: Elaboración propia con datos de DGCOH, 1999; INEGI, varios años; Conagua, 2009; SACM, 2012 y SACM, 2012b.

De igual manera, uno de los componentes más importantes del sistema, la presa de Valle de Bravo, está en un importante riesgo de contaminación debido a la descarga ilegal de aguas residuales (Escolero *et. al.*, 2009). Además, la conducción de las aguas desde Michoacán hasta el Distrito Federal y el vencimiento de la pendiente en dicho trayecto, implica crecientes costos económicos y ambientales insostenibles en el largo plazo<sup>36</sup>.

El suministro actual de agua en el DF es evidencia clara de la falta de autosuficiencia de la ciudad, que condiciona su sostenibilidad y compromete el desarrollo interno y de las entidades cercanas. Ya Ezcurra (1991) lo señalaba en términos generales, que una de las características más notables de la ciudad es el alto grado de dependencia que tiene con otros ecosistemas. Dada su falta de autosuficiencia, esta ciudad depende de forma creciente del abastecimiento de bienes y servicios ambientales provenientes de distintas regiones del país, y de esta manera, su crecimiento conlleva un grave costo ambiental para el resto del país (*Ídem*).

### Prospectiva

Actualmente, las autoridades se encuentran en fase de exploración de fuentes convencionales de suministro, una de ellas es el aprovechamiento de agua fósil de hace 15 mil años<sup>37</sup>, hallada

<sup>36</sup> Para el 2002, los costos económicos totales de operación en el abasto de agua ascendían aproximadamente a 1100 millones de pesos (mdp constantes al 2006), mientras que para 2006 estos ya alcanzaban la cifra de 1700 mdp, es decir, un incremento real de 54,5 por ciento. El gasto en energía eléctrica para su operación, como un indicador aproximado de los consumos ecológicos, representan alrededor de 80 por ciento de sus costos totales (Escolero *et. Al.*, 2009).

<sup>37</sup> El agua del acuífero que actualmente se explota data de hace 3 mil años (Cárdenas, 2013).

en la delegación Iztapalapa, a una profundidad de dos mil metros<sup>38</sup>, con el uso de tecnología petrolera (Cárdenas, 2013). Aunque aún se realizan estudios preliminares para conocer la cantidad y calidad del agua, la interacción geológica y sísmica, y la posible factibilidad económica del proyecto, este acuífero sería, al igual que el acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, un recurso no renovable sometido a procesos convencionales de sobreexplotación y descarga fuera de la cuenca a la que pertenece. Tan sólo estos estudios durarán al menos tres años con un costo de poco más de 500 millones de pesos<sup>39</sup> (Proceso, 2013).

Otra fuente potencial en exploración son los ríos Amacuzac, Tecolutla y Atoyac, el con aportaciones entre 7 y 14 mil lps, (GDF, 2004). Una más es el acuífero de Cuenca Alta del Río Tula, creado artificialmente por el agua residual recibida desde la Ciudad de México, pero con grandes controversias en torno al reaprovechamiento y consumo humano de aguas residuales (*Ídem*). Ambos proyectos tienen costos operativos y de inversión del orden de 158 y 26,5 mil millones de pesos respectivamente.

En general, las alternativas de abasto que actualmente se exploran desde el gobierno muestran señales inequívocas de inviabilidad económica e insostenibilidad en el largo plazo, debido a sus altos costos además de diversos conflictos sociales y ambientales potenciales por el aprovechamiento del recurso (*Ídem*; SACM, 2011).

Como se ha notado, la forma que priva y aparentemente continuará privando en la solución de los problemas hídricos por parte de los órganos gubernamentales del DF y CNA es la tradicional, con la ampliación de la infraestructura y la extracción de agua a comunidades cada vez más lejanas (que también necesitan del recurso y que pocas veces son tomadas en cuenta) y cuyos resultados han confirmado su insostenibilidad e ineffectividad para cubrir las necesidades de todos los habitantes. En este sentido, se han propuesto un buen número de opciones de abasto más sostenibles, principalmente desde la academia, pero que hasta el momento no han encontrado resonancia en la agenda gubernamental<sup>40</sup>.

---

<sup>38</sup> Mientras que los pozos del acuífero de la ZMCM registran una profundidad que oscila entre 100 y 400 metros (Conagua, 2009).

<sup>39</sup> A este punto no se han hecho declaraciones oficiales de los costos en los que se incurriría por la posible explotación de este acuífero y varios expertos han advertido la inviabilidad económica del proyecto. No obstante el Jefe de Gobierno del DF señaló que buscará realizar el proyecto a cualquier costo (Latinpost, 2013).

<sup>40</sup> Las opciones propuestas, que se han elaborado son de diversa índole, principalmente desde los autores presentados en el diagrama 1.1. Sin embargo las más urgentes y de mayor asequibilidad para el sostenimiento de la Ciudad de México son: la generación de infraestructura de captación de agua pluvial, el incremento de tratamiento y reaprovechamiento de las aguas residuales, así como la reinyección de mantos acuíferos con las aguas tratadas y el agua de lluvia cosechada, entre muchas otras.

### 2.3 Cambio climático

La disponibilidad de agua que tengan los habitantes en una región no solo depende del estado mismo de los cuerpos de agua con los que cuente, sino también de los patrones y oscilaciones climáticas (Bunge, 2010). El fenómeno del cambio climático (CC) se refiere, en términos genéricos, al cambio en el estado del clima, que puede identificarse por el aumento inequívoco de las alteraciones climáticas en sus promedios, su variación y sus propiedades usuales y que persiste en el tiempo, por décadas o por más (IPCC, 2007). El problema más severo del CC es que incrementa la frecuencia, intensidad y variabilidad de los extremos en las variables del clima.

Uno de los sectores más afectados por este fenómeno es el hídrico (Conagua, 2012), ya que deteriora la disponibilidad de agua y aumenta las probabilidades de escasez, por cambios en el promedio de la esorrentía a largo plazo, así como en el régimen estacional y la variabilidad (IPCC, 2007). En este sentido, las oscilaciones atípicas en la temperatura y la precipitación<sup>41</sup> son uno de los vectores más importantes, entre el CC y la disponibilidad de agua de la que depende la población (Conagua, 2012). Tales parámetros climáticos inciden directa e indirectamente sobre los acervos hídricos superficiales y subterráneos, pues estos son altamente dependientes de la precipitación que efectivamente escurre a los sistemas superficiales o se infiltra para recarga del manto freático (Escolero et. al., 2009).

En el Distrito Federal, el fenómeno del CC se ha hecho presente con afectaciones en las fuentes de abasto, si se observan las alteraciones en las variables climáticas. Tal es el caso de la elevada variabilidad que ha adoptado la precipitación y temperatura. Pueden leerse en el siguiente cuadro importantes aumentos en el número de anomalías en la precipitación, en el caso particular de precipitaciones máximas.

Cuadro 2.3. Frecuencia de precipitaciones máximas registradas en el DF

Frecuencia de anomalías en la precipitación en el DF						
Década	1951-60	1961-70	1971-80	1981-90	1991-00	2001-09
Precipitaciones máximas <sup>42</sup>	24	45	45	44	48	43

Fuente: Elaboración propia con datos de INECC, 2010.

<sup>41</sup> Los principales componentes del clima son la temperatura, las precipitaciones, la humedad, vientos presión atmosférica, evaporación y nubosidad, pero el presente apartado se enfocará en la precipitación y la temperatura.

<sup>42</sup>Máximas en 24 hrs mayores a 30 milímetros. Cantidades de líquido superiores a 30 mm comienzan a ocasionar problemas de inundaciones en la ciudad, sobre todo en partes de menor altura (Notimex, 2013)



Los aumentos en las precipitaciones no necesariamente significan una mayor infiltración y recarga en el acuífero. Cuando se presentan tormentas severas, la mayoría del agua no se infiltra en las zonas forestales, sino que, escurre en forma de aluviones o avenidas y desemboca en las partes bajas y planas del valle, precisamente sobre zonas inundables que se encuentran habitadas (Ospina *et. al.*, 2011; Magaña, 2012).

El incremento de las precipitaciones tampoco supone un aprovechamiento superficial total de las mismas, ya que éste puede rebasar las capacidades de almacenaje en las presas. La intensidad y variabilidad de las precipitaciones, por causa de la combinación de la variabilidad natural y del CC, no solo afectan la cantidad de agua disponible para el acuífero, sino que también alteran la calidad del agua en los cuerpos superficiales, pues puede ocasionar la contaminación del agua con metales pesados, sustancias peligrosas y/o agentes patógenos, extendiéndose el riesgo de enfermedades por consumo de agua y los costos de potabilización del líquido (IPCC, 2007).

La variabilidad en las precipitaciones también puede suponer la reducción imprevista de las lluvias muy por debajo de sus promedios históricos, con consecuencias relativas al deterioro en la recarga de los acuíferos y en la captación de agua pluvial en las presas de almacenamiento que dotan de agua al DF. El incremento de la temperatura aumenta la evapotranspiración, que a su vez también limita el almacenamiento superficial del líquido.

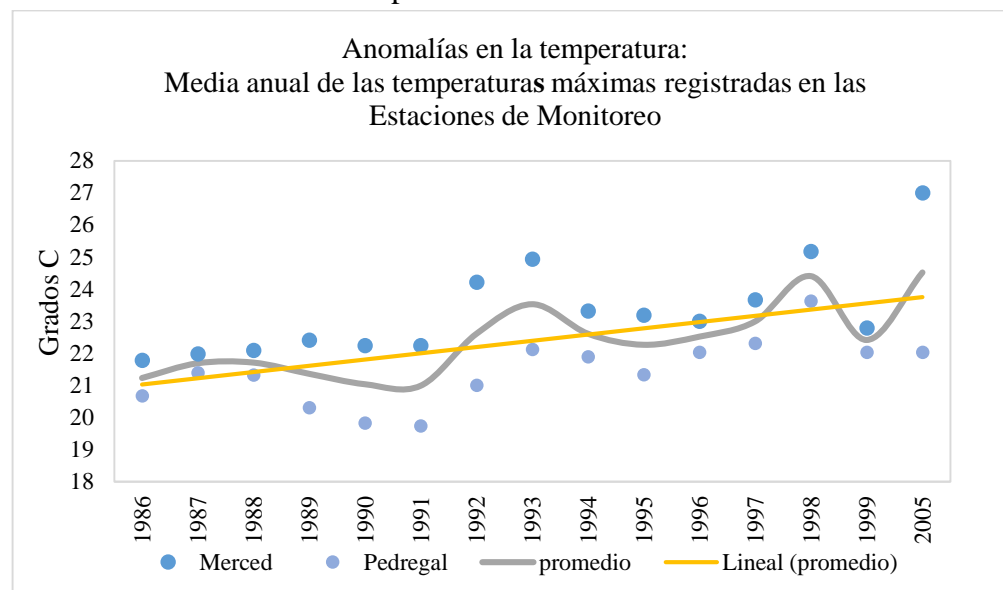
En el gráfico 2.7 se aprecia que las anomalías en la temperatura observada en la ciudad, específicamente las temperaturas máximas, poseen trayectorias a la alza durante las últimas tres décadas.

Estas anomalías se han hecho presentes, en realidad, al menos desde principios del siglo XIX. De acuerdo con un estudio presentado por el INECC (2010), anualmente las temperaturas promedio máxima y mínima aumentan a razón de 0,011 y 0,048 grados centígrados (°C) respectivamente<sup>43</sup>.

---

<sup>43</sup> Los valores que se presentan son las cifras que adquiere la ordenada al origen (coeficiente de X) en los modelos estocásticos de temperatura elaborados por el estudio del INECC (2014), con base en cifras obtenidas del Observatorio de Tacubaya para el periodo 1920-2008.

Gráfico 2.7. Promedio de temperaturas máximas en el DF



Fuente: Elaboración propia con datos de Correa y García, 2000 y SACM, 2012.

El ascenso de la temperatura afecta la disponibilidad y el suministro, así como la calidad del líquido en diversos sentidos (Conagua, 2008; Soto y Herrera, 2009), tales como:

1. Por efecto de la evapotranspiración de agua, presiona a la baja el almacenamiento efectivo en los cuerpos superficiales y favorece la proliferación de microorganismos y malezas acuáticas;
2. Incentiva el aumento de la demanda estacional en los hogares, la competencia y el conflicto por el recurso escaso;
3. Los hogares se ven en la necesidad de incurrir en mayores desembolsos para cubrir sus necesidades de agua, y:
4. Aumenta la probabilidad de sufrir daños en la salud por deshidratación e insolación, entre otros.

En este sentido, los mayores incrementos que repuntan y se mantienen por periodos prolongados, conocidos como olas de calor, han aumentado en su frecuencia al paso de las décadas (Cuadro 2.4). Tales olas de calor derivan en el deterioro de la salud eco-sistémica y social, como la calidad del aire, la descomposición de alimentos, así como en la condición de estrés hídrico de los bosques, por mencionar algunos.

Cuadro 2.4. Frecuencia de olas de calor en el DF

Olas de calor registradas en el observatorio de Tacubaya						
Década	1951-60	1961-70	1971-80	1981-90	1991-00	2000-10
Frecuencia	6	8	9	11	17	18

Fuente: Elaboración propia con datos de INECC, 2010 y Magaña, 2012.

El aumento de la temperatura también produce efectos sobre los patrones de consumo social de agua (Renzetti, 2002 citado en Soto y Herrera, 2008). Entre 2005 y 2008, se registró un aumento en la demanda de agua en época de estiaje un 8,3 por ciento en promedio, especialmente durante años calurosos en el Distrito Federal (Soto y Herrera, 2008).

El CC es un problema y una realidad global con diversos matices de heterogeneidad tanto en las responsabilidades como en las consecuencias a nivel local (González, 2011). Bajo esta idea, las posibles reducciones en el suministro por efecto del CC, podrían ser diferenciales entre los habitantes, en la medida en que se agraven más en aquellas áreas del poniente y sur de la ciudad que en la actualidad tienen problemas de acceso al agua, ya sea porque se encuentran más alejados de la red, o de la presión de bombeo necesaria.

Como a continuación se evidenciará, el cambio climático continuará produciendo daños en la disponibilidad de agua para el consumo humano en el corto plazo, al tiempo que generará mayores y más frecuentes olas de calor, la precipitación tiende a ser más variable. Tales tendencias son factores que probablemente incrementen los contextos de vulnerabilidad de los hogares, en términos de su exposición a la escasez del líquido y la dificultad de adaptarse a contextos climáticos crecientemente variables. En seguida se exponen con mayor claridad algunos de los resultados de modelación en las variables climáticas de temperatura y precipitación obtenidas de los escenarios futuros planteados para el Distrito Federal.

#### *Escenarios de Cambio Climático*

Una característica del CC es la incertidumbre en sus impactos. Al momento, no se tiene certeza de la trayectoria y variaciones que adoptarán la precipitación y la temperatura en la región. Si los patrones y variaciones naturales de la precipitación son alterados, los sistemas de gestión hídrica se desestabilizan (IPCC, 2008), dado que dichas alteraciones rebasan los esquemas convencionales de planeación, así como de la capacidad de respuesta física, institucional y social para enfrentarlas.

A este respecto, se han implementado esfuerzos por conocer el rumbo futuro del CC que han conducido a la elaboración de diversas proyecciones tendenciales y escenarios extremos. Para el caso de México y Centroamérica, se realizan proyectos como el de diversas instituciones académicas en coordinación con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (Cavazos *et. al.*, 2013), en el que se actualizan los escenarios regionales de CC, utilizando salidas de los modelos globales del Quinto Reporte del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (AR5 por sus siglas en inglés).

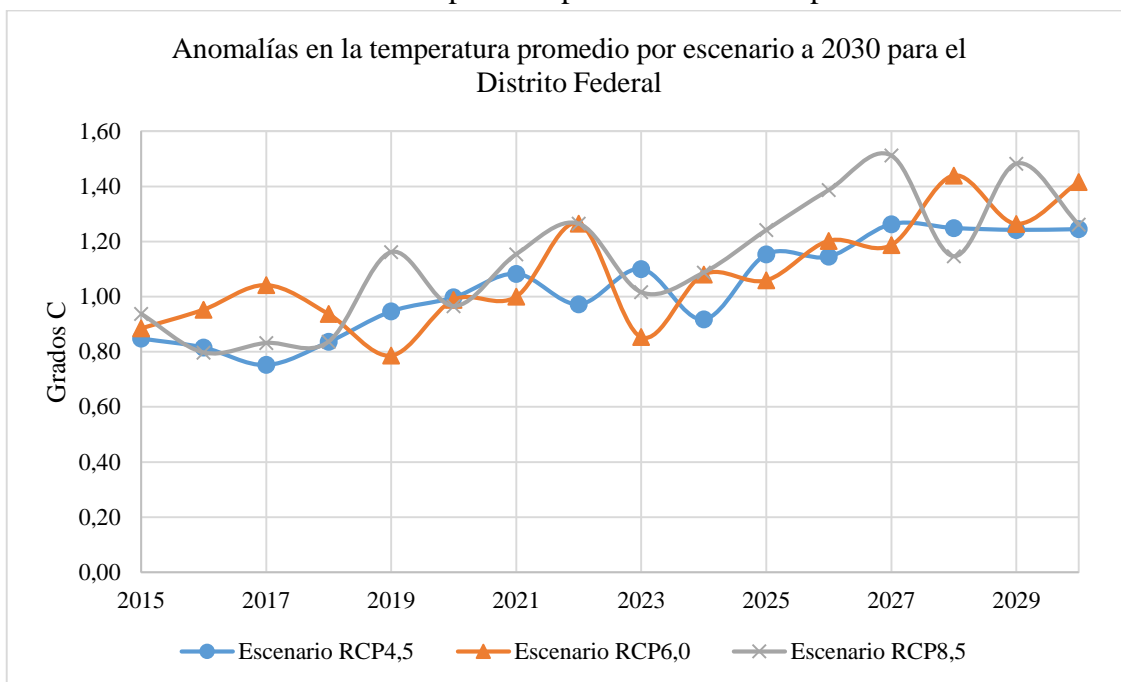
Las proyecciones climáticas se articulan en cuatro escenarios de trayectorias de Concentraciones Representativas (RCP por sus siglas en inglés) planteados por el IPCC (Stocker *et. al.*, 2013), los cuales suponen una serie de condiciones de radiación de energía por el incremento de los gases de efecto invernadero (GEI) y algunos atributos convencionales de desarrollo económico y tecnológico en el mundo (Cavazos *et. al.*, 2013):

- *RCP2.6*: Trayectoria de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que aumenta y posteriormente disminuye (Pico en 490 partes por millón (ppm) de CO<sub>2</sub> antes del año 2100 para decrecer después).
- *RCP4.5*: Trayectoria de CO<sub>2</sub> estable sin detenerse (650 ppm CO<sub>2</sub> y estable después del año 2100).
- *RCP6.0*: Trayectoria de CO<sub>2</sub> estable sin detenerse (850 ppm CO<sub>2</sub> estable después del año 2100).
- *RCP8.5*: Aumento de la trayectoria en la concentración de CO<sub>2</sub> (>1,370 ppm).

Estos escenarios fueron elaborados para un futuro cercano que va de 2015 a 2039 y para un futuro lejano con un plazo de 2075 a 2099.

Acorde con los productos de la actualización de los tres últimos escenarios (Cavazos *et. al.*, 2013), pueden aproximarse algunas de las tendencias de las anomalías a presentarse en la temperatura y la precipitación para el Distrito Federal en el corto plazo (2039), tal como se exhiben a continuación:

Gráfico 2.8. Variaciones en la temperatura promedio en el DF por escenario



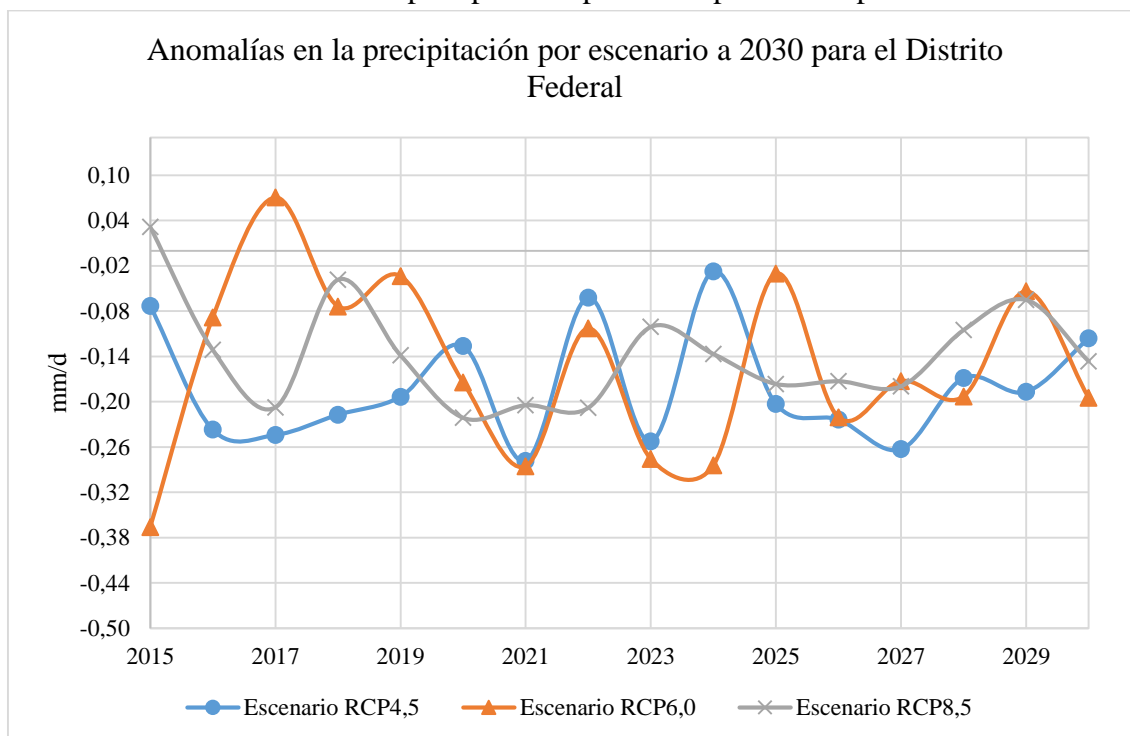
Fuente: Elaboración propia con datos de Cavazos *et. al.*, 2013.

Como ejemplifica el gráfico anterior, en todos los escenarios se proyecta un incremento generalizado en la temperatura en las diferentes estaciones del año. Se observa que los tres escenarios son coincidentes en el aumento de la temperatura en un rango de 0,8 hasta 1,5°C, suponiendo que las emisiones de GEI presentan trayectorias crecientes para 2030.

Los incrementos anómalos en la temperatura ponen en riesgo la disponibilidad y el suministro del agua futuros para la Ciudad de México, por la evaporación en cuerpos superficiales, como los que componen al Sistema Cutzamala, así como por la ocurrencia de olas de calor, el aumento del déficit estacional de agua y los daños concatenados sobre la salud.

Respecto a la precipitación, las oscilaciones proyectadas en los tres escenarios reflejan una disminución en los milímetros diarios (mmd) de lluvia a lo largo de los siguientes 16 años, de continuarse con la trayectoria de los GEI (gráfico 2.9).

Gráfico 2.9. Variaciones en la precipitación promedio para el DF por escenario



Fuente: Elaboración propia con datos de Cavazos *et. al.*, 2013.

La información de los escenarios no presenta una trayectoria definida en la precipitación pero si indicios de que puede esperarse que la precipitación se reduzca en todos los escenarios, hasta en -0,38 mm/d para trayectorias crecientes en GEI (RCP6.0). Las cifras ofrecen indicios de la amplificación de la variabilidad climática en el corto plazo (2030).

Los escenarios coinciden con el incremento de la temperatura y con la variabilidad en la precipitación en el futuro, lo que confirma el daño que las oscilaciones climáticas podrían generar sobre la disponibilidad de agua en el territorio y sobre las fuentes periféricas de abasto. Para el caso especial de la temperatura, cualesquiera que sean los supuestos que se adopten, ésta tenderá a exacerbarse, en mayor o menor medida, y a agravarse por efectos estacionales y espaciales durante las siguientes décadas.

En referencia a la disponibilidad natural del DF, con base en estudios alternos elaborados por el CVCCCM (Escolero *et. al.*, 2009) y Conagua (2009) a partir de modelos globales utilizados en el Cuarto Reporte del IPCC (AR4) y las tasas de crecimiento poblacional proyectadas por la Conapo (2010), se espera una reducción en la disponibilidad de agua per cápita para los habitantes en la ciudad, del orden de 7,7 y de 13 a 17 por ciento, para 2030 y 2050, respectivamente:

Cuadro 2.5. Pronóstico de la disponibilidad natural en el DF

Años	Reducción porcentual de la disponibilidad
2030	7,7%
2050	13-17%

Fuente: Elaboración propia con información de Escolero *et. al.*, 2009 y Conagua, 2012.

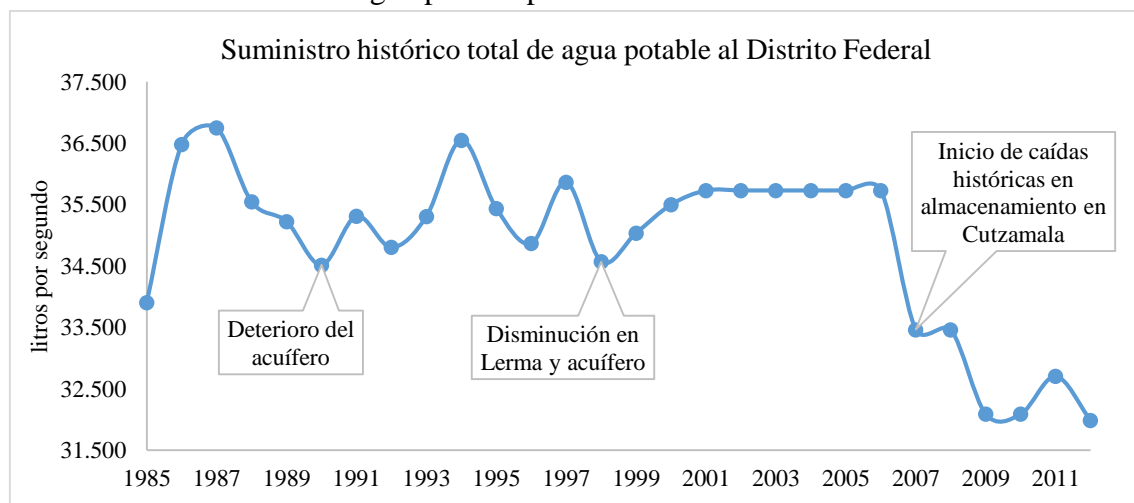
Si bien es cierto que estas estimaciones son útiles, requiere que sean actualizadas con base en la información más reciente de los escenarios construidos por el IPCC (2013) en la que se dispone de un nivel de información mayor, con datos más completos y representativos para la elaboración de análisis.

En lo general, es posible señalar que los escenarios de cambio climático antes citados sugieren una disminución absoluta y relativa futura en las cantidades disponibles de agua potable a la par de mayor demanda hídrica para los habitantes en el Distrito Federal.

#### 2.4 Distribución del suministro como determinante de la exposición de los hogares

Dados los factores de disminución en los cuerpos de agua internos y externos de los que depende la ciudad, la presión poblacional y el cambio climático, el suministro en el Distrito Federal presenta desde hace al menos tres décadas una tendencia a reducirse (gráfico 2.10), a pesar del esfuerzo de las autoridades por incorporar fuentes de abastecimiento cada vez más remotas, lo que pone en riesgo la satisfacción de las necesidades de los hogares y los derechos ciudadanos de acceso al agua potable en la capital.

Gráfico 2.10. Suministro de agua potable para el DF



Fuente: Elaboración propia con datos de DGCOH, 1999; INEGI, varios años; Conagua, 2009; SACM, 2012 y SACM, 2012b.

#### 2.4.1 Competencias y política de acceso al agua potable

En el DF la administración del recurso hídrico está a cargo del Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM), órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente del DF, el cual está facultado para la operación de la infraestructura hidráulica, la prestación y cobro del servicio público de agua potable, drenaje y alcantarillado, el tratamiento y reúso de aguas residuales en la entidad e incluso la vigilancia en la conservación de zonas de recarga de acuíferos (ALDF, 2003). Igualmente, el caudal de agua que administra es determinado y asignado por parte de la Conagua.

El marco jurídico, que establece que organismos públicos son los encargados de establecer las reglas de uso y garantizar el aprovechamiento de los servicios del sistema natural, también otorga derechos a las personas para su disfrute. Como bien se señaló, el otorgamiento de los servicios en materia de agua es una de las atribuciones del Estado.

El acceso al agua, como política social<sup>44</sup> en el DF, busca el principio de universalidad, esto quiere decir que “está destinada para todos los habitantes de la ciudad y tiene por propósito el ejercicio de los derechos sociales, al uso y disfrute de los bienes urbanos y a una creciente calidad de vida para el conjunto de los habitantes” (ALDF, 2000). En términos agregados, el Gobierno del DF tiene la encomienda de disminuir la desigualdad social<sup>45</sup> derivada de la distribución asimétrica de la riqueza, los bienes y los servicios, entre los individuos, grupos sociales y ámbitos territoriales con el fin de lograr su incorporación plena a la vida económica, social y cultural y construirse como ciudadanos con plenos derechos (Ídem).

Asimismo, son atribuciones propias del gobierno de la capital que se garantice cobertura de agua potable con miras a revertir los procesos de exclusión y de segregación socio-territorial en la ciudad a través del desarrollo de infraestructura y suministro suficiente.

En el Distrito Federal se reconoce explícitamente que todas las personas tienen derecho al acceso equitativo, suficiente, seguro e higiénico de agua disponible para su uso personal y doméstico, así como al suministro libre de interferencias, bajo atributos de eficiencia

---

<sup>44</sup> La prestación de servicios es considerado un programa social porque promueve el cumplimiento de los derechos con lo que se erradican la desigualdad y la exclusión e inequidad social (ALDF, 2000).

<sup>45</sup> De acuerdo con el GDF, la desigualdad social es resultado de una distribución inequitativa del ingreso, la propiedad, el gasto público, el acceso a bienes y servicios, el ejercicio de los derechos, la práctica de las libertades y el poder político entre las diferentes clases y grupos sociales (ALDF, 2000).



económica, no discriminación, justicia intergeneracional y reducción del agotamiento de los recursos (ALDF, 2003).

El acceso equitativo se conforma de los ejes que se presentan en el esquema 1. La disponibilidad se refiere a un suministro continuo y suficiente para satisfacer las necesidades de la población, el cual no puede suspenderse injustificadamente; la calidad debe cumplir estándares que garanticen un consumo seguro (ALDF, 2009); mientras que la asequibilidad está relacionada a la accesibilidad económica para obtener agua y finalmente la accesibilidad física corresponde a la adecuada cobertura en infraestructura para dotar del recurso a todos los segmentos poblacionales (Jiménez *et. al.*, 2012).

Diagrama 2.1. Dimensiones del acceso al agua potable



Fuente: Elaboración propia con información de Jiménez *et. al.*, 2012.

El orden de prelación en los usos del agua en la ciudad para la dotación del líquido es: doméstico y hospitalario; industrial y comercial; servicios publico urbanos y finalmente el recreativo. El suministro que cubre las necesidades básicas de los usuarios, de acuerdo al Artículo 61 Bis de la Ley de aguas del Distrito Federal (ALDF, 2003), es de 50 litros al día<sup>46</sup> y una presión mínima de 0,500 kilogramos sobre centímetro cuadrado (kg/cm<sup>2</sup>).

Los usuarios del agua también tienen responsabilidades, de entre las cuales destacan el pago puntual por el servicio, el mantenimiento de las instalaciones hidráulicas que eviten el desperdicio de agua; abstenerse de conductas que contaminen o propicien el mal funcionamiento de la red; emplear las cantidades de agua “estrictamente indispensables” para las actividades humanas, y además, mantener limpios y tapados los tinacos, cisternas,

---

<sup>46</sup> En un escenario de impago por parte de los usuarios, el SACM cuenta con facultades de suspender el servicio y dotar únicamente de 50 litros de agua al día a la persona deudora con cargos a la misma, considerando que esta cantidad cubre las necesidades básicas per cápita.

tanques y demás dispositivos de almacenamiento de agua. El incumplimiento de alguna de estas obligaciones representa una violación sujeta a multas y sanciones por parte del SACM.

En la normativa de la entidad se reconoce la importancia de la atención y apoyo en materia de agua que el gobierno debe brindar a grupos vulnerables y marginados<sup>47</sup>, así como la relevancia de la participación y derecho de la mujer y usuarios en general, a la información relacionada con la gestión y prestación de servicio de agua.

Bajo situaciones de escasez, la ley también prevé que las autoridades deben garantizar el abasto de manera gratuita, por medio de carros tanques, hidrantes provisionales públicos o garrafones de agua potable distribuidos en las demarcaciones territoriales del Distrito Federal y cuyos criterios de asignación serán determinados por SACM (ALDF, 2003). El SACM puede actuar discrecionalmente en la distribución en estas situaciones, de acuerdo a las facultades que se le otorgan, pues puede “restringir el suministro de agua potable a los usuarios cuando por causas de fuerza mayor el abastecimiento sea insuficiente” (*Ídem*: p.7), sin especificar medios, procedimientos y criterios para efectuarlo. Empero, tiene la obligación de informar previamente sobre los motivos a la población afectada.

En este rubro, el incumplimiento de este derecho es merecedor de denuncias públicas cuando sea por efecto de actos, hechos u omisiones de alguna autoridad o persona. A pesar de esto, el derecho al agua potable en la capital queda restringido a aquellas personas que incumplan disposiciones legales sobre el uso de suelo donde habiten (*Ídem*). Esto quiere decir, que la población vulnerable que habita asentamientos irregulares en suelo de conservación ecológica, jurídicamente están vedados al derecho al agua.

#### 2.4.2 Condiciones observadas de acceso al agua potable

Actualmente, el caudal total que se recibe el DF es aproximadamente 31,9 metros cúbicos por segundo (SACM, 2012), el cual se usa predominantemente en el ámbito doméstico con 46 por ciento del líquido total, mientras que las fugas en la red pública y dentro de las viviendas, así como tomas clandestinas en la red de distribución consumen 42 por ciento del suministro (SACM, 2014). Este porcentaje desperdiciado en fugas es igual a más del doble

---

<sup>47</sup> De entre la atención y apoyo que requieren los grupos vulnerables para acceder al agua, se considera relevante el establecimiento de un esquema de tarifas que persigan un enfoque de igualdad en derechos, es decir, que permitan que la población de diferentes niveles de ingreso cuente con mismas dotaciones de agua potable, considerando las diversas capacidades de pago.

de agua aprovechada en la industria y el comercio en todo el DF, y 91 por ciento del líquido que se utiliza en los hogares<sup>48</sup>.

El agua potable que es aprovechada solo una vez por la población, la industria, el comercio, y de manera marginal, por la agricultura en el DF, es expulsada inmediatamente de la capital, en combinación con el agua pluvial a través del drenaje combinado<sup>49</sup> (Constantino, 2010) que conduce al Gran Canal de Desagüe y los emisores central y oriente (el túnel emisor poniente se encuentra en etapa de construcción).

A pesar del agotamiento del recurso y de la disminución del suministro, la accesibilidad física es aparentemente exitosa. El DF tiene una cobertura de la red pública de 97,8 por ciento (INEGI, 2014), que garantiza un consumo aparente per cápita de 317,5 litros en promedio al día por persona (l/h/d). Si se descuentan los volúmenes destinados a otras actividades y que se pierden en fugas, se dispone de un consumo efectivo en el ámbito doméstico de 146 l/h/d para 8,7 millones de habitantes, aunque con una exclusión de 205 mil habitantes que no cuentan con conexión al sistema urbano de agua potable.

Cuadro 2.6. Desglose del suministro hídrico para uso habitacional

	Suminis- tro (lps)	Suministro destinado al ámbito domestico	Cobertura de servicios de agua potable	Población total (miles de personas)	Población con servicio (miles de personas)	Consumo promedio aparente (l/día/hab)	Consumo efectivo promedio en el hogar (l/día/hab)	Población excluida (miles de personas)
1984	36742	16.900	0,948	8533	8085	392,64	180,61	448
1990	34517	15.877	0,961	8200	7880	378,45	174,09	320
2000	35500	16.330	0,979	8800	8615	356,02	163,77	185
2010	32088	14.760	0,977	8850	8646	320,64	147,49	204
2012	31985	14.713	0,977	8910	8705	317,46	146,03	205

Fuente: Elaboración propia con datos de Conapo, 2010; SACM, 2012; Conagua, 2013b e INEGI, 2014.

A pesar de la disminución del suministro y el aumento de la demanda, la cobertura ha logrado mantenerse en porcentajes similares a través de los años recientes gracias a que la

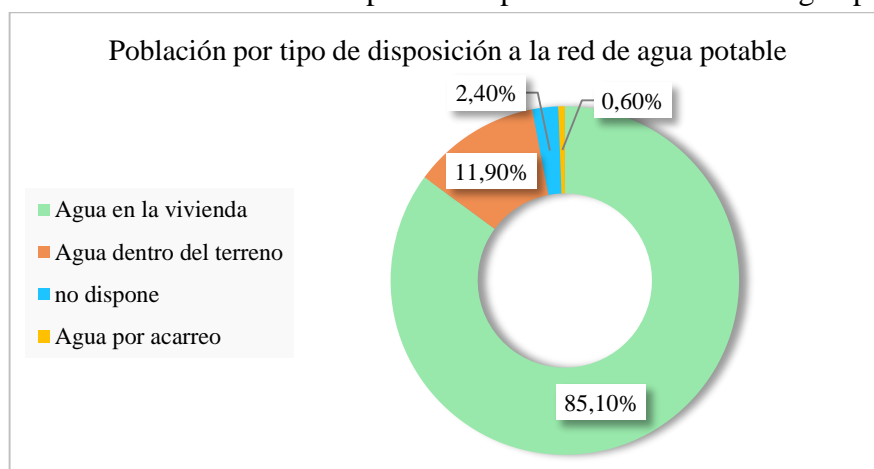
<sup>48</sup> El problema de las fugas en la capital se explica por la inestabilidad del suelo y hundimiento de la zona, producto a su vez, tanto de la extracción de agua del manto freático como de la dinámica sísmica de la ciudad (SACM, 2012). No sólo las tuberías de agua potable se rompen por este fenómeno, sino también los tubos del drenaje (algunas tuberías datan de la época del Porfiriato (SACM, 2014)). Esto expone al suelo y a los cuerpos de agua subterráneos a un riesgo de contaminación importante.

<sup>49</sup> El sistema de drenaje combinado es aquel que recibe en una misma red de alcantarillado el agua residual y pluvial conjuntamente. Otra opción de este es el drenaje separado, con una red exclusiva para la descarga residual y otra red para conducir el agua pluvial (ALDF, 1990).

infraestructura de abastecimiento de agua ha intentado crecer a una velocidad similar a la de la población.

No obstante, la cobertura no es homogénea, ya que se compone de los habitantes que residen en viviendas particulares con acceso a la red dentro de la vivienda (85.1%), de los que disponen de esta infraestructura en el terreno que ocupan pero fuera de la vivienda (11.9%), y además, de aquellos hogares que no cuentan con infraestructura en su vivienda y que se abastecen de una llave pública, hidrante o pozo (agua por acarreo 0.6%) (Gráfico 2.11).

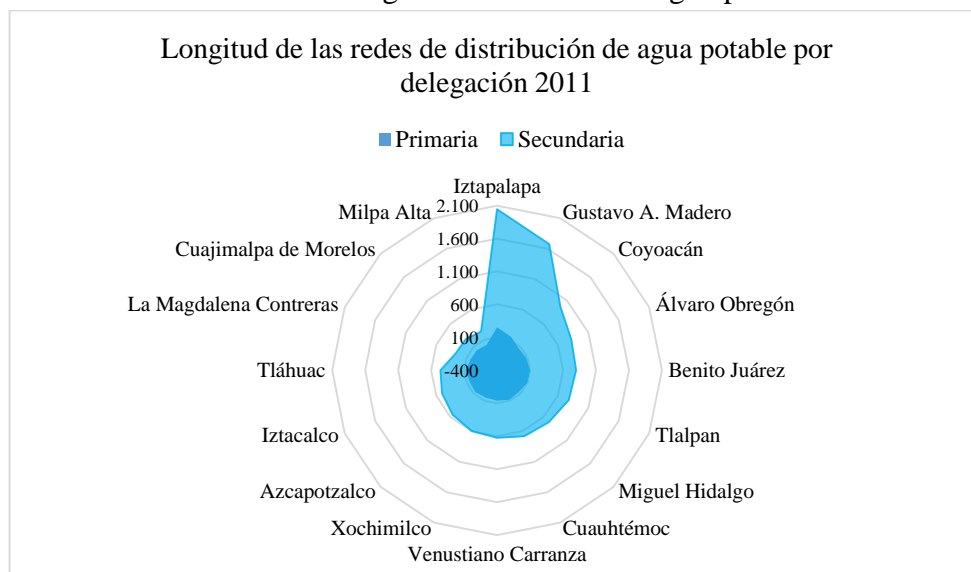
Gráfico 2.11. Distribución de la población por acceso a la red de agua potable



Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA, 2009 y ENIGH, 2012.

En cuanto a la infraestructura de distribución de agua potable, puede apreciarse en el gráfico 2.12 que la mayor parte de la red pública de distribución del líquido está concentrada en la delegación Iztapalapa. Sin embargo, es importante destacar que la accesibilidad física, referida como la cobertura de la red, no garantiza necesariamente que la dotación de agua esté disponible para toda la población, con un flujo continuo, suficiente, equitativo y de calidad para todas las personas, como a continuación se explica.

Gráfico 2.12 Distribución delegacional de la red de agua potable

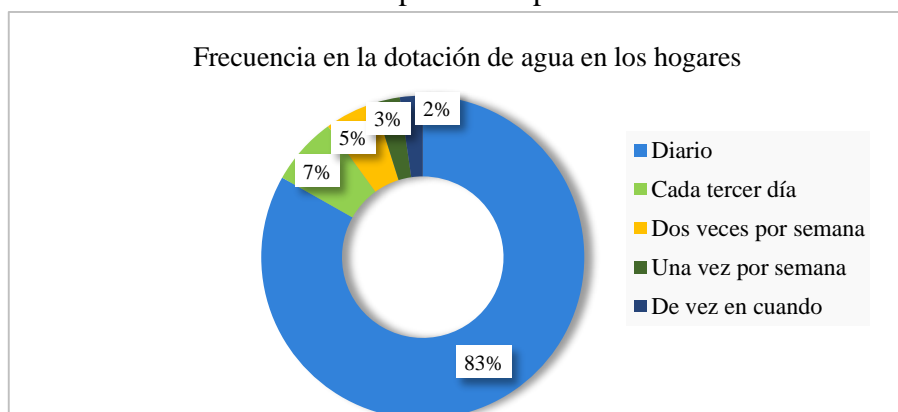


Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (varios años).

En lo relativo a la frecuencia del suministro de agua al DF, el gráfico 2.13 indica la intermitencia del servicio durante 2012, mediante el número de días en la que la población recibe agua potable, en el que se observa que 83 por ciento de los habitantes la reciben diario, mientras que 17 por ciento la recibe de forma intermitente, es decir, cerca de 1,5 millones de personas.

La recepción semanal, sin embargo, no ofrece información más detallada sobre la cantidad de agua efectiva que se recibe en los hogares y llaves públicas, es decir, no se conoce la presión, ni si el agua llega en un flujo constante o intermitente durante esos días o bien, solo llega por algunas horas o minutos. Aun así, puede reconocerse que más de dos millones y medio tienen un servicio deficiente y de mala calidad, y 29 por ciento tiene que recurrir a pipas y abastecimiento por tandeo (Notimex, 2014).

Gráfico 2.13 Distribución de la población por frecuencia en el suministro

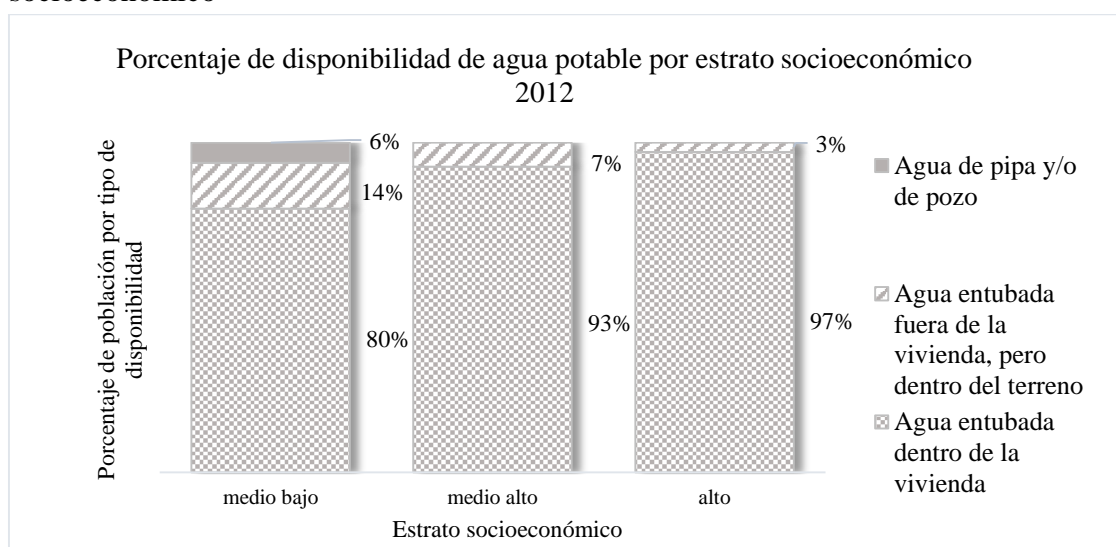


Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA, 2009 y ENIGH, 2012.

A pesar del aparente éxito en la cobertura de la red, la población se encuentra expuesta de manera heterogénea a esta disminución del suministro, por efecto de la sobreexplotación de sus fuentes, en la medida en que el líquido es distribuido de forma desigual entre estratos socioeconómicos y entre delegaciones. Una forma interesante para conocer cómo se distribuye el líquido es mediante la dispersión de datos ya que ésta permite conocer la asimetría en la distribución de información.

En el Distrito Federal, tal como presenta el gráfico 2.14, el estrato socioeconómico más alto posee mejores condiciones de infraestructura para acceder al recurso que el estrato medio bajo, pues 97 por ciento posee conexión en la vivienda al agua entubada y tres por ciento restante cuenta con la infraestructura fuera de la vivienda pero dentro del terreno. Por el lado del estrato medio bajo, es posible apreciar que, si bien 80 por ciento tiene acceso doméstico a la red, 14 por ciento lo tiene dentro de su domicilio pero no dentro de su vivienda y seis por ciento depende exclusivamente del suministro por pipas y posibles pozos cercanos<sup>50</sup>.

Gráfico 2.14. Distribución de la población por disponibilidad de agua y estrato socioeconómico



Fuente: Elaboración propia con datos de ENIGH, 2012.

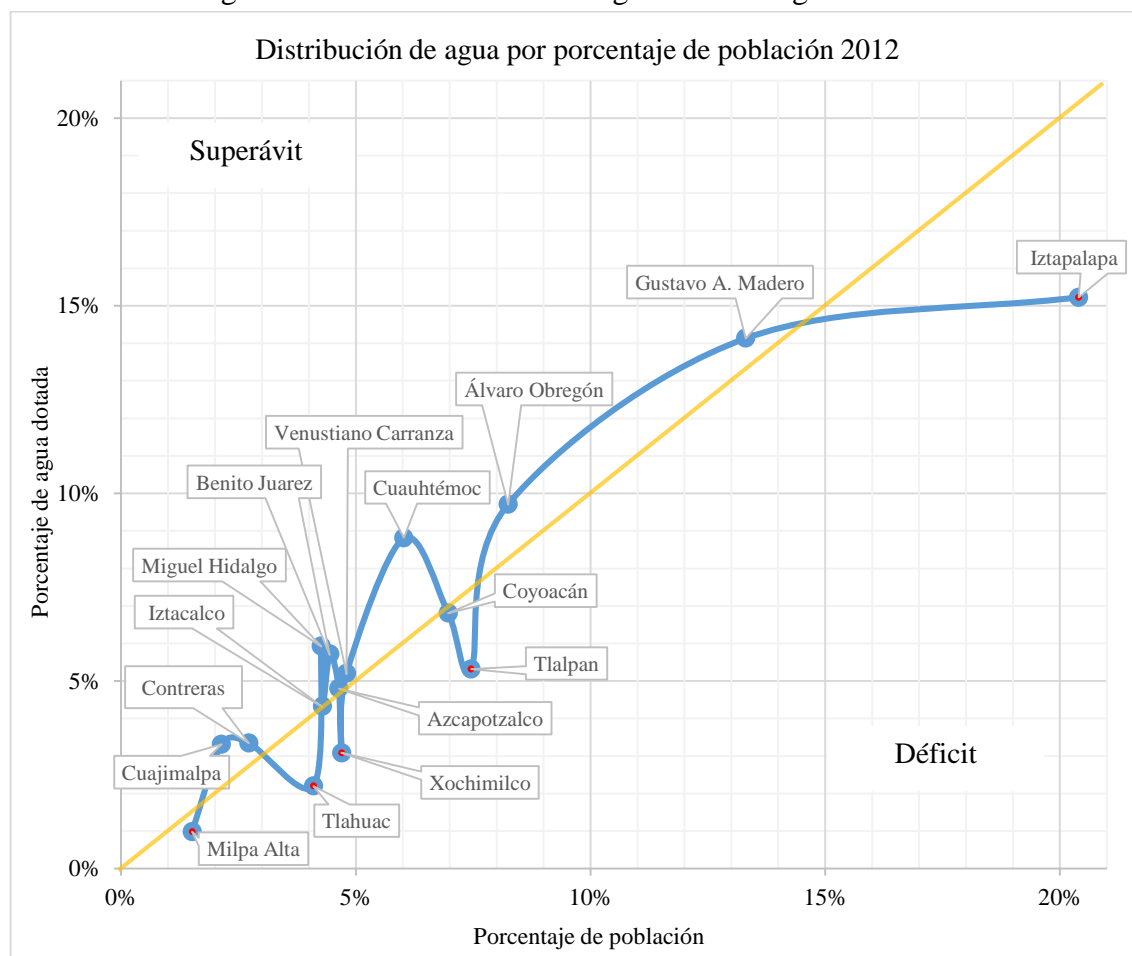
Además de ser diferenciado por estrato social, el suministro suele variar geográficamente, entre delegaciones y colonias de la entidad, mismo que se asocia con entornos de

<sup>50</sup> El estrato bajo no fue incorporado a la gráfica puesto que no existe información disponible al respecto.

marginación, heterogeneidad y vulnerabilidad social en la capital, principalmente en el oriente y sur de la ciudad.

El gráfico 2.15 muestra los porcentajes de población y de suministro de agua por delegación. Puede notarse que la mayoría de las delegaciones no es dotada con porcentajes de agua proporcionales con su preponderancia poblacional. Las demarcaciones por encima de la línea de distribución equitativa de agua (curva amarilla del gráfico 2.15) reciben un caudal mayor del que poblacionalmente les correspondería, y se localizan en el centro del DF y perímetros del poniente de la ciudad tales como Benito Juárez, Miguel Hidalgo, Azcapotzalco, Coyoacán e Iztacalco. Estas delegaciones no solo disfrutan de recibir mayores porcentajes de agua de la que por importancia poblacional les corresponde, sino además de condiciones socioeconómicas favorables y de los menores porcentajes de pobreza extrema detectados en Distrito Federal (Coneval, 2012).

Gráfico 2.15 Desigualdad en la distribución de agua entre delegaciones



Fuente: Elaboración propia con datos de Conapo, 2010; Conagua, 2012 y Jiménez *et. al.*, 2012.

Por el contrario, las delegaciones del sur poniente y oriente, Tlalpan, Xochimilco, Tláhuac, Milpa Alta e Iztapalapa, reciben un caudal inferior al que les pertenece de acuerdo a la magnitud de habitantes. El caso más grave es precisamente Iztapalapa. A pesar de concentrar 21 por ciento de la población, la delegación dispone de 15 por ciento del caudal suministrado al DF. Esto significa que en la demarcación se recibe casi la misma cantidad que en Gustavo A. Madero, pero que debe distribuirse para 870 mil personas más que esta última.

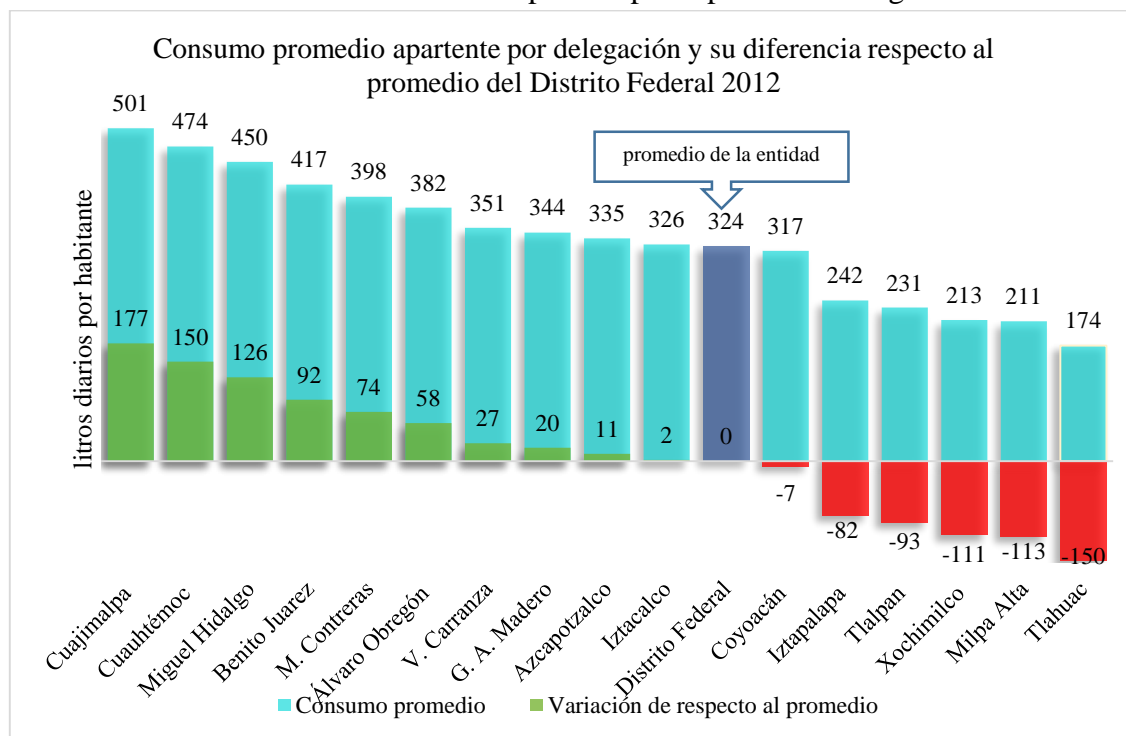
Además, estas cinco demarcaciones comparten los primeros lugares de pobreza extrema y ostentan en su conjunto a casi 58 por ciento del total de personas en esta situación en todo el Distrito Federal (*Ídem*). Es decir, más de la mitad de la población, con ingreso inferior a lo necesario para alimentarse y con carencias sociales inherentes a la salud, el ingreso, la educación y la vivienda, se concentra en las delegaciones con la dotación relativa de agua más baja en la entidad. Lo anterior significa que los efectos en los hogares que la disminución del suministro puede producir, tienen a magnificarse en estas delegaciones debido a sus desventajas y desigualdades sociales.

Aun si se piensa en términos consumo hídrico por habitante, el promedio entre delegaciones es sumamente inequitativo. La cantidad promedio de litros diarios por habitante (l/d/h) en el Distrito Federal asciende a 324, sin embargo, como se ejemplifica en el gráfico 2.16, las primeras diez demarcaciones del lado izquierdo muestran consumos superiores a dicho promedio, entre tanto, en las últimas seis delegaciones, ubicadas en el lado derecho de la figura, reciben menor número de litros por habitante que el promedio del DF.

En la delegación Cuajimalpa puede observarse que se suministran 501 l/d/h, 1,6 veces más agua por habitante que en promedio en el DF (324 l/d/h), al tiempo en que, en el caso extremo, los pobladores de Tláhuac reciben 174 l/d/h, casi la mitad que dicho promedio. Siguiendo con Cuajimalpa, un habitante promedio consume el doble de agua que alguien en Iztapalapa y al menos tres veces más que una persona en Tláhuac.



Gráfico 2.16 Distribución del consumo aparente per cápita entre delegaciones



Fuente: Elaboración propia con datos de Conapo, 2010; Conagua, 2012 y Jiménez *et. al.*, 2012.

Como bien se aprecia en el gráfico anterior, de nueva cuenta las delegaciones Tláhuac, Milpa Alta, Xochimilco, Tlalpan, Iztapalapa (y Coyoacán de forma marginal) presentan menores consumos respecto al consumo medio de la entidad, ahora a nivel per cápita. Aun al interior de las delegaciones se presentan fenómenos de desigualdad en el suministro, existen colonias del poniente de la ciudad que reciben 600 lts/hab/día; en tanto que zonas dentro de las delegaciones del norte y oriente dotadas con 20 lts/hab/día (Centrogeo, 2004).

Las desigualdades de distribución responden a un buen número de limitantes estructurales. Una de ellas es la geografía de la infraestructura de abastecimiento. Las aguas aportadas por fuentes externas entran por el poniente de la ciudad, zona en donde se reciben los mayores porcentajes de agua, para después conducirla al centro y de manera marginal a las demarcaciones del sur y oriente, siendo Iztapalapa la última demarcación suministrada (GDF, 2004). Un ejemplo claro de ello es el acuaférico, proyecto de infraestructura iniciado en 1998 para dotar de agua a la zona poniente, que quedó inconcluso en 2001 y actualmente solo alcanza a abastecer parcialmente a Tlalpan, sin llegar a Xochimilco, Milpa Alta, Tláhuac ni a Iztapalapa (Luege, 2014). Estas desigualdades en la conducción han significado

una limitante estructural para la dotación de agua suficiente para el oriente y el sur de la ciudad.

Otra restricción es la orografía. Las demarcaciones localizadas en los contornos periféricos se ubican en suelo particularmente elevado respecto a la planicie céntrica, el cual expone un reto para la infraestructura, en términos de vencer tal elevación, al tiempo de suministrar cantidades adecuadas a la población (GDF-DGCOH, 2006). Una limitante más es el uso de suelo. Las cinco delegaciones con un déficit relativo de consumo circunscriben dentro de sus límites a 86,7 por ciento de los asentamientos irregulares detectados, viviendas que legalmente tienen restringido el derecho al agua (PAOT, 2011; SMA, 2012; Centrogeo, 2004).

También se han identificado limitantes en la distribución equitativa en términos de las deficiencias financieras en el SACM para implementar proyectos de abastecimiento, dada la estructura de subsidios en las tarifas así como la reducida facturación y recaudación en la prestación del servicio, que le impiden ser autosuficiente y tener un desempeño eficiente y suficiente. Al 2010, de 2,4 millones de viviendas del DF registradas por el INEGI, únicamente 2 millones están inscritas al padrón de usuarios del SACM y solo 1,29 millones cuentan con un medidor instalado (SACM, 2012b).

Asimismo, de acuerdo a las cifras publicadas en la Código Fiscal del DF (GDF, 2013), las tarifas actuales no reflejan el costo real del suministro de agua, pues con subsidios en el consumo doméstico de 38 y hasta 91.3 por ciento, se establecen tarifas mínimas para un consumo de 30 m<sup>3</sup> al mes de \$10.62 por m<sup>3</sup>, mientras que sin subsidio rondaría en \$29.20 por m<sup>3</sup>.

De la misma manera, del total de agua que se suministra al DF tan solo 47 por ciento se factura y, mientras que a nivel nacional, el porcentaje de recaudación asciende a 73,7 por ciento, en la entidad únicamente 60 por ciento facturado efectivamente se recauda (cálculos propios con datos de INEGI, 2014; GDF, 2012 y Conagua, 2012).

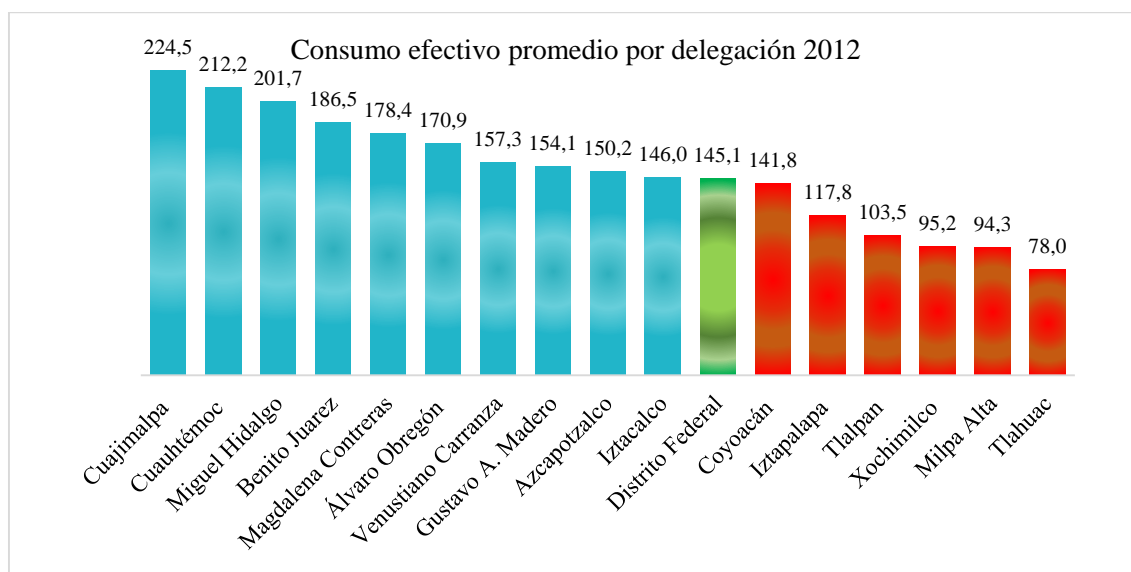
Para el caso especial de Iztapalapa, el panorama es aún más grave. Siendo la demarcación con la mayor concentración de la población en el país, con 1,8 millones de personas, no logra ser abastecida por el acuífero que distribuye el agua importada, dado que el proyecto no se continuó. Además, debido a que los pozos locales de abastecimiento presentan severos problemas con la calidad de agua extraída, su explotación fue restringida, lo que hace a la

delegación aún más dependiente del agua importada de otras delegaciones y entidades (GDF-DGCOH, 2006).

Un factor que agrava la problemática distributiva son las fugas. De acuerdo con información del SACM (2014), al 2012 cerca de 35 por ciento del caudal recibido en el DF se perdía en fugas tanto de la red pública como dentro de las viviendas, mientras que para 2014 esta cifra asciende a un rango de entre 40 y 42 por ciento. Si se descuentan dichos caudales perdidos en fugas así como el caudal que consume el sector industrial, comercial y agrícola, el abastecimiento habitacional efectivo muestra la siguiente distribución delegacional.

Tal como se ilustra en el gráfico 2.17, el rango de suministro diario por habitante para consumo doméstico en actividades de higiene y preparación de alimentos, así como de hidratación, es de 224,5 a 78 litros por habitante al día. Esta distribución de consumo efectivo significa que 45 por ciento de la población en el Distrito Federal, cerca de cuatro millones de habitantes, recibe menos lo que consume un habitante promedio (145 l/h/d). Además, los habitantes de las delegaciones Tláhuac, Milpa alta, Xochimilco, Tlalpan e Iztapalapa se encuentran en umbrales de consumo cercanos por encima o debajo de los 100 l/h/d recomendados por la ONU (2010), por lo que para estas delegaciones no se garantiza la cobertura promedio de sus necesidades básicas con pocas preocupaciones en materia de salud.

Gráfico 2.17 Distribución del consumo efectivo per cápita por delegación



Fuente: Elaboración propia con datos de Conapo, 2010, Conagua, 2012 y Jiménez *et. al.*, 2012.

## 2.5 Suministro hídrico futuro en el Distrito Federal

La información hasta aquí presentada permite inferir que es probable que continúen las mismas trayectorias a la baja en las cantidades de agua suministradas a la población del DF. Para poder conocer que efectos causará dicha baja sobre áreas especialmente vulnerables hídricamente, resulta necesario primero pronosticar la tendencia más probable de los volúmenes de agua que se suministrarán a la ciudad.

Los modelos autorregresivos (AR) son útiles para estos fines, dado que tienen un uso versátil en la descripción y pronóstico de series temporales y han sido ampliamente aplicados desde los años 60 para predecir caudales futuros de agua (Estela, 1992; Cadavid, 2009; Ocampo, 2012). Estos modelos son proyecciones lineales de tendencias observadas que permiten estimar el comportamiento futuro de acuerdo con tales tendencias, puesto que arrojan una predicción de los valores de la variable de estudio, basándose en la dependencia con sus valores pasados, es decir, el valor actual de la variable a pronosticar es una combinación lineal de sus observaciones anteriores (*Ídem*).

A continuación se presenta un modelo lineal AR aplicado para pronosticar el suministro de agua en el Distrito Federal para el 2030, mediante la técnica convencional de mínimos cuadrados ordinarios<sup>51</sup> (MCO). El software econométrico empleado para la estimación de los parámetros fue *E-Views* versión 8 y la serie de datos de insumo para el modelo es el suministro de agua histórico al Distrito Federal de 1984 a 2010, presentada en el gráfico 2.10, se obtuvo de:

- DGCOH 1999, Compendio de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica perteneciente al SACM.
- INEGI, varios años, Anuarios Estadísticos del Distrito Federal 1995-2008.
- Conagua 2009, Estadísticas del agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII, aguas del Valle de México.
- SACM 2012b, Programa de gestión integral de los recursos hídricos, visión 20 años.

Los supuestos del que parte el pronóstico son:

1. Durante los siguientes 16 años no se incorporan fuentes de suministro nuevas con aportes al caudal total que alteren su trayectoria.
2. *Ceteris paribus*, todo lo demás constante.

---

<sup>51</sup> MCO consiste en encontrar los valores de los parámetros alfa y betas que expliquen significativamente el modelo, por medio de la minimización de las desviaciones de los valores, es decir, al encontrar la mínima diferencia entre la variable dependiente estimada por el modelo y la variable dependiente observada en la realidad (Gujarati, 2007).

Expresión general:

$$\widehat{lpS}_{2030} = f(lpS_{t-1}, t)$$

Donde las variables:

$\widehat{lpS}_{t+30}$ : Suministro de agua a pronosticar para los siguientes 16 años, al 2030, medido en litros por segundo.

$lpS_{t-1}$ : Suministro observado en el año anterior.

$t$ : Tiempo; años, que representan el comportamiento tendencial del suministro (esta variable también ayuda a que la serie resultante sea estacionaria en tendencia<sup>52</sup>).

La especificación de la forma funcional es:

$$\widehat{lpS}_{t+30} = \hat{\alpha} + \hat{\rho}lpS_{t-1} + \hat{\gamma}t + \hat{\mu}$$

Donde:

$\hat{\alpha}$ : Intercepto.

$\hat{\rho}$ : Parámetro estimado de la variable  $lpS$  (coeficiente autorregresivo).

$\hat{\gamma}$ : Parámetro estimado de la variable  $t$ .

$\hat{\mu}$ : Errores de la estimación.

Esta fórmula es la especificación convencional que se utiliza en los modelos de regresión para obtener la función de una recta cualesquiera “ $Y = \alpha + \beta_i X_i$ ”. Donde  $Y$  es la variable dependiente,  $\alpha$  es el término independiente u ordenada al origen,  $X_i$  son las variables independientes que causan a  $Y$  y  $\beta_i$  son los coeficientes de cada  $X_i$  que indican la magnitud promedio en que cada variable explica a  $Y$ .

La variable rezagada del suministro ( $lpS_{t-1}$ ) fue empleada para explicar el suministro presente con el objeto de solo hacer una proyección tendencial, tal como Estela (1992), Cadavid (2009) y Ocampo (2012) proponen en sus estudios. La variable  $t$  fue utilizada en esta especificación debido a que ayuda a reforzar la importancia de la tendencia histórica del suministro para su proyección y representa los aspectos estructurales, tanto sociales como ambientales que han determinado estructuralmente la dinámica histórica a la baja del suministro.

---

<sup>52</sup> Uno de los supuestos para la validez de las proyecciones con MCO es que las variables sean estacionarias, es decir, que tengan media y varianzas constantes y finitas, y que la covarianza entre pares de ellas solo depende de su separación temporal (Cadavid, 2009). Este principio evita el riesgo que se esté planteando un modelo con resultados espurios (Gujarati, 2007).

Una vez que se introdujeron los datos del suministro y se planteó la especificación anterior en el programa *E-views*, los parámetros estimados del modelo base, fueron los siguientes:

$$\widehat{lps}_{t \text{ al } 2013} = 152\,255 + 0,57 lps_{t-1} - 68,70 t$$

(0,0072)\*    (0,0011)\*    (0,0095)\*

$R^2=0,627$

Valores p entre paréntesis

\*Parámetros significativos al 95 por ciento de confianza.

El intercepto adquirió un valor promedio de 152 255 lps, que representa el suministro que depende de otros factores determinísticos, que no fueron incorporados al modelo, tal como el marco jurídico, decisiones políticas y algunos componentes de los indicadores climáticos.

El término autorregresivo, es decir, el parámetro estimado de  $lps_{t-1}$ , tiene un valor en su coeficiente de 0,57, lo que significa que el suministro del tiempo  $t$  depende positivamente en 0,57 lps del suministro del año anterior, que representa en términos generales las tendencias estructurales del clima, entre otros. El coeficiente de la variable “tiempo” es el único con signo negativo, con el que puede interpretarse que el paso del tiempo es un factor negativo en la cantidad de agua que se pueda abastecer a la ciudad: en la medida en que avanza el tiempo, el suministro de agua al DF decrece.

La estimación tiene una bondad de ajuste significativa de 62,7 en su  $R^2$ . Es decir, que en su conjunto, el modelo explica significativamente 62,7 por ciento de las variaciones temporales del agua suministrada.

Para la validación de la estimación, se realizaron las pruebas tradicionales de ajuste, significancia y confiabilidad (Anexo ii) las cuales fueron superadas adecuadamente por el modelo estimado, por lo que puede señalarse que se cuenta con estimadores útiles para construir pronósticos. En este sentido, los parámetros estimados del modelo, el valor que adquieren en la variable dependiente en las observaciones pasadas ( $\hat{\rho}$ ) y en el tiempo ( $\hat{\gamma}$ ) fueron utilizados como insumo para pronosticar la trayectoria del suministro de agua en el Distrito Federal para el periodo al 2030. Por ejemplo, para obtener los lps del año 2015 se realizó lo siguiente:

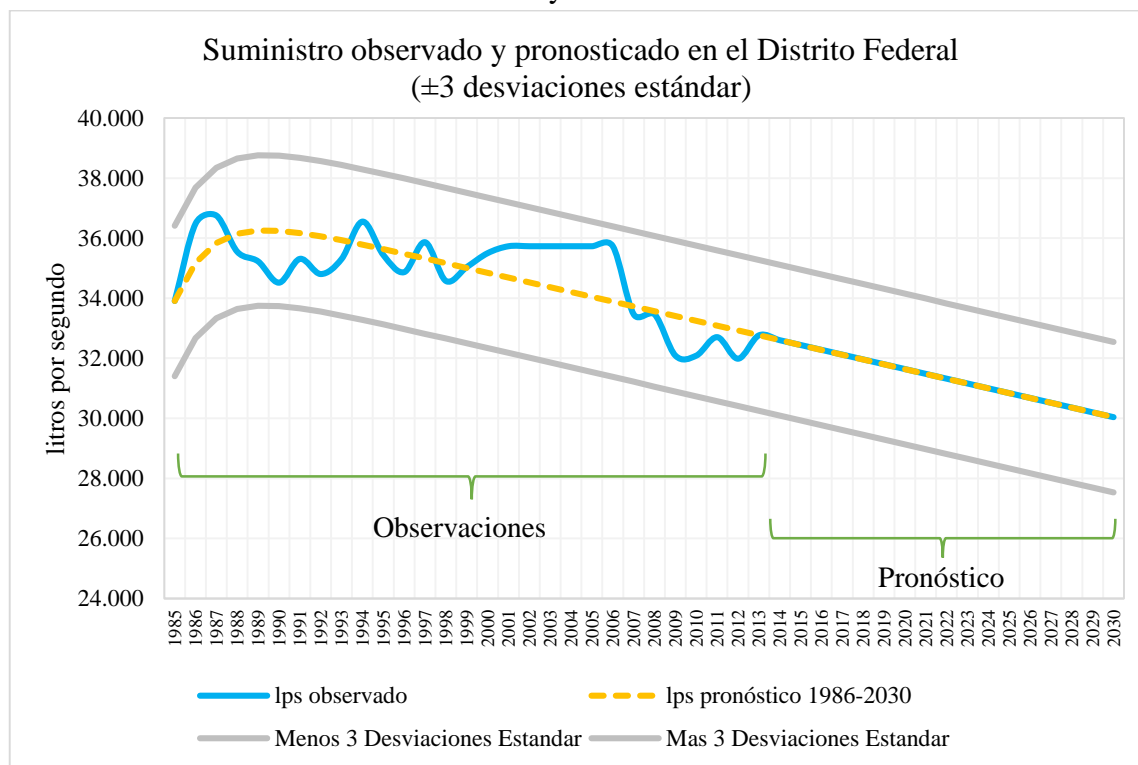
$$\widehat{lps}_{2014} = 152\,255 + 0,57 \widehat{lps}_{2013} - 68,70 t$$

↓

$$\widehat{lps}_{2015} = 152\,255 + 0,57 \widehat{lps}_{2014} - 68,70 t$$

Este procedimiento se realizó sucesivamente hasta obtener el valor de lps al año 2030. Los resultados del pronóstico se muestran a continuación:

Gráfico 2.18. Suministro hídrico histórico y futuro al DF



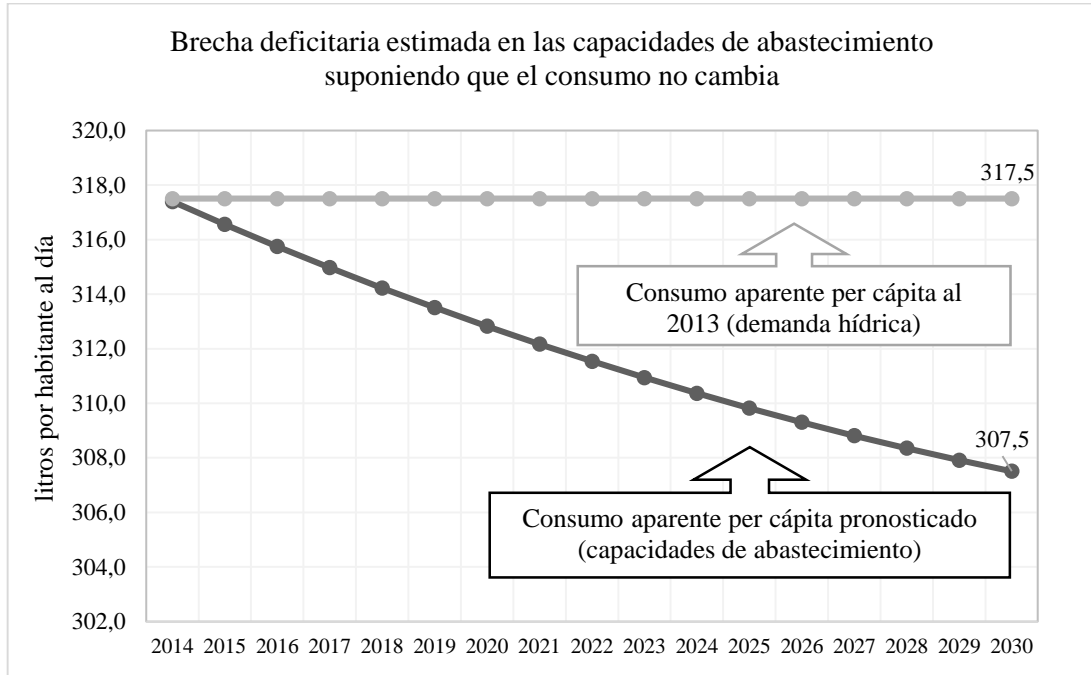
Fuente: Estimación propia con datos de DGCOH, 1999; INEGI, varios años; Conagua, 2009; SACM, 2012 y SACM, 2012b.

Estas tendencias permiten inferir, con un 95 por ciento de confianza, que el suministro decrecerá al 2030 en 2724 litros por segundo, que representa 8,31 por ciento del suministro actual. Este porcentaje es bastante cercano a 7,7 por ciento de la reducción de la disponibilidad que se estima en Escolero *et. al.* (2009).

Si se parte del supuesto de que el consumo aparente en el DF de 317,5 l/h/d no cambiará en los siguientes 16 años y la población crecerá tal como la Conapo (2010) lo pronostica, podría observarse una brecha creciente entre la cantidad que se consume en el presente, y las posibilidades ambientales de cubrir esta demanda<sup>53</sup>:

<sup>53</sup> El consumo aparente pronosticado se calculó dividiendo el suministro pronosticado (gráfico 2.18) entre la población pronosticada por la Conapo (2010)

Gráfico 2.19 Diferencias futuras entre la demanda y las capacidades de abastecimiento



Fuente: Estimación propia con datos de DGCOH, 1999; INEGI, varios años; Conagua, 2009; SACM, 2012; SACM, 2012b y Conapo, 2010.

En los siguientes 16 años el consumo promedio por habitante tenderá a reducirse en 10 litros diarios en promedio. Evidentemente dicho promedio esconde una gran dispersión entre delegaciones, pero esta cantidad es un indicador del agua necesaria para usos básicos de hidratación e higiene y que se perderá de continuarse las tendencias como hasta ahora.

No obstante, los daños que la disminución y falta de suministro constituirán en el DF serán heterogéneos en la medida en que el suministro actual y las condiciones de vulnerabilidad social sean diferenciados entre la población.

Con el fin de conocer los efectos particulares en las delegaciones por motivo de la disminución hídrica futura, también se presenta a continuación la proyección de suministro para cada delegación, así como sus consumos promedio al 2030.

*Pronóstico de suministro entre delegaciones a 2030*

Suponiendo que:

- Tasas de crecimiento de la población serán iguales a las proyectadas por Conapo (2010)
- La distribución de agua se mantiene de la siguiente manera:



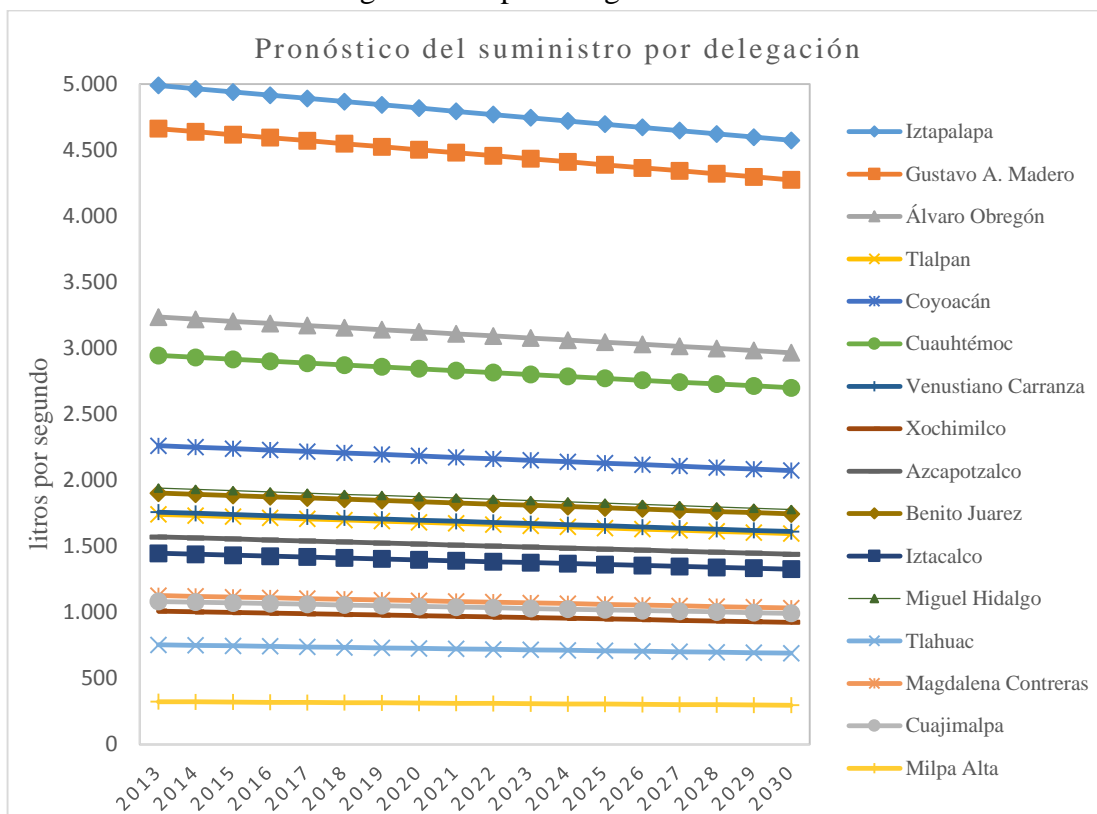
Cuadro 2.7. Distribución porcentual del suministro por delegaciones

Distribución del agua por delegaciones			
Iztapalapa	15%	Azcapotzalco	5%
Gustavo A. Madero	14%	Benito Juárez	6%
Álvaro Obregón	10%	Iztacalco	4%
Tlalpan	5%	Miguel Hidalgo	6%
Coyoacán	7%	Tláhuac	2%
Cuauhtémoc	9%	Magdalena Contreras	3%
Venustiano Carranza	5%	Cuajimalpa	3%
Xochimilco	3%	Milpa Alta	1%

Fuente: Elaboración propia con datos de DGCOH, 1997 y SACM, 2008 citados en Jiménez *et. al.*, 2012.

Multiplicando el caudal pronosticado en el gráfico 2.18 por los porcentajes del cuadro 2.7 se tuvo como producto la distribución del suministro futuro al 2030, expresado en el gráfico 2.20. Se observa que, de mantenerse la misma distribución del líquido entre delegaciones, la disminución del suministro para el DF, como ha venido ocurriendo durante los últimos 30 años, afectará a todas las delegaciones en una tendencia más o menos similar, a un 95 por ciento de confianza. Aunque es probable que el suministro se reducirá, en términos absolutos parece que Iztapalapa seguirá recibiendo más agua que el resto de las delegaciones.

Gráfico 2.20 Suministro de agua futuro por delegación



Fuente: Estimación propia con datos de DGCOH, 1999; INEGI, varios años; Conagua, 2009; SACM, 2012 y SACM, 2012b.

Ahora bien, si estos datos se dividen entre la población proyectada por la Conapo (2010), se obtiene un indicador más preciso de lo que la reducción de agua podría significar para los habitantes, bajo un contexto dinámico (gráfico 2.21).

Las proyecciones de población utilizadas presentan la siguiente tasa acumulada de crecimiento al 2030:

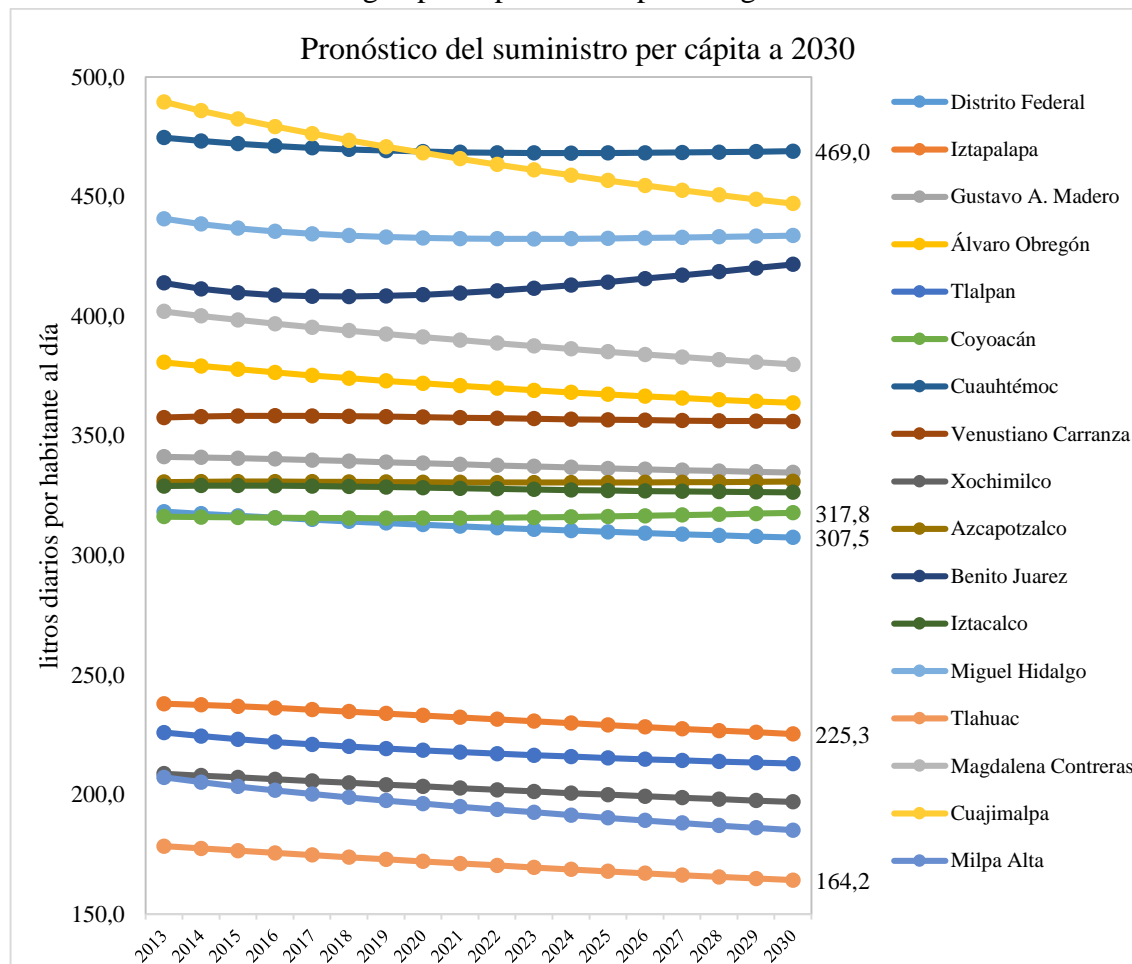
Cuadro 2.8. Crecimiento futuro de la población por delegación

Delegación	Tasa acumulada de crecimiento de 2013 a 2030	Delegación	Tasa acumulada de crecimiento de 2013 a 2030
Iztapalapa	-3,2	Azcapotzalco	-8,4
Gustavo A. Madero	-6,5	Benito Juárez	-10
Álvaro Obregón	-4	Iztacalco	-7,6
Tlalpan	-2,7	Miguel Hidalgo	-6,8
Coyoacán	-8,8	Tláhuac	-0,4
Cuauhtémoc	-7,2	Magdalena Contreras	-3
Venustiano Carranza	-7,9	Cuajimalpa	0,4
Xochimilco	-2,8	Milpa Alta	2,6
		DF	-5,1

Fuente: Elaboración propia con información de Conapo, 2010.

Como se observa en el gráfico 2.21, aunque los caudales absolutos de agua se reduzcan para todas las delegaciones, en Cuauhtémoc y Benito Juárez el consumo per cápita podría incluso aumentar, como efecto de su probable decrecimiento poblacional.

Gráfico 2.21 Suministro de agua per cápita futuro por delegación



Fuente: Estimación propia con datos de DGCOH, 1999; INEGI, varios años; Conagua, 2009; SACM, 2012; SACM, 2012b y Conapo, 2010.

En las demás demarcaciones, así como en promedio para el DF, aunque la población deje de crecer y comience a demostrar tasas de crecimiento negativas, el suministro per cápita tenderá a disminuir a lo largo de los años. También puede observarse que los casos más graves nuevamente se concentran en las delegaciones Iztapalapa, Tlalpan, Milpa Alta, Xochimilco y Tláhuac, lo cual se explica por el menor suministro per cápita actual. Solo el caso de las delegaciones Milpa Alta y Cuajimalpa esta caída se relaciona también con el mayor dinamismo poblacional en el futuro.

La brecha mínima entre el grupo de delegaciones con casos más graves de abastecimiento y el resto es de 82 l/h/d (la diferencia entre promedio del DF e Iztapalapa), mientras que la brecha máxima, que representa la diferencia entre lo que recibirá un habitante promedio en

Álvaro Obregón y otro en Tláhuac es en promedio de 311 litros diarios, casi la cantidad que se recibirá en promedio en el DF por habitante.

### Conclusión del capítulo

En este capítulo se brindó un breve panorama acerca de la estrategia de suministro de la ciudad, la cual ha dependido por décadas de la sobreexplotación de fuentes distantes y costosas. Las condiciones insostenibles que guardan dichas fuentes perfilan al DF como una entidad dependiente de flujos de suministro evidentemente deteriorados. De continuarse con estos patrones, en combinación con las presiones de la demanda<sup>54</sup> y las alteraciones climáticas, es altamente probable que la población continúe padeciendo efectos adversos en diversos aspectos de su vida por la baja disponibilidad de agua potable.

A costa de la sobreexplotación de las fuentes de abastecimiento y la disminución en el suministro del líquido, la cobertura de la red de agua potable ha logrado ser exitosa en el Distrito Federal al contar con 97,7 por ciento de la población que disfruta de acceso a la red en su vivienda. No obstante, el abastecimiento entre las delegaciones es heterogéneo, lo que se traduce en una exposición desigual a la disminución del suministro y, por tanto, contribuye a la determinación de la mayor o menor vulnerabilidad social de los hogares en materia hídrica. En este sentido, las delegaciones identificadas con mayor exposición a la falta de agua, dado el desempeño desfavorable en sus indicadores de suministro, son Iztapalapa, Tláhuac, Tlalpan, Xochimilco y Milpa Alta.

---

<sup>54</sup> 8,9 millones de habitantes y en crecimiento.

## **CAPÍTULO III. ETAPA 1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SOCIAL Y SELECCIÓN DE DELEGACIÓN DE ESTUDIO**

### Introducción

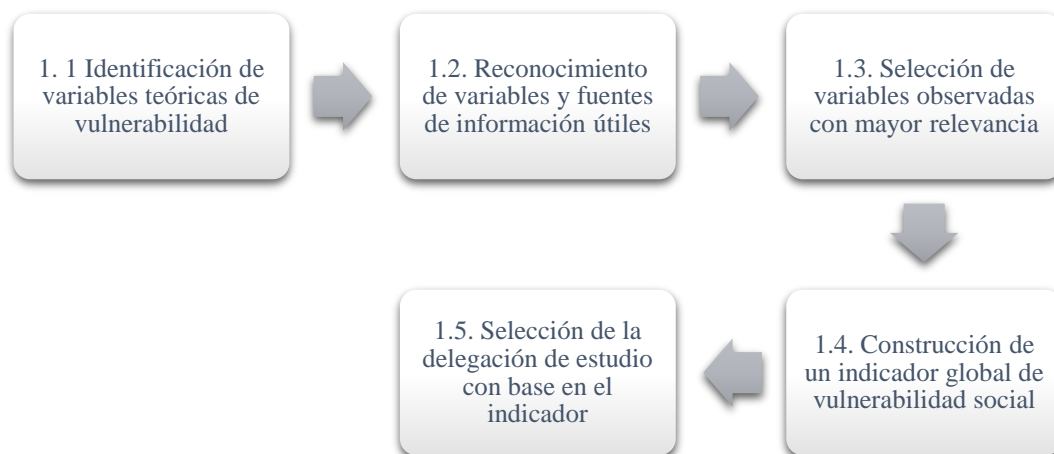
En el presente capítulo se presenta la metodología y se discuten los resultados empíricos obtenidos de la etapa 1, que consiste en el reconocimiento del contexto de vulnerabilidad social en el DF y en la identificación de la delegación con el mayor porcentaje de hogares con alta vulnerabilidad social a la carencia de agua. Dicha identificación se basa en el análisis de componentes principales categóricos y en la construcción de un indicador de vulnerabilidad social.

### 3.1 Metodología específica

Para conocer cuáles serán los efectos futuros en los capitales “ingreso” y “salud” en la delegación con hogares más vulnerables hídricamente, es necesario primero determinar cuál es esta delegación. Para ello, se llevó a cabo, el proceso que se expresa en el diagrama 3.1. Primero, se realizó un análisis exploratorio de los atributos de la vulnerabilidad actual de la población en la entidad, mediante el análisis de matrices de varianza y correlación de las características de los hogares de las delegaciones, para identificar aquellas que más aportan a la vulnerabilidad social.

Después, el reconocimiento de estas características preponderantes permitió su empleo para la construcción de un indicador de vulnerabilidad social por hogares de cada delegación que toma en cuenta el peso de cada variable. Posteriormente, de acuerdo a los rangos de los valores del indicador, se establecieron tres categorías de vulnerabilidad social “alta” “media” y “baja” y se procedió a clasificar a los hogares en estas categorías. Por último, ya con los hogares clasificados, se seleccionaron para su estudio a aquellos que se hallaron bajo la clasificación de vulnerabilidad social “alta” y se identificó a la delegación con mayor porcentaje de los mismos.

Diagrama 3.1 Resumen de la etapa 1

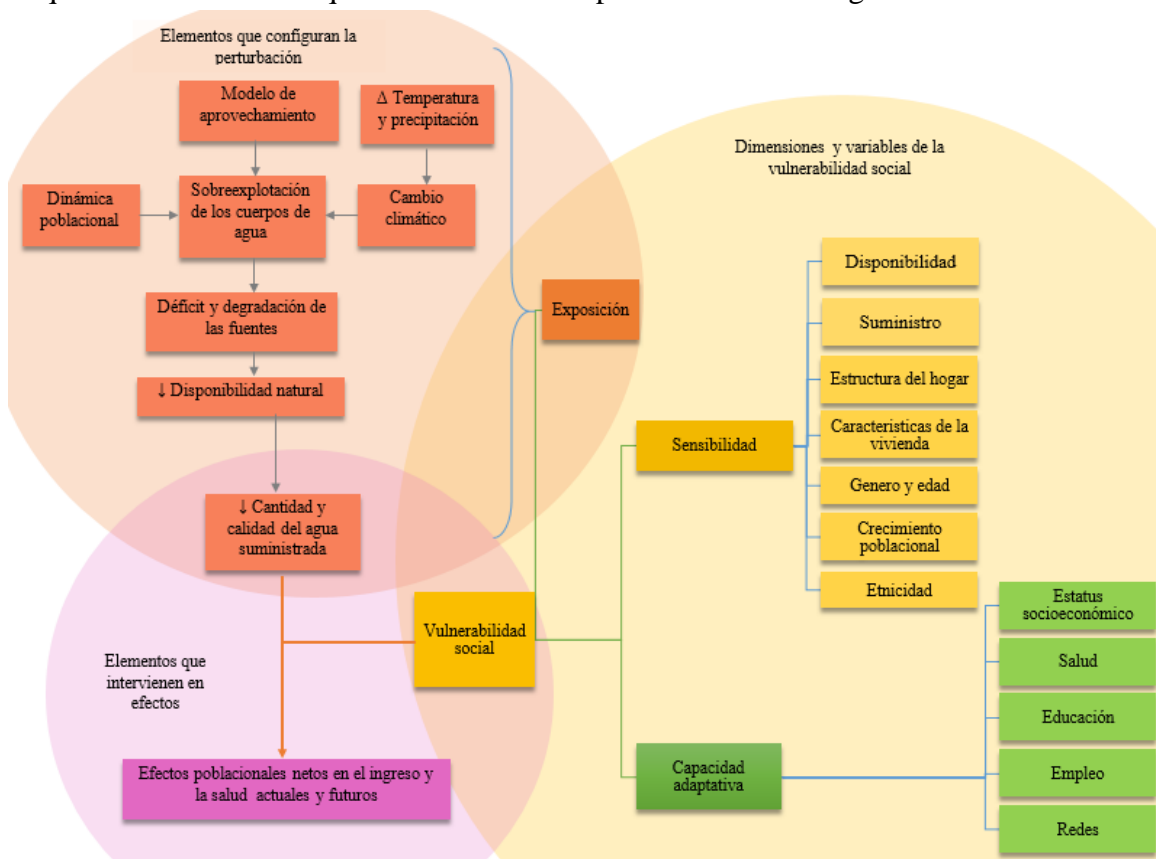


### *Identificación de variables teóricas de la vulnerabilidad social*

Así como el propio concepto de vulnerabilidad, las formas y medios para medirla carecen de consenso en el ámbito científico, sin embargo, existen diversas propuestas académicas enriquecedoras en estos términos. Con base en las características específicas del tema de estudio, así como en la revisión bibliográfica acerca de las dimensiones de la vulnerabilidad social a perturbaciones, se eligieron variables teóricas a niveles individuales y de los hogares asociadas a la exposición, capacidad adaptativa y sensibilidad. En el diagrama 3.1 se exponen, dentro de la esfera derecha, las dimensiones y variables consideradas para el análisis de vulnerabilidad social.

El esquema 3.1, muestra también los elementos que componen a la perturbación dentro de la esfera superior izquierda, entendida como la disminución en el tiempo de la cantidad del agua suministrada al Distrito Federal, los efectos que esta ha generado y generará en el ingreso y la salud de la población, sobre todo de la más vulnerables hídricamente.

Esquema 3.1. Variables que intervienen en el problema de investigación



Fuente: Elaboración propia con datos de Cutter, 1996; Cannon, 2003; Stewart, 2005; Birkmann, 2006; H. Allison, 2006 además de Cova and Church (1997), Cutter (1996), Cutter, Mitchell, and Scott (2000), Bolin (1993), Bolin with Stanford (1998), Burton, Kates, and White (1993), Blaikie et. al. (1994), Drabek (1996), Enarson and Morrow (1998), Enarson and Scanlon (1999), Fothergill (1996), Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000), Mileti (1999), Mitchell (1999), Hewitt (1997), Morrow (1999), Morrow and Phillips (1999), Ngo (2001), O'Brien and Mileti (1992), Peacock, Morrow, and Gladwin (1997, 2000), Platt (1999), Puente (1999), Pulido (2000), Tobin and Ollenburger (1993), Webb, Tierney, and Dahlhamer (2000), (citados en (Cutter *et. al.*, 2003)).

Volviendo a la vulnerabilidad y a su operacionalización, Como Adger (2006) aclara, la vulnerabilidad puede construirse, no solo con las variables precisas que enuncia la teoría, sino con la información disponible. Las variables teóricas de vulnerabilidad social, encontradas en los estudios citados al pie del esquema 3.1, fueron utilizadas como criterios para la búsqueda y selección de variables similares en la Encuesta Nacional de Ingreso Gasto de los Hogares 2012 (ENIGH, 2012). Se emplearon los microdatos disponibles en la ENIGH a nivel hogar, debido a que esta encuesta posee un robusto número de variables, lo cual asegura cierta suficiencia de información (Anexo iii) para reconocer, a través de los rasgos observados en los hogares, cuáles de estas son las que mayormente contribuyen a explicar las variaciones de la vulnerabilidad social.

Se identificaron 51 variables de la ENIGH potencialmente útiles para la explicación de la vulnerabilidad social, de las cuales 8 son de tipo cuantitativo y 43 son cualitativas discretas, ordinales y policotómicas, es decir que poseen diversas categorías, adoptan valores específicos que representan características cualitativas y tienen un orden. El listado completo de estas variables puede consultarse en el Anexo vi.

Aunque las variables son relevantes desde el punto de vista teórico de la vulnerabilidad, no necesariamente todas lo son para el caso del DF. Si bien todas las variables influyen en la explicación de la vulnerabilidad social, algunas lo hacen en mayor medida, mientras que otras tienen un papel marginal, puesto que contienen información que no es compartida con el resto de variables consideradas. Para conocer cuáles variables son las de mayor importancia en la vulnerabilidad, y reducir el número de variables a una dimensión manejable, sin sacrificar gran poder explicativo, se realizó el análisis con la información matricial que arroja la técnica de Análisis de Componentes Principales, específicamente para datos cualitativos categóricos (CPC).

#### *Identificación y selección de variables observadas con mayor relevancia (CPC)*

El análisis CPC una técnica exploratoria que descubre las relaciones existentes entre datos ordinales y que asiste en el reconocimiento de las variables que aportan mayor información (Navarro y Casas, 2010) acerca de fenómenos multidimensionales, que en este caso es la vulnerabilidad social. Una vez que se conocen las variables que representan con mayor claridad las mayores variaciones de la vulnerabilidad social puede procederse a la reducción del número de variables para un mejor manejo de la información.

Para efectuar el análisis estadístico de los elementos de la vulnerabilidad, es vital conocer si la selección de estas variables es confiable. La prueba de confiabilidad se efectuó empleando el paquete estadístico *IBM SPSS Statistics versión 22*. Se tuvo como producto el coeficiente de Cronbach, el cual evalúa si las variables seleccionadas realmente están correlacionadas entre ellas, bajo la idea de que todas están midiendo la vulnerabilidad social en alguna medida (García-Bellido, 2010). El coeficiente puede adquirir valores que van de 0 a 1, en donde 0 significa nula confiabilidad de que las variables estén correlacionadas y 1 representa una confiabilidad total, con una fiabilidad aceptable a partir de 0,80. Se obtuvo un coeficiente total de Cronbach de 0,865, por lo que la selección de variables es confiable para medir la correlación.

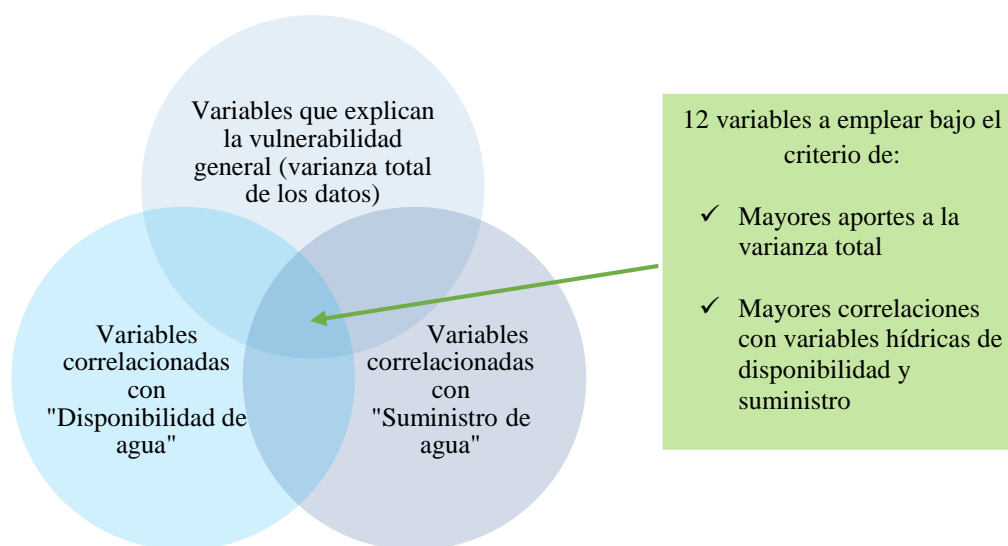


El segundo producto obtenido del manejo de datos con el programa SPSS, fue el tabulado de la varianza (Anexo vi), la cual demuestra el aporte individual de las variables sobre la variación total de los datos. La varianza representa el comportamiento que adopta el complejo de condiciones socioeconómicas de los hogares que condicionan la vulnerabilidad social (la exposición y la sensibilidad).

### *Criterio de selección*

Dada la identificación previa, y con miras a la construcción de un indicador de vulnerabilidad social que ayude a la clasificación y selección de las áreas de estudio, se procedió, bajo el principio de parsimonia, a identificar las variables que aportaran los mayores porcentajes en la varianza total y que además coincidieran con las mayores correlaciones con la disponibilidad y suministro hídrico. Es decir que, como insumo para la estimación del indicador, se seleccionan aquellas variables que indiquen sobre las características generales de las personas y sus hogares y que, además, están estrechamente vinculadas con la dimensión hídrica (esquema 3.2).

Esquema 3.2. Criterios de selección de variables para el Indicador de Vulnerabilidad Social (IVS) al recurso agua



Fuente: Elaboración propia.

Se identificaron 12 variables que explican en su conjunto 55 por ciento de la variación total de las condiciones socioeconómicas de los hogares y que ostentan las mayores correlaciones positivas con las 2 variables hídricas “disponibilidad” y “suministro” de agua. Las variables por componente de vulnerabilidad social son:

Cuadro 3.1 Variables seleccionadas por dimensión de la vulnerabilidad social

Componentes de la vulnerabilidad	Variables
Sensibilidad	Disponibilidad de agua
	Suministro de agua
	Material de pisos
	Sanitario conexión agua
	Dispone de bomba de agua
	Dispone de cisterna
	Menor número de integrantes
	Destino del drenaje
Capacidad adaptativa	Ingreso por deciles muestrales
	Educación del jefe del hogar
	Estrato socioeconómico
	Tuvo contrato

Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH, 2012.

En el Anexo iv se presentan las variables teóricas por componentes de vulnerabilidad (sensibilidad y capacidad adaptativa) y las variables similares en la ENIGH que resultaron importantes para la explicación de la vulnerabilidad social a nivel del DF (como a nivel de la delegación Iztapalapa<sup>55</sup>) así como el detalle del tipo de variables (categórico o numérico) sus etiquetas y valores.

En cuanto a la exposición, como se sabe, las personas y sus familias, estas están expuestas a la falta de agua de acuerdo a la condición que guarden el acceso a la red y a la (in)continuidad en el servicio. Es por ello que esta dimensión se abordó en el capítulo II con información del caudal abastecido, proveniente de la Conagua y GDF (varios años).

- Homogeneización de variables: categorización, orden y reasignación de valores

Para el caso de las variables cuantitativas, a algunas de ellas se les dio tratamiento de variables categóricas para homogeneizar las dimensiones de los valores, asignándoles el mismo número de categorías como rango de números tenían. Tal fue el caso de las siguientes variables:

- Número de personas perceptoras del ingreso con un rango de 0 a 7 personas.
- Número de cuartos en la vivienda con valores de 1 a 9 cuartos.
- Número de integrantes del hogar de 1 a 11 integrantes.

<sup>55</sup> Más adelante se explicará cómo se seleccionó esta delegación.

Las variables ingreso y edad del jefe de familia igualmente fueron categorizados, pero con nuevos valores asignados en cada categoría que incorporan rangos de los valores iniciales. Estas etiquetas y rangos de valores son:

Cuadro 3.2 Categorización de variables cuantitativas

Etiqueta	Ingreso total	Edad del jefe del hogar
	Rangos de valor (\$)	Rangos de edad en años
1	5311 a 18973,03	17 a 24
2	19040,03 a 25204,91	25 a 32
3	25355,88 a 30540,97	33 a 40
4	30611,31 a 37196,36	41 a 48
5	37274,07 a 43555,22	49 a 56
6	43665,29 a 50929,17	57 a 64
7	51108,97 a 63003,14	65 a 72
8	63516,63 a 75940,98	73 a 80
9	76335,42 a 123987,22	81 a 88
10	124609,99 a 577479,06	89 a 94

Fuente: Elaboración propia.

### *Construcción de un indicador global de vulnerabilidad social*

A pesar de que los métodos para cuantificar la vulnerabilidad carecen de consenso académico, existen diversas propuestas académicas enriquecedoras en estos términos, como los trabajos de Cutter *et. al.* (2003), Abson (2012), Bohórquez (2013) y Cruz Roja Española (2013) que aportan metodologías útiles para la evaluación de la vulnerabilidad social a algún evento perturbador y clasificación de unidades de análisis, que incluyen la elaboración de indicadores y el análisis estadístico de variables. Aunque las variables y coeficientes varían dependiendo de los objetivos específicos de cada estudio, en general, proponen un indicador ponderado de vulnerabilidad que considere el peso específico de las variables sobre la vulnerabilidad social.

Existen diversos criterios de ponderación para indicadores compuestos, como el de ponderación uniforme que le asigna la misma importancia a todas las variables, las encuestas de opinión que revela la relevancia que los encuestados le asignan y el análisis de componentes principales (Eustat, 2009).

Con el objeto de no establecer criterios a priori y aprovechar la información obtenida, se seleccionaron los porcentajes de las 12 variables localizadas en el análisis de componentes principales categóricos que explican parte de la varianza total, para utilizarse como ponderadores  $\alpha_i$  del indicador. El uso de los porcentajes de varianza explicada como ponderadores para la construcción de indicadores ya ha sido planteado en el estudio de “Using Principal Component Analysis for information-rich socio-ecological vulnerability mapping in Southern Africa” de Abson (2012).

El indicador de vulnerabilidad social se calculará como una suma ponderada de los valores que adopten las 12 variables seleccionadas, disponibles en la ENIGH (2012), se expresa como:

$$IVS = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \alpha_3 x_3 + \alpha_4 x_4 + \alpha_5 x_5 + \alpha_6 x_6 + \alpha_7 x_7 + \alpha_8 x_8 + \alpha_9 x_9 + \alpha_{10} x_{10} + \alpha_{11} x_{11} + \alpha_{12} x_{12}$$

Dónde:

IVS: Indicador de vulnerabilidad social

X<sub>1</sub>: Disponibilidad de agua

X<sub>2</sub>: Dotación de agua

X<sub>3</sub>: Material de pisos

X<sub>4</sub>: Sanitario conexión agua

X<sub>5</sub>: Dispone de bomba de agua

X<sub>6</sub>: Dispone de cisterna

X<sub>7</sub>: Número de integrantes del hogar

X<sub>8</sub>: Destino del drenaje

X<sub>9</sub>: Ingreso por deciles muestrales

X<sub>10</sub>: Educación del jefe del hogar

X<sub>11</sub>: Estrato socioeconómico

X<sub>12</sub>: Tuvo contrato

$\alpha_{1...12}$ : Ponderadores de cada variable

Los ponderadores  $\alpha_i$  empleados para el indicador fueron los pesos individuales de cada variable sobre la explicación de la varianza total, que se consideran como estimadores *proxy* de la importancia que cada factor aporta a la vulnerabilidad social (ver cuadro 3.3).

Al tratarse de información obtenida con datos provenientes de una encuesta (ENIGH), es altamente probable que no se incluyan todas de áreas vulnerables existentes en el DF, pero por las limitantes de información y las posibilidades de su estudio, únicamente serán considerados estos hogares. La delegación Tláhuac no tiene observaciones en la ENIGH para el año referido, por lo que no pudo obtenerse el indicador. Además se omitieron aquellas observaciones de hogares que contenían valores perdidos en alguna de las variables.

Dada la naturaleza heterogénea de los valores y del sentido de las categorías, se plantearon las siguientes ponderaciones, signos y valores máximos y mínimos que puede adoptar cada variable ponderada, así como el indicador final:

Cuadro 3.3 Detalle metodológico de la construcción del IVS

Componentes de la vulnerabilidad	VARIABLES	Varianza explicada	% de la varianza =ponderadores $\alpha_i$ (A)	% ponderación del componente	Categorías	Valores Mínimos de la categoría (B)	Valores Máximos de la categoría (C)	Tendencia de las condiciones de vida de acuerdo al orden de las categorías (T)	Signo del ponderador de acuerdo con (T) (D)	Valor mínimo que la variable puede adoptar con la ponderación (E) (AxBxD)	Valor máximo que la variable puede adoptar con la ponderación (F) (AxCx D)
Sensibilidad	Disponibilidad de agua	0,422	6,4%	35,8%	1 Agua entubada dentro de la vivienda, 2 Agua entubada fuera de la vivienda, pero dentro del terreno, 3 Agua entubada de llave pública (o hidrante), 4 Agua entubada que acarrear de otra vivienda, 5 Agua de pipa, 6 Agua de un pozo, río, lago, arroyo u otra	1	6	Empeora	+	0,06	0,39
	Dotación de agua	0,099	1,5%		1 Diario, 2 Cada tercer día, 3 Dos veces por semana, 4 Una vez semana, 5 De vez en cuando	1	5	Empeora	+	0,02	0,08
	Material de pisos	0,493	7,5%		1 Tierra, 2 Cemento o firme, 3 Madera, mosaico u otro recubrimiento.	1	3	Mejora	-	-0,23	-0,08
	Sanitario conexión agua	0,383	5,8%		1 Tiene descarga directa de agua, 2 Le echan agua con cubeta, 3 No se le puede echar agua	1	3	Empeora	+	0,06	0,17
	Dispone de bomba de agua	0,347	5,3%		1 Sí 2 No	1	2	Empeora	+	0,05	0,11
	Dispone de cisterna	0,286	4,4%		1 Sí 2 No	1	2	Empeora	+	0,04	0,09
	No integrantes del hogar	0,165	2,5%		1 Sí 2 No	1	2	Empeora	+	0,03	0,05
	Destino del drenaje	0,159	2,4%		1 Sí 2 No	1	2	Empeora	+	0,02	0,05
Capacidad adaptativa	Ingreso por deciles muestrales	0,403	6,1%	19,1%	1) 5311-18973,03 2) 19040,03- 25204,91 3) 25355,88- 30540,97 4) 30611,31-37196,36 5) 37274,07 a 43555,22 6) 43665,29-50929,17 7) 51108,97 a 63003,14 8) 63516,63 a 75940,98 9) 76335,42 a 123987,22 10) 124609,99 a 577479	1	10	Mejora	-	-0,61	-0,06
	Educación del jefe del hogar	0,344	5,2%		1 Sin instrucción, 2 Preescolar, 3 Primaria incompleta, 4 Primaria completa, 5 Secundaria incompleta, 6 Secundaria completa, 7 Preparatoria incompleta, 8 Preparatoria completa. 9 Profesional incompleta. 10 Profesional completa, 11 Posgrado	1	11	Mejora	-	-0,58	-0,05
	Estrato socioeconómico	0,319	4,9%		1 Bajo, 2 Medio bajo, 3 Medio alto, 4 Alto	1	4	Mejora	-	-0,19	-0,05
	Tuvo contrato	0,188	2,9%		1 Sí, 2 No	1	2	Empeora	+	0,03	0,06
Total		3,608	55,0%	Suma (Valor mínimo y valor máximo que puede adoptar el indicador)						(E) -1,30	(F) 0,24

El valor mínimo del indicador que podría adoptar (E) se obtiene con la suma de cada valor más pequeño por su ponderador y su signo. De la misma manera para el valor máximo que puede adoptar el indicador (F) se obtiene de la suma de cada valor más alto de las variables multiplicado por su ponderador y su signo. Estos valores son -1,30 y 0,24, respectivamente y representan una menor vulnerabilidad social cuando se acerca a -1,30 y mayor vulnerabilidad en la medida en que el número se acerca a 0,24. El procedimiento se aplicó para los hogares encuestados en el DF por la ENIGH (2012), que poseen información completa sobre todas sus variables.

Los valores obtenidos del indicador para cada hogar se clasificaron en tres categorías de vulnerabilidad: baja, media y alta, de acuerdo con el desempeño que cada uno haya demostrado en las 12 variables socioeconómicas seleccionadas en el cuadro 3.1. Acorde al empeoramiento de las condiciones socioeconómicas en los hogares, estos tendrán una vulnerabilidad baja a media y alta vulnerabilidad social:

El tamaño de los intervalos de cada categoría se determinó de la siguiente manera:

$$\text{Tamaño de intervalo (TI)} = \frac{\text{Valor máximo (vM)} - \text{valor mínimo (vm)}}{3}$$

Los valores de los intervalos se clasificaron en un cuadro como el siguiente:

Cuadro 3.4 Cálculo de intervalos de las categorías IVS

Vulnerabilidad social	Intervalos de las categorías	
Baja	Vm	
Media	vm+TI	Vm + (TI+TI)
Alta		vM

Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH, 2012.

Una vez que se dispuso de tales categorías para el indicador de vulnerabilidad, se identificaron los hogares encuestados que caían en cada una de las mismas.

#### *Selección del caso de estudio*

Con base en los resultados demostrados por el indicador global de vulnerabilidad social se eligió a la delegación que representa el mayor porcentaje de hogares con vulnerabilidad social alta, para el estudio del deterioro histórico y prospectivo de su ingreso y salud a causa de la disminución del suministro (desarrollado en el capítulo IV). Posteriormente se analizaron numéricamente los componentes de vulnerabilidad social de esta delegación, para el caso de la exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa.

A continuación se muestran los resultados de la metodología planteada.

### 3.2 Análisis de vulnerabilidad social en el Distrito Federal

Como se desarrolló en el capítulo II, la disminución histórica del suministro de agua en el Distrito Federal es un problema complejo y multifactorial que se ha configurado a partir de las tendencias adoptadas por estresores, tales como el crecimiento poblacional, el modelo de aprovechamiento y el cambio climático, entre otros.

Esta mengua hídrica representa una perturbación histórica y futura sobre diversos activos de los hogares en el DF, como lo es el ingreso y la salud. Sin embargo, como se ampliará más adelante, los daños de la reducción del suministro son heterogéneos en la medida en que los diferentes segmentos de la población están expuestos de manera diferenciada, y además, estos tienen distintos niveles de sensibilidad y de capacidad adaptativa.

Es por esto que, tal como se explicó en el capítulo I, la vulnerabilidad social<sup>56</sup> de las personas y sus hogares tiene un papel preponderante entre la perturbación y su incidencia neta sobre ellos, ya que puede potenciarla o bien, restringirla. En el Distrito Federal, no toda la población es vulnerable a la falta de agua, y quienes sí lo son, se encuentran en diferentes entornos de vulnerabilidad social, dado que los factores que la componen son heterogéneos entre las personas, los hogares y los territorios.

#### 3.2.1 Importancia individual de las variables socioeconómicas

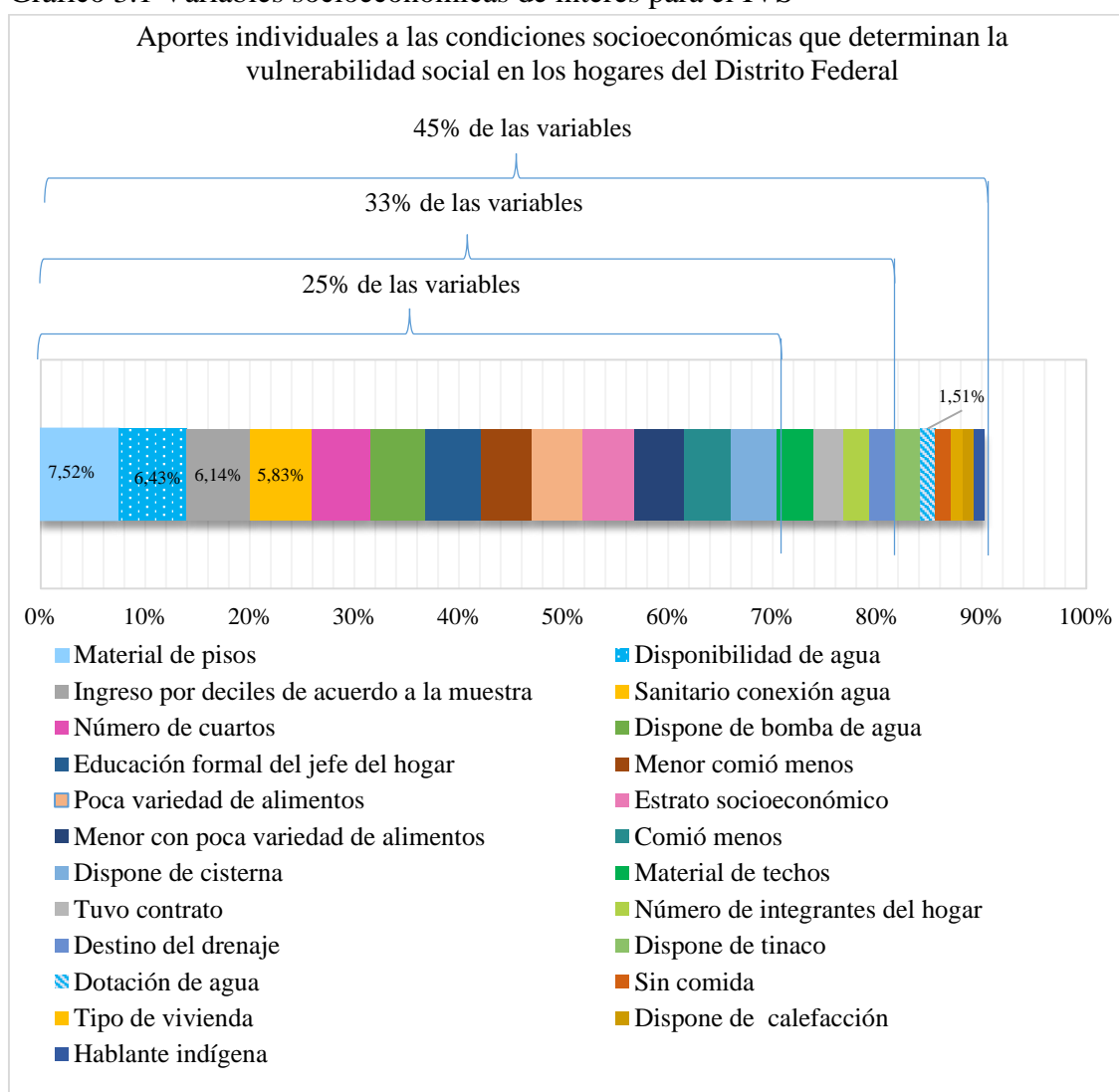
La vulnerabilidad social de los hogares en el Distrito Federal es un fenómeno complejo en el cual intervienen un número importante de factores socioeconómicos, sin embargo algunos de ellos contribuyen en mayor medida que otros. De acuerdo a la inspección inicial sobre las 51 variables socioeconómicas propuestas para la etapa 1, por medio de la obtención de la matriz de varianzas (Anexo vi), puede apreciarse en el gráfico 3.1 que tan sólo en 13 variables (25%) explican 70 por ciento de la información total relacionada con las debilidades sociales y económicas de los hogares, mismas que articulan parte importante de la vulnerabilidad social.

---

<sup>56</sup> Como se señaló en el capítulo I, se entenderá por vulnerabilidad social como la susceptibilidad de la población a sufrir daños en su salud e ingreso por efecto de descensos en el suministro de agua, como consecuencia de las tendencias de aprovechamiento hidráulico, dinámicas poblacionales y agudizamiento del cambio climático.

Al mismo tiempo, 17 de ellas (33%) explican 82 por ciento del comportamiento de las debilidades socioeconómicas, mientras que menos de la mitad de las variables (45%) ostentan la información que explica 90 por ciento de la variación total de los datos socioeconómicos de los hogares. Estos porcentajes revelan que la información se distribuye con parsimonia, es decir que, a pesar de ser multifactorial, el fenómeno de vulnerabilidad social a la falta de agua puede caracterizarse e interpretarse con un pequeño grupo de variables.

Gráfico 3.1 Variables socioeconómicas de interés para el IVS



Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH, 2012.

Las variables que explican este 90 por ciento de la variación total de los datos corresponden a las tres dimensiones de la vulnerabilidad social. La variable de mayor relevancia es el tipo de piso de las viviendas, la cual pertenece a la sensibilidad. La relevancia de esta variable coincide con la preponderancia que diversas organizaciones,



como el Consejo de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval, 2014), le atribuyen al utilizarlo en diversas mediciones sobre la carencia, rezago, marginación y pobreza multidimensional.

El tipo de material con el que está hecho el piso de una vivienda es quizá el signo más evidente de la precariedad en la vida de una familia y de su comunidad, pues es una carencia crítica en la calidad de las viviendas y pertenece a los primeros aspectos que se atienden al construir y equipar una vivienda (DNP, 2007). La desatención en la calidad del piso de la vivienda representa un vector importante para la transmisión de enfermedades, como el mal de Chagas<sup>57</sup>, paludismo y enfermedades diarreicas agudas, entre otras (OMS, 2009).

Dicha variable pertenece a un grupo más amplio de factores que construyen el perfil de la sensibilidad de las familias y que también determinan parte importante del contexto de vulnerabilidad, tal como las características estructurales de una vivienda (número de cuartos, material de los techos) y al equipamiento de la misma asociado con el manejo del agua (bomba de agua, cisterna, tinacos).

A estos atributos tangibles se les suman los familiares, como el número de integrantes, así como los intangibles, como la condición étnica, que determinan aspectos relevantes para la construcción o bien, flaqueza de capacidades que regulan la sensibilidad de los hogares ante eventos adversos, como la falta de agua.

El segundo elemento que resultó preponderante en las condiciones socioeconómicas de los hogares es la disponibilidad de agua, la cual explica 6,5 por ciento del total del comportamiento socioeconómico de los hogares. Esta variable es un aspecto fundamental para el entendimiento de las formas en que los hogares están expuestos a la disminución hídrica y el grado en que pueden ser afectados. De acuerdo con los resultados, el acceso a la red de abastecimiento es aún más importante que el ingreso familiar para explicar las condiciones generales de vulnerabilidad en los hogares del DF, lo que resalta la relevancia de la dimensión hídrica para todos los aspectos sociales y económicos de los hogares en el contexto urbano.

---

<sup>57</sup> El Chagas es causado por un parásito transportado en las heces del *Triatoma Dimidiata*, un tipo de chinche, que al entrar al torrente sanguíneo, se aloja en los órganos del cuerpo, especialmente en el corazón que con el tiempo genera insuficiencias cardíacas (OMS, 2014b). En el Distrito Federal esta enfermedad tuvo una incidencia de 7 defunciones de 2007 a 2013, y 22 hospitalizaciones durante 2013 (SINAIS, 2014).

Asimismo, aunque con menor peso, la dotación de agua, que refiere a la frecuencia de abastecimiento en los hogares, también se localiza dentro del primer tercio de variables con mayor relevancia en la explicación de las características socioeconómicas de los hogares en el DF. La aportación relativamente marginal de la dotación de agua a la modulación de la vulnerabilidad social, en comparación con la disponibilidad de agua, se debe a que se vincula con factores externos al resto de las variables consideradas, por ejemplo, factores medioambientales, de presión poblacional, regulaciones legales, debilidades en la infraestructura, decisiones humanas sobre abastecimiento de agua, dimensiones por más externas a los atributos individuales de los hogares y de las personas.

Resulta relevante que, a pesar de solo considerarse dos variables en materia de disponibilidad y dotación de agua, ambas aparecen en el grupo de mayor importancia, explicando 8 por ciento de las variaciones totales de los atributos socioeconómicos. También en materia hídrica, el servicio de drenaje representa un aspecto fundamental en las condiciones de vida, explicando 2,43 por ciento de la variación de los datos. Los resultados antes expuestos confirman empíricamente que el acceso a las redes públicas de agua potable y drenaje es un factor clave que determina y se vincula con las condiciones de vulnerabilidad observadas en las personas, los hogares y las viviendas.

El tercer elemento de mayor importancia es el decil de ingreso, mismo que también tiene fuerte influencia en la mejora de capacidad adaptativa y en el acotamiento de la vulnerabilidad social. La construcción de capacidades de adaptación en los hogares del DF, de acuerdo con los resultados, se basa además en aspectos asociados a la educación del jefe de familia, la calidad del empleo y los niveles de salud de los integrantes, en su nivel básico, que consiste en la alimentación.

Las variables antes discutidas contribuyen en mayor cuantía a las condiciones adversas o favorables que posicionan los hogares del Distrito Federal en diversos niveles de vulnerabilidad social. Ahora bien, para brindar la especificidad hídrica que se requiere, a continuación se estudia la forma en que las variables de sensibilidad y capacidad adaptativa se interrelacionan con las variables hídricas que representan la exposición a la carencia de agua. Este análisis se llevó a cabo con base en la disección de la matriz de correlación de las 51 variables.

Precisamente, el tercer producto obtenido del análisis de CPC empleando SPSS fue la matriz de correlación, en la cual se expresa el grado de relación que se mantiene entre cada una de las variables, y cuyo valor de la diagonal principal adquiere el valor de 1 en cada uno de los escalares, debido a que estos simbolizan las correlación de cada variable consigo misma (Anexo vii). La ventaja de obtener esta matriz mediante el análisis de CPC es que maximiza los valores de las correlaciones y pueden apreciarse con mayor facilidad las asociaciones entre cada par de variables.

### 3.2.2 La dimensión hídrica de la vulnerabilidad social

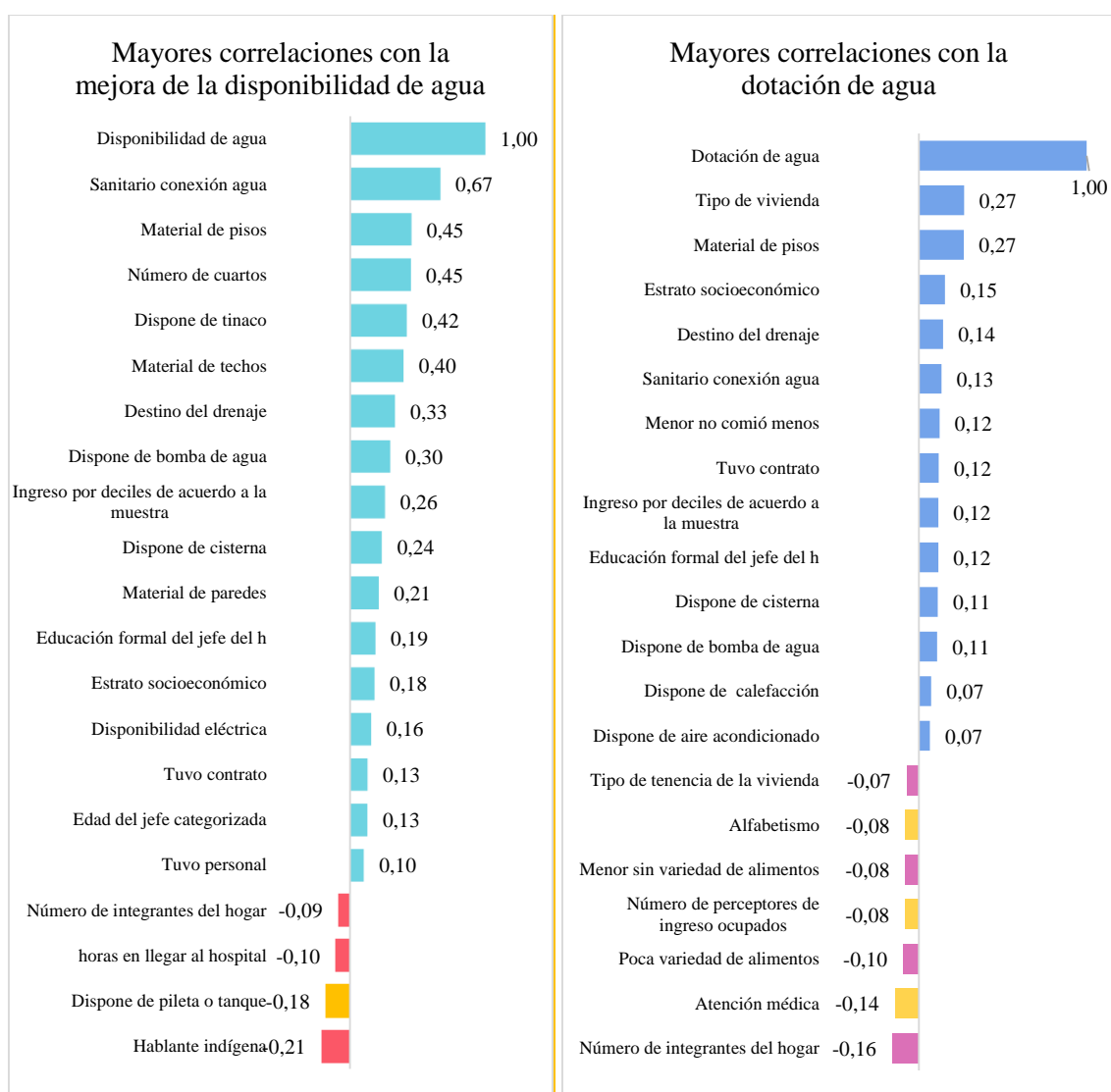
Como se señaló, las variables de disponibilidad y dotación de agua, que se refieren a la conexión con la red de suministro de agua y la frecuencia de abastecimiento, respectivamente, fueron utilizadas como ejes para conocer la importancia de las variables que componen la sensibilidad y la capacidad adaptativa sobre la vulnerabilidad en su dimensión hídrica. En este sentido, se tomaron en cuenta los vectores de correlación de tales variables, que contienen la información de cómo se asocian con el resto de variables y fueron ordenados de menor a mayor<sup>58</sup>.

Puede constatar en los gráficos 3.2 y 3.3 en el DF, que el acceso tanto al servicio público de drenaje y energía eléctrica, como a bienes tangibles como material de los pisos, también tiene un papel relevante en la dimensión hídrica de la vulnerabilidad, pues este acceso varía de forma cercana y en el mismo sentido con el ascenso en la disponibilidad y suministro de agua. Esto significa que en la medida en que mejoran las condiciones de acceso a la red y la frecuencia del suministro entre las familias, también lo hacen otros servicios y las características de las viviendas.

---

<sup>58</sup> Algunas de las categorías asignadas por el INEGI para cada variable no están ordenadas positivamente al sentido de la vulnerabilidad (es decir que en algunas de las variables, en la medida en que sus categorías van adquiriendo un valor más alto, las condiciones de los hogares empeoran, y en otras variables al ocurrir esto, las condiciones de los hogares mejoran). Con fines de simplificación, para las correlaciones de disponibilidad y el suministro con el resto se procedió a expresarlas en términos de su mejora, es decir, ¿Cómo varía cada variable analizada cuando la “disponibilidad de agua” y “suministro de agua” mejoran respectivamente? Asimismo la variable “tiene excusado” no pudo integrarse al análisis de CPC a causa de que mostraba una varianza igual a cero.

Gráficos 3.2 Correlación con disponibilidad de agua 3.3 Correlación dotación de agua



Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH 2012. Aparentes inconsistencias

En este sentido, el equipamiento del hogar destinado al almacenamiento de agua está intensamente vinculado de forma positiva con la disponibilidad y la dotación de agua, con resultados en la modulación de la vulnerabilidad social. Otros aspectos relacionados positivamente con la disponibilidad de agua son las variaciones en el ingreso familiar, la educación, la calidad del empleo, componentes que como se ha visto, suelen ser clave de la capacidad de respuesta y adaptación de las familias ante estresores como la escasez de agua. El estatus étnico y las horas en llegar al hospital presentan correlaciones menos fuertes y negativos con la disponibilidad de agua.

La forma en que los hogares acceden a la red de abastecimiento público, medida por la variable “disponibilidad”, mantiene una mayor relación con variables referidas a características de la vivienda, sobre todo en materia de equipamiento general y para la reserva de agua, que la frecuencia de suministro, expresada en la variable “dotación”. Esto se debe a que la disponibilidad tiene más elementos compartidos con la vulnerabilidad general que el suministro, mismo que depende de factores ajenos a los atributos de los hogares.

En el DF, las personas con adecuadas condiciones de bienestar también disfrutaban de un suministro de agua frecuente. Por el contrario, las personas que no disfrutaban de agua suelen ser también quienes padecen de problemas en su alimentación, educación y empleo.

Finalmente, el grado de correspondencia entre la disponibilidad y la dotación de agua es de 0,064, una afinidad relativamente pequeña, lo que indica que el acceso a la red pública no necesariamente significa que se tendrá una alta frecuencia en el suministro de agua potable.

En alusión con las aparentes inconsistencias o resultados no esperados en algunos signos de las correlaciones, podrían tener que ver en alguna proporción con atributos sociales y económicos ocultos, como la propiedad de la vivienda, el tamaño y el ingreso en el hogar. Otra parte de explicación se encuentra en el ámbito de la naturaleza y distribución de sus datos. Una explicación más fina se encuentra en el Anexo v.

### 3.2.3 Variables de mayor aporte para la vulnerabilidad social a nivel DF

De las 51 variables identificadas como potencialmente útiles en la ENIGH (2012) para la explicación de la vulnerabilidad social, se reconocieron 12 variables que en su conjunto explican 55 por ciento del comportamiento de las condiciones socioeconómicas de los hogares y que ostentan las mayores correlaciones positivas con las variables hídricas de disponibilidad y suministro (ver criterio en esquema 3.2). La correlación mínima que se observa en las variables finalmente seleccionadas es 0,06, que precisamente es el vínculo entre la variable “disponibilidad de agua”, que se refiere al acceso a infraestructura, y la variable “dotación de agua” que involucra la frecuencia del suministro.

Cuadro 3.5 Variables que explican la vulnerabilidad social por componente

Componentes de la vulnerabilidad	VARIABLES	% Varianza explicada	% Correlación con la mejora en la disponibilidad	% Correlación con la mejora del suministro
Sensibilidad	Disponibilidad de agua	6,4	1,00	0,06
	Dotación de agua	1,5	0,06	1,00
	Material de pisos	7,5	0,45	0,27
	Sanitario conexión agua	5,8	0,67	0,13
	Dispone de bomba de agua	5,3	0,30	0,11
	Dispone de cisterna	4,4	0,24	0,11
	Menor número de integrantes	2,5	0,09	0,16
	Destino del drenaje	2,4	0,33	0,14
Capacidad adaptativa	Ingreso por deciles muestrales	6,1	0,26	0,12
	Educación del jefe del hogar	5,2	0,19	0,12
	Estrato socioeconómico	4,9	0,18	0,15
	Tuvo contrato	2,9	0,13	0,12
% Total de varianza explicada		55%		

Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH, 2012.

Las variables de mayor participación sobre la sensibilidad se refieren a condiciones físicas del hogar como el tipo de piso, el equipamiento para almacenar agua, el servicio de agua y drenaje, así como a una condición social correspondiente al número de integrantes del hogar. Las variables socioeconómicas que se asocian con la capacidad adaptativa de los hogares con mayor peso en la explicación de las variaciones socioeconómicas habituales son el decil de ingreso, la educación y la calidad del empleo.

### 3.2.4 Indicador de Vulnerabilidad Social

Con base en las variables socioeconómicas relevantes de los hogares del DF, y con miras a reconocer la delegación de mayor vulnerabilidad social en materia hídrica, se estimó un indicador de vulnerabilidad social por hogar IVS<sup>59</sup>. Los valores finalmente obtenidos del indicador tienen un rango de -1,30 a 0,24, cuyo tamaño de cada intervalo es de 0,51 (cuya forma de cálculo se mostró en el cuadro 3.4), con los cuales se plantearon las siguientes categorías de vulnerabilidad social.

<sup>59</sup> Los ponderadores individuales fueron los porcentajes de varianza que explican cada una de las 12 variables. Las tablas de cálculo y los resultados se encuentran en el cuadro 3.3 y en el Anexo viii.

Cuadro 3.6 Valores de los intervalos del IVS

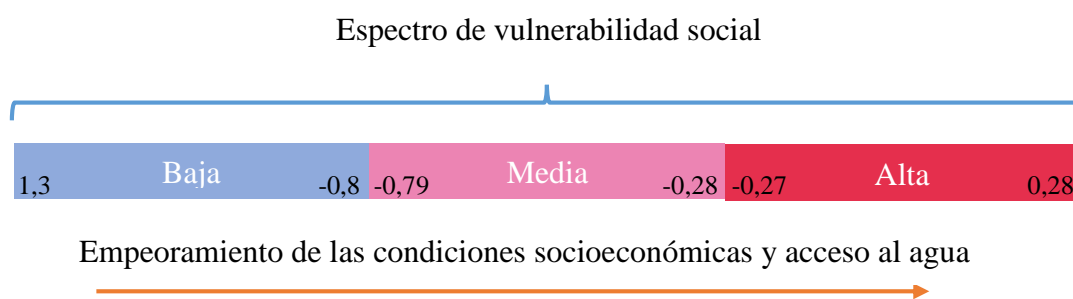
Vulnerabilidad social	Intervalos de las categorías del indicador	
Baja	-1,30	-0,80
Media	-0,79	-0,28
Alta	-0,27	0,24

Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH, 2012.

Es relevante destacar que, debido a que este indicador se construye con variables que representan características cualitativas, el valor absoluto del mismo no contiene un significado numérico exacto. El poder del indicador radica en que puede ser utilizado para realizar clasificaciones y comparaciones entre hogares a nivel delegación, de acuerdo a los valores que presenten.

Los valores que adopten los hogares y su correspondiente clasificación en estratos de vulnerabilidad social baja, media o alta, responden al desempeño que tengan en sus componentes de vulnerabilidad, es decir, en: su exposición a la disminución del agua potable expresada en el acceso o falta del mismo al suministro de agua; en su sensibilidad, concerniente a aspectos de estructura y equipamiento de las viviendas para acopiar agua; y en su capacidad adaptativa relacionada con el ingreso, estrato socioeconómico, educación y calidad del empleo. Conforme la combinación de estos componentes empeora entre los hogares, estos se trasladan en el espectro de la clasificación de baja a media y alta vulnerabilidad social:

Figura 4.1. Relación IVS y condiciones socioeconómicas

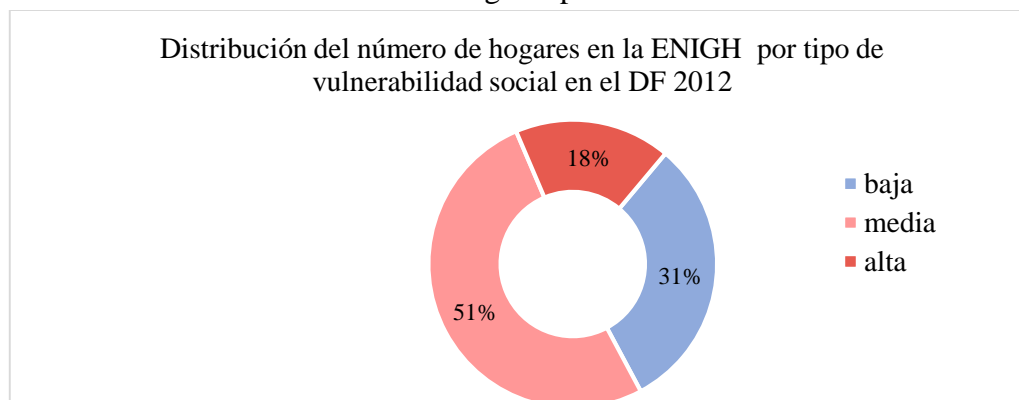


Una vez que se dispuso de tales categorías, se clasificaron los hogares con información disponible en la ENIGH (2012) en cada una de las mismas de acuerdo al valor de su indicador de vulnerabilidad. Cada uno de los hogares es una combinación particular de condiciones socioeconómicas y de acceso al líquido, sobre todo respecto a las variables de sensibilidad asociadas al equipamiento para acopio de agua.

De entre los resultados se averiguó que 31 por ciento de los hogares en el DF posee una vulnerabilidad social baja, es decir que, aunque es un grupo de hogares heterogéneo, tienen pocas preocupaciones por la falta de agua dado el equipamiento en la vivienda y los niveles de salud, educación, empleo e ingreso de los integrantes del hogar. Asimismo 51 por ciento de los hogares se catalogan con una vulnerabilidad social media, lo que significa que manifiestan algunos problemas de acceso y frecuencia de suministro acompañados con diversas limitantes socioeconómicas como los años de estudio del jefe de familia, su ingreso y las peculiaridades de la vivienda.

Finalmente, 18 por ciento de los hogares en el DF tienen una alta vulnerabilidad social. Este grupo de hogares destaca por tener mayores dificultades para acceder a la red de abastecimiento y recibir agua diariamente, además de que en la mayoría de los indicadores de vivienda, educación, salud, ingreso y número de integrantes presentan un desempeño deficiente, que los posiciona en las condiciones más vulnerables para enfrentar mayores presiones, como la escasez hídrica.

Gráfico 3.4 Distribución de hogares por IVS



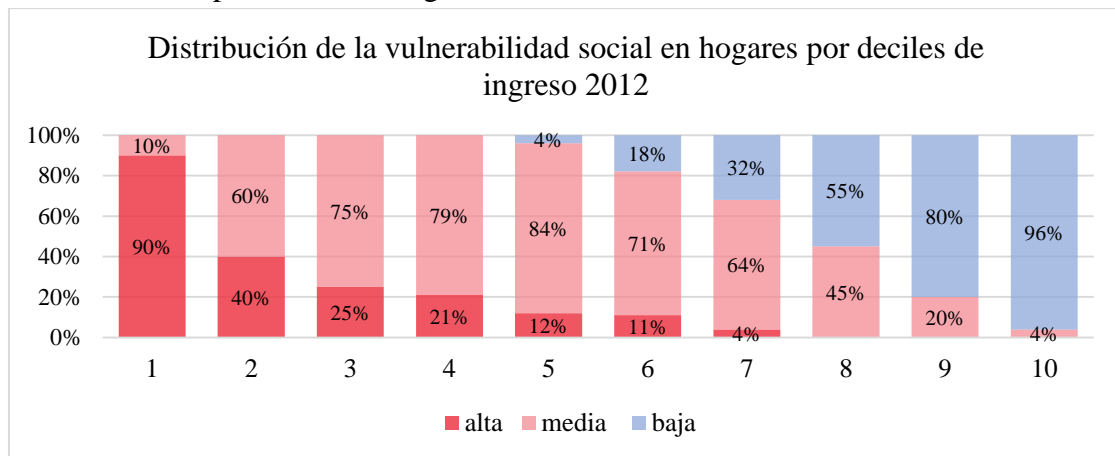
Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH, 2012.

Los niveles de vulnerabilidad social se distribuyen asimétricamente entre la población, de forma aproximada a la riqueza en los hogares. Como puede verse, 90 por ciento de hogares<sup>60</sup> del decil 1 tiene una alta vulnerabilidad social a la falta de agua y el resto una vulnerabilidad media. Conforme se avanza en los deciles de ingreso, las condiciones de vulnerabilidad social van mejorando, puesto que decrecen las vulnerabilidades altas y medias. Ninguna de las familias de deciles más altos correspondientes a 8, 9 y 10 denota signos de vulnerabilidad alta.

<sup>60</sup>Con valores validos en las variables que componen la vulnerabilidad social (es decir, sin valores perdidos en ninguna de las 12 variables).



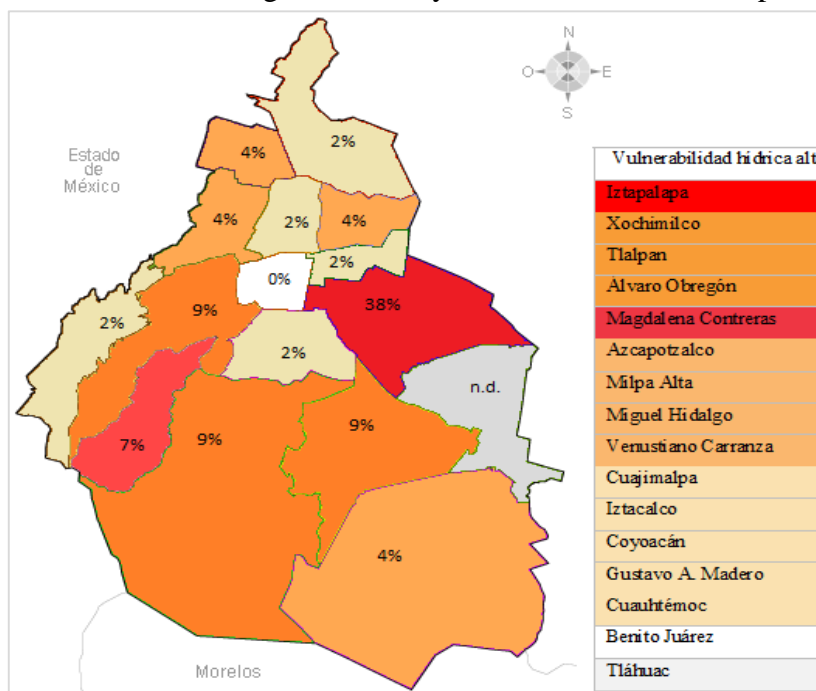
Gráfico 3.5 IVS por deciles de ingreso



Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH, 2012.

En el decil más alto, en el que concentra 32 por ciento del ingreso total de las familias en el DF y casi 3 veces más que el decil más bajo (ENIGH, 2012), solo 4 por ciento de los hogares poseen una vulnerabilidad considerada como media y 96 por ciento poseen baja vulnerabilidad, ya que cuentan con características de su vivienda y de los integrantes de la familia que les permiten no tener grandes preocupaciones en materia de abasto hídrico. Respecto a la vulnerabilidad social alta, los hogares con este nivel de susceptibilidad hídrico se distribuyen territorialmente de la siguiente manera:

Mapa 3.1 Distribución de los hogares con mayor vulnerabilidad social por delegación



Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH, 2012.

\*no se dispone información de Tláhuac para este año.

Como se aprecia en el mapa 3.1, los hogares con alta vulnerabilidad social se distribuyen a lo largo de 14 de las 16 delegaciones. El caso que resalta como el más crítico es la delegación Iztapalapa, puesto que dicha demarcación ostenta el porcentaje más elevado de este tipo de hogares, con 38 por ciento de los mismos, superando en más de cuatro veces el porcentaje de hogares más vulnerables concentrados en las otras delegaciones, como Tlalpan o Xochimilco.

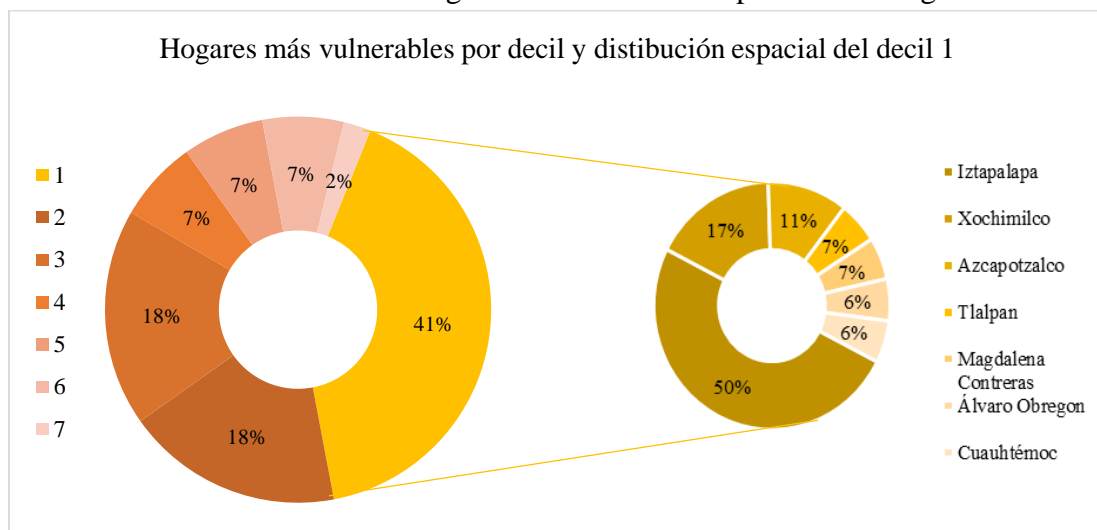
Las delegaciones con hogares con características socioeconómicas más adversas, después de Iztapalapa, son Tlalpan, Xochimilco y Álvaro Obregón, delegaciones que coinciden con los consumos hídricos y el suministro más bajos a nivel entidad, tal como se mostró en la sección 2.4 del capítulo II.

Milpa Alta tiene una muestra relativamente pequeña de hogares en la ENIGH (2012) con sus observaciones completas en todas las variables de vulnerabilidad, por lo que podrían no estar representados todos los hogares y sus características. Para el caso de Tláhuac, aunque no se dispone de datos de ese año, comparte características territoriales, urbanas y socioeconómicas similares con Milpa Alta, Tlalpan y Xochimilco, por lo que la información de estas delegaciones puede tomarse como un aproximado del desempeño de la vulnerabilidad en esta demarcación.

Por su parte, delegaciones céntricas como Venustiano Carranza y Cuauhtémoc no disponen de un número importante de hogares que demuestren indicios de vulnerabilidad social alta, e incluso, en Benito Juárez ninguno de los hogares con información socioeconómica disponible presenta una vulnerabilidad alta.

Ahora bien, si se considera la distribución territorial de vulnerabilidad alta por deciles de ingreso puede verse que 77 por ciento de los hogares con alta vulnerabilidad se encuentran en los tres primeros deciles de menores ingresos (gráfico 3.6), mientras que los tres deciles más altos no figuran en esta categoría. En cuanto al decil más bajo, este se distribuye en su gran mayoría al oriente y sur de la ciudad, en las delegaciones Iztapalapa y Xochimilco, y de forma marginal, en el resto del territorio. Puede verse de nueva cuenta que es Iztapalapa donde se localizan, no solo los hogares más vulnerables hídricamente, sino también, los de menores entradas monetarias.

Gráfico 3.6 Distribución de los hogares más vulnerables por decil de ingresos



Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH, 2012.

### 3.3 Caso de estudio. La delegación Iztapalapa

Con base en los resultados demostrados por el indicador global de vulnerabilidad social se eligió a la delegación Iztapalapa, para estudiar el caso más grave de deterioro histórico y prospectivo del ingreso y salud en los hogares a causa de la disminución del suministro de agua. Esta delegación no solo es el caso con el mayor porcentaje de hogares más vulnerables en materia de agua, sino también, como se mostró en la sección 2.4 del capítulo II, se encuentra en el grupo de las delegaciones con problemas más agudas de dotación de agua potable.

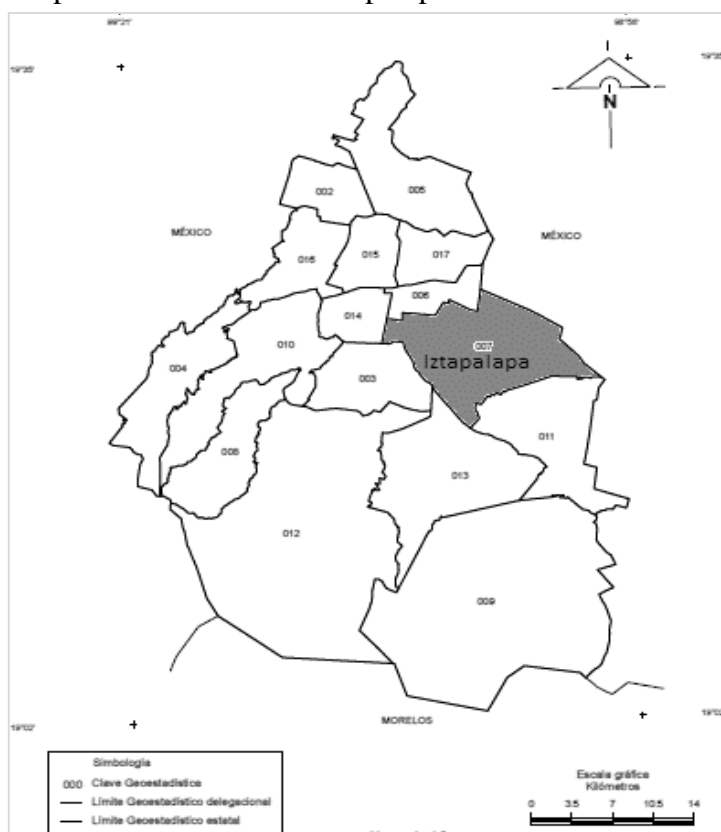
La selección de Iztapalapa también se basa en que constituye un ejemplo por excelencia del alcance de los problemas de abasto hídrico que pueden alcanzar el resto de las delegaciones, de continuarse con las prácticas de sobreexplotación, aprovechamiento y distribución del líquido como hasta ahora.

Para comprender la severidad del problema hídrico y de sus efectos en esta delegación es necesario que se analicen las condiciones particulares de su población que potencian su vulnerabilidad a la reducción del suministro de agua, en términos de su exposición a la insuficiencia hídrica, así como de sus características socioeconómicas que figuran como elementos explicativos de su sensibilidad y capacidad adaptativa.

### 3.3.1 Generalidades socioeconómicas en Iztapalapa

La delegación Iztapalapa se ubica al oriente de la ciudad a una altura promedio de 2240 msnm, colinda al norte con Iztacalco, al sur con Xochimilco y Tláhuac, al poniente con Coyoacán y confluye al oriente con el Estado de México (Inafed, 2010). Iztapalapa es el municipio (delegación) más poblado del país, pues ostenta en 7,5 por ciento del territorio de la entidad a 21 por ciento de su población, es decir, 1 815 786 habitantes compuestos en 453 752 hogares<sup>61</sup> (Inegi, 2010). Su magnitud poblacional es tan importante que, de cada 10 personas que habitan el DF, dos son de Iztapalapa.

Mapa 3.2 Ubicación de Iztapalapa



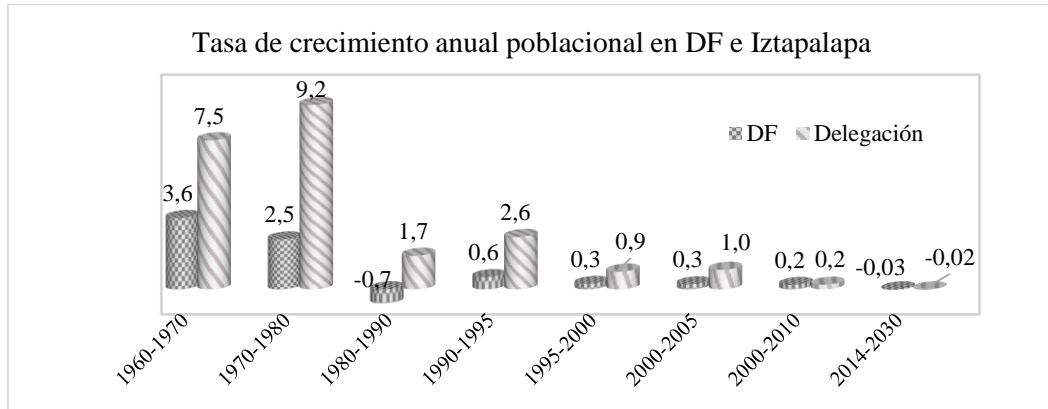
Fuente: Adaptado de INEGI, 2010b.

La demarcación ha destacado durante su historia reciente por su alto dinamismo poblacional, con tasas de crecimiento absolutas que alcanzaron cifras de dos dígitos (18,1 y 18,9%) para las décadas de los ochenta y noventa, mientras que a nivel entidad no alcanzaron tasas mayores a 4,5 por ciento (*Ídem*).

<sup>61</sup> Los cuales coinciden con el total de viviendas particulares habitadas (Inegi, 2010).

El crecimiento anual de la demarcación ha superado por décadas el desempeñado en todo el DF, tal como muestra el gráfico 3.7. Estas tasas se explican a que este territorio fue el principal receptor de población migrante con baja capacidad adquisitiva, proveniente del interior del país, que iba en busca de mejores satisfactores urbanos y que dio lugar a una urbanización acelerada y anárquica (GDF, 2008).

Gráfico 3.7 Crecimiento histórico de la población en el DF y en Iztapalapa

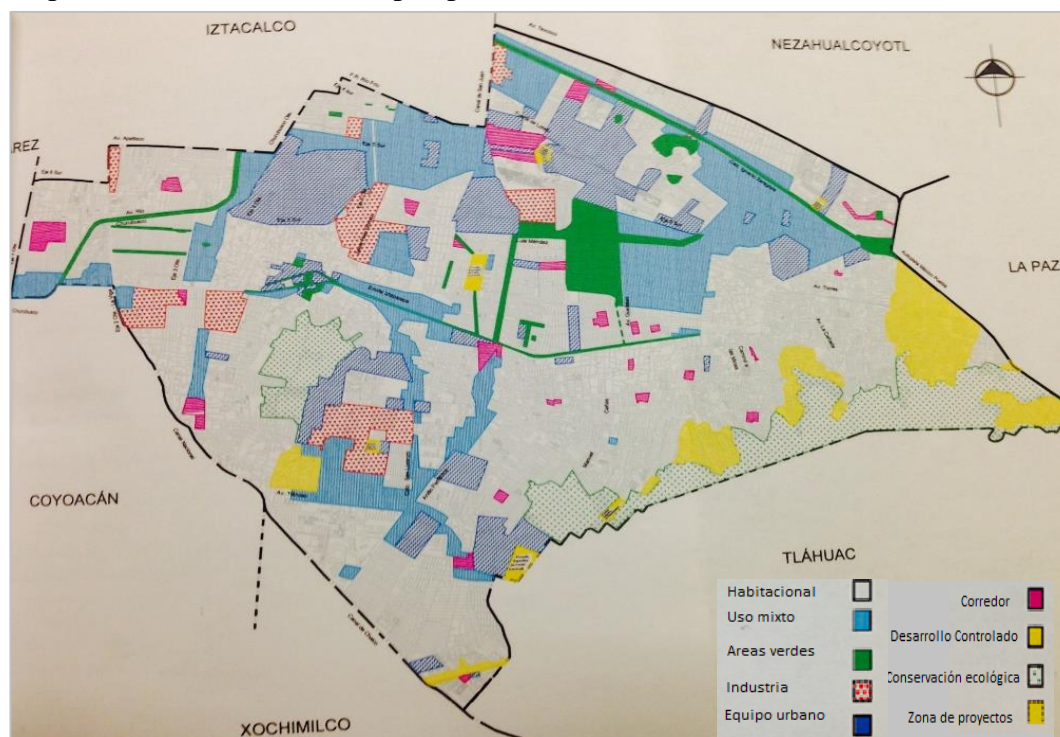


Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, varios años; Conapo, 2010.

Para la década de los 80 la tasa de crecimiento acumulada de la entidad fue de -6,7 por ciento, explicada en gran medida por la ocurrencia del terremoto de 1985 en la Ciudad de México. Este desastre también explica parte del despoblamiento en las delegaciones céntricas y el crecimiento en Iztapalapa por el desplazamiento de innumerables familias a conjuntos habitacionales construidos en la delegación, muchos de ellos ubicados en asentamientos irregulares (Jefatura de Gobierno, 2008).

Durante la última década (2000-2010) el crecimiento de la población en Iztapalapa se ha estabilizado a niveles similares que en toda la entidad. La población se encuentra asentada en 79,8 por ciento del territorio delegacional, que es destinado exclusivamente para uso habitacional y habitacional mixto. El restante 12,8 por ciento del suelo es cubierto por equipamiento urbano, espacios abiertos y deportivos, y el otro 7,4 por ciento se destina para la conservación ecológica (mapa 3.3) (Sedeco, 2005).

### Mapa 3.3 Uso de suelo en Iztapalapa



Fuente: Tomado de GDF-DGCOH, 2008.

El territorio delegacional ha venido demostrando signos de consolidación en su estructura urbana. Desde hace 17 años y confirmado en 2007, el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Iztapalapa (Presidencia, 1997) señalaba que, aunque con fuertes deficiencias en servicios y equipamiento urbano, la delegación había alcanzado prácticamente sus límites de crecimiento demográfico, se encontraba en etapa de consolidación y contaba ya con poca reserva territorial para la ocupación humana (GDF-DGCOH, 2008).

Actualmente Iztapalapa es la delegación con mayor densidad poblacional a nivel DF y nacional, y de hecho se ha vuelto un objetivo de la política social “consolidar el espacio construido, evitando el crecimiento desmedido de la zona urbana, utilizando como estrategia programática la reducción de población... (E incentivando) la protección del suelo de conservación” (GDF, 2008: p. 69) con estrategias de ejecución en la mayoría de los casos dirigidas a cumplirse en el corto plazo.

La información acerca de la estabilización del crecimiento y la consolidación del espacio urbano desde hace 17 años permite considerar que en el corto plazo, al menos durante la siguiente década y media, es probable que no haya cambios estructurales significativos en las magnitudes poblacionales ni en la configuración de problemáticas urbanas en la

delegación. Esto es relevante en términos de que ofrece mayor confiabilidad en la elaboración de los pronósticos que más adelante se abordarán.

Según el Programa Delegacional de Desarrollo (Delegación Iztapalapa, 2010), en 20 años Iztapalapa pasará por un proceso de crecimiento marginal y eventualmente por un decrecimiento de la población. Se estima que para 2030 su población sea de 1,75 millones de habitantes, que representa un decrecimiento en 3,18 por ciento respecto al 2013 y una tasa anual de -0,03 por ciento, aunque a una velocidad menor en 2 puntos porcentuales que el promedio del Distrito Federal (Conapo, 2010).

Por otra parte, el acelerado crecimiento poblacional y urbano de la delegación observado en décadas anteriores contribuyó a una tendencia de ocupación irregular sobre suelos de conservación, como lo son la Sierra de Santa Catarina y el Cerro de la Estrella, además del establecimiento de asentamientos sobre superficies con pendientes pronunciadas, o inestables y cavernosas con riesgos de subsidencia del terreno, fractura del subsuelo y zonas susceptibles a inundaciones (GDF-delegación Iztapalapa, 2011).

Este fenómeno poblacional y urbano también está asociado a que la delegación padezca una desigual asignación de recursos, de entre ellos los hídricos, respecto a las otras delegaciones con problemáticas menos graves (Jefatura de Gobierno, 2008) y aun dentro de ella, entre sus barrios y colonias que sufren rezago, marginación urbana y déficits en los servicios (Iztapalapa.df, 2013).

Las asimetrías sociales que sufre Iztapalapa respecto a las otras delegaciones cubren casi todas las dimensiones. El cuadro 3.7 resume algunas de estas dimensiones como la salud, la educación, el empleo, las remuneraciones y la ocurrencia de pobreza, cuyas carencias en Iztapalapa superan los porcentajes reportados para todo el Distrito Federal.

Cuadro 3.7 Indicadores sociales seleccionados de Iztapalapa respecto al DF

Porcentaje de población					
	Salud		Educación		
	Con derecho-habiciencia	Sin derecho-habiciencia	Analfabeta con 12 años o más	Con educación superior	Promedio de años de escolaridad
Iztapalapa	60%	40%	2,6%	17%	9,6
DF	64%	36%	2,0%	26%	10,5
	Empleo		Por tipo de ocupación*		Ingreso promedio per cápita
	Población ocupada como porcentaje de la PEA	Población desempleada como porcentaje de la PEA	Obreros, empleados, jornaleros, peones o ayudantes	Patrones, trabajadores por cuenta propia y trabajadores sin pago	PIB per cápita anual 2005 (pesos constantes 2011=100)

Iztapalapa	94,9%	5,1%	69%	28%	\$89 863
DF	95,2%	4,8%	70%	27%	\$130 573
Población ocupada por sector					
	Primario	Secundario	Comercio	Servicios	No especificado
Iztapalapa	0%	20%	24%	54%	1%
DF	1%	16%	21%	60%	2%
Ingreso por trabajo*					
	Hasta 1 salario mínimo (s.m.)	Más de 1 a 2 s.m.	Más de 2 y hasta 3 s.m.	Más de 3 hasta 5 S.M.	Más de 5 s.m.
Iztapalapa	9,6%	26,5%	21,3%	16,2%	20,1%
DF	8,0%	20,5%	26,5%	18,7%	15,0%
Pobreza y carencias					
	Pobreza	Pobreza extrema	Pobreza moderada		
Iztapalapa	37,4%	3,2%	34,1%		
DF	28,7%	2,2%	26,5%		

Fuente: Elaboración propia con información de CEFP, 2009; INEGI, 2010; Coneval, 2010. \*Algunos datos que no suman 100 por ciento se debe a que el porcentaje faltante es información no especificada.

En materia de servicios de salud, Iztapalapa se encuentra equipada con una capacidad instalada de 87 unidades médicas pertenecientes a la Secretaría de Salud (más Seguro Popular) (SP), Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Petróleos Mexicanos (Pemex), Secretaría de la Defensa Nacional (Sedena) y el Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF), con un promedio de 0,54 médicos<sup>62</sup> y 0,43 camas por cada mil habitantes<sup>63</sup>, que cubren los requerimientos de atención médica, tanto de consulta externa como de hospitalización, a 60 por ciento de los habitantes de Iztapalapa (Sedesa, 2012; SINAIS, 2014).

De cada mil habitantes con derecho a la atención médica, 482 son derechohabientes del IMSS, 176 tienen acceso a los servicios del ISSSTE, 2 acuden al ISSSTE estatal, 15 reciben los servicios de Pemex y Sedena, 250 tienen acceso al SP y 70 reciben atención de otras instituciones (INEGI, 2010). Respecto al Seguro Popular, es relevante mencionar que, a pesar de su inicio de operaciones en 2004, aún no ha alcanzado un impacto significativo en el cumplimiento de la cobertura universal en la delegación debido a que tiene un costo absorbido por los afiliados.

<sup>62</sup> Durante 2006 el número de médicos por cada mil habitantes era de 0,61 (Sedesa, 2006), lo que representa que para 2010 se redujeron las capacidades de atención médica que demanda la creciente población.

<sup>63</sup> Para el DF el promedio es de 0,94 médicos y 0,61 camas por cada mil habitantes (Sedesa, 2012).



Por otro lado, 40 por ciento de la población en Iztapalapa no cuenta con ningún tipo de protección institucional que le permita enfrentar padecimientos o eventualidades que dañen su salud, condicionando a este segmento a incurrir en desembolsos y endeudamientos en momentos críticos para su salud, a través del uso de 27 clínicas y sanatorios privados en la delegación<sup>64</sup>, además de consultorios privados, o bien, a no atender diversos padecimientos. El porcentaje que no dispone de ningún tipo de cobertura médica del sector público supera el promedio en todo el Distrito Federal, que asciende a 36 por ciento de la población no derechohabiente.

En el tema de educación, las condiciones de las personas que habitan en el territorio son igualmente desfavorables que en el resto de la entidad. Como se aprecia en el cuadro 3.7, 2,6 por ciento de las personas mayores a 12 años aún son analfabetas, es decir, 37 441 personas no saben ni leer ni escribir en Iztapalapa, que representa el primer lugar en analfabetismo en el Distrito Federal y el tercero a nivel país.

El promedio de años escolares cursados por la población es de 9,6 años, ligeramente inferior que el DF, y que representa contar con educación básica, pero no haber concluido el primer año escolar de educación media superior. Solo 17 por ciento de la población de la delegación que tiene educación superior mientras que en el DF es de 26 por ciento y las mujeres en la demarcación tienen un promedio de educación menor en cuatro meses que los hombres (9,4 y 9,8 años, respectivamente) (INEGI, 2010). Estos bajos niveles educativos constituyen dificultades en la obtención de un empleo seguro y remuneraciones suficientes, además de que limita las capacidades y opciones de las personas y sus familias para hacer frente, tanto a estresores, como a desastres de naturaleza diversa.

Un aproximado de 40 mil personas en edad productiva y que buscan empleo (PEA), no disponen de una ocupación que les provea una fuente de ingresos para su sustento, conformando 5 por ciento de los habitantes en la delegación. De la PEA, cerca de 70 por ciento se emplea como obreros, empleados, jornaleros, peones o ayudantes, concentrado en actividades de comercio y servicios, como el transporte, principalmente.

---

<sup>64</sup> De acuerdo a la información de los servicios médicos privados registrados en el Directorio de unidades médicas del Sector Salud (Sinais, 2014).

El ingreso que percibe 57,4 por ciento de los trabajadores que viven en Iztapalapa, es decir, 431,8 mil personas, no supera los tres salarios mínimos (sm), y 76 mil de ellas no alcanzan a percibir más allá de uno, por lo que no cuentan con garantía de disponer de un recurso monetario base que por ley tienen derecho, para cubrir sus necesidades básicas y las de sus dependientes.

Asimismo mientras una cuarta parte de población ocupada en el DF obtiene entradas monetarias de 2 a 3 sm, en la delegación el mismo porcentaje obtiene ingresos por trabajo de 1 y hasta 2 sm. Respecto a su ingreso promedio anual, expresado en PIB per cápita, una persona promedio en Iztapalapa ostenta 30 por ciento menos ingreso que una persona promedio en todo el DF.

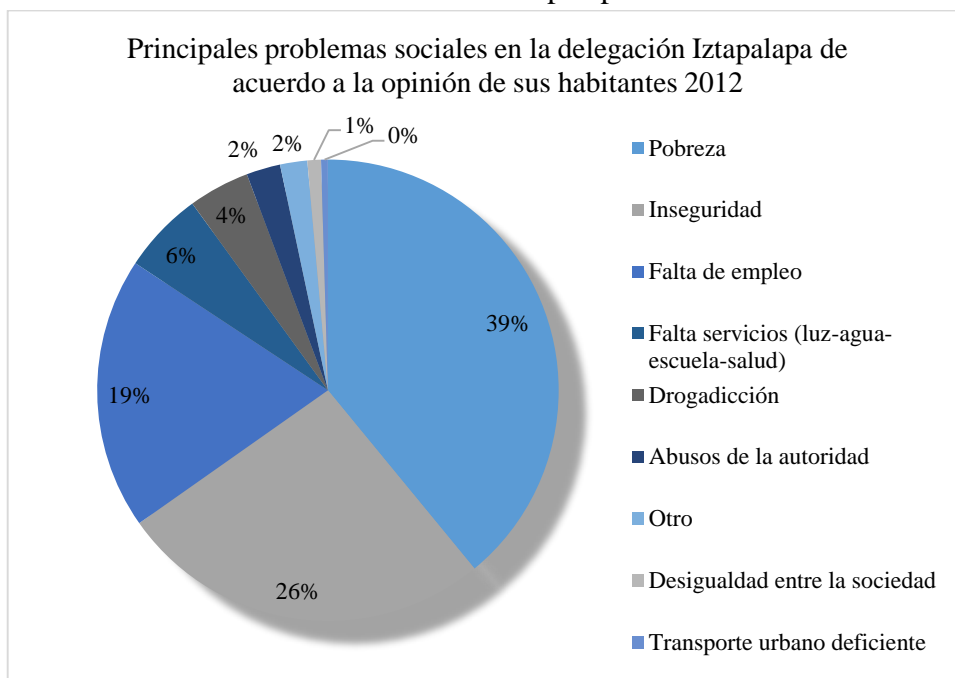
El cuadro 3.7 también despliega información sobre el estatus de pobreza de los iztapalapenses y del DF. Puede observarse con facilidad que en la delegación existen mayores concentraciones de población en situación de pobreza, tanto extrema como moderada que en toda la entidad.

Aproximadamente 678,5 mil habitantes (37%) se encuentran en situación de pobreza, de los cuales 58,8 mil padecen pobreza extrema y 619,7 mil pobreza moderada. Para estos habitantes su ingreso es insuficiente para adquirir los bienes y servicios requeridos para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias, además de que sufren al menos una carencia social (o tres de ellas para la pobreza extrema), en términos de rezago educativo, servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos y acceso a la alimentación.

Con base en la Encuesta de Percepción de la Calidad de Vida en el Distrito Federal (EPCV) (Evalúa DF, 2012), a grandes rasgos, los diez principales problemas sociales en Iztapalapa detectados por la propia comunidad son por orden de prelación: la drogadicción, inseguridad, falta de empleo y falta de servicios (entre ellos el agua), pobreza, abusos de autoridad y desigualdad social, tal como refleja el gráfico 3.8.

Como puede comprobarse, la pobreza en la delegación y la falta de empleos, correlacionados a contextos de inseguridad y drogadicción, son los problemas de mayor severidad y urgencia que aquejan a sus habitantes.

Gráfico 3.8 Problemáticas sociales en Iztapalapa



Fuente: Elaboración propia con datos de Evalúa DF, 2012.

Igualmente, la falta de servicios, públicos como el suministro de agua, luz, educación y salud, es la evaluada como uno de los principales problemas sociales de la demarcación. Efectivamente, la delegación presenta un 2,3 por ciento de viviendas con carencias en la provisión de servicios básicos así como un 8 por ciento con carencias en la calidad y en sus espacios (este último superior al porcentaje para el Distrito Federal), tal y como en el siguiente cuadro se presenta.

Cuadro 3.8 Porcentaje de hogares en Iztapalapa por tipo de carencias

Hogares con carencias		
	En servicios básicos	En calidad y espacios
Iztapalapa	2,3%	8,0%
DF	3,9%	7,6%

Fuente: Elaboración propia con información de Coneval, 2010.

De acuerdo con los criterios establecidos por la Comisión Nacional de Vivienda, se supone como población en situación de carencia por servicios básicos en la vivienda a las personas que residan en viviendas que presenten una o más de las siguientes características (Coneval, 2014):

- El agua se obtiene de un pozo, río, lago, arroyo, pipa; o bien, el agua entubada la obtienen por acarreo de otra vivienda, o de la llave pública o hidrante.

- No cuentan con servicio de drenaje, o el desagüe tiene conexión a una tubería que va a dar a un río, lago, mar, barranca o grieta.
- No disponen de energía eléctrica.
- El combustible que se usa para cocinar o calentar los alimentos es leña o carbón sin chimenea.

Con base en el Censo de población de 2010 (INEGI, 2010), Iztapalapa se compone de 453 752 viviendas particulares habitadas, de las cuales 1,7 por ciento no posee agua dentro de la vivienda ni del terreno del domicilio, 0,20 por ciento que no dispone de conexión al drenaje, 0,08 por ciento sin energía eléctrica y finalmente, 0,18 por ciento de las viviendas aun utilizan leña o carbón como combustible para cocinar.

En este sentido, el problema del servicio de agua es probable que sea percibido como un asunto de mayor gravedad de lo que demuestra la EPCV. De acuerdo a una consulta ciudadana realizada por el gobierno delegacional acerca de las preocupaciones de los iztapalapenses sobre las problemáticas estructurales en los barrios (en la que supone una mayor representatividad que la EPCV), el problema hídrico es proyectado como la principal preocupación, en relación con su calidad, cantidad, fugas y el servicio de pipas. Los siguientes problemas de mayor relevancia para los habitantes fueron la seguridad pública, el empleo y la salud, entre otros, que coinciden con la ECPV (Delegación Iztapalapa, 2010).

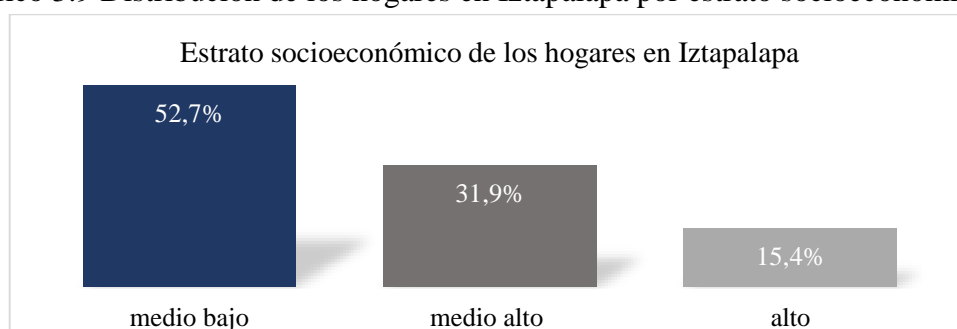
Por otra parte, la calidad y los espacios de la vivienda se basan en el criterio de población en situación de carencia por calidad y espacios de la vivienda a las personas que residan en viviendas que presenten, al menos, una de los siguientes aspectos (*Ídem*):

- El material de los pisos de la vivienda es de tierra.
- El material del techo de la vivienda es de lámina de cartón o desechos.
- El material de los muros de la vivienda es de embarro o bajareque; de carrizo, bambú o palma; de lámina de cartón, metálica o asbesto; o material de desecho.
- La razón de personas por cuarto (hacinamiento) es mayor que 2.5.

En la demarcación, 1,18 por ciento de las viviendas tienen piso de tierra (INEGI, 2010), cerca de 4,9 por ciento tienen techo construido de cartón o desechos, 1,04 por ciento tienen muros de esos materiales, diferentes al adobe y al ladrillo o concreto y 0,48 por ciento de población en condición de hacinamiento (INEGI, 2000), que posicionan a la delegación por encima del DF en carencias de calidad y espacio en las viviendas de los hogares.

En general, los hogares delegacionales pertenecen al estrato socioeconómico medio bajo, de acuerdo a ciertos aspectos socioeconómicos de las personas que las habitan, así como características físicas y el equipamiento de las mismas, siendo el estrato bajo el peor en la clasificación. Un tercio de los hogares está considerado como de estrato medio alto y solo una sexta parte es catalogado como de estrato socioeconómico alto.

Gráfico 3.9 Distribución de los hogares en Iztapalapa por estrato socioeconómico



Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH, 2012.

### 3.3.2 Vulnerabilidad social a la disminución del suministro de agua en la delegación

El contexto social y económico de la población en Iztapalapa destaca tradicionalmente por diversas carencias en los servicios públicos, principalmente el agua, y en los ámbitos de salud, empleo e ingreso, vinculados también con factores de riesgo en términos de la delincuencia y drogadicción. A nivel de hogares, las carencias radican en el acceso y calidad de los servicios públicos y de los espacios de la vivienda. Tales debilidades socioeconómicas posicionan desfavorablemente a las personas, a sus familias y hogares ante la presencia de perturbaciones de tipo ambiental y/o social, como la disminución del suministro de agua potable.

Dichas debilidades socioeconómicas dan sentido al porque un cuarto de los hogares padecen la peor vulnerabilidad social a nivel tanto delegacional como en todo el DF, más de la mitad tienen una vulnerabilidad social media y solo 22 por ciento tiene una baja vulnerabilidad a la disminución del suministro de agua.

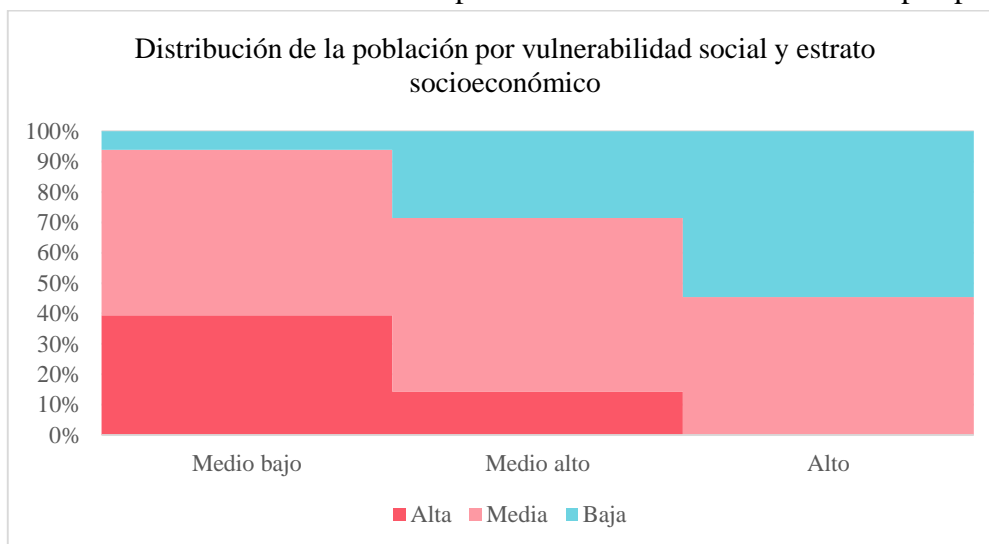
Cuadro 3.9 Hogares en Iztapalapa por tipo de vulnerabilidad social

ii		
Alta	108 833	24%
Media	244 874	54%
Baja	99 764	22%
Total	453 471	100%

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2010 y microdatos de ENIGH, 2012.

Como se ha hecho mención, el desempeño de los hogares en su vulnerabilidad social está determinada en gran medida por el estrato socioeconómico en el que se posicionen. El gráfico 3.10 da cuenta de que al igual que en el DF, la vulnerabilidad social va descendiendo conforme mejoran las condiciones socioeconómicas entre los hogares de la delegación. En Iztapalapa, 40 por ciento de los hogares en el estrato socioeconómico medio bajo, es decir 95,2 mil hogares, concentran la mayor vulnerabilidad social. Los restantes 13,6 mil hogares más vulnerables están en el estrato medio alto. A pesar de que el estrato alto no presenta una vulnerabilidad alta, aún persiste una vulnerabilidad media en casi la mitad de estos hogares.

Gráfico 3.10 Vulnerabilidad social por estrato socioeconómico en Iztapalapa



Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH, 2012.


No obstante el peso absoluto de las condiciones socioeconómicas sobre el desempeño de la vulnerabilidad social en la delegación, de forma similar que para el DF, existen aspectos sociales que poseen mayor peso en la explicación de las debilidades sociales frente a la escasez hídrica.

Los componentes de mayor relevancia, tanto para explicar el comportamiento de los contextos socioeconómicos de los hogares en Iztapalapa, como en su asociación con las variables de disponibilidad y dotación de agua son las siguientes:

Cuadro 3.10 Variables socioeconómicas relevantes en la vulnerabilidad social en Iztapalapa

Componentes socioeconómicos de mayor relevancia en los hogares en Iztapalapa <sup>65</sup>				
Componente	Variables	% Varianza total explicada	Correlación con la mejora en	
			Disponibilidad de agua	Dotación de agua
Sensibilidad	Número de cuartos	5,8	0,54	0,1
	Disponibilidad de agua	5,0	1,00	0,1
	Material de pisos	4,2	0,41	0,18
	Dispone de tinaco	4,0	0,41	0,15
	Número de integrantes del hogar	3,6	-0,14	-0,15
	Material de techos	2,5	0,33	-0,09
	Dotación de agua	0,9	0,10	1,00
Capacidad adaptativa	Poca variedad de alimentos	6,9	-0,14	-0,01
	Menor comió menos	6,3	-0,14	-0,11
	Menor poca variedad de alimentos	6,1	-0,14	-0,20
	Red social 4 (acompañar al doctor)	3,0	-0,22	-0,08
	Atención médica	2,5	-0,13	-0,13
	Fue subordinado	0,1	-0,12	0,33
% Varianza explicada		51%		

Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH, 2012

Aparentes  
inconsistencias 

Las variables enlistadas en el cuadro anterior concentran 51 por ciento de las variaciones totales en las condiciones socioeconómicas de los hogares en Iztapalapa, así mismo se correlacionan de manera cercana con la disposición de agua en los mismos durante 2012. Estas variables versan sobre aspectos físicos de la vivienda e intangibles de la familia y que, en su conjunto, articulan que tan vulnerables son los activos de los hogares.

Las variables relativas a la sensibilidad de los hogares ante estresores se refieren a la calidad de los materiales en la vivienda, a la disposición del servicio hídrico y al número de integrantes del hogar. Las variables correspondientes a la capacidad de los hogares para adaptarse están fuertemente direccionadas al estatus nutricional, tanto de la familia y como de los integrantes menores de edad, además de las condiciones médicas, en cuanto a la ayuda para acudir al médico (red social 4) y a la población derechohabiente (“Atención médica”), así como la calidad del empleo, reflejada en la variable de subordinación en el trabajo.

<sup>65</sup> El criterio de selección de las variables fue la misma que para el DF y se resume en el diagrama 3.2, variables que fueran las que más contribuyen a explicar la varianza total de las variables socioeconómicas además de que tienen mayor correlación con variables hídricas. La obtención de los valores proviene de las matrices de varianza y correlación a partir del análisis de CPC disponibles en los Anexos ix y x, respectivamente.

### *Sensibilidad*

La sensibilidad de los hogares en la delegación Iztapalapa, entendida como el grado en que diferentes aspectos son modificados directa o indirectamente por los efectos de la disminución del suministro, es influida especialmente, por orden de importancia, con el número de cuartos y de integrantes del que se configure un hogar, la disponibilidad y suministro de agua, el material de techos y pisos, así como la disponibilidad de equipamiento de la vivienda, principalmente la disposición de tinacos.

A diferencia del DF en donde la sensibilidad se ve determinada más por factores relacionados con el equipamiento del hogar para ahorro de agua, en la delegación la sensibilidad además se vincula con aspectos básicos de infraestructura de la vivienda.

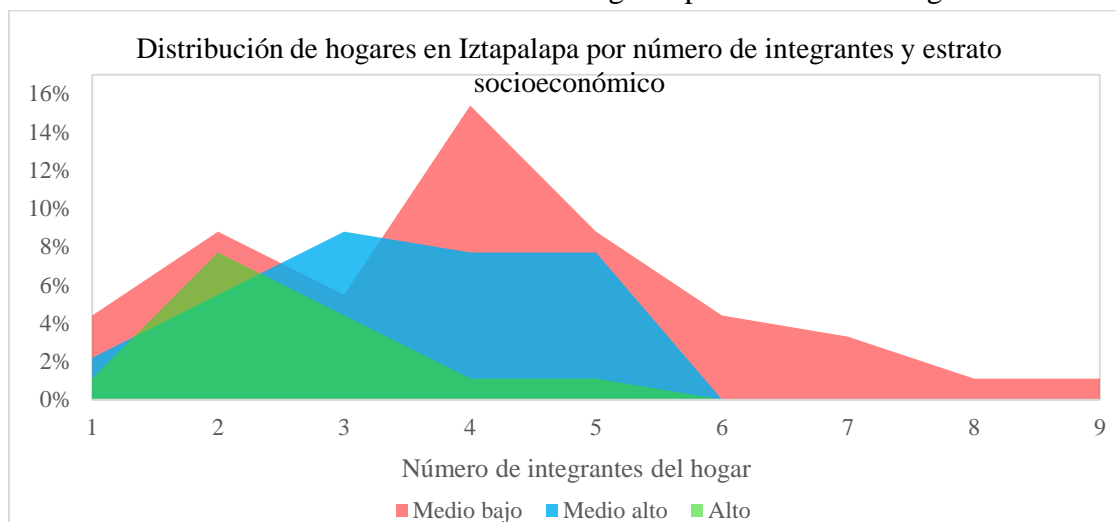
Tanto el número de cuartos como de integrantes del hogar resultaron significativos para explicar parte de las circunstancias socioeconómicas generales y de la sensibilidad de los hogares a la falta de agua. El número de cuartos en la vivienda presenta una correlación positiva tanto con el estrato socioeconómico como con el acceso a la red y a la frecuencia del suministro de agua en los hogares, en la medida en que las viviendas tienen mayor número de habitaciones es más probable que se disponga de mejores formas de acceso al agua.

Por ejemplo, los hogares que disponen de cuatro cuartos en la vivienda (41% del total) son menos sensibles puesto que tienen en su mayoría acceso al agua diariamente, con 75 por ciento, mientras que los hogares que tienen de una a tres habitaciones (20% del total) solo 60 por ciento disfruta diariamente de agua.

No así ocurre con el número de integrantes en el hogar, pues se tiene evidencia que en la medida en que las familias de Iztapalapa son más numerosas son más sensibles a la escasez de agua pues existen dificultades por cubrir las necesidades básicas. A manera indicativa, los hogares de estratos socioeconómicos alto y medio alto se distribuyen hasta con 5 integrantes, a la vez que todos los hogares con más de 5 integrantes se ubican en el estrato socioeconómico medio bajo (el más bajo de la delegación).



Gráfico 3.11 Estrato socioeconómico de los hogares por número de integrantes



Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH, 2012.

Conforme es mayor la familia, las formas de acceso al agua potable en la vivienda empeoran, dado que el número de integrantes presenta una asociación negativa con las variables disponibilidad y dotación. Por ejemplo, 72 por ciento de los hogares con hasta cuatro integrantes reciben agua diariamente a la vez que 58 por ciento de los hogares con más de cuatro integrantes la recibe con esta frecuencia (ENIGH, 2012).

Inherente a las variables de disponibilidad y dotación de agua, de nuevo, pero ahora para el caso delegacional, puede reconocerse que el acceso al agua, es un aspecto relevante en todas las dimensiones sociales y económicas de los hogares que controlan tanto el grado en que estos están expuestos a la disminución del suministro, como al grado en que son afectados. Estas variables serán abordadas más a profundidad en la sección de exposición.

También la disposición de tinacos en las viviendas un elemento del equipamiento con el que cuentan los hogares para ser menos sensibles a la disminución de agua y que además es una de las variables de mayor peso en la explicación de las condiciones socioeconómicas absolutas, aun con mayor importancia que disponer por ejemplo de cisterna o aljibe. En la delegación, 74 por ciento de las viviendas disponen de tinaco, 60 por ciento de las viviendas utilizan cisterna o aljibe y 28 por ciento cuenta con pileta o tanque para el acopio de agua (INEGI, 2010; ENIGH, 2012).

La importancia de la disposición de tinacos en las viviendas confirma la idea de que el acceso de agua en los hogares es un elemento fundamental en la disminución de su sensibilidad y en la construcción de resiliencia familiar, además de que muestra indicios

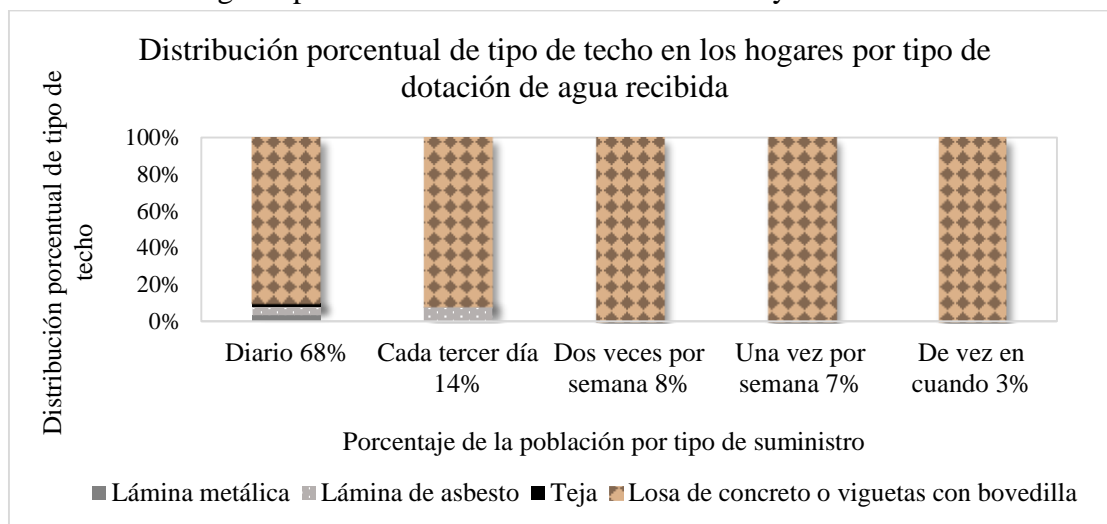
de que el equipamiento para almacenar agua ha resultado una necesidad básica conjuntamente con tener conexión a la red pública.

Al igual que en el Distrito Federal, el material de pisos es otra variable de relevancia en la explicación de la sensibilidad de los hogares en Iztapalapa. Como se señaló anteriormente, el material con el que está hecho el piso de una vivienda es quizá el signo más evidente de la precariedad de vida. En la demarcación, 5,3 mil hogares (1,18%) tienen piso de tierra superando ligeramente al DF (1,17%) (INEGI, 2010). La mayor parte de los hogares cuenta con piso de cemento (57,9%) y piso de madera o mosaico (40,3%), y 0,72 por ciento no está especificado (INEGI, 2010).

El nivel de desarrollo de la vivienda, en términos del material con el que están construidos sus pisos, se asocia positivamente con las mejoras en el acceso al agua, dado el signo que mantiene con las variables de disponibilidad y dotación en el cuadro 3.10, con una relación más poderosa con la primera de ellas. Esta característica de la vivienda se vincula también con mejores posiciones en los estratos socioeconómicos en la delegación. En el estrato socioeconómico alto, 85 por ciento de los hogares habita una vivienda cuyo material en el piso es madera, mosaico u otro recubrimiento, al tiempo que en el estrato medio bajo, solo 49 por ciento de los hogares tiene este tipo de recubrimientos.

Por otro lado, la aparente relación inversa entre el suministro y el tipo de techos que tienen los hogares se explica, con apoyo en el gráfico siguiente, porque aquellos que cuentan con suministro diario representa un grupo más amplio que el resto de hogares que tienen un suministro diferente al diario y, por tanto, tiene una mayor diversidad en las características de sus hogares. La relación no es negativa necesariamente, sino que se refiere a la dispersión de las características de la mayor parte de los hogares que se concentran en un suministro aparentemente diario.

Gráfico 3.12 Hogares por material de techos en la vivienda y frecuencia de suministro



Fuente: Elaboración propia con datos de ENIGH, 2012.

### *Capacidad adaptativa*

En lo relativo al componente de la capacidad adaptativa de los hogares de Iztapalapa las variables más relevantes se asocian con aspectos sociales básicos como la alimentación, la atención médica y la ayuda comunitaria (cuadro 3.10), mientras que en el DF este componente se explica mayormente por el ingreso, nivel educativo y calidad del empleo.

En este sentido, las variables más importantes que inciden sobre la capacidad adaptativa de los hogares iztapalapenses y además explican 25 por ciento de las situaciones socioeconómicas son: la cantidad y variedad de la alimentación y nutrición de los menores y de los miembros de la familia, así como por la facilidad de articular redes sociales, con especial atención en la “red 4” que consiste en conseguir ayuda momentánea (compañía para asistir al médico).

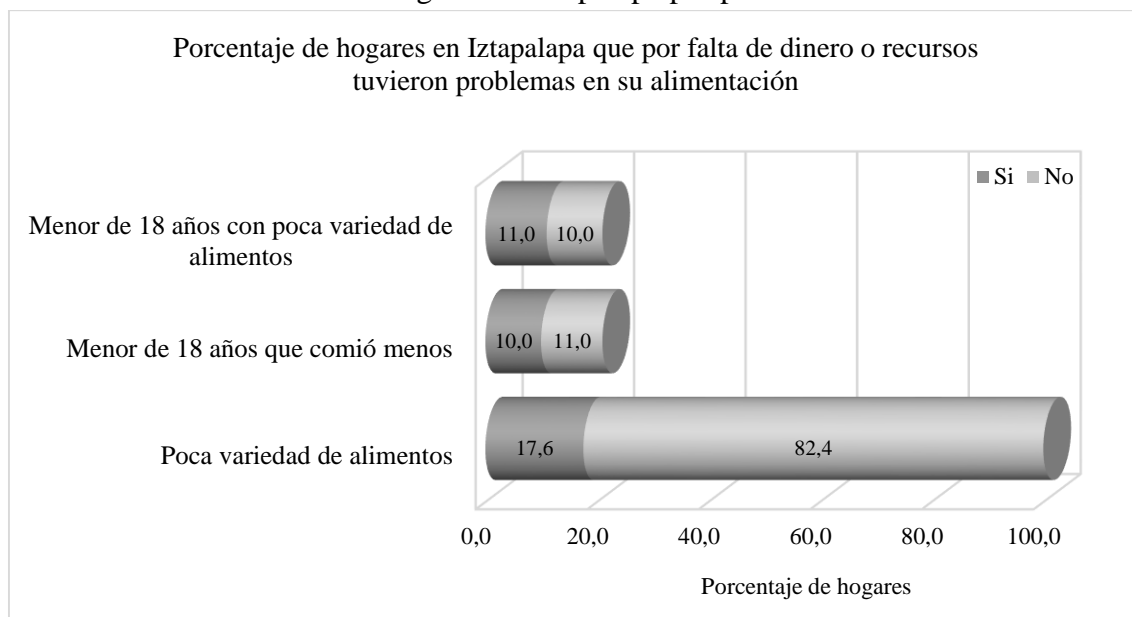
La salud, específicamente en términos de la alimentación y nutrición, resultó una de las variables más importantes en las posibilidades de modulación de la vulnerabilidad social en los hogares, ya que como se vio en el capítulo I, incentiva el desarrollo de las capacidades de respuesta y ajustes que pueden implementar estos hogares para hacer frente a perturbaciones. Las variables más importantes, y que en su conjunto explican 19,3 por ciento del resto de condiciones socioeconómicas, fueron: “poca variedad de alimentos”, “menor comió menos” y “menor poca variedad de alimentos” que se refieren a que en los hogares de la delegación alguna vez<sup>66</sup>, por falta de dinero o recursos, no

<sup>66</sup> Alguna vez en los últimos tres meses de la aplicación de la Encuesta de ENIGH, 2012.

obtuvieron una alimentación sana y variada, al menos un menor de 18 años no tuvo una alimentación variada y tuvo una reducida alimentación, respetivamente.

Efectivamente, aún existe una incidencia importante de problemas básicos de alimentación en la delegación que se refleja en la nutrición de las personas, incluyendo a los menores de edad, tal como el siguiente gráfico la evidencia.

Gráfico 3.13 Distribución de hogares en Iztapalapa por problemas de alimentación



Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH, 2012.

Casi una quinta parte de los hogares (17,6%) alguna vez, por falta de recursos, no obtuvo una alimentación sana y variada. Igualmente, la información indica que al menos una décima parte de los hogares reconoce que algún menor en la familia tuvo una reducida y poco variada alimentación<sup>67</sup>. A esta información habría que agregarse que una cuarta parte de los hogares han tenido alguna preocupación de que la comida no sea suficiente para las necesidades nutricionales de los integrantes (ENIGH, 2012) y que el porcentaje de los hogares que sufren carencia por acceso a la alimentación, es decir, limitaciones significativas en el ejercicio de su derecho a alimentarse, es superior en Iztapalapa (19,5%) que en todo el Distrito Federal (15,5%) (Coneval, 2010).

Los resultados arrojados con la información disponible revelan que, tal como indican diversos estudios abordados en el marco conceptual, las personas que se encuentran en

<sup>67</sup> La ENIGH (2012) solo presenta las respuestas de “menor con poca variedad de alimentos” y “menor que comió menos” en 20 por ciento de los hogares, el restante 80 por ciento son datos faltantes, por lo que las cifras presentadas podrían ser superiores.

los extremos de edad, especialmente los niños suelen ser un grupo convencionalmente sensible a diversas situaciones de estrés, dada su razón de dependencia económica, sus limitantes de movilización y sus estados de salud más variables, entre otros factores. Hay un mayor porcentaje de hogares que declararon haber tenido algún integrante menor de 18 años contaba con poca variedad de alimentos que los que expresaron que en general todos los integrantes sufrían de esta precariedad.

Es singularmente importante destacar que si los hogares tienen dificultades para la alimentación diaria de la familia y de los niños, difícilmente cuentan con recursos para enfrentar adversidades externas. Por ejemplo, con la falta de agua, la compra de agua desde fuentes como pipas particulares o garrafones puede encontrarse fuera del alcance de su capacidad adquisitiva. En este sentido, los hogares en la delegación con estas deficiencias se concentran en el estrato socioeconómico medio bajo (68%) y medio alto (32%). Ningún hogar del estrato alto presenta este tipo de problemas.

Las variables de alimentación antes mencionadas exhiben asociaciones negativas con la mejora en las condiciones de acceso al agua potable entre hogares (coeficientes de correlación en el cuadro 3.10), en las variables de disponibilidad y dotación. Esto significa que los hogares con mayores limitaciones en su alimentación, en términos de la cantidad y variedad de alimentos consumidos por la familia que limitan sus capacidades de adaptación ante la falta de agua, son también los que padecen de mayores deficiencias en el acceso al agua.

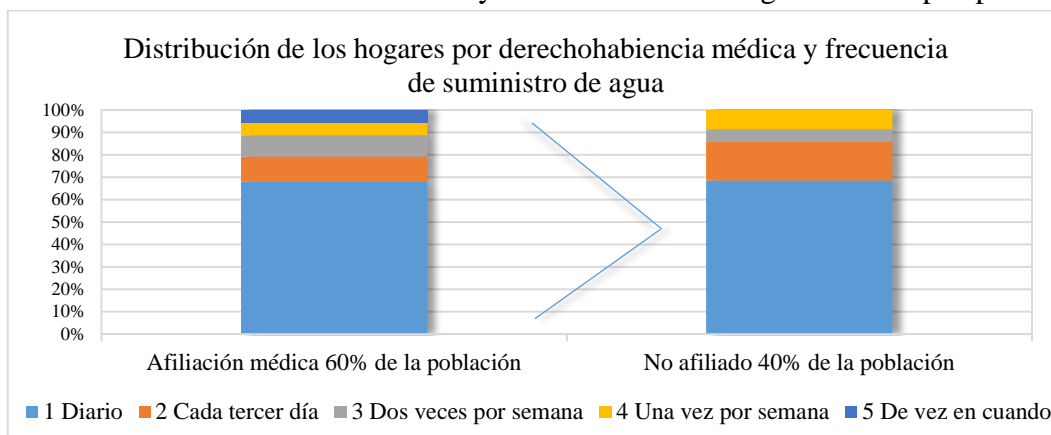
No solo la alimentación es preponderante en la configuración de la capacidad de respuesta de los hogares para enfrentar la disminución del agua. La atención médica que disfrutaban los habitantes en la delegación también es otra variable relevante. Como se mencionó anteriormente, en Iztapalapa 181,4 mil hogares (40%) no cuentan con derechohabencia de servicios de salud, lo que a su vez respalda la importancia que los habitantes le han brindado a la obtención de ayuda para acompañar a consultas médicas (red social 4).

#### *Aparentes inconsistencias*

La correlación entre la variable de atención médica con las variables de acceso al agua presenta un signo pareciera ser diferente a lo esperado puesto que es negativo, la cual se explica de la siguiente manera. Debido a que la población con alguna afiliación médica

es mayor que la que no la tiene es un grupo de hogares más diversificados en la forma y frecuencia con la que reciben el agua.

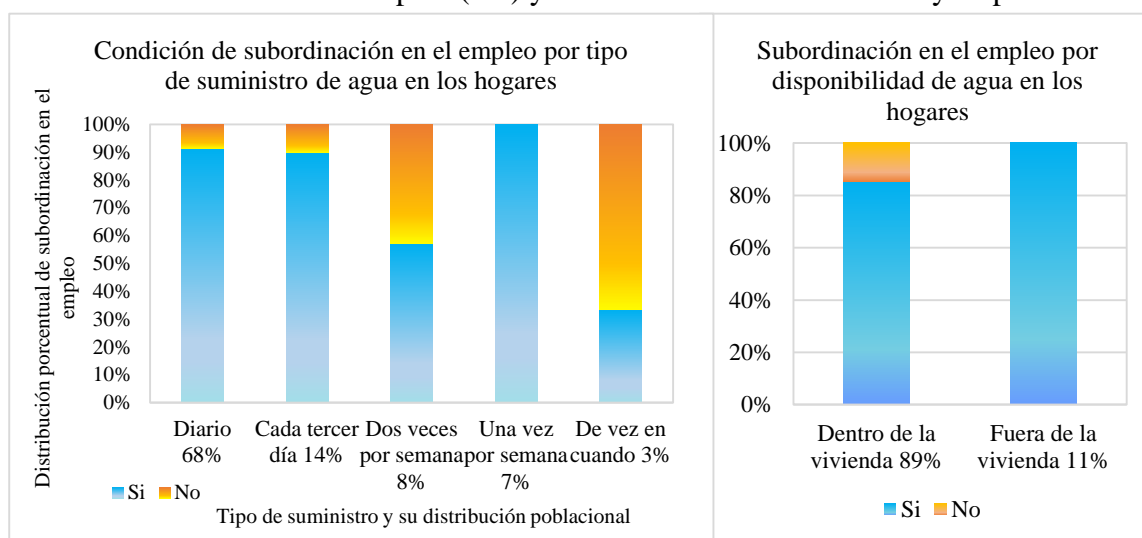
Gráfico 3.14 Derechohabiencia médica y suministro en los hogares de Iztapalapa



Fuente: Elaboración propia con datos de ENIGH, 2012.

Otra inconsistencia en los signos de las correlaciones de las variables relevantes en la capacidad adaptativa se presentó en la variable “fue subordinado”, dado que demuestra una asociación positiva con la dotación de agua, a la vez que se corresponde negativamente con la disponibilidad del líquido. De igual forma el empleo de un par de gráficos de la distribución de los hogares ayuda a comprender mejor las razones de estos aparentemente signos anómalos.

Gráfico 3.15 Condición de empleo (CE) y suministro Gráfico 3.16 CE y disponibilidad



Fuente: Elaboración propia con datos de ENIGH, 2012.

Como se aprecia en el gráfico 3.15, la mayor frecuencia de suministro de agua parece que mantiene una relación positiva con la condición de subordinación en el empleo, que

significa que los hogares con integrantes en empleos formales y dependientes de un patrón aportan cierta seguridad para acceder al agua. A pesar de ello no pueden hacerse aseveraciones concluyentes de esta relación en vista de que los hogares que tienen agua solo una vez por semana salen de este patrón de comportamiento, al tener a todos sus integrantes productivos subordinados (y sin embargo no tienen agua con mayor frecuencia).

Con referencia al caso de la relación negativa entre la disponibilidad de agua y la condición de subordinación en el empleo, el gráfico 3.16 muestra evidencia de la misma, aunque es relevante indicar que 89 por ciento de los hogares se concentra en agua dentro de la vivienda al tiempo que el otro 11 por ciento se ubica en agua fuera de la vivienda.

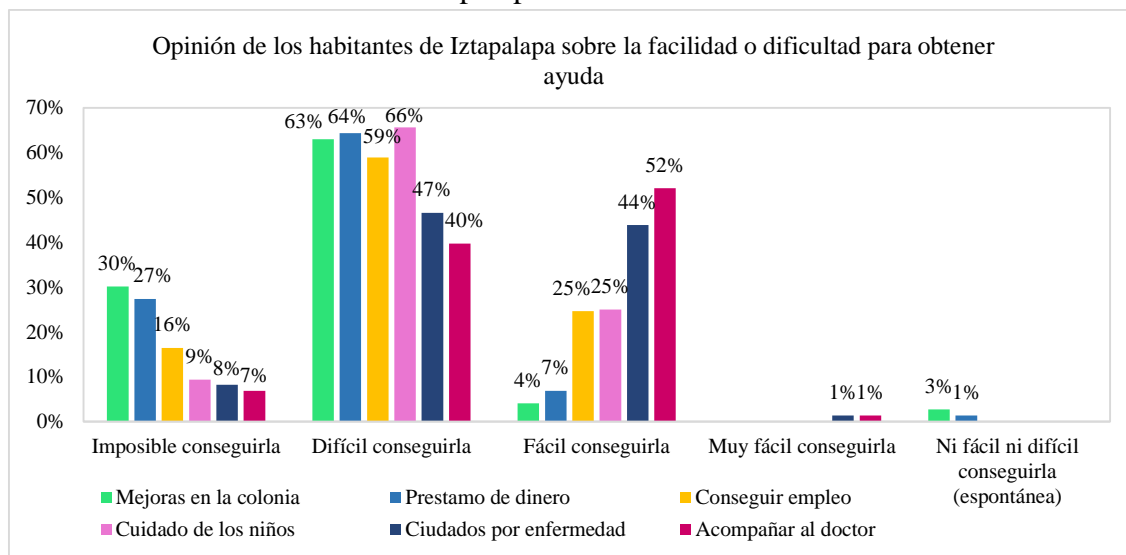
Para ambos casos sucede lo mismo que con las supuestas anomalías para el caso del Distrito Federal en su conjunto (Anexo v). Estas se deben principalmente a un asunto de concentración de mayor número de hogares en las primeras categorías de la dotación y el suministro, con lo que se vuelven grupos más grandes y más heterogéneos en sus características socioeconómicas que el resto de hogares en las demás categorías (pues en estas categorías el número de hogares es menor y por tanto suele ser un grupo más homogéneo en sus atributos socioeconómicos).

La formación de redes sociales, como parte del capital humano, también es un elemento de importancia en la explicación de la capacidad adaptativa de los hogares en Iztapalapa, pues contribuye a la movilización de bienes entre personas, sobre todo entre quienes viven en condiciones de precariedad como se verá a continuación. La variable relativa a las redes es “red social 4”, que se refiere a encontrar compañía para ir al médico, explica 3 por ciento de las oscilaciones totales de las condiciones socioeconómicas de los hogares. Esta red social destaca por ser ayuda momentánea e informal, de corta duración y estrechamente vinculada con el aspecto del cuidado de la salud.

Encontrar ayuda para acudir al médico se asocia de manera negativa con la accesibilidad al agua potable. De acuerdo con el signo negativo de la asociación entre la red social y las variables disponibilidad y dotación, entre más deficiencias en el acceso a la red y menos frecuente sea el abastecimiento de agua en los hogares, estos tienen mayor tendencia a organizar redes de ayuda, al menos de carácter momentáneo, como lo es el acompañar a alguien al médico.

Esta red es valiosa en la medida en que los habitantes de Iztapalapa ven difícil la presencia y construcción de redes de cooperación entre la comunidad. Existe un elevado porcentaje de habitantes que considera que es difícil e incluso imposible conseguir ayuda en diversos rubros, en comparación con quienes les resulta sencillo, tal como exhibe el gráfico 3.17.

Gráfico 3.17 Redes sociales en Iztapalapa



Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH, 2012.

Como se aprecia, conseguir compañía para ir al médico es la red social evaluada por los habitantes como la más fácil de conseguir, superior que, por ejemplo recibir apoyo para cuidados en momentos de enfermedad, en la cual las opiniones son divergentes. Según los habitantes, lo más difícil e incluso imposible de conseguir es ayuda para préstamos de dinero o en el cuidado de los niños, puesto que implica una mayor inversión de tiempo y recursos que una eventual visita al médico.

De entre lo más destacable es que 93 por ciento de los habitantes de Iztapalapa cree que es difícil y hasta imposible la ayuda y cooperación de la comunidad con el objeto de producir mejoras en la colonia. De acuerdo con la EPCV, en el Distrito Federal (Evaluación DF, 2012), 31 y 29 por ciento de la población se siente, poco o nada identificado respectivamente con la frase de que las personas de la colonia participan en la solución de los problemas comunes, 37,1 por ciento se siente algo identificado y sólo 2,9 por ciento de la población se siente muy identificado.

Asimismo, 61,9 por ciento tiene algún interés en participar en la solución de problemas comunes, a la vez que 38,1 por ciento no tiene ningún interés y solo 4 por ciento ha participado en alguna ocasión en la búsqueda de soluciones, aunque ninguna de esas



participaciones se asocia a la solución de problemas que versan sobre la provisión de servicios públicos (*Ídem*). En este sentido, la mayoría (66%) opina que los ciudadanos deben participar en los problemas de la falta de servicios, mientras que poco más de un tercio (33%) considera que los ciudadanos no deben tener injerencia en este tema (*Ídem*).

Relacionado al problema del desabasto de agua potable en Iztapalapa, los medios de acción ciudadana desde la población de algunas colonias han buscado ejercer su derecho a los servicios públicos, primordialmente de acceso al líquido. Esta acción colectiva ha sido poco institucionalizada<sup>68</sup>, puesto que frecuentemente se recurre al cierre de vialidades, manifestaciones y mítines y, en algunos casos, al secuestro de pipas o a tomas clandestinas durante recortes prolongados, tal como dan cuenta de ello diversas notas periodísticas (Archundia y Robles, 2009; Llanos y Álvarez, 2009; Milenio, 2009; González, 2012; Cruz *et. Al*, 2013).

A este fenómeno se agrega el sesgo noticioso de la prensa en enmarcar la participación ciudadana como violenta e irracional y excluir factores estructurales relacionados como el crecimiento poblacional o las debilidades institucionales que alteran la disponibilidad hídrica (García-Lirios, 2011; Cruz *et. Al*, 2013).

Una movilización colectiva notable por su organización fue durante septiembre de 2007, cuando vecinos de diversas colonias de Iztapalapa repartieron afuera de estaciones de la línea 3 del Metro y en avenida Paseo de la Reforma, volantes donde denunciaron la falta de agua en esa demarcación. El volante titulado como “Iztapalapa exige agua” denunciaba que durante más de un mes no se contó con un servicio regular de agua potable en sus domicilios. Sin embargo, esta acción fue ordenada por una diputada suplente (Pantoja, 2007).

De igual forma, la participación ciudadana en materia hídrica no se restringe a acciones relativamente espontáneas sino que pretende también aprovechar espacios públicos de acción colectiva organizada, como se reconoció en la iniciativa delegacional “Concurso Acupunturas Hidrouurbanas” organizada por el Instituto de Investigaciones Sociales de la

---

<sup>68</sup> En lo relativo a la presencia de organizaciones no gubernamentales 98,6 por ciento de la población desconoce si existen organizaciones que colaboren en la solución de los problemas que hay en su comunidad (Evalúa DF, 2012).

UNAM y la Delegación Iztapalapa para buscar soluciones al desabasto en la demarcación<sup>69</sup>.

### *Exposición a la disminución del suministro*

La exposición de los hogares a la falta de agua depende precisamente de los flujos de agua que les es suministrado, así como el tiempo y la forma en la que son dotados. La delegación Iztapalapa es abastecida con un caudal de 4 870 lps, proveniente de 128 pozos profundos delegacionales, así como de fuentes originarias de Tláhuac, Xochimilco y Milpa Alta, con una contribución de 67 y 32 por ciento del caudal total, respectivamente (GDF-DGCOH, 2001; Conagua, 2012; PAOT, 2012). Actualmente se pierde de 40 a 42 por ciento del caudal recibido, y el restante se utiliza, 22 por ciento en la industria y 78 por ciento para uso doméstico, que corresponde aproximadamente a 46,8 por ciento del líquido total comprometido (el resto es para uso comercial y agrícola) (Jefatura de Gobierno, 2008).

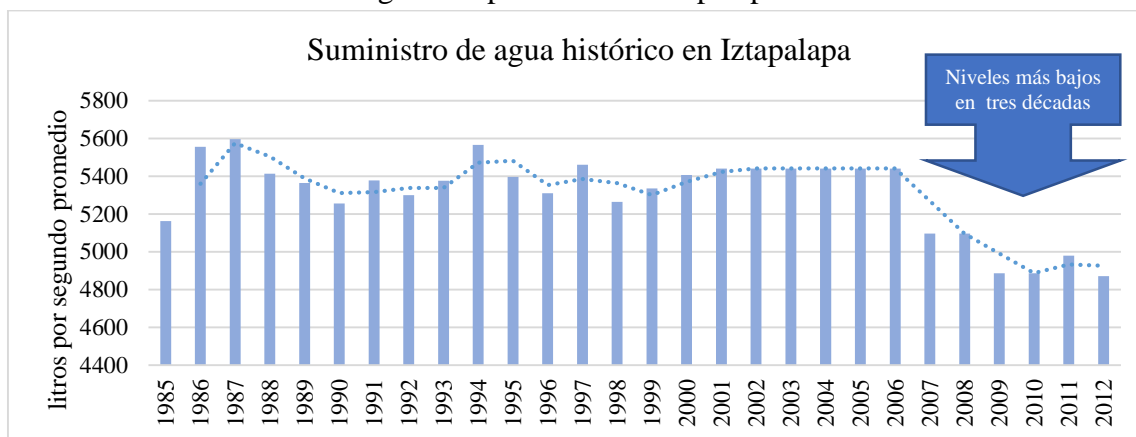
Para la distribución del caudal, están instalados en el territorio delegacional 40 tanques de almacenamiento y regulación, alrededor de 2 700 kilómetros de red primaria y secundaria, 34 plantas de bombeo y rebombeo al tiempo, y 10 garzas que se encargan del llenado de pipas (GDF-DGCOH, 2001 y 2008; La Jornada, 2011). Respecto a la mejora en la calidad del agua extraída de los pozos, la demarcación cuenta con 26 plantas potabilizadoras con una capacidad en operación de potabilización de 1 596 lps (INEGI, 2008). Para el monitoreo de la presión del gasto suministrado se cuenta con 10 estaciones medidoras de presión distribuidas a lo largo de la delegación.

El suministro que la delegación recibe ha mostrado oscilaciones a lo largo de la historia reciente, aunque los descensos de mayor gravedad comienzan desde 2007, año en el que el caudal descendió a niveles similares de 1985, y se han mantenido al 2012 con el suministro más bajo observado durante las últimas tres décadas.

---

<sup>69</sup>En el concurso se presentaron 188 proyectos propuestos desde la comunidad para la solución del problema del recurso hídrico. El proyecto ganador consistía en el diseño de un parque de agua en Meyehualco que pretende tratar las aguas residuales, captar agua de lluvia para reutilizarla en huertos urbanos y el fomento de la cultura hídrica en un museo llamado la Casa del Agua (Ramos, 2014b).

Gráfico 3.18 Suministro de agua comprometido a Iztapalapa



Fuente: Elaboración propia con datos de Conagua, 2012 y Jiménez *et. al.*, 2012.

Para el año 2010 el gasto suministrado alcanzaba 4,8 mil lps, con base en los registros de Conagua (2012), sin embargo, las mediciones efectuadas por la Dirección General de Servicios Urbanos de Iztapalapa arrojan que en promedio el caudal no alcanza 2,7 mil lps, es decir, 1,75 mil lps menos (Cruz, *et. al.*, 2013).

Los principales desafíos en materia de suministro de agua en la delegación se refieren a la insuficiencia de las fuentes de abasto, a su mala calidad y a las fugas del líquido (GDF-DHO, 2008; Soto y Herrera, 2008; GDF-Delegación Iztapalapa 2011). De entre las razones que explican estos fenómenos son el crecimiento poblacional, los asentamientos irregulares, la sobreexplotación del manto freático y un suelo consecuentemente minado y blando, que a la vez facilitan la ruptura de la red de distribución del agua potable y de la red de drenaje (Ídem).

La insuficiencia del recurso se asocia con un déficit cercano a 1,5 mil lps (GDF-Delegación Iztapalapa, 2011), que se ve agudizada por las fugas de agua en la demarcación. De acuerdo con SACM (2014b) el gobierno delegacional (GDF-Delegación Iztapalapa, 2011), las pérdidas por esta vía, y que alcanzan de entre 40 y 42 por ciento del agua suministrada, representan el consumo promedio de 190 mil hogares en la demarcación. Además, durante 2007 se registraron 3398 reportes de fugas en 86,3 por ciento de las colonias de la delegación, conformando 16,25 por ciento de las fugas totales del DF en ese año (GDF –DGCOH, 2008).

- Cobertura

La cobertura de la infraestructura de abasto alcanza el orden de 98,3 por ciento de los hogares con agua dentro del terreno, dentro y fuera de la vivienda, mientras que 1,7 por ciento se abastece por otras fuentes.

Cuadro 3.11 Distribución de los hogares en Iztapalapa por disponibilidad de agua

Hogares en Iztapalapa <sup>70</sup> 2010		
	Hogares	Porcentaje
Hogares totales	453.471	100,00%
Disponen de agua entubada	448.658	98,9%
disponen de agua dentro de la vivienda	382.141	84,3%
disponen de agua fuera de la vivienda dentro del terreno	63.479	14,0%
disponen de agua de la llave pública o hidrante	2.473	0,5%
se abastecen por acarreo de otra vivienda	565	0,1%
No disponen de agua entubada	3.232	0,7%
Se abastecen de agua de pipa	3.088	0,7%
Rio, pozo, lago u otro	144	0,03%
No especificado	1.581	0,3%
Total sin agua en el terreno (100%-84,3%-14,0%)	11.083	1,7%

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI, 2010.

El número de hogares que disponen de agua en el terreno dentro y fuera de la vivienda que asciende a 445,6 mil, superando en 68,8 mil a las tomas domiciliarias registradas en el SACM (GDF-Delegación Iztapalapa, 2011). Esto significa que 15 por ciento de los hogares que disponen de agua en su domicilio están bajo circunstancias de irregularidad jurídica en el registro y pago de su consumo hídrico.

Dentro de los 376,8 mil hogares que si cuentan con una toma domiciliaria instalada, existe un déficit en la instalación de medidores de 4 por ciento<sup>71</sup>, que representa a 15 mil hogares que, cualquiera que sea su consumo de agua, están sujetos al pago de cuotas fijas bimestrales establecidas por el SACM acorde al desarrollo económico de las manzanas territoriales.

También, en materia de inseguridad jurídica de los hogares respecto al acceso al agua, habría que sumar que aproximadamente unos 8,8 mil hogares<sup>72</sup> de 176 asentamientos

<sup>70</sup> Las cifras se refieren a viviendas, pero se supondrá que hay un hogar en cada vivienda al 2012, dado que para 2010 por cada vivienda se contaba con 1,0001 hogares en promedio (calculado con información de INEGI, 2010).

<sup>71</sup> Este porcentaje corresponde al ratio de medidores instalados entre tomas domiciliarias en la delegación al año 2007.

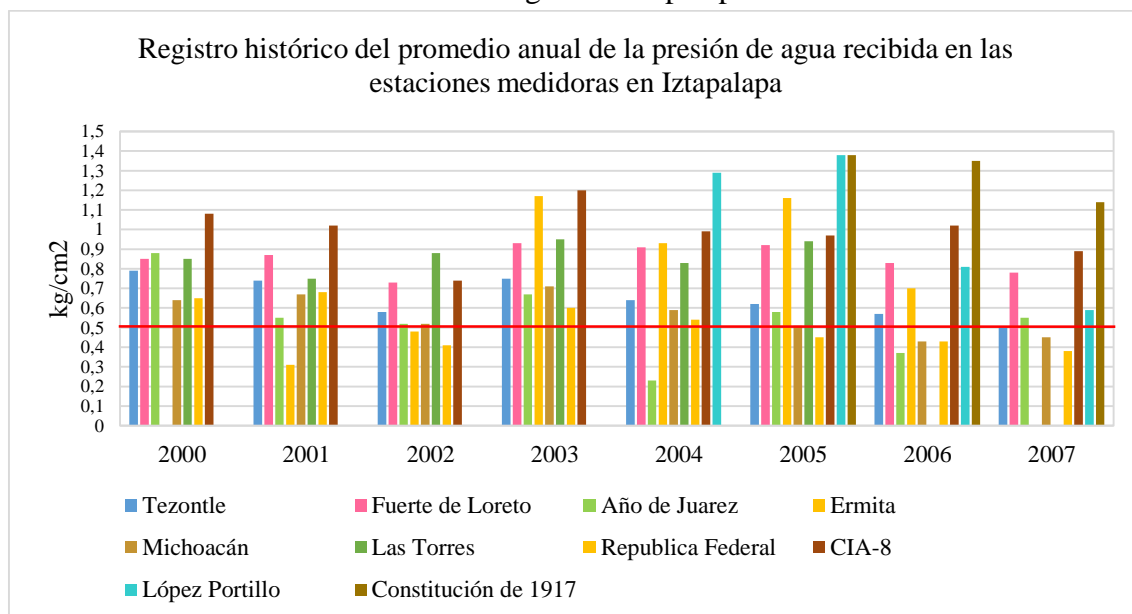
<sup>72</sup> Con un promedio de 200 habitantes por asentamiento (GDF-Delegación Iztapalapa, 2011) y suponiendo cuatro integrantes por hogar.

informales (GDF-Delegación Iztapalapa, 2011) son vedados institucionalmente al acceso al agua desde la red y obligados a recurrir de manera habitual a fuentes alternas a la red pública, como la compra de pipas y agua embotellada.

- Presión del suministro

Con base en la Ley de Aguas del DF (ALDF, 2003), la dotación de agua debe llegar a las viviendas con una presión suficiente, de al menos 0,500 kg/cm<sup>2</sup>, que permita cubrir las necesidades básicas de los usuarios domésticos. Los registros de 2000 a 2007 de 10 estaciones medidoras de presión del SACM distribuidas en Iztapalapa, indican que en cuatro de ellas, durante al menos un año (y sobre todo en los meses de marzo, agosto y septiembre), se experimentaron presiones por debajo de la mínima necesaria (gráfico 3.19). Para tener información completa en este aspecto, habría que considerar además la presión del suministro de agua que efectivamente reciben los hogares al interior de las viviendas.

Gráfico 3.19 Presión del suministro de agua en Iztapalapa



Fuente: Elaboración propia con datos de GDF-DGCOH, 2008.

- Frecuencia del suministro

Por otra parte, el éxito de la cobertura de la red hídrica no es garantía de acceso efectivo al recurso (Godoy, 2013). En Iztapalapa, el principal problema en cuanto al agua potable es el limitado caudal para el abastecimiento, es decir que las redes son relativamente suficientes en la cobertura pero no el líquido (GDF-DGCOH, 2008). En ese sentido no

todos los hogares que disponen de agua entubada (98,9%) disfrutan de un suministro regular, puesto que cerca de 68 por ciento recibe agua diariamente, al tiempo que 32 por ciento tiene servicio intermitente durante algunos días a la semana, o inclusive con una frecuencia mucho menor a sólo una vez a la semana.

Cuadro 3.12 Distribución de los hogares en Iztapalapa por frecuencia de dotación

Hogares en Iztapalapa por dotación de agua 2012		
Frecuencia	Porcentaje (ENIGH 2012)	Hogares (Conapo 2010)
Diario	68,2%	309 185
Cada tercer día	13,6%	61 837
Dos veces por semana	8,0%	36 072
Una vez por semana	6,8%	30 918
De vez en cuando	3,4%	15 459
Total que no reciben diario	31,8%	144 286
Total	100,0%	453 471

Fuente: Elaboración propia con información de ENIGH, 2012 y Conapo, 2010.

Efectivamente, la deficiencia del suministro se hace evidente en 31,8 por ciento de los hogares, los cuales se encuentran desprovistos del suministro diario de agua desde la red pública. El suministro presenta un severo deterioro respecto a las demandas de los hogares, ya que de acuerdo con el delegado de Iztapalapa Jesús Valencia, esta cifra asciende al 2014 a 35 por ciento de los hogares (157,5 mil hogares) que no tienen agua o la tienen por tandeo (es decir que se corta el suministro y días después vuelve a recibir) (Ríos, 2014).

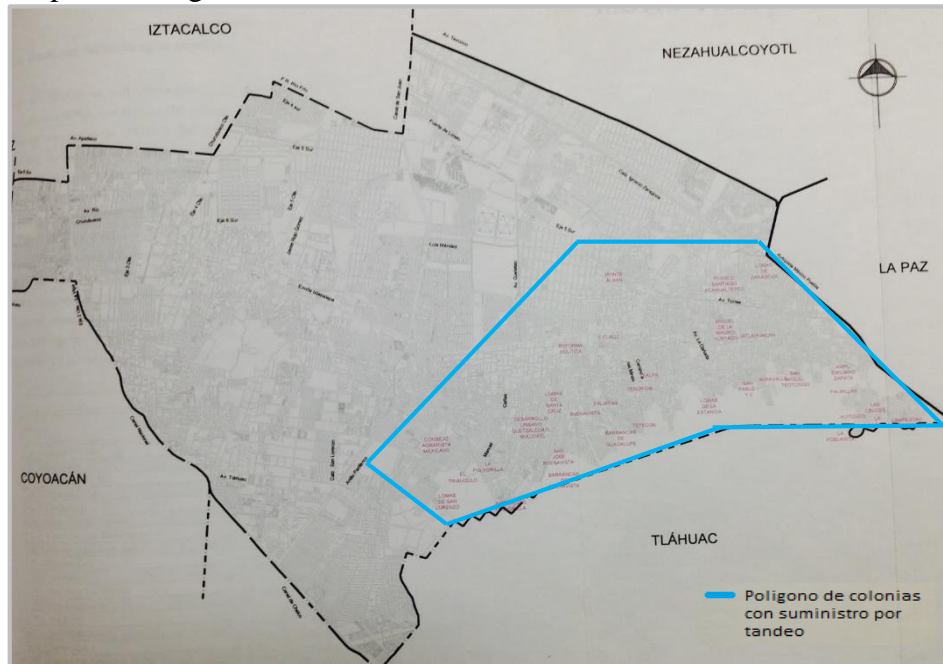
Este déficit se localiza principalmente en el sur de la delegación, en la zona conocida como San Lorenzo Tezonco colindante inmediata con las delegaciones de Tláhuac y Xochimilco, así como en el oriente de la ciudad, en Santa Catarina, donde se encuentran asentamientos irregulares en zona de conservación y contiguos al municipio de la Paz, a una altura de 2640 msnm (Delegación Iztapalapa, 2009).

- Tandeos

Respecto a la continuidad del abasto, los registros de acceso público del GDF más recientes y detallados indican que, durante el año 2000 los hogares que habitaban en 61 colonias fueron abastecidas de forma sistemática por tandeo, el cual consiste en suministrar el agua por zonas en determinadas horas o días a la semana, efectuando movimientos en los tanques de almacenamiento (GDF-DGCOH, 2001). Dichas colonias

se ubican dentro del polígono azul del mapa 3.4, al oriente de la delegación, coincidentes con la zona de déficit en el suministro.

Mapa 3.4 Polígono de colonias con tandeo

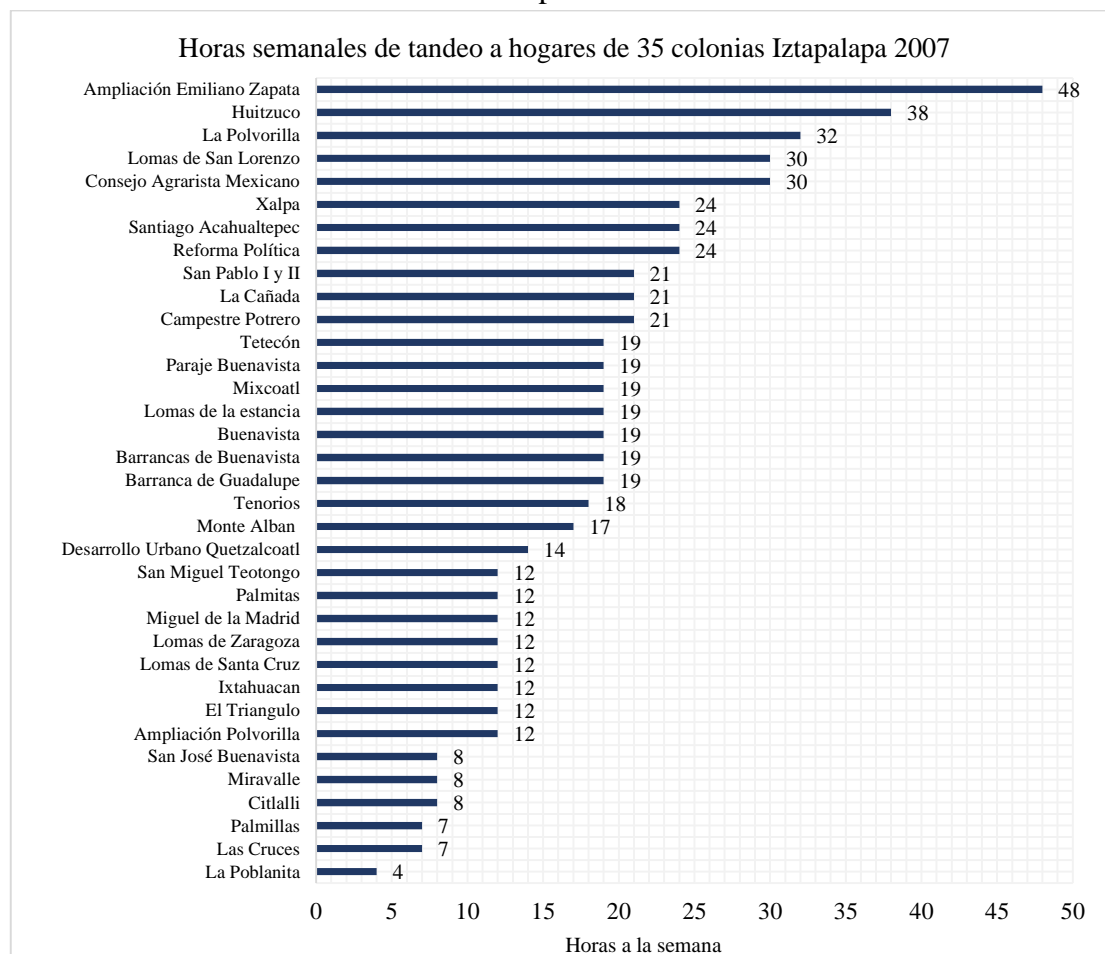


Fuente: Adaptado de GDF-DGCOH, 2008.

Para 2007, estas colonias descendieron a 35 (12,3% de las colonias) en la demarcación, cuyos recortes suelen prolongarse en época de estiaje (GDF-DGCOH, 2001 y 2008). El detalle de las horas semanales de provisión de agua por tandeo en estas colonias se muestra en el gráfico 3.20.

Estas 35 colonias reciben agua mediante tandeo durante un promedio de 20 horas a la semana, aunque como se aprecia en el gráfico anterior, la mayoría de estas cuenta con servicio durante 19 y 12 horas a la semana. Sin embargo, incluso dentro de los hogares con mayores problemas de suministro intermitente, la dotación es asimétrica. Mientras que en la colonia Ampliación Emiliano Zapata ubicada también al oriente de la delegación reciben agua durante 48 horas, la mayoría no supera 19 horas semanales.

Gráfico. 3.20 Horas semanales de tandeo por colonias



Fuente: Elaboración propia con datos de GDF-DGCOH, 2008.

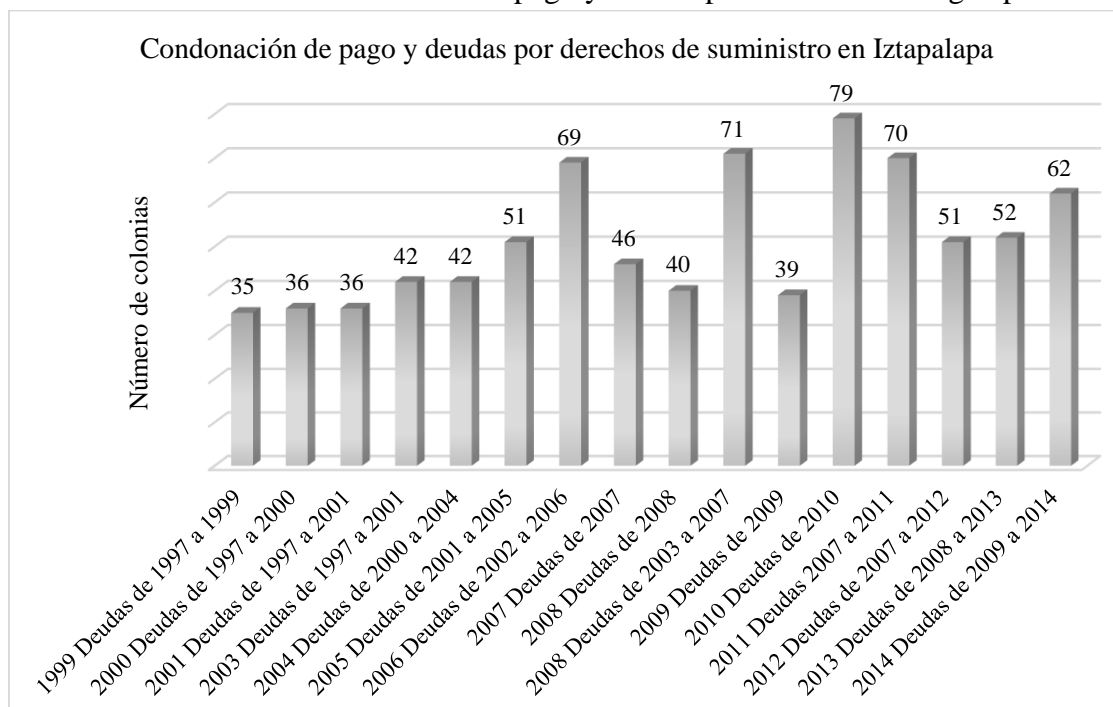
En el caso extremo, que corresponde a la colonia La poblanita ubicada en el punto más al oriente de la delegación, los hogares pueden abastecerse de agua a la semana solo durante cuatro horas. Las colonias Reforma Política y Xalpa además coinciden con las colonias que mayor número de reportes de fugas presentaron durante 2007, lo que significa que el poco suministro, abastecido durante pocas horas a la semana, se pierde por esta vía.

- Condonación de pagos y deudas

El problema del suministro irregular ha sido tan grave y persistente en la delegación, que desde 1999 las Jefaturas de Gobierno del Distrito Federal han emitido declaratorias anuales de condonación de los pagos, recargos y sanciones a los hogares en zonas donde la dotación del servicio ha sido insuficiente para satisfacer las necesidades básicas de los usuarios (GDF, varios años). Tal como se ilustra en el siguiente gráfico, la condonación de deudas por irregularidad en el servicio se ha convertido en una práctica recurrente de las autoridades capitalinas:



Gráfico. 3.21 Colonias condonadas del pago y deudas por el servicio de agua potable



Fuente: Elaboración propia con información de GDF, varios años.

El rango en el número de colonias va de 35 hasta 79, es decir, entre un 12,3 y 27,7 por ciento de 285 colonias que conforman la delegación son reconocidas oficialmente con hogares que han sufrido desabasto constante. Resalta el año 2007, el cual da cuenta de que son 46 colonias, no solo 35 como otras fuentes indican, que padecen precariedad en el suministro.

El número de colonias condonadas ha tenido sus repuntes desde el año 2006, cuando comenzó a agudizarse la disminución del caudal a la delegación. Los restantes años de repunte en la condonación de pagos y deudas fueron 2008, 2010 y 2011, con el objeto de aliviar las disminuciones del año inmediato anterior. En 2010 se agregan cuatro colonias afectadas por inundaciones a causa de las lluvias acontecidas en ese año y por la escasez del año anterior.

Aunque no se cuenta con la observación del suministro para el 2013, la delegación reconoció en total a 69 colonias con 10 mil hogares afectados por desabasto de agua en ese año (Iztapalapa-DF, 2013). Sin embargo, la Jefatura de Gobierno del DF presentó en la lista de las colonias beneficiarias de la condonación a solo 52 de las afectadas por recortes. Es decir que los hogares de las 17 colonias restantes se vieron obligadas al pago regular al SACM, aun con insuficiencias en la dotación de agua.

- Reportes de falta de agua

El número de colonias con hogares que han padecido problemas de suministro intermitente podría ser mayor a las reconocidas por la delegación, el SACM y la Jefatura de Gobierno del DF, al menos durante el 2007. De acuerdo a registros del SACM de ese año, habitantes de 264 de las 285 colonias de Iztapalapa (93%) emitieron un total de 8364 reportes de falta de agua (GDF-DGCOH, 2008).

Esto significa que durante 2007 solo los hogares en 46 de estas 264 las colonias con irregularidades en el servicio fueron condonados al pago al SACM, al tiempo que en las otras 218 el cobro continuó de la misma manera<sup>73</sup>, a pesar de los recortes en el suministro. Los hogares en estas colonias tuvieron que desembolsar parte de su ingreso en el pago del suministro intermitente de la red, y además, es probable que se vieran en la eventual necesidad de la compra de agua de fuentes alternas.

- Suministro mediante pipas

El bajo y decreciente suministro no solo afecta a algunos de los hogares a través de la intermitencia del servicio desde la red, sino que además en otros 3 088 hogares, que representa 0,7 por ciento del total, (cuadro 3.21) la escasez llega al grado de depender exclusivamente del suministro de agua en pipas.

Empero, este porcentaje también podría ser mayor. En este sentido, la EPCV (Evalúa DF, 2012) señala que 17,6 por ciento de los habitantes de Iztapalapa (cerca de 79,8 mil hogares) se abastecen de agua potable con pipas. Tan solo 16,2 por ciento de estos encuestados evalúan la calidad del agua recibida por este medio como buena o excelente, mientras que 83,8 la catalogan como agua de calidad deficiente (27% muy deficiente, 18,9% deficiente y 37,8% regular).

Al año, la delegación cubre un promedio de 130 mil viajes de pipas con una capacidad de 10 mil litros cada una para abastecer a la población y que con mayor frecuencia visitan 56 colonias (PAOT, 2012). Algunas de las pipas de abastecimiento son solicitadas y pagadas a particulares, a la vez que otras son provistas por parte de la delegación y recargadas en las garzas correspondientes. La delegación cuenta con una capacidad de

---

<sup>73</sup> Los hogares que cuentan con tomas domiciliarias en las colonias reconocidas bajo el sistema de tandeos están obligados a pagar una cuota fija bimestral por el servicio que va de \$87,42 a \$600,98, en función de la clasificación de su manzana, en caso de no estar entre estas colonias, deben pagar las tarifas correspondientes al suministro general (GDF, 2013).

abasto de 150 pipas públicas, encargadas de esta labor (aunque en época de estiaje llegan a circular hasta 500 pipas en la demarcación) (Ríos, 2014; Valdez, 2014).

Los operadores de garzas y pipas delegacionales están obligados por ley a abastecer las necesidades básicas de agua de manera gratuita (Godoy, 2013). Pese a ello, se estima que aproximadamente 40 por ciento del agua abastecida mediante esta vía es vendida de manera ilegal por los transportistas (Ramos y Sosa, 2014). Los operadores de las pipas suelen solicitar propinas y vender hasta en 700 pesos el metro cubico (Contraloría-DF, 2013; Ríos, 2014), un precio formado en un mercado ilegal que supera en 100 veces el costo promedio del m<sup>3</sup> de agua desde la red el cual no supera siete pesos (GDF, 2013).

La forma para que los hogares puedan ser abastecidos con el líquido mediante pipas delegacionales es por solicitudes vía telefónica, electrónica o por fichas que se distribuyen directamente a las garzas (Cesac, 2014; Ramos y Sosa, 2014; Hernández, entrevista, 2014). El tiempo de respuesta a la solicitud por vía electrónica en la página del gobierno delegacional es de 24 horas y por vía telefónica a la delegación o al SACM es de entre uno y hasta cuatro días, aunque el tiempo de respuesta puede variar de acuerdo a la demanda del servicio y a la infraestructura instalada para proveerlo (Cesac, 2014; Ramos y Sosa, 2014).

Las pipas distribuyen el agua solo en el horario de 9 a 14 horas (Cesac, 2014), que se traduce en la necesidad de que algún integrante del hogar destine tiempo en esperar la llegada de la pipa. Por ejemplo, en el caso de la colonia La Polvorilla<sup>74</sup>, tres jefas de hogar entrevistadas indicaron que, para su caso específico, dejan de atender al trabajo, a la escuela y al cuidado de los infantes para esperar el arribo de la pipa a su domicilio (Espinoza, entrevista, 2014; Hernández, entrevista, 2014; Mendoza, entrevista, 2014)<sup>75</sup>.

Otra inversión de tiempo en conseguir agua en esta colonia es durante las madrugadas, ya que, dada la elevada demanda, los y las jefes de hogar deben hacer fila desde las 2 am para alcanzar una de las 20 fichas repartidas diariamente a las 9 am en la garza para obtener el suministro con pipas. Esta inversión de tiempo, según lo expresan, sacrifica

---

<sup>74</sup> La colonia Polvorilla es una colonia popular que recibe agua por tandeo poco frecuente y de mala calidad, además el 15.4% de su población ocupada recibe menos de un salario mínimo, 34.3 por ciento de la población mayor a 15 años registra un rezago educativo; 17.6 por ciento de las viviendas disponen de agua por acarreo; 80.2 por ciento de las viviendas disponen de agua y drenaje (Sistema de Información Censal por Colonia (SCINCE por colonias), 2002 citado en Guzmán, 2006).

<sup>75</sup> Esta información se obtuvo con la realización de una entrevista a tres amas y jefas de familia en la colonia La Polvorilla, cuyo guion puede consultarse en el Anexo xii.

parte de su tiempo de descanso y los expone a riesgos en su seguridad (Hernández, entrevista, 2014).

- Calidad del agua

La problemática del agua en Iztapalapa no se restringe a un creciente deterioro del suministro, sino además se refiere a la calidad del recurso. La degradación del acuífero, como consecuencia de la sobreexplotación local del manto freático y la ruptura de tubería de drenaje, la infiltración de lixiviados por inadecuada disposición de residuos sólidos urbanos, así como la extracción de agua fósil cada vez más profunda son algunas de las causas de la progresiva pérdida de calidad en el recurso de la delegación (Centrogeo, 2004; GDF, 2004; Osnaya, 2013).

De acuerdo con Soto (2000) en el 2000, 12 colonias con cerca de 21,8 mil familias, sufrían una dotación de agua potable de mala calidad. Un reporte presentado por el SACM (2014) en abril de 2014 enlista a 35 colonias de la demarcación que reciben agua de características amarillentas y de mal olor, con parámetros fuera de la NOM-127-SSA1-1994 para la calidad potable<sup>76</sup>, principalmente fierro y manganeso. Igualmente se presenta una colonia (Santa María Aztahuacan) con problemas de calidad más severos en el agua que recibe, la cual es apta para labores domésticas, pero no para consumo humano directamente puesto que constituye una amenaza a la salud.

En este informe se aprecia también que Iztapalapa es la delegación con más colonias con mala calidad del agua suministrada. Además de fierro y manganeso, la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios reconoció la presencia de coliformes totales en 12 de 100 puntos muestreados en la delegación, los cuales se asocian a presencia de diarreas y gastroenteritis en la población más sensible como los niños y los adultos mayores (Cofepris, 2000; GDF, 2004).

La calidad del agua también ha sido evaluada desde la percepción de la población. De acuerdo a los resultados presentados en la EPCV (Evalúa DF, 2012), la cual es representativa de la población, durante 2012, 62,4 por ciento de los habitantes no

---

<sup>76</sup> La cual establece que: El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características microbiológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas, con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor (SS, 2000).

considera que la calidad de agua que recibe sea de buena calidad, calificándola como muy deficiente (11%), deficiente (18,1%) y regular (33%) mientras que 34 por ciento la valora como buena y solo 2,4 por ciento la califica como de excelente calidad.

Cuadro 3.13 Opinión de los habitantes de Iztapalapa sobre la calidad del agua

Calificación ciudadana de la calidad del agua en Iztapalapa			
	Frecuencia encuestados	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Muy deficiente	23	11,0	11,0
Deficiente	38	18,1	29,0
Regular	70	33,3	62,4
Buena	73	34,8	97,1
Excelente	5	2,4	99,5
No especificado	1	0,5	100,0
Total	210	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia con microdatos de Evalúa DF, 2012.

Además de la deficiencia de la calidad del agua desde la fuente también tendría que considerarse la disposición insegura del agua en las viviendas, debido a que la baja frecuencia de disponibilidad de agua obliga a almacenar ésta en condiciones no óptimas, que también afectan su calidad. Como se mencionó, un 30 por ciento de las viviendas dispone del servicio de agua de manera intermitente que los obliga a utilizar diversos medios para la recolección, además de un 28 por ciento que aun dispone de pileta o tanque como el principal equipamiento para el acopio de agua, que no siempre posee las mejores condiciones de higiene. Los habitantes indican también que incluso el agua que se recibe en la red les ha provocado algunas alergias y enfermedades en la piel (CEMDA, 2011).

Como las siguientes fotografías ejemplifican, en la colonia La Polvorilla pudo comprobarse que el uso de tambos y botes sin tapa, expuestos al sol y/u oxidados son parte del paisaje común del que se han ido equipando los hogares, que les han funcionado para acopiar agua suficiente para enfrentar los días en que esta escasea, pero que al mismo tiempo, representan un factor riesgo para la contaminación del agua y proliferación de vectores transmisores de enfermedades.

Fotografía 3.1. Tomada al interior de una vivienda en la calle Jamaica, Col. La Polvorilla, Iztapalapa



Fuente: Propia.

Fotografía 3.2 Tomada al interior de una vivienda en la calle Jamaica, Col. La Polvorilla, Iztapalapa



Fuente: Propia.

Fotografía 3.3 Tomada al interior de una vivienda en la calle Camino al Progreso, Col. La Polvorilla, Iztapalapa



Fuente: Propia.

Fotografía 3.4 Vista de una vivienda en la calle Playa Grande, Col. La Polvorilla, Iztapalapa



Fuente: Propia.



Fotografía 3.5 Vista de una vivienda en la calle Gitana, Col. La Polvorilla, Iztapalapa



Fuente: Propia.

### Conclusión del capítulo

A manera de una breve conclusión de este capítulo, puede señalarse que mediante el empleo del análisis CPC y la construcción del indicador de vulnerabilidad social se logró categorizar a los hogares del Distrito Federal y dirigir la siguiente etapa de esta tesis a los hogares que padecen tanto las peores condiciones socioeconómicas, como un menor acceso al servicio de agua potable en toda la entidad. La selección de la delegación Iztapalapa, como se mostró, es consistente con el desempeño que presenta por debajo del DF en casi todos sus indicadores socioeconómicos además de ser una de las delegaciones más expuestas a la carestía de agua potable.

Igualmente destaca que, con la información derivada de las matrices de varianza y correlación, pudo obtenerse los aspectos de mayor relevancia en explicar la vulnerabilidad social en los hogares a la disminución del suministro hídrico, los cuales, en algunos casos, difieren en Iztapalapa con respecto al Distrito Federal en general.

En este sentido, los aspectos que determinan la sensibilidad de los hogares entre delegación y entidad coinciden en cuanto al número de integrantes del hogar,



infraestructura y equipamiento relativo al acervo de agua, así como la disponibilidad y dotación de la misma. Lo que dicho sea de paso, confirman estadísticamente la relevancia del componente hídrico en el hogar.

Para el caso de la capacidad adaptativa, los aspectos determinantes difieren entre entidad y delegación. Mientras que para todos los hogares del DF la capacidad adaptativa se ve incentivada por rubros como el ingreso, salud y calidad del empleo, en Iztapalapa aspectos aún más básicos, como las condiciones nutricias, el derecho a la atención médica, e informales, como la generación de redes en momentos de enfermedad, tienen un peso sobresaliente.

La delegación Iztapalapa destaca por ser un reto en magnitud y complejidad, tal como los diversos aspectos socioeconómicos y de suministro hídrico han dado cuenta. Este último, como en las páginas subsecuentes se mostrará, conserva una dinámica a la baja que ha mermado capitales básicos en los hogares, como lo son el ingreso y la salud de sus habitantes.

## CAPÍTULO IV. ETAPA 2. EFECTOS EN LOS ACTIVOS INGRESO Y SALUD POR LA DISMINUCIÓN DEL SUMINISTRO HÍDRICO

### Introducción

Este último capítulo presenta la metodología, aplicación y discusión de la segunda etapa metodológica para el contraste de hipótesis, en la que se estiman los efectos observados y futuros en el ingreso y en la salud, a consecuencia la disminución de los caudales de agua suministrados en los hogares de Iztapalapa, delegación que precisamente figura como la de mayor vulnerabilidad hídrica y problemáticas socioeconómicas en el Distrito Federal.

### 4.1 Metodología específica

Para conocer la relación empírica entre el suministro de agua y el ingreso y salud de los hogares de la delegación seleccionada no existe un método de evaluación determinado, pero puede primero realizarse una inspección visual de los datos y después estimarse dicha relación a partir de una función de regresión (con base en estudios elaborados previamente como Mangyo, 2008; Motoshita, 2010; Baguma *et. al.*, 2012). Por ello se determinó que el instrumento de análisis empleado fuera un sistema de ecuaciones resuelto con un modelo de regresión, mediante el método de solución convencional de mínimos cuadrados ordinarios.

Los modelos de regresión lineal buscan verificar o contrastar empíricamente la posible dependencia de un fenómeno representado por una variable (Y) respecto a otra u otras llamadas variables independientes ( $X_i$ ), con el objetivo de estimar o predecir el comportamiento promedio de la variable dependiente ( $\hat{Y}$ ) en términos de los valores conocidos de las independientes (Gujarati, 2007). La forma general de los modelos es:

$$\hat{Y} = \alpha + \beta_i X_i + \mu$$

Donde:

$\alpha$  y  $\beta$ : Son los parámetros de la estimación y

$\mu$ : Los errores del modelo, o las variaciones de la variable dependiente que las variables  $X_i$  no explican.

i: número de variables y parámetros

El método de solución MCO consiste en encontrar los valores de los parámetros alfa y betas que expliquen significativamente el modelo, por medio de la minimización de las desviaciones de los valores, es decir, al encontrar la mínima diferencia entre la variable dependiente estimada por el modelo y la variable dependiente observada en la realidad (*Ídem*). La especificación es la siguiente. Del lado derecho de la igualdad se expresan las variables dependientes o a ser explicadas, mientras que en el lado izquierdo se encuentran las variables independientes o explicativas.

*Modelo base y su estimación mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)*

Identidad 0 Ingreso disponible<sup>77</sup> = Ingreso total - Desembolsos en la compra de agua

Modelo 1.  $\widehat{\text{Ingreso disponible}}_t = f(\text{flujos de agua suministrados a Iztapalapa } t)$

Modelo 1.1 para sensibilidad

$\text{logaritmo } \widehat{\text{Ingreso disponible}}_t = f(\text{logaritmo flujos de agua suministrados a Iztapalapa } t)$

Modelo 2.  $\widehat{\text{Salud}}_t = f(\text{flujos de agua suministrados a Iztapalapa } t)$

Interacción:  $\widehat{\text{Ingreso disponible}}_t = f(\widehat{\text{Salud}}_t)$

$\widehat{\text{Salud}}_t = f(\widehat{\text{Ingreso disponible}}_t)$

Efectos en prospectiva:

$\widehat{\text{Ingreso disponible}}_{t+16} = f(\text{flujos de agua suministrados a Iztapalapa } t+16)$

$\widehat{\text{Salud}}_{t+16} = f(\text{flujos de agua suministrados a Iztapalapa } t+16)$

Por lo que también se requiere:

$$\widehat{\text{lps}}_{t+16} = f(\widehat{\text{lps}}_{t-1}, \text{tiempo})$$

t: Tiempo.

t+16: Número de años a pronosticar (a 2030).

La estimación del modelo así como las pruebas de hipótesis sobre la bondad de ajuste y confiabilidad de los resultados se llevaron a cabo con el uso del paquete econométrico *E-views* versión 8.

*Criterio para contraste o comprobación de hipótesis para los modelos*

El criterio para aceptar o rechazar las hipótesis planteadas será la significancia estadística de los parámetros beta  $\beta_i$  de las funciones planteadas. La prueba de significancia busca establecer la probabilidad de un producto (la estimación de Y) como efecto de una

---

<sup>77</sup> De los hogares de Iztapalapa.

relación (entre X y Y) (Gujarati, 2007). La prueba de hipótesis de la significancia se enuncia de la siguiente manera:

Ho:  $\hat{\beta} = 0$  beta es estadísticamente igual a cero

Hi:  $\hat{\beta} \neq 0$  beta es estadísticamente diferente de cero

Se busca rechazar Ho, es decir que  $\hat{\beta}_i$  sea significativamente diferente de cero. El nivel de significancia utilizada es decir, la probabilidad de que la relación de causalidad planteada exista empíricamente, fue al 95 por ciento (Hubbard y Bayarri, 2003). La regla de decisión consiste en que Ho se rechaza si valor  $p < 0,05$ . El valor p significa la probabilidad de cometer el error de rechazar Ho cuando esta es verdadera (*Ídem*). Este valor se obtendrá en las hojas de resultados que arroja el programa *E-views*.

#### *Variables, fuentes de información y procedimientos previos*

Cuadro 4.1 Variables, indicadores y fuentes de información

Conceptos	Variables	Indicadores	Abreviatura en el modelo regresión	Fuentes
Ingreso disponible	Ingreso en la delegación con más hogares vulnerables	Ingreso disponible (Yd) =Ingreso trimestral promedio real en los hogares en la delegación - Gastos trimestrales en consumo de agua	Ydt	• INEGI: Encuesta Nacional de Ingreso Gasto de los Hogares 1984, 1989, 2002, 2004, 2005, 2006, 2008, 2010, 2012
Reducción progresiva del suministro	Flujos de agua suministrados a Iztapalapa	Suministro de agua en litros por segundo a Iztapalapa	lps	• CNA: Sistema Nacional de información del Agua • SACM: Referencias físicas en biblioteca ubicada en la Delegación Cuauhtémoc, D.F y documentos en línea. Varios años
Salud	Primer nivel: Cantidades mínimas de agua			
	Segundo nivel: Salud en la delegación con más hogares vulnerables	Morbilidad: Número de egresos hospitalarios por enfermedades infecciosas intestinales	Eii	• Secretaría de Salud del Distrito Federal, Sistema automatizado de egresos hospitalarios. Varios años.
		Mortalidad: Número de decesos presentados con estas enfermedades: tasa de mortalidad general; por enfermedades intestinales infecciosas; de la piel y digestivas.	Tmg, Tmii, Tmp, Tmd	• Secretaría de Salud: Sistema Nacional de Información en Salud, cubo dinámico. Varios años.

Fuente: Elaboración propia.

Para llevar a cabo el modelo de regresión 1 se construyeron dos series históricas, una referente al ingreso total y otra al ingreso disponible promedio de los hogares, entendido

como el ingreso después de los desembolsos en consumo de agua, utilizando los microdatos de la ENIGH (varios años) de 1984 a 2012 con frecuencia bianual.

En los microdatos se reconocieron y obtuvieron tanto los promedios de las variables de ingreso trimestral, como los desembolsos trimestrales imputados tanto al pago del agua suministrada de la red y como a la compra de agua embotellada en los hogares de la delegación Iztapalapa. Estos gastos fueron utilizados más adelante para estimar el ingreso disponible.

Las series históricas de ingreso y gastos en agua que se obtuvieron se expresaban en pesos mexicanos nominales del año del levantamiento de cada encuesta de la ENIGH. Para efectuar análisis históricos validos acerca de cantidades monetarias, se requiere deflactar los pesos nominales con el uso del índice de precios al consumidor con año base 2011 (2011=100), publicado por el INEGI (2014).

El procedimiento de deflactación busca obtener una expresión en unidades homogéneas de montos monetarios que provienen de diferentes periodos del tiempo eliminando el efecto de las alteraciones inflacionarias sobre los valores estudiados, mediante la división del valor nominal (pesos corrientes) entre un índice de precios que considere un año base (Núñez, 1982).

La fórmula de deflactación que se aplicó para cada observación de las series históricas de ingreso y gastos en agua fue la siguiente:

$$\text{Valor real o constante} = \frac{\text{Valor nominal}}{\text{Índice nacional de precios al consumidor 2011} = 100}$$

Los valores reales o constantes del ingreso y gastos están expresados en términos de la capacidad adquisitiva real del peso respecto al 2011 como año base, y por tanto pueden ser comparados. Una vez que se obtuvieron los valores reales se calculó el ingreso disponible real promedio de los hogares en Iztapalapa, el cual se define en esta tesis como la resta del ingreso promedio real menos los desembolsos en el pago de agua de la red pública y agua embotellada:

$$\begin{aligned} \text{Ingreso disponible real} \\ = \text{Ingreso real} - \text{Gasto real en agua de red y agua embotellada} \end{aligned}$$

La ventaja de obtener el ingreso disponible mediante la resta de los gastos en agua, es que indirectamente se incorporan en el análisis los efectos de los incrementos reales tanto de las tarifas de agua, como de los precios del agua embotellada, sin necesidad de complejizarlo.

Para obtener la serie histórica del suministro en la delegación Iztapalapa, se multiplicó el suministro total que recibe el Distrito Federal por el porcentaje de suministro que se abastece a Iztapalapa en el 2007, de acuerdo a información de SACM (2008) (en Jiménez *et. al.*, 2012):

$$\text{Suministro delegacional} = \text{Suministro total DF} * 15,23\% \text{ abasto Iztapalapa}$$

### *Instrumentos*

Ahora, para comprobar o contrastar la hipótesis de que la disminución del suministro ha afectado el ingreso disponible primero se efectuó una exploración visual y estadística de los datos, y segundo, se llevaron a cabo dos modelos de regresión con la técnica de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) mediante el uso del software *E views*. Uno para conocer los efectos absolutos en el ingreso expresados en cantidades monetarias y otro para medir la sensibilidad de la demanda cuando varía la oferta de agua para los hogares de la delegación Iztapalapa, en el periodo de tiempo de 1989 a 2012.

**Modelo 1:** Efectos monetarios en el ingreso por la disminución del suministro  
Especificación:

$$\widehat{Ydt} = f(lps_{Izt})$$

$$1. \widehat{Ydt} = \alpha_1(1 - \rho) + \beta_1(1 - \rho)lps_{Izt} + \rho\widehat{Yd}_{t-1} + (\mu_t - \rho\mu_t)$$

Dónde:

$\widehat{Ydt}$ : Ingreso disponible después de desembolsos en agua de la red y agua embotellada, expresado en pesos mexicanos constantes al 2011, para el periodo de tiempo 1989-2012.

$\alpha_1(1 - \rho)$ : Valor del intercepto o estimador independiente

$\beta_1(1 - \rho)$ : Valor del coeficiente o estimador del suministro

$lps_{Izt}$ : Suministro de agua a la delegación Iztapalapa de 1989 a 2012

$\rho$ : Valor de autocorrelación

$\widehat{Yd}_{t-1}$ : Término de autorezago para corrección de autocorrelación.

**Modelo 1.1** Ahora bien, para conocer la sensibilidad que pueden padecer los hogares en su ingreso ante pequeños cambios en el agua entregada, se efectuó un modelo logaritmo-logaritmo con MCO. En este tipo de modelo efectivamente el coeficiente o estimador  $\beta$  mide la elasticidad de la variable dependiente en proporción con la independiente (Gujarati, 2009).

Especificación de la sensibilidad del ingreso disponible por efecto de cambios porcentuales en el suministro “ofertado”:

$$\widehat{\log Ydt} = \alpha_1(1 - \rho) + \beta_1(1 - \rho)\log lps_{Izt} + \rho\widehat{\log Yd}_{t-1} + (\mu_t - \rho\mu_t)$$

Donde:

$\widehat{\log Ydt}$ : Logaritmo del ingreso disponible, después de desembolsos en agua de red y embotellada, expresado en pesos mexicanos constantes al 2011, para el periodo de 1989 a 2012

$\alpha_1(1 - \rho)$ : Valor del intercepto o estimador independiente

$\beta_1(1 - \rho)$ : Valor del coeficiente o estimador del suministro

$\log lps_{Izt}$ : Logaritmo del suministro de agua a la delegación Iztapalapa de 1989 a 2012

$\rho$ : Valor de la correlación con la observación inmediata anterior del ingreso disponible

$\widehat{Yd}_{t-1}$ : Término de autorezago de un año anterior para corrección de autocorrelación.

**Modelo 2.** Para evaluar los efectos en la salud por la reducción del agua dotada a los hogares se estimó la relación entre el suministro y la salud, al igual que el ingreso, primero se realizó una inspección visual de la evidencia, para después presentar el estadístico de correlación entre las variables localizadas y la contrastación estadística de la hipótesis de causalidad, mediante el modelo clásico de MCO.

El análisis visual de los efectos de la reducción del caudal suministrado sobre la salud se basó en dos niveles. El primer nivel se refiere a la observación de la tendencia histórica del suministro y su contraste con las cantidades mínimas de agua para preservar la salud, sugeridas por la bibliografía. El segundo nivel se refiere al análisis de la información disponible sobre enfermedades humanas asociadas a la escasez hídrica: morbilidad hospitalaria (número de enfermos) y mortalidad (decesos) por dichas enfermedades.

La información disponible asociada con la morbilidad hospitalaria fue proporcionada por la Secretaría de Salud del Distrito Federal, mediante el sistema de solicitud de información en línea “info DF” (Anexo xi) la cual está disponible desde 2007 a 2013. La información de mortalidad se localizó en el cubo dinámico del Sistema Nacional de

Información en Salud (DGIS, 2014) desarrollado por la Secretaría de Salud del Gobierno Federal disponible de 1985 a 2012.

Para el modelo de regresión solo se eligieron las series históricas de mortalidad en Iztapalapa por enfermedades vinculadas a la escasez de agua, a razón de que son la base de datos más robusta con 27 observaciones anuales, ofrece mayor información histórica y permite una estimación más confiable que una base de datos con menores observaciones, como la información de morbilidad, con siete observaciones.

Las enfermedades consideradas en la mortalidad son: infecciosas intestinales; de la piel y digestivas, las cuales son causadas principalmente por la combinación de escasez de agua, higiene deficiente, inadecuada disposición de excretas, la acumulación insalubre de agua y condiciones de vida precarias (Moe *et. al.*, 2006; SS, 2010; Motoshita, 2011; WHO, 2013).

Con el propósito de que la variable de salud se asocie con la población de la delegación, se calculó la tasa de mortalidad delegacional por cada cinco mil habitantes para cada enfermedad antes enunciada y para la suma de las mismas, con la siguiente fórmula:

$$\text{Tasas de mortalidad (infecciones intestinales, de piel y digestivas)} = \frac{\text{Decesos} * 5000}{\text{Población delegacional}}$$

Y para hallar la tasa de mortalidad general se efectuó una suma simple de cada tasa de mortalidad individual:

$$\text{Tasa de mortalidad general} = \Sigma(\text{tasas por infecciones intestinales, de piel y digestivas})$$

Para comprobar la significancia de esta relación, así como para conocer el nivel de causalidad entre ambas se estimó un modelo de regresión con la técnica convencional MCO para las tasas de mortalidad total y particulares obtenidas a partir de la base de datos de SINAIS de 1984 a 2012 (DGIS, 2014) y con el suministro hídrico delegacional obtenido de GDF y Conagua (varios años) cuya especificación es la siguiente:

Modelo 2:

$$\widehat{Tm}_t = f(lps_{Izt})$$

$$1. \Delta \widehat{Tm}_t = \alpha_1(1 - \rho) + \Delta \beta_1(1 - \rho)lps_{Izt} + \rho \widehat{Tm}_{t-1} + (\mu_t - \rho \mu_{t-1})$$

Modelos particulares:



2.  $\widehat{Tmu}_t = \alpha_1(1 - \rho_1 - \rho_2) + \beta_1(1 - \rho_1 - \rho_2)lps_{Izt} + \rho_1\widehat{Tmu}_{t-1} + \rho_2\widehat{Tmu}_{t-2} + (\mu_t - \rho_1\mu_{t-1} - \rho_2\mu_{t-2})$
3.  $\Delta\widehat{Tmp}_t = \alpha_1(1 - \rho) + \Delta\beta_1(1 - \rho)lps_{Izt} + \rho_1\widehat{Tmp}_{t-1} + (\mu_t - \rho_1\mu_{t-1})$
4.  $\Delta\widehat{Tmd}_t = \alpha_1(1 - \rho_1 - \rho_2) + \Delta\beta_1(1 - \rho_1 - \rho_2)lps_{Izt} + \rho_1\widehat{Tmd}_{t-1} + \rho_2\widehat{Tmd}_{t-2} + (\mu_t - \rho_1\mu_{t-1} - \rho_2\mu_{t-2})$

Dónde:

$\widehat{Tmg}$ : Tasa estimada de mortalidad general, expresada como la suma de las tasas de mortalidad particulares para el periodo de 1984 a 2012.

$\widehat{Tmu}$ : Tasa estimada de mortalidad de enfermedades intestinales infecciosas

$\widehat{Tmp}$ : Tasa estimada de mortalidad de enfermedades de la piel

$\widehat{Tmd}$ : Tasa estimada de mortalidad de enfermedades digestivas

$\Delta$ : Primera diferencia, como método de cointegración de las series de datos, no se aplicó para el modelo de la tasa de mortalidad por enfermedades intestinales infecciosas debido a que dicha variable se integra a niveles (ver Anexo xiii.2).

$lps_{Izt}$ : Suministro observado de agua a la delegación Iztapalapa de 1989 a 2012

$\rho_1$  y  $\rho_2$ : Valor de la correlación de la variable en el momento “t” con los valores de la misma en el momento “t-1” y “t-2”

$\alpha_1(1 - \rho)$  y  $\alpha_1(1 - \rho_1 - \rho_2)$ : Valores de los interceptos

$\beta_1(1 - \rho)$  y  $\beta_1(1 - \rho_1 - \rho_2)$ : Valor de los coeficientes del suministro

$\widehat{Tmu}_{t-1}$  y  $\widehat{Tmu}_{t-2}$ : Rezago de uno y dos años de la tasa de mortalidad por infecciones intestinales, para corrección de autocorrelación.

$\widehat{Tmd}_{t-1}$  y  $\widehat{Tmd}_{t-2}$ : Rezago de uno y dos años de la tasa de mortalidad por infecciones digestivas, para corrección de autocorrelación.

Se realizaron las pruebas de significancia y confiabilidad (Anexo xiii.2), en las que se localizó autocorrelación en los cuatro modelos, por lo que para evitar que altere los resultados, se les aplicó el coeficiente *rho* ( $\rho$ ) para su corrección.

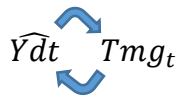
#### *Estimación de la interacción entre el ingreso y la salud*

Para comprobar si esta interacción es fuerte en términos estadísticos, se procedió a obtener el vector del ingreso disponible explicado por el suministro ( $\widehat{Ydt}$ ), y a utilizar las observaciones de la tasa de mortalidad general. No se consideró tomar el vector estimado de la tasa de mortalidad a razón de que, como se demostrará más adelante, no es explicado significativamente por el suministro de agua. Con esta información se evaluó un sistema de ecuaciones simultáneo, que ayuda a medir causalidades bidireccionales de la siguiente manera:

$$\widehat{Ydt} = f(Tmg)$$

Es decir que

$$Tmg_t = f(\widehat{Ydt})$$



### *Especificación del pronóstico de los efectos futuros*

Los modelos de pronóstico son un recurso útil para el alcance de los objetivos de esta tesis y para el manejo adecuado de la incertidumbre. El proceso de pronóstico consiste en diseñar un modelo de un sistema real y llevar a cabo experiencias (o experimentos) con él, con la finalidad de aprender el comportamiento del sistema o de evaluar diversas estrategias para el funcionamiento del mismo (Shannon, 1988).

El pronóstico fue estimado al 2030. Primero se calculó el suministro para Iztapalapa (lps Izt), procedente del pronóstico para el suministro del Distrito Federal a 2030 (Cfr. Gráfico 2.18) y cuyos parámetros son:

$$\widehat{lps_{t+16}} = 152\,255 + 0.57\,lps_{t-1} - 68.70\,t + \hat{\mu}$$

Con esta información, y la tasa de distribución del agua en el DF presentada por el SACM (2008) (en Jiménez *et. al.*, 2012), se obtuvieron los litros por segundo de suministro para la delegación Iztapalapa para el 2030 y se sustituyeron los valores de la variable lps en la ecuación siguiente (proveniente del modelo 1 pero para 2030 y cuyos resultados se presentarán más adelante):

$$\widehat{Ydt + 30} = \alpha_1(1 - \rho) + \beta_1(1 - \rho)\widehat{lps_{t+16}} + \rho\widehat{Yd_{t-1}} + (\mu_t - \rho\mu_t)$$

Para conocer si se abastecerán en promedio las cantidades mínimas de agua a los hogares, se estimó el suministro promedio por habitante utilizando las proyecciones de población de la Conapo (2010) y el pronóstico del suministro a Iztapalapa, que se presentó con anterioridad en los gráficos 2.18, y 2.21 del capítulo II.

#### 4.2 Evidencia. Relación entre el ingreso disponible y el suministro de agua en Iztapalapa

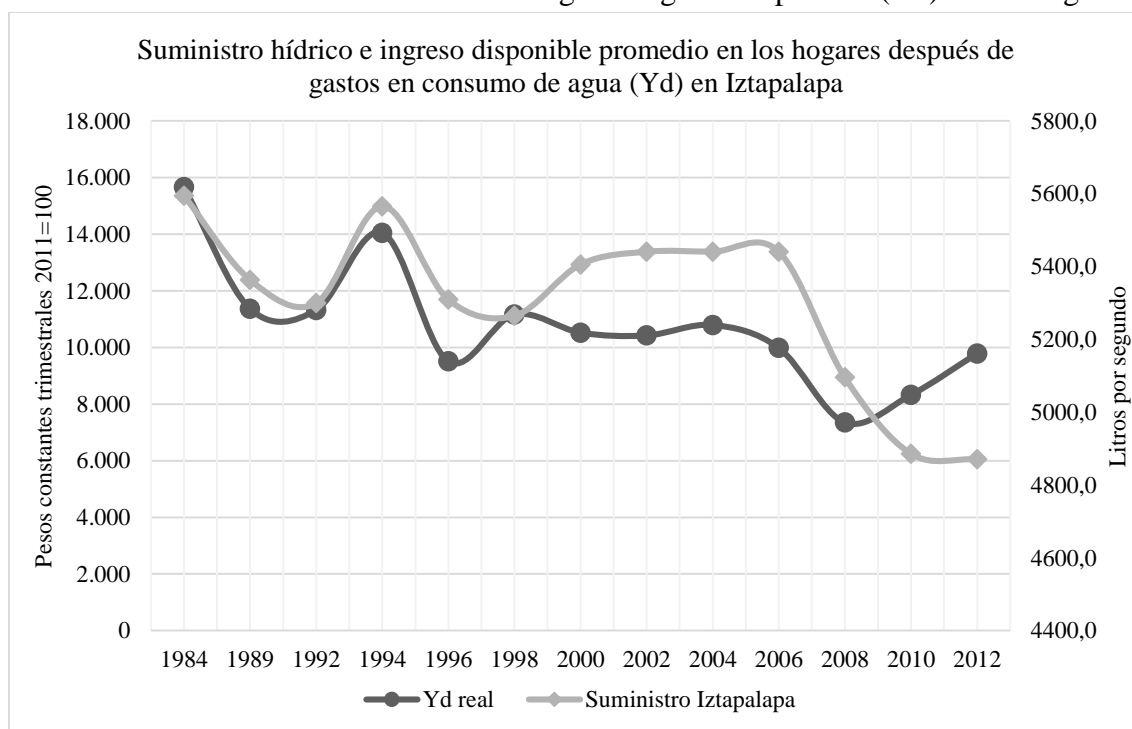
Ante las disminuciones del agua suministrada en la delegación por efecto del agotamiento de las fuentes de abastecimiento y la distribución desigual del líquido, queda por responder la cuestión de si ha generado efectos importantes o no sobre algunos de los

activos de los hogares con los que cuentan para sobrevivir, sostenerse y desarrollarse con el tiempo.

Como se argumentó en el capítulo I, el ingreso y la salud de los hogares son activos principales que permiten la construcción y fortalecimiento de capitales, como el financiero, humano y social. En esta sección primero se aborda la evolución y efectos históricos sobre el ingreso familiar y la salud de los hogares, para después estudiar la prospectiva en el futuro de seguir dichas tendencias.

Con relación al ingreso, a un nivel exploratorio, por medio de una inspección visual de las estadísticas y coeficientes de correlación, puede indicarse que existe un grado de asociación entre el ingreso disponible y el suministro hídrico delegacional. En el gráfico 4.1 se observa la evolución del ingreso promedio real de los hogares en conjunto con el suministro bruto de agua potable a la delegación. Las reducciones en el caudal de agua comprometida a la delegación observa disminuciones principalmente en los años 1989, 1995-1998 y desde 2006 a 2013, que responden al deterioro de las principales fuentes de abastecimiento, como el acuífero de la Ciudad de México, el Sistema Lerma y el Sistema Cutzamala.

Gráfico 4.1 Tendencias del suministro de agua e ingreso disponible (Yd) de los hogares



Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH varios años, DGCOH, 1999; Jiménez *et. al.* 2010; INEGI, varios años; Conagua, 2009; SACM, 2012 y SACM, 2012b.

Como se aprecia, existe una coincidencia en el comportamiento de las tendencias entre el suministro y el ingreso disponible promedio de los hogares de Iztapalapa, a lo largo de los últimos 30 años, lo que visualmente sugiere una relación positiva entre la capacidad adquisitiva promedio de los hogares, después de que se ha efectuado el gasto en consumo de agua proveniente de la red y embotellada y el acceso al recurso hídrico.

Efectivamente, el coeficiente correlación asciende a un valor de 0,72, que significa que las oscilaciones positivas y negativas del ingreso disponible, después de desembolsos en la compra de agua, varían en el mismo sentido en 72 por ciento que el desempeño que presenta el agua suministrada en la delegación. Empero, para comprobar la causalidad entre el suministro y el ingreso disponible, se requiere un análisis de regresión, que más adelante será presentado.

Un factor estructural que contribuye fuertemente en la explicación de las caídas absolutas en el ingreso real de los hogares a lo largo del tiempo, es la configuración y recurrencia sistemática de crisis macroeconómicas en México, las cuales han generado, aun de forma más grave durante 1987, 1995 y 2007, un progresivo deterioro en la capacidad adquisitiva de los salarios percibidos, en la cantidad y calidad de empleos, y en la distribución del ingreso entre la población (Lustig, 1997; Samaniego, 2009; Reyes, 2011).

Por otra parte, debido a que el agua es un bien insustituible y la demanda del líquido en los hogares del país y de la Ciudad de México responde inelásticamente al precio (Salazar *et. al.*, 2010; Gómez-Ugalde *et. al.*, 2012), las principales afectaciones al ingreso por la escasez hídrica son precisamente mediante la necesidad de adquirir el agua a precios más elevados, sobre todo de fuentes alternas que suelen ser más dispendiosas.

#### 4.2.1 Precios de las fuentes de acceso

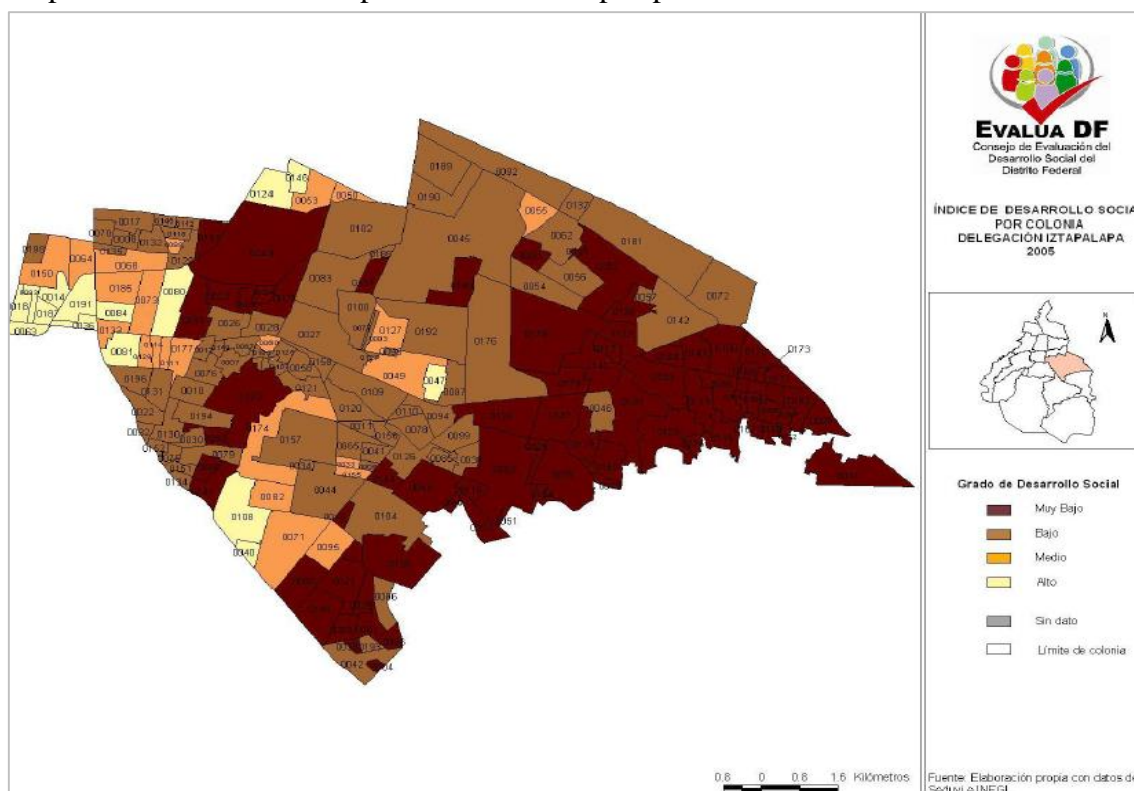
##### *Tarifas desde la red*

Como en el resto de las delegaciones, hasta 2009 el cobro de tarifas en Iztapalapa se basaba exclusivamente en el pago de cuotas clasificadas por rango de consumo. A partir de 2010, la estructura de cobro se basa además en el nivel socioeconómico de las manzanas. Al 2014, la evolución de las cuotas han incrementado a razón de la inflación, a la vez que la estructura de subsidios se mantiene básicamente igual, sobre todo en las manzanas con clasificaciones de bajo desarrollo socioeconómico y bajo consumo de agua,

mientras que se ha reducido ligeramente para grandes consumidores domésticos con alto desarrollo socioeconómico (hasta en 5% del subsidio).

Una aproximación geográfica de la estructura de subsidios en la delegación es por medio del índice de desarrollo social utilizado para la clasificación de manzanas y colonias en rangos tarifarios (mapa 4.1).

Mapa 4.1 Desarrollo social por colonia en Iztapalapa



Fuente: Tomado de Evalúa DF, 2011.

Alrededor de 86 por ciento de las colonias iztapalapenses presentan un bajo y muy bajo grado de desarrollo social (Evalúa DF, 2011) que las posiciona en situaciones más favorables en subsidios sobre su consumo de agua desde la red, como puede corroborarse en el cuadro 4.2.

Cuadro 4.2 Subsidios en el cobro del servicio de agua por tipo de manzana en el DF

Porcentaje máximo de subsidio en las tarifas	
Tipo de manzana	Máximo de subsidio
Popular	91,3%
Baja	91,3%
Media	67,4%
Alta	60,9%

Fuente: Elaboración propia con datos de GDF, 2013.

Sin embargo, las zonas con un grado de desarrollo social muy bajo se ubican en las zonas abastecidas con tandeos e incluso en asentamientos irregulares en la Sierra de Santa Catarina sin acceso legal al suministro, que indirectamente, las obliga a disponer de agua potable de fuentes secundarias más costosas.

#### *Precios de fuentes secundarias*

A mayo de 2014, los precios vigentes de las distintas fuentes que los hogares de Iztapalapa disponen para acceder al agua potable son los siguientes:

Cuadro 4.3 Precios de fuentes de abasto de agua potable en Iztapalapa

Precios totales y unitarios de fuentes primarias y secundarias de abasto 2014						
Fuente de abasto	Detalle	Precio (\$)	Litros	Precio por litro (\$)	Precio por m3 (\$)	Fuente de información
Pago subsidiado de agua de la red por tandeo	Popular	87,42	70000	0,001	1,25	GDF, 2013.
	Baja	139,73	70000	0,002	1,98	
	Media	351,95	70000	0,005	5,01	
	Alta	600,68	70000	0,009	8,58	
Pago subsidiado de derechos con medidor*	Popular	360,42	70000	0,005	5,15	
	Baja	497,34	70000	0,007	7,1	
	Media	881,75	70000	0,013	12,6	
	Alta	956,82	70000	0,014	13,67	
<b>Promedio red</b>		<b>484,5</b>	<b>70000</b>	<b>0,007</b>	<b>6,91</b>	
Pipa	venta ilegal	500	8000	0,06	62,5	Mendoza, entrevista, 2014
		600	8000	0,08	75	Ríos, 2014.
		700	8000	0,09	87,5	Espinoza, entrevista, 2014
		800	8000	0,1	100	Hernández, entrevista, 2014
		1200	8000	0,15	150	Ríos, 2014, Ramos y Sosa, 2014.
	reventa ilegal	700	1000	0,7	700	Ríos, 2014, Ramos y Sosa, 2014.
<b>Promedio pipa</b>		<b>750</b>	<b>6833</b>	<b>0,2</b>	<b>195,83</b>	
Garrafón	relleno	10	20	0,5	500	Hernández, entrevista, 2014.
	Marca Bonafont	24,99	19	1,32	1315,26	<a href="http://www.alsuper.com">www.alsuper.com</a>
<b>Promedio garrafón</b>		<b>17,49</b>	<b>19,5</b>	<b>0,91</b>	<b>757,63</b>	
<b>Promedio botella</b>		<b>8</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>8000</b>	<a href="http://www.superama.com">www.superama.com</a>

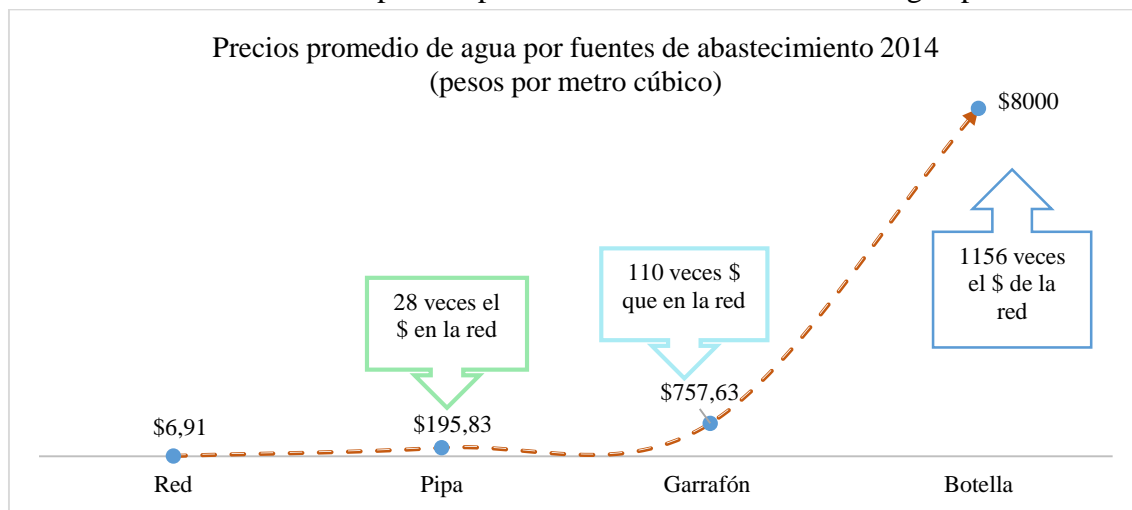
\*Se estimó suponiendo un hogar de 4 personas (INEGI, 2010), 237 el consumo promedio per cápita aparente en Iztapalapa (DGCOH, varios años) y un bimestre de 60 días, se obtiene un consumo bimestral de 56,88 mil litros por hogar. Este consumo se ubicó en el rango de tarifas de mayor a 50 mil y menor a 70 mil y se identificó su tarifa en la Gaceta del DF.

Fuente: Elaboración propia.

Como resume el siguiente gráfico, el agua suministrada desde la red pública es la de menor precio, puesto que su estructura de pago de derechos se basa en tarifas con subsidios de hasta de 91,3 por ciento del costo real de su adquisición, extracción, bombeo

y conducción, así como las erogaciones necesarias para su descarga en la red de drenaje y para el mantenimiento y operación de la infraestructura (GDF, 2013).

Gráfico 4.2 Diferencia entre precios por fuente de abastecimiento de agua potable



Fuente: Elaboración propia con información del cuadro 4.3.

El agua de pipa en Iztapalapa distribuida por la delegación llega a ser vendida (hasta 40% de la misma) a un costo de entre \$500 y \$1200 por un carro de 8 mil litros en el mercado irregular, con lo que supera en 280 por ciento el costo que deben asumir los hogares que disponen agua desde la red.

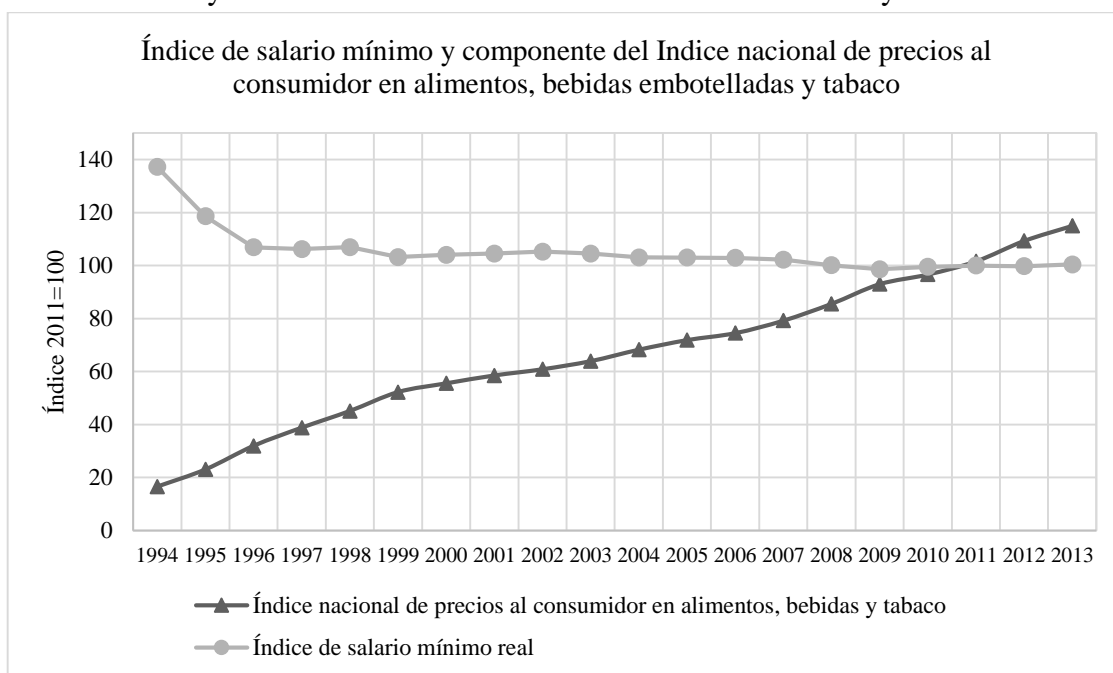
Un garrafón de marca con capacidad de 20 litros tiene el precio de \$25 y el relleno del mismo en una purificadora es de \$10, que representan en promedio 110 veces las tarifas públicas de agua potable. El caso aún más dramático es el agua de botella, la cual tiene un precio 1156 veces superior al agua de la red pública.

En la medida en que los hogares no disponen de agua suficiente en cantidad y calidad desde la red, estos transitan por fuentes alternativas con costos desproporcionadamente altos que dificultan aún más el acceso efectivo al recurso. Los precios de fuentes alternas son un problema severo en Iztapalapa a razón de que 8,8 mil hogares no cuentan con conexión a la red, un rango que va desde los 3 mil y hasta los 80 mil hogares dependen del consumo de agua en pipa, 144,2 mil no reciben agua diariamente y aún más, 394,5 mil hogares (87%) toman agua de garrafón (INEGI, 2010; Evalúa DF, 2012).

La evolución general de los precios del agua embotellada ha mostrado una dinámica ascendente en los últimos 20 años. Tales precios pueden conocerse a través de la

descomposición del índice nacional de precios al consumidor en el índice de alimentos y las bebidas. La dinámica inflacionaria de estos rubros se ha mantenido con una trayectoria a la alza a pesar de las diversas crisis, a la par de la disminución del salario mínimo real en su capacidad de compra y, en el mejor de los casos, su estabilización durante algunos años.

Gráfico 4.3 Trayectoria del salario mínimo e inflación en alimentos y bebidas



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2013 y Conasami, 2014.

Estas tendencias inflacionarias advierten que, además de la disminución del suministro público de agua, la creciente dificultad de los hogares para adquirir agua embotellada, como parte de los elementos básicos de consumo, es una deficiencia estructural que limita la provisión de recursos básicos a los habitantes en todo el país, y que se ve agudizada en contextos de vulnerabilidad social como los observados en Iztapalapa.

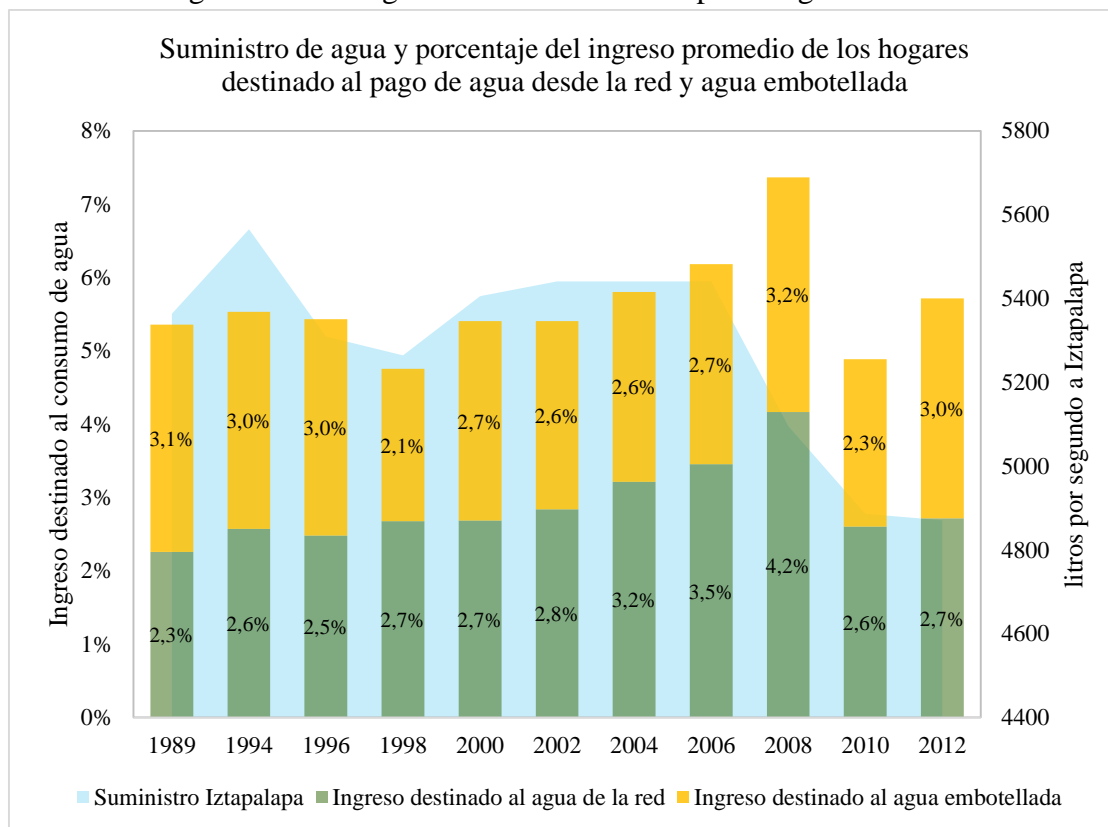
#### 4.2.2 Gastos en los hogares

##### *Fuentes primarias*

Respecto al desempeño de los desembolsos en pago de derechos desde la red y en compra de agua embotellada, tal como se ejemplifica en el gráfico 4.4, el porcentaje promedio que los hogares reservan a estos rubros ha ido aumentando desde finales de la década de los ochenta, alcanzando su punto cumbre en 2008.



Gráfico 4.4 Ingreso en los hogares destinado a la compra de agua



Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH, varios años; DGCOH, 1999; Jiménez *et. al.*, 2010; INEGI, varios años; Conagua, 2009; SACM, 2012 y SACM, 2012b.

Durante este año (2008), a pesar de que un número inédito de colonias de la delegación fueron condonadas a pagos y deudas en la delegación, los hogares destinaron el mayor porcentaje de su ingreso en materia de consumo hídrico en veinte años, como consecuencia de una combinación de factores.

Entre ellos se encuentra la caída en el caudal aportado por el Sistema Cutzamala que, dada una demanda inelástica de agua, obligó a los hogares la compra más frecuente de fuentes de agua alternas a la red de suministro, tal como puede apreciarse en el crecimiento de la participación del agua embotellada en el gasto de 2006 a 2008. Otro factor de explicación es el desplome de la capacidad adquisitiva del ingreso en los hogares, por efecto de la crisis económica de iniciada en 2007, no así con los precios de las bebidas, que continuaron con su progresivo ascenso.

Durante el 2010 se destinó el menor porcentaje de ingresos de los hogares al pago del agua y casi la mitad de lo que se destinó durante 2008 para el pago del servicio público de agua. Dicho año coincidió con el mayor número de colonias que se han visto aliviadas

del pago y deudas del servicio al SACM (Cfr. Gráfico 3.21) y con una ligera recuperación de la capacidad adquisitiva de los hogares después de la crisis económica.

De igual manera, el gráfico 4.4 permite reconocer con claridad al consumo de agua embotellada como una práctica habitual entre los hogares, que ha aumentado con el paso del tiempo y se ha vuelto un rubro del gasto al menos tan importante como el pago del suministro de agua desde la red, que dicho sea de paso, es utilizada para todo el hogar.

De acuerdo con la Dra. Gloria Soto (SACM, 2012), algunos criterios internacionales fijan que las personas no deben pagar más de 5 por ciento de su ingreso familiar por el servicio de agua potable. Sin embargo, con excepción de 1998 y 2010, los hogares han destinado en promedio entre 5 y 7,4 por ciento de su ingreso exclusivamente a acceder al líquido mediante la red pública y la compra de agua embotellada, aun sin tomar en cuenta el desembolso que efectúan para la compra de agua en pipas, una de las fuentes secundarias más importantes en la delegación.

En efecto, los gastos expresados en el gráfico 4.4 podrían considerarse como una aproximación al gasto mínimo de los hogares, ya que estos son mayores, sobre todo para la población que depende del suministro de agua mediante pipas, tanto privadas como delegacionales con cobros ilícitos, y del consumo de garrafrones, incluso para labores domésticas.

#### *Aproximación a desembolsos en fuentes secundarias*

Aunque no se dispone de información histórica detallada de los desembolsos en los hogares por tipo de fuente, estos pueden aproximarse de forma indicativa para el 2012 con la información disponible para dicho año.

- Desembolsos en compra de agua en pipas

Considerando que:

1. En la delegación, el promedio de las percepciones totales de los hogares son menores entre los que no disponen de agua entubada en la vivienda, que los que sí cuentan con este servicio, tal como se observa en el cuadro 4.4.

Cuadro 4.4 Percepciones monetarias promedio en los hogares por tipo de suministro

Ingreso promedio total <sup>1</sup> de los hogares por tipo de suministro (pesos corrientes al 2012)			
	Agua entubada dentro de la vivienda	Agua entubada fuera de la vivienda, dentro del terreno	Agua de pipa
Trimestral	\$68.683,35	\$32.280,61	\$25.328,76
Diario <sup>2</sup>	\$817,70	\$384,30	\$301,50 ( <i>I</i> )

<sup>1</sup>Es la suma del ingreso corriente y las percepciones monetarias y en especie.

<sup>2</sup>Suponiendo mes de 28 días. Fuente: Elaboración propia con datos ENIGH, 2012.

- El consumo de agua de pipas se distribuye: 79,8 mil hogares dependen de la cobertura de pipas (Evalúa DF, 2012), 40 por ciento de estos son sujetos a la venta ilegal del líquido a un precio promedio de 20 centavos el litro (Ríos, 2014; Ramos y Sosa, 2014, Cuadro 4.3). Se supone un consumo diario efectivo por habitante de 117,8 litros (Cfr. Gráfico 2.17) y un promedio de 4 integrantes por hogar (INEGI, 2010).

Cuadro 4.5 Consumo y gasto en agua de pipas

Información de consumo de agua en pipas en Iztapalapa 2014	
Número de hogares que reciben el agua en pipas <i>A</i>	79 811
Hogares que pagan en el mercado irregular $B = A \times 0,4$	31 924
Precio por litro <i>C</i>	\$0,20
Consumo aparente promedio (l/h/d) <i>D</i>	117,80
Gasto promedio por hogar al día $E = C \times D \times 4^*$	\$94,24
Gasto total delegacional (pesos diarios) $F = E \times B$	\$3008517,76

Fuente: Elaboración propia con datos de Evalúa DF, 2012; Ríos, 2014; Ramos y Sosa, 2014. \*Integrantes promedio por hogar.

Puede estimarse que 7 por ciento de los hogares en Iztapalapa, gastan un aproximado de 94,24 pesos al día en la compra irregular de agua en pipas, como fuente exclusiva de abastecimiento. En este sentido, estos casi 32 mil hogares derogan aproximadamente 31,2 por ciento de sus ingresos totales a la compra ilegal de agua de pipa ( $E/I$ ).

- Desembolsos en la compra de garrafones

Relativo al consumo de agua de garrafones se desconoce el número y dinámica de los hogares que dependen exclusivamente de esa fuente, ni la frecuencia de compra de los mismos, sin embargo, una investigación de la Dra. Delia Montero (2011) revela que 87 por ciento de la población en Iztapalapa bebe agua de garrafón, mayormente de marca (80,5%) y solo 13 por ciento lo hace con agua de la llave.

Cuadro 4.6 Consumo y gasto en agua de garrafón

Información del consumo de agua en garrafón Iztapalapa 2014	
Hogares que compran agua de garrafón $A$	394 520
Hogares que consumen agua de garrafón de marca $B=A \times 0,7$	276 164
Hogares que consumen agua de garrafón relleno $C= A \times 0,3$	118 356
Precio promedio de garrafón de marca $D$	\$1,32
Precio por litro en garrafón relleno $E$	\$0,50
Consumo promedio de agua de garrafón (l/h/d) $F$	2,14
Gasto promedio por hogar al día en garrafón de marca $G=Fx Dx4^*$	\$11,30
Gasto promedio por hogar al día en garrafón relleno $H=Fx Ex4^*$	\$4,28
Gasto total delegacional (pesos diarios) $I= B \times G + C \times H$	\$3 626 994

Fuente: Elaboración propia con datos de Montero, 2011; Hernández, entrevista, 2014; y [www.alsuper.com](http://www.alsuper.com). \*Integrantes promedio por hogar

Con esa información y los precios promedio de los garrafones de marca y rellenos en purificadoras locales, se deduce que los hogares en la delegación gastan entre \$4,3 y \$11,3 diarios en la adquisición de agua para beber y preparar alimentos, con un consumo diario de 2,14 litros diarios por habitante.

Estos desembolsos representan de entre 6,3 y 16,8 por ciento de un salario mínimo diario<sup>78</sup>, aunque como se vio en el gráfico 4.4, representan en promedio cerca de 3 por ciento de los ingresos de los hogares (con un rango que va de 1,38% a 3,7%)<sup>79</sup>. Sin embargo, hay casos particulares más graves.

Uno de ellos es el de la familia Hernández (entrevista, 2014) compuesta por cuatro integrantes y habitante de la colonia La polvorilla desde hace 45 años. Uno de sus integrantes labora como empleado con un sueldo mínimo, otro se dedica al hogar y dos más a estudiar. Este hogar ha dependido del acarreo de agua desde viviendas cercanas abastecidas con pipas, a razón de que su vivienda no tiene conexión con la red pública, ni dispone de equipamiento de cisterna o tinacos para almacenar el agua. Este tipo de suministro desde otra vivienda no ha sido una fuente segura para este hogar, puesto que dependen de la ayuda vecinal. Por esta razón se ven obligados con regularidad a abastecerse mediante la compra de 11 garrafones semanales. Esto quiere decir que este hogar destina cerca de 25 por ciento de su ingreso solo a la compra de agua de garrafón.

<sup>78</sup> \$4,3 y \$11,3 diarios en la compra de agua entre \$67,29 de salario mínimo diario (Conasami, 2014).

<sup>79</sup> Este rango se obtuvo de dividir los \$11,3 diarios en agua de garrafón entre el ingreso promedio de los hogares por cada tipo de suministro expresado en el cuadro 5.3.

### 4.3 Estimación empírica de los efectos en el ingreso disponible por la reducción del suministro hídrico

Con objeto de comprobar o contrastar la hipótesis de que la disminución del suministro ha afectado el ingreso disponible, se llevaron a cabo dos modelos de regresión lineal. Uno para conocer los efectos de la disminución del suministro expresados en cantidades monetarias y otro para medir la sensibilidad del ingreso de los hogares cuando varía la oferta de agua para los hogares de la delegación Iztapalapa en el periodo de tiempo de 1989 a 2012.

Resultados del modelo 1. Estimación de la causalidad entre ingreso y suministro de agua

$$\widehat{Yd}_t = -16\,477,93 + 5,078\,lps_{Izt} + 0,16\,\widehat{Yd}_{t-1}$$

(0,17)      (0,04)\*      (0,55)

R<sup>2</sup>: 0,47

Los datos entre paréntesis muestran el valor p.

\*Parámetro significativo al 95 por ciento de confianza.

Las estimaciones del modelo superan las pruebas de hipótesis de significancia individual para el caso de la variable  $lps_{Izt}$  y para la bondad de ajuste total, así como las de confianza (autocorrelación, heterocedasticidad, especificación, normalidad y cointegración) que indican que se trabajó con una representación que arroja estimadores insesgados eficientes y consistentes para medir el deterioro del ingreso promedio (Anexo xiii.1).

Los resultados pueden interpretarse de la siguiente manera. Primero, el coeficiente alfa, que representa la influencia de todos los demás factores (determinísticos) que no fueron incorporados directamente a la modelación, adquirió un signo negativo y una magnitud de -16477,93, pero un valor p de 0,17<sup>80</sup>, por lo que no posee peso explicativo de forma significativa en términos estadísticos sobre el ingreso disponible. Esto significa que existen factores ajenos a la especificación del modelo que podrían incidir sobre el ingreso disponible real se reduzca conforme pasan los años, pero que su incidencia no se expresa de forma lineal ni en términos estadísticos.

En segundo lugar, el coeficiente de la variable  $lps_{Izt}$  adquirió un valor de 5,08 lo cual representa que, por cada litro por segundo que se ha reducido el caudal suministrado a la

---

<sup>80</sup> Debe ser menor a 0,05 para ser significativamente diferente de 0 y considerarse como un factor explicativo relevante estadísticamente.

delegación de estudio, se ha disminuido en promedio 5,08 pesos reales ( $\pm \$4,26$ )<sup>81</sup> la capacidad adquisitiva trimestral de los hogares. La  $R^2$  se entiende como la capacidad del suministro y el ingreso pasado (que no fue significativo) de explicar 47,9 de las variaciones del ingreso disponible para adquirir otros bienes y servicios necesarios para subsistir diferentes al agua.

En tercer lugar, el coeficiente de la variable  $Y_{d,t-1}$  significa que el ingreso disponible promedio en el trimestre “t” está vinculado al nivel monetario del ingreso del mismo trimestre de hace dos años (dada la frecuencia de los datos) en 0,16 pesos (por cada peso trimestral), pero dado que su valor p es superior a 0,05, los ingresos trimestrales de los años anteriores no influyen de forma significativa en los ingresos observados.

En este sentido, la significancia en la dependencia del ingreso actual con el inmediato anterior ofrece información del grado de estabilidad del ingreso de los hogares. En este caso, como pudo verse, como no existe un encadenamiento temporal entre las percepciones económicas trimestrales entre un par de años y otro, no puede señalarse que exista estabilidad en las entradas trimestrales de dinero a los hogares más allá de dos años.

Ello representa que las fuentes de ingreso para los hogares en Iztapalapa, la delegación con mayor vulnerabilidad social, no han sido estables en el periodo de 25 años. Resulta consistente si se considera que en este periodo de tiempo la capacidad adquisitiva de los hogares ha mostrado un decrecimiento sostenido, en conjunto con el desempeño adverso de indicadores de empleo<sup>82</sup>.

Resultados del Modelo 1.1. Estimación de la sensibilidad del ingreso disponible por efecto de cambios porcentuales en el suministro de agua

Para conocer la sensibilidad que pueden padecer los hogares en su ingreso ante pequeños cambios en el líquido entregado, se efectuó un modelo logaritmo-logaritmo con MCO. En este tipo de modelo efectivamente el coeficiente o estimador  $\beta$  mide la elasticidad de la variable dependiente respecto de la independiente (Gujarati, 2009).

---

<sup>81</sup> Valores calculados a partir de  $\pm 2$  desviaciones estándar ( $\pm 2\sigma$ ).

<sup>82</sup> Como por ejemplo, 35 por ciento de la población ocupada no está contratada y 25 por ciento de la población que si lo está es de forma temporal (ENIGH, 2012).

## Resultados

$$\widehat{\log Yd}_t = -12,15 + 2,5 \log lps_{Izt} + 0,22 \widehat{\log Yd}_{t-1}$$

(0,24)      (0,05)\*      (0,53)

$R^2=0,49$       Los datos entre paréntesis muestran el valor p.  
\*Parámetro significativo al 95 por ciento de confianza.

La estimación supera las pruebas de hipótesis de significancia individual para el  $\log lps_{Izt}$  y general ( $R^2$ ), así como las de confianza (autocorrelación, heterocedasticidad, especificación, normalidad y cointegración) (Anexo xiii.1), aunque los coeficientes alfa y del logaritmo del ingreso rezagado ( $\widehat{\log Yd}_{t-1}$ ) no resultaron significativos (valor  $p > 0,05$ ).

El coeficiente obtenido de la variable  $\log lps_{Izt}$  es un dato puntual quiere decir que, por cada unidad porcentual de cambio en el agua suministrada por segundo, el ingreso disponible promedio cambia en 2,5 por ciento. Si se aborda este dato desde la perspectiva de la estadística inferencial, puede señalarse que existe 95 por ciento de probabilidad de que la sensibilidad del ingreso promedio de los hogares en Iztapalapa se encuentre dentro del intervalo que va de 2,25 y hasta 2,77 por ciento<sup>83</sup> de variación en el ingreso disponible por una variación porcentual en el suministro de agua.

Dicho resultado se traduce en que, si se reduce el agua suministrada en la delegación en uno por ciento, las percepciones monetarias de los hogares, después de pagar por el agua desde la red y el agua embotellada, se deterioran en promedio en 2,5 por ciento ( $\pm 2\sigma$ ), es decir, que ante una pequeña variación en el suministro, el ingreso disponible es muy sensible, pues responde (disminuye) en más del doble que este.

$$\Delta 1\% \text{ el suministro de agua potable} = \Delta 2,5\% \text{ el ingreso disponible hogares}$$

Dónde  $\Delta$ : Variación

Aun en los hogares menos sensibles, se experimenta una disminución de 2,25 por ciento en su ingreso al tiempo que los más sensibles alcanzan daños promedio de hasta 2,77 por ciento en su ingreso disponible.

Con los resultados antes mostrados puede concluirse que se acepta la hipótesis 2.1 que enuncia que la disminución del suministro ha tenido efectos significativos en el ingreso

---

<sup>83</sup>  $\pm 2\sigma$ .

disponible de los hogares de Iztapalapa, a causa de que los parámetros  $\beta$  de los modelos 1 y 1.1 fueron estadísticamente significativos.

El ingreso disponible de los hogares de toda una generación se ha visto impactado por la caída del agua comprometida a la delegación a lo largo de las últimas tres décadas. Este impacto se debe a la elevada sensibilidad del ingreso disponible frente a pequeñas variaciones en el suministro, la cual es explicada por diversos aspectos tanto del lado de la oferta como de la demanda.

Por el lado de la oferta, a pesar de la política de condonación de pago aplicada a unas cuantas colonias, la estructura de subsidios no consideró sino hasta 2009 las diferencias socioeconómicas entre zonas, lo que representó por décadas que amplios segmentos poblacionales con recursos monetarios escasos realizaran desembolsos considerables de la misma manera que la población con una situación económica mejor posicionada.

De forma adicional, aunque el pago en el agua desde la red tienda a ser nulo, la reducción del líquido de 33 por ciento observada durante 30 años y la demanda inelástica del mismo, ha obligado a las familias a recurrir a la compra de agua de fuentes secundarias cada vez más costosas, como el agua embotellada.

Por el lado de la demanda de agua de los hogares, la elevada sensibilidad de su ingreso disponible a las oscilaciones del agua potable dotada corrobora la preponderancia que los hogares le asignan a la disponibilidad del agua sobre otros rubros de gasto.

El ingreso es sensible además a causa de sus propias fragilidades. Como lo demostró la falta de significancia del coeficiente  $\widehat{Yd}_{t-1}$  del modelo 1, durante las últimas tres décadas el ingreso disponible de los hogares no muestra un encadenamiento temporal importante más allá de dos años atrás, lo que refleja, entre otras cosas, la inestabilidad del mismo, así como del empleo de los integrantes productivos del hogar<sup>84</sup>.

En este sentido, la debilidad propia del ingreso no solo refleja las deficiencias en la calidad del empleo en términos de su duración, sino además en su pago, en la medida en que la mayor parte de la población económicamente activa de la delegación percibe ingresos por debajo del promedio del Distrito Federal.

---

<sup>84</sup> La falta de empleos seguros como un problema estructural en la delegación resulta consistente además con que gran parte de los habitantes no dispongan de ningún tipo de protección social (40% (INEGI, 2010)).



Los efectos observados sobre el ingreso disponible figuran como limitantes para el consumo de otros bienes requeridos tanto para la satisfacción de las necesidades apremiantes, como la alimentación, la atención a la salud, la calidad de los espacios y equipamiento de la vivienda, como para la configuración de capitales como la salud y la educación. Esta idea se ve reforzada por el hecho de que, como se aproximó en el capítulo III, entre los problemas más graves en la demarcación resaltan la pobreza, deficiencias en la alimentación, carencias en la vivienda y que la educación de los habitantes no supera la formación básica obligatoria, por mencionar algunos.

El decremento en la capacidad adquisitiva de los hogares indudablemente tiene impactos determinantes en el deterioro de la calidad de vida de las personas, en la merma de las opciones y estrategias de los hogares para desarrollarse y en el incremento de la susceptibilidad de los mismos a sufrir daños por la ocurrencia futura de perturbaciones no solo de carácter hídrico o ambiental, sino también social, político y/o económico, o incluso la combinación de ellos.

#### *Alcances y limitaciones de los modelos*

Ambos modelos (1 y 1.1) fueron calculados a partir de la información pública disponible localizada en la ENIGH (varios años), que contaba con mayor número de observaciones temporales, especificidad espacial al nivel de delegación y amplitud en características socioeconómicas de los hogares de dicho espacio, por encima de otras fuentes de información pública (ver Anexo iii).

Sin embargo, las series de datos se construyeron a partir de variables de gastos promedio exclusivamente atribuibles al servicio de la red pública y a la compra de agua embotellada en los hogares de Iztapalapa, y cuyo tamaño de muestra alcanzó 16 observaciones bianuales. Por lo que el modelo presenta tres principales limitaciones:

1. No mide la heterogeneidad en las condiciones socioeconómicas ni en las formas de abastecimiento entre los hogares.
2. No se consideran los gastos indirectos por concepto de compra de agua en pipa; por lo que el modelo tiene costos ocultos.
3. Aunque los modelos presentan normalidad en los datos y pueden interpretarse sus resultados para la población de estudio y para la elaboración de pronósticos, debido al reducido número de observaciones disponibles, el modelo se interpreta como

exploratorio, por lo que para obtener estimadores con mayor robustez se requiere la ampliación del tamaño de muestra, a partir del desarrollo de información social de mayor profundidad espacial y temporal.

Asimismo las estimaciones consideran los gastos efectuados en los hogares con énfasis en aquellos que cuentan con disponibilidad de agua en la vivienda, por lo que pero este impacto podría ser superior sobre los hogares aún más vulnerables y de los que no se dispone de información estadística.

#### 4.4 Evidencia. Efectos en la salud por disminución del suministro de agua en la demarcación

Ahora bien, con el objeto de evaluar la relevancia de la disposición de agua y los efectos de su reducción en la salud de los habitantes de Iztapalapa, al igual que el ingreso, primero se realiza una inspección visual de la evidencia, así como una breve explicación de factores que ayudan a comprender su comportamiento, para después estimar su correlación y su causalidad.

Como se explicó en la metodología específica, el análisis de los efectos en la salud se subdivide en dos niveles: 1. La cantidad mínima de agua necesaria para la salud y 2. La incidencia de enfermedades generadas por la carencia del líquido en la demarcación.

##### 4.4.1 Cantidad mínima para una salud adecuada

En la delegación de estudio, la dotación de agua per cápita bruta y efectiva, es decir, el agua que queda para el uso habitacional, después del caudal perdido en fugas y del aprovechado en usos no habitacionales, ha mantenido una trayectoria a la baja durante las últimas tres décadas, tal como se representa en las curvas de dotación del gráfico 4.5.

Este fenómeno a la baja ha conducido a que a lo largo de los años el agua suministrada sea, en promedio, cada vez menor a la cantidad de agua mínima recomendada por diversos estudios para garantizar la salud de las personas (Cfr. cuadro 1.1).

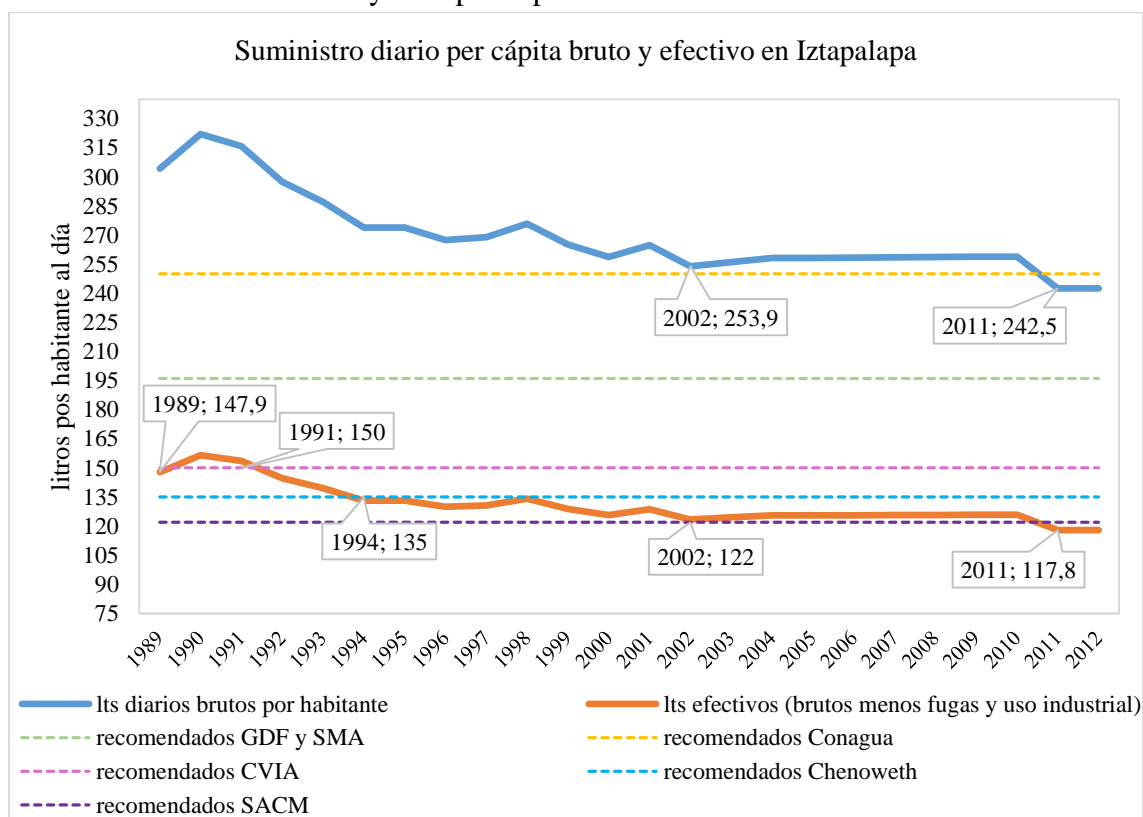
Nótese en el gráfico 4.5 que 196 litros por habitante recomendados por el GDF y SMA (Izazola, 2001; Contreras, 2014) para un consumo diario confort<sup>85</sup> por habitante en el contexto del Distrito Federal no han sido cubiertos por el suministro efectivo en la

---

<sup>85</sup> Es decir, que garantiza una salud doméstica completa en términos de higiene, preparación de alimentos e hidratación, en el contexto urbano del DF.

delegación. Aún más, a lo largo de estas últimas tres décadas el suministro se ha posicionado por debajo de los umbrales de agua mínima recomendados para las ciudades (CVIA, 2014: 150 l/h/d), para la salud humana y el desarrollo económico y social (Chenoweth, 2008: 135 l/h/d), y para usos domésticos de higiene (SACM, 2011 con 122 l/h/d).

Gráfico 4.5 Consumo bruto y neto per cápita



Fuente: Elaboración propia con datos de DGCOH, 1999; Izazola, 2001; SMA, 2007; Conagua, 2007, 2009 y 2012b; SACM, 2007, 2012 y 2012b; Conapo, 2010; Jiménez *et. al.*, 2010; Contreras, 2014; INEGI, varios años e información del cuadro 1.1.

Los niveles tan bajos en el suministro efectivo resultan insuficientes para la realización de actividades de limpieza e higiene en el hogar, así como en la preparación de alimentos e hidratación, por lo que no garantizan una salud integral. Incluso si solo se toma en cuenta el agua suministrada bruta, suponiendo que no existiesen fugas a lo largo de la red de distribución ni problemas en la calidad del agua, esta, al menos en 2002 y a partir de 2011, no ha alcanzado la cantidad promedio recomendada por la Conagua de 250 l/h/d para cubrir las necesidades básicas de un habitante promedio en el país.

A nivel de caudal de agua mínimo necesario, tanto la curva de suministro bruto como la de suministro neto revelan que no existe suficiencia del mismo para satisfacer los

requerimientos de higiene, alimentación e hidratación, por lo que no garantizan una adecuada salud en los habitantes de Iztapalapa.

En la medida en que el caudal suministrado no cubre las necesidades básicas de los hogares, los integrantes de los mismos se ven en la necesidad de adquirir agua de fuentes costosas que, tanto reduce su consumo presente en otros bienes, como restringe la inversión familiar no solo en ámbitos físicos de la vivienda como el equipamiento adecuado para el acervo de agua, sino también en rubros relevantes, como en el capital humano de la familia, con educación, y el potencial ingreso futuro que esta significa.

Con esta información puede concluirse que se acepta la hipótesis 2.2 que enuncia que “la cantidad de agua suministrada a la delegación en algún punto del tiempo entre 1984 a 2030, desciende por debajo del caudal mínimo necesario de agua potable que garantiza una salud adecuada en los hogares”.

#### 4.4.2 Incidencia de enfermedades por la carencia del líquido

El segundo nivel de análisis de los efectos en la salud es respecto a la incidencia de enfermedades asociadas a la escasez y contaminación del agua y a la falta de higiene, asociada a condiciones de vida precarias, en términos de morbilidad (número de enfermos) y mortalidad (decesos).

##### *Morbilidad*

Los efectos en la salud por la escasez de agua y la consecuente disposición inadecuada de residuos humanos y acopio de agua, es la proliferación de enfermedades infecciosas intestinales, padecimientos digestivos y de la piel. Para el caso de la morbilidad hospitalaria en Iztapalapa, de acuerdo a la información proporcionada por la Secretaría de Salud del DF (Sedesa, varios años) vía info DF (ver anexo xi), solo se dispone de estadísticas públicas sobre enfermedades infecciosas intestinales (EII) de 2007 a 2013.

Dichas EII han sido al menos durante la última década una de las primeras 20 causas de morbilidad hospitalaria en la demarcación, es decir, que son una de las más importantes razones por las que los habitantes de Iztapalapa se enferman y son internados en hospitales.

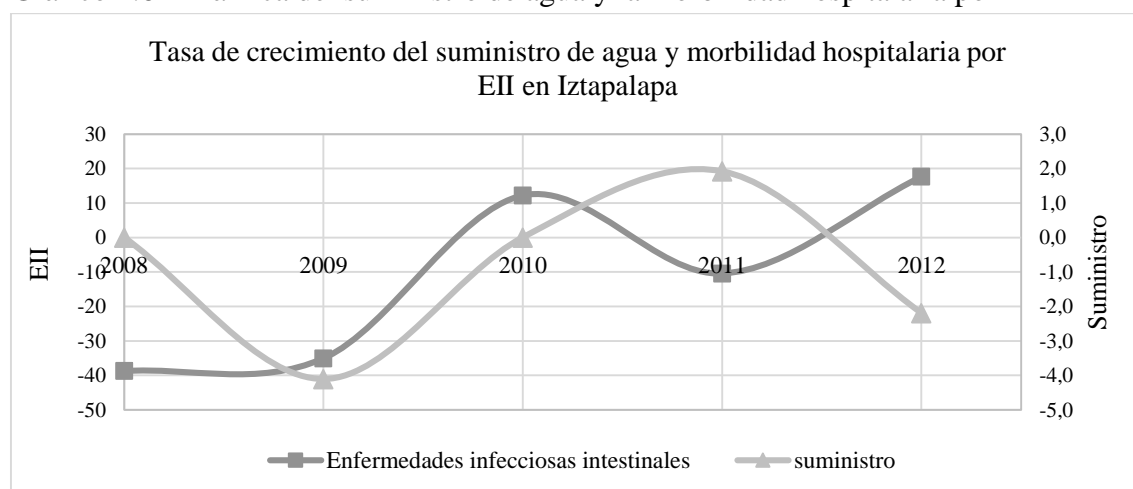
Cuadro 4.7 Morbilidad por enfermedades infecciosas intestinales (EII)

Morbilidad hospitalaria por EII en Iztapalapa		
	Egresos hospitalarios	Lugar entre las primeras 20 causas de morbilidad
2007	452	11
2008	277	14
2009	180	14
2010	202	18
2011	181	14
2012	213	15
2013	203	14

Fuente: Elaboración propia con datos de Sedesa, varios años.

La dinámica de la morbilidad por EII ha sido oscilante en el periodo del que se dispone información, sin poder reconocer una trayectoria histórica bien definida. Empero, como se presenta en el siguiente gráfico, la tasa de crecimiento de los egresos hospitalarios por EII tiene un comportamiento inverso al suministro de agua en la delegación, con excepción de 2009 a 2010 en donde se observa una tendencia en el mismo sentido. Esta tendencia determina que la correlación lineal entre ambas variables para todo el periodo resulte fuerte y positiva (75%).

Gráfico 4.6 Dinámica del suministro de agua y la morbilidad hospitalaria por EII



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, varios años; Sedesa, varios años; DGCOH, 1999; Conagua 2009, SACM 2012 y SACM 2012b.

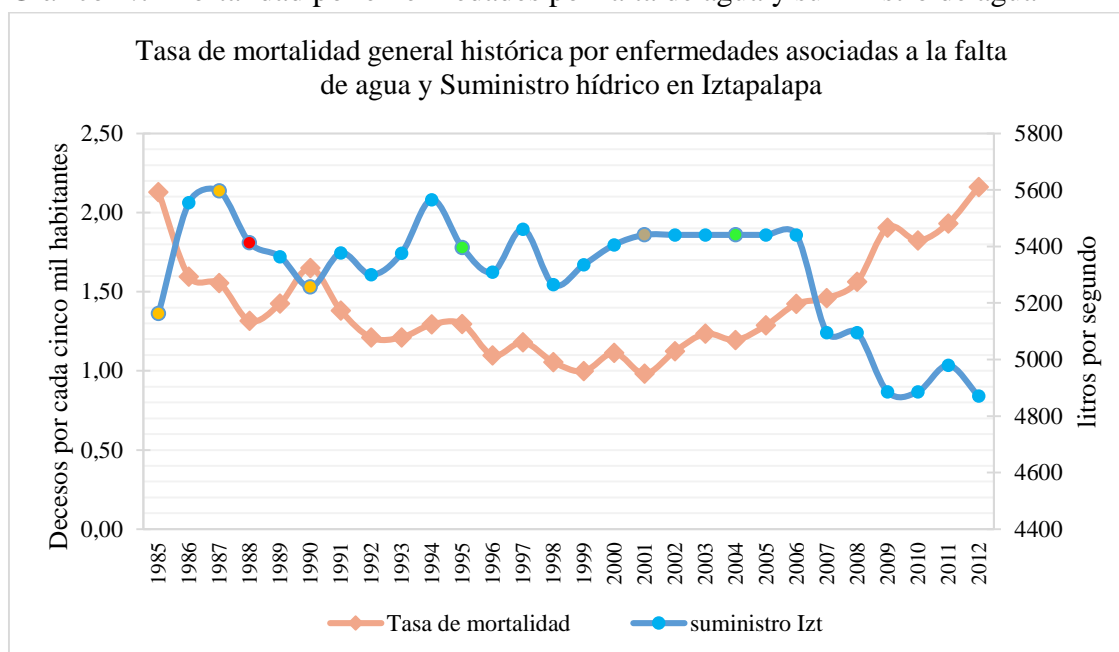
Con este periodo de información no pueden elaborarse argumentos numéricos confiables que evalúen y permitan emitir conclusiones sólidas acerca de la causalidad de la escasez hídrica sobre la morbilidad hospitalaria en la delegación, a causa de que la serie de datos no es robusta.

## Mortalidad

En el caso de la mortalidad, por el contrario, la delegación cuenta con información robusta en el número de decesos causados no solo por enfermedades infecciosas intestinales, sino también por padecimientos digestivos y enfermedades de la piel, que se componen en su conjunto principalmente por: diarrea, amibiasis, anquilostomiasis, tricuriasis, enteritis bacteriana así como dermatitis de contacto e infecciones cutáneas y subcutáneas con afectaciones oculares, respectivamente (OMS, 2003).

La tasa de mortalidad por esas enfermedades en su conjunto se muestran a continuación en conjunto con las tendencias históricas del suministro delegacional.

Gráfico 4.7 Mortalidad por enfermedades por falta de agua y suministro de agua



Los puntos marcados en naranja en la curva de suministro representan la incidencia de ascariasis, en rojo un caso de malaria, los puntos verdes se refieren a casos de tripanosomiasis, en café a Leishmaniasis, en la delegación. Fuente: Elaboración propia con información de DGCOH, 1999; INEGI, varios años; Conagua, 2009; Jiménez *et. al.*, 2012; SACM, 2012; SACM, 2012b y DGIS, 2014.

En algunos años de la muestra temporal que se considera en el gráfico 4.7 se observa, sobre todo durante la década de los noventa, la presencia de algunos casos aislados de defunciones por enfermedades como la ascariasis y la malaria, las cuales se relacionan con la presencia de parásitos por higiene insuficiente y cercanía a excretas.

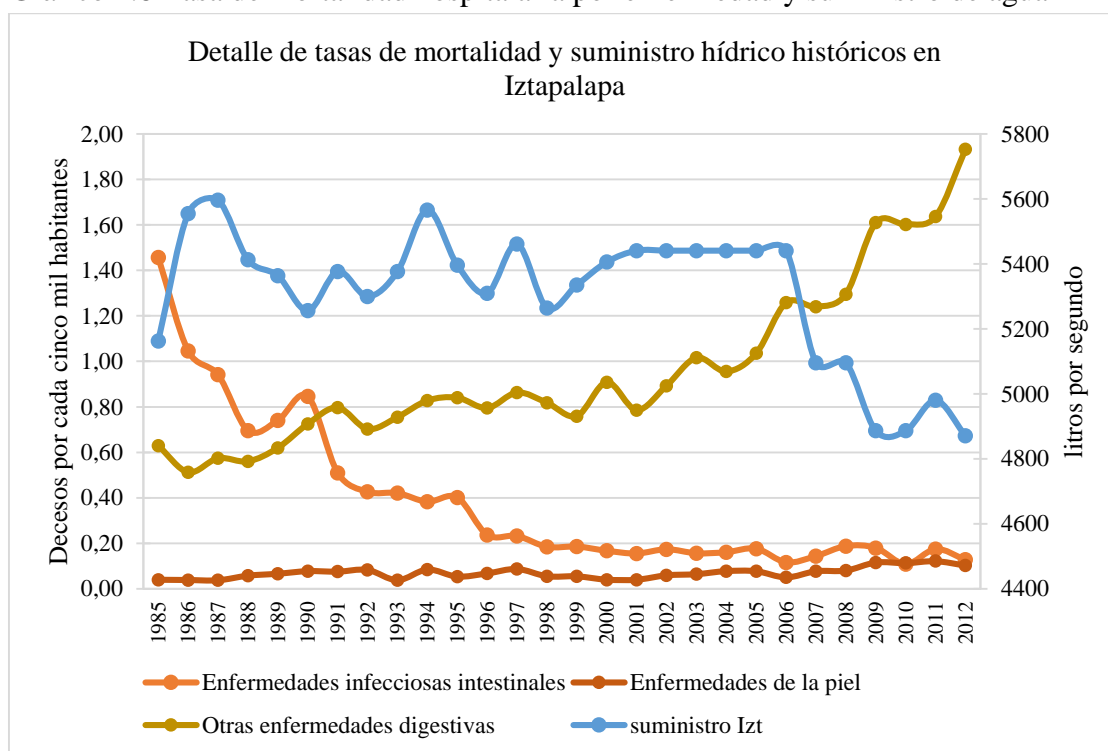
En general el gráfico 4.7 demuestra que a lo largo de 30 años se ha manifestado una tendencia inversa entre el suministro de agua y la tasa de mortalidad por enfermedades cuyo factor de riesgo es la escasez de agua. En los periodos de descenso hídrico se observa

un aumento en la tasa de mortalidad por enfermedades, mientras que en periodos de aumento del suministro, la incidencia de decesos en la población decrece.

El suministro hídrico y la tasa de mortalidad demuestran una correlación de -0,68, que resulta consistente con las trayectorias observadas. Cuando disminuye el suministro, la tasa total de decesos aumenta en 68 por ciento. Este indicador aún no arroja la causalidad sino solo permite conocer el grado de interrelación entre ambas variables.

Para reconocer el peso de cada enfermedad sobre el total de los decesos y su dinámica respecto al suministro de agua, se presenta la desagregación de las mismas:

Gráfico 4.8 Tasa de mortalidad hospitalaria por enfermedad y suministro de agua



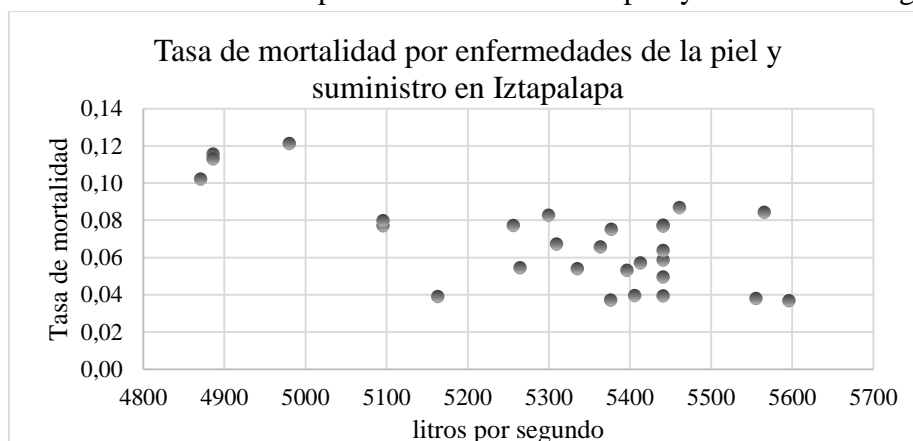
Fuente: Elaboración propia con información de DGCOH, 1999; INEGI, varios años; Conagua, 2009; Jiménez *et. al.*, 2012; SACM, 2012; SACM, 2012b y DGIS, 2014.

Como se había analizado con anterioridad, el suministro hídrico ha ido en descenso en el transcurso de al menos treinta años, mientras que las enfermedades digestivas han visto un crecimiento relevante en su tasa de mortalidad, ostentando un grado de interrelación con el abasto de agua de -79 por ciento. Al mismo tiempo, los decesos por enfermedades infecciosas intestinales tienden a ir disminuyendo y reflejan una relación positiva y menos estrecha con el suministro, con 24 por ciento de coincidencia en sus variaciones, lo que ofrece indicios de que la propensión de la población a padecer y fallecer por estas

enfermedades no tiene una asociación fuerte ni consistente con la disminución del suministro.

Por su parte el comportamiento de los decesos por padecimientos de la piel tiene una tasa de mortalidad mucho más reducida que las enfermedades antes mencionadas, por lo que resulta arriesgado hacer alguna afirmación sobre su tendencia. Para conocer la asociación particular de tales enfermedades y el suministro se presenta a continuación un gráfico de dispersión. Nótese que una mayor disposición de agua se asocia con tasas de mortalidad menor. Ambas variables se interrelacionan de forma negativa en 69 por ciento, sin embargo, la concentración del grupo de datos no permite ser concluyente en las tendencias.

Gráfico 4.9 Mortalidad por enfermedades de la piel y suministro de agua



Fuente: Elaboración propia con información de DGCOH, 1999; INEGI, varios años; Conagua, 2009; Jiménez *et. al.*, 2012; SACM, 2012; SACM, 2012b y DGIS, 2014.

#### 4.5 Estimación empírica de los efectos en la salud por la reducción del suministro hídrico

La inspección visual de la evidencia sugiere que existe una relación fuerte e inversa entre tasa de mortalidad general, por enfermedades digestivas y de piel, y el suministro de agua. Para comprobar la significancia de estas relaciones, así como para conocer su nivel de causalidad se estimó un modelo de regresión con la técnica convencional MCO para las tasas de mortalidad total y particulares, a partir de la base de datos de SINAIS de 1984 a 2012.

El siguiente cuadro resume los resultados de los coeficientes de la variable de suministro y su valor p, para cada modelo de tasas de mortalidad. Tal como demuestran los valores p superiores a 0,05, como indicadores de significancia del modelo, las variaciones en el



agua suministrada a la delegación no son estadísticamente significativas en la explicación de los decesos en Iztapalapa por enfermedades intestinales infecciosas, digestivas y de la piel, cuyo factor de riesgo, precisamente, es la escasez de agua.

Cuadro 4.8 Resumen de resultados del modelo 2.

Modelo tasa de mortalidad en función del suministro:	Coefficiente $\beta$	Valor p	Significativo
1 mortalidad general	-0,215216	0,831	Ninguno
2 por infecciones intestinales	-5,62E-05	0,669	
3 por enfermedades de la piel	-2,63E-05	0,362	
4 por padecimientos digestivos	-8,41E-05	0,661	

Las pruebas de significancia de los modelos de regresión se encuentran en el Anexo xiii.2. E-05 es un valor posicional que significa que a esa cifra se agregan cinco ceros a la izquierda. Fuente: Elaboración propia con datos de DGCOH, 1999; INEGI, varios años; Conagua, 2009; Jiménez *et. al.*, 2012; SACM, 2012; SACM, 2012b y DGIS, 2014.

La ausencia de significancia estadística en la causalidad entre el suministro y la tasa de mortalidad significa que, si bien la dotación de agua ha caído por debajo de niveles (l/h/d) que aseguran una salud adecuada, no ha generado hasta el momento que la población de la demarcación sea más proclive a fallecer por enfermedades intestinales, de piel y digestivas.

En este sentido puede concluirse que la hipótesis 2.2 que enuncia que “la incidencia de morbilidad y mortalidad en los hogares en Iztapalapa, por enfermedades asociadas a la falta de agua, tal como las enfermedades gastrointestinales, digestivas y de la piel, son causadas significativamente por la disminución del suministro de agua potable durante los últimos 30 años” no es concluyente a nivel de morbilidad y se rechaza a nivel de mortalidad.

Tales resultados, sin embargo, no apuntan a que el agua no juegue un papel significativo en la salud, sino que las variaciones en el suministro no han sido de tal magnitud, como para incidir significativamente sobre la mortalidad.

En materia de morbilidad, queda por conocerse qué efectos ha tenido el suministro a lo largo del tiempo sobre la ocurrencia de enfermedades a personas que son internadas en hospitales, que asisten a consulta externa o que se enferman pero no acuden al médico a recibir ningún tratamiento médico<sup>86</sup>. Estas últimas podrían representar un número

<sup>86</sup> En este sentido, la morbilidad un indicador importante para explorar el posible deterioro de la salud por la disminución del agua suministrada. Por desgracia, no se dispone de información histórica con mayor robustez sobre la morbilidad por tipo de enfermedades a nivel delegacional. El SINAIS (DGIS, 2014) posee

importante, considerando que cerca de 726,3 mil habitantes no se encuentran adscritos a ningún tipo de institución que les provea de protección médica. El eventual desarrollo de información de mayor detalle resulta vital para realizar estimaciones más confiables y a escalas de mayor fineza.

Además de la calidad de la información, otros factores que podrían explicar que las variaciones en el suministro de agua no incidan sobre el número de decesos por las enfermedades antes descritas están relacionados con aspectos sociales.

Por el lado de los derechohabientes, la cobertura médica ha ido mejorando, al crecer en 18 por ciento el personal médico de 2005 a 2010 y la población derechohabiente de 41 a 60 por ciento de 1989 a 2010, principalmente por la implementación del programa de Seguro Popular (ENIGH, 1989; Inafed, 2010; INEGI, 2000, 2005 y 2010). Dicho aumento de la cobertura podría explicar en alguna medida que el número de fallecimientos se haya reducido durante los últimos años para personas que enferman de padecimientos infecciosos intestinales y se haya limitado el número muertes en la población que sufre las enfermedades de la piel.

Por el lado de los no derechohabientes, existen fenómenos, detrás de la información presentada, que no pueden obtenerse en términos agregados. A pesar del crecimiento en la cobertura médica, el déficit persiste en 40 por ciento de los habitantes, los cuales pueden enfermar y disponer de menores opciones para atender su salud, por lo que podrían acudir a consultorios particulares o bien, no acudir al médico y, de acuerdo a la importancia y facilidad de las redes para el cuidado de la salud, solo ser ayudados por la familia cercana o algún vecino.

#### 4.6 Interacción empírica entre el ingreso disponible y la salud

Hasta ahora se evaluó si el decremento del suministro hídrico en Iztapalapa ha producido daños en el ingreso disponible y en la salud de sus habitantes, con lo que se logró encontrar que:

$$1 \quad \widehat{Y}_{dt} = f(lps_{Izt}) \rightarrow \text{Significativo}$$

---

una base de datos sobre la morbilidad específica por enfermedad (como la amibiasis o fiebre amarilla, etc), pero únicamente a nivel del Distrito Federal y con un tamaño temporal de 9 años que van de 2004 a 2012, el cual no se presta aun a análisis estadísticos históricos con mínima robustez.

2 ↓ Suministro por debajo del mínimo necesario para una salud adecuada

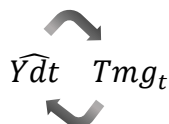
3  $\widehat{Tmg}_t = f(lps_{Izt}) \rightarrow$  No significativo

Por otro lado, como se discutió en el capítulo I, el ingreso y la salud de las personas interactúan y se determinan mutuamente. Para comprobar si esta interacción es fuerte en términos estadísticos en la demarcación, se procedió a obtener el ingreso disponible explicado por el suministro ( $\widehat{Ydt}$ ), y a utilizar las observaciones de la tasa de mortalidad general<sup>87</sup>. Con esta información se estimó un sistema de ecuaciones simultáneo, que ayuda a medir causalidades bidireccionales de la siguiente manera:

Interacción: i.  $\widehat{Ydt} = f(Tmg)$

ii.  $Tmg_t = f(\widehat{Ydt})$

Es decir que:



Resultados:

i.  $\widehat{Ydt} = 14083,15 - 2673,50Tmg_t$   
(0,000)\* (0,003)\*

ii.  $Tmg_t = 3,68 - 0,00022\widehat{Ydt}$   
(0,000)\* (0,003)\*

Valores p entre paréntesis

\*Parámetros significativos al 95 por ciento de confianza.

Los resultados alcanzaron las pruebas de confianza y ajuste de forma positiva (Anexo xiv), de modo tal que permiten inferir la presencia de una relación recíproca de causalidad entre la salud y el ingreso. Únicamente la prueba de especificación, que evalúa si se incorporaron las variables necesarias para explicar un fenómeno, no fue rechazada por el modelo ii, lo que representa una incorrecta especificación en ii por variables omitidas, sesgo en los estimadores y posibles conclusiones erróneas sobre su significancia (Gujarati, 2007). Esta prueba confirma que la salud a nivel de mortalidad es determinada, además del ingreso disponible, por factores adicionales no considerados en la

---

<sup>87</sup>Se utilizaron los datos observados y no los estimados por el modelo 2 a razón de que sus estimadores no resultaron significativos.

especificación del modelo, tales como la evolución de la cobertura médica y las redes de ayuda ante enfermedades, entre otros.

Los signos negativos de i y ii refleja que en la medida en que, cuando aumenta la tasa de mortalidad, en un deceso por cada cinco mil habitantes por enfermedades asociadas a la falta de agua, el ingreso de los hogares en la demarcación tiende a perder 2,6 mil pesos constantes por trimestre. De manera inversa, la reducción de fallecimientos en la población por las enfermedades antes mencionadas representaría una recuperación en el ingreso promedio de los hogares de \$2,6 mil, por efecto en la mejora del capital humano en los integrantes (de los hogares) que no fallecerían por esas causas.

La mejora puede manifestarse, no solo de forma directa en el aumento de productividad laboral de los integrantes que no enferman y conservan sus habilidades y capacidades, que puede abundar en un mejor ingreso y/o calidad del empleo, sino también en el mejor desempeño de los integrantes que están estudiando, lo que puede significar eventualmente la ruptura de trampas de pobreza y barreras en la calidad de vida de la siguiente generación, además de contribuir en mejoras socioeconómicas que restrinjan los contextos de vulnerabilidad social.

Aunque existen algunas dudas acerca de la especificación de este modelo, puede reconocerse que si el ingreso disponible incrementa, hace menos proclive a la población de morir por enfermedades relacionadas a la escasez de agua. Por cada peso real que incrementara el ingreso trimestral, la tasa de mortalidad se reduciría en 0,00022 fallecimientos por 5 mil habitantes en la delegación, es decir que si el ingreso diario de los hogares aumentara en \$54 pesos constantes (\$4546 trimestrales), se reduciría en promedio un deceso por enfermedades infecciosas intestinales, digestivas y de la piel. Aunque de forma simplificada, tales resultados arrojan información indicativa sobre la importancia de las entradas monetarias de los hogares para preservar la salud.

Adicionalmente dicha información sugiere que, aunque el suministro de agua no resultó significativo para explicar directamente la salud a nivel de decesos, existen indicios que apuntan a que puede estarla afectando por la vía del ingreso disponible ( $\widehat{Ydt}$ ) (valga decir que es explicado por el suministro hídrico), sin embargo, se requiere un estudio de mayor profundidad para conocer la significancia e implicaciones de esta relación.

Otras pérdidas (potenciales) en el ingreso por deterioro en la salud se vinculan con los costos del tratamiento de cada enfermedad o con la pérdida de productividad en el empleo (una estimación de las pérdidas económicas por días laborales se ubica en el Anexo xv).

#### *Alcances y limitaciones de las estimaciones*

Los modelos están contruidos con información promedio de los habitantes y sus hogares en Iztapalapa, por lo que, al estar basados en estadística de tendencia central, no incorporan la dispersión de los datos, los valores extremos y por tanto no logran distinguir los hogares más vulnerables, de los que no lo son.

Evidentemente los modelos de regresión son simplificaciones de la realidad que, para adquirir mejor ajuste al fenómeno real, requieren insumos estadísticos más profundos en términos de temporalidad y variables computadas disponibles. A pesar de estas limitaciones, los resultados representan un ejercicio de exploración que muestra las direcciones en las que se encaminan los efectos de la falta de agua doméstica sobre los activos de los hogares, específicamente el ingreso y la salud de las personas.

#### 4.7 Efectos en prospectiva

Con el objeto de dotar de un carácter intergeneracional a la estimación de los efectos en el ingreso y en la salud, a continuación se muestran pronósticos elaborados tanto para el ingreso disponible como para el suministro de agua per cápita. Los resultados de los modelos 1, 1.1 y 2 revelan que tanto las series históricas del ingreso y suministro como los errores del modelo se distribuyen normalmente, con lo que los pronósticos lineales resultan viables para el análisis del comportamiento más probable del ingreso en los hogares de la siguiente generación.

Para el caso de la salud, dado que la mortalidad no es incidida significativamente por el ingreso, no puede construirse un modelo sobre dichas bases que exprese numéricamente el deterioro en la salud por la falta de agua, pero puede pronosticarse las cantidad de agua suministrada per cápita, para conocer si se garantizará o no una salud adecuada para los habitantes de la delegación.

##### 4.7.1 Efectos futuros en el ingreso disponible

El pronóstico prospectivo es conocido también como la línea base o tendencial en la construcción de escenarios, el cual se basa en supuestos de mismo desempeño en los

fenómenos estudiados como los observados hasta el momento. Para la construcción del pronóstico del comportamiento de una variable debe suponerse *Ceteris paribus*; los cambios en el entorno social, ambiental y tecnológico permanecerán constantes durante el periodo a pronosticar. El supuesto del que se parte es la continuación de:

- Las tendencias de sobreexplotación de las fuentes de abastecimiento;
- Las alteraciones climáticas continúan como hasta ahora;
- La distribución inequitativa del recurso;
- Igual porcentaje suministrado a Iztapalapa;
- Las condiciones socioeconómicas adversas en la delegación a comparación del DF;
- El desplome de los salarios mínimos y el ascenso de los precios en las fuentes secundarias de acceso al agua, como el agua embotellada.

El pronóstico fue estimado a partir de los resultados del modelo histórico del ingreso disponible, los cuales, como se presentó con anterioridad, fueron:

$$\widehat{Y}_{dt} = -16477.93 + 5.078 \text{ lps}_{Izt} + 0.16 \widehat{Y}_{d,t-1} \dots \text{ec. 1}$$

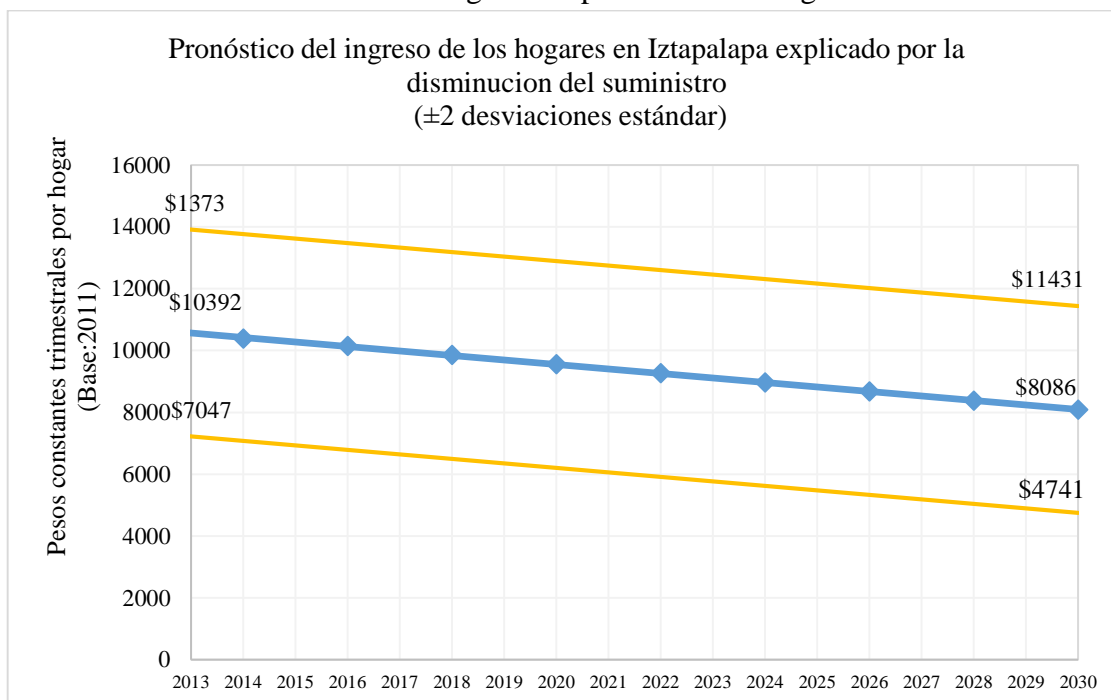
Para su solución al 2030, primero se calculó el suministro para Iztapalapa ( $\widehat{\text{lps}}_{t+16}$ ), que procedía del pronóstico para el suministro del Distrito Federal a 2030 (gráfico 2.18) cuyos parámetros son:

$$\widehat{\text{lps}}_{t+16} = 152\,255 + 0.57 \text{ lps}_{t-1} - 68.70 t \dots \text{ec. 2}$$

Con esta información, y la tasa de distribución del agua en el DF (SACM, 2008 citado en Jiménez *et. al.*, 2012), se obtuvieron los litros por segundo de suministro para la delegación Iztapalapa para el 2030 y se sustituyeron los valores en la ecuación 1.

Del procedimiento anterior se desprende el gráfico 4.10 que representa el ingreso disponible trimestral de los hogares en función del desempeño del agua suministrada a la delegación durante los siguientes 16 años. La lectura del gráfico indica que, bajo la consideración de que en los siguientes 16 años continúan las tendencias antes enlistadas, puede señalarse con un 95 por ciento de confianza, que la capacidad adquisitiva de la siguiente generación de hogares en Iztapalapa, después de los desembolsos en provisión de agua, se verá reducida en promedio en 769 pesos constantes (al valor del 2011)  $\pm 1673$  pesos ( $\pm 2\sigma$ ) durante los siguientes 16 años, que representa una caída de 22,19 por ciento con respecto al 2013, por efecto de la reducción del agua suministrada en la delegación.

Gráfico 4.10 Pronóstico lineal del ingreso disponible de los hogares



Fuente: Estimaciones propias con información de ENIGH, varios años, DGCOH, 1999; INEGI, varios años; Conagua, 2009; Jiménez *et. al.*, 2012; SACM, 2012 y SACM, 2012b.

Esto significa que de \$123 diarios disponibles por hogar después de gastar en el pago del agua de red y de botella (aun sin descontar el gasto en pipas), si el suministro se mantiene en descenso, la siguiente generación solo dispondrá en promedio de una capacidad adquisitiva \$96 pesos diarios. Dicha caída representa un detrimento en la calidad de vida de los hogares de Iztapalapa, en donde la mayoría ya padece en la actualidad deficiencias en el servicio del agua y problemáticas socioeconómicas graves.

Ante las disminuciones futuras de agua y de continuarse con las tendencias socioeconómicas y ambientales como hasta ahora, es probable (con 95% de confianza) que la caída futura del ingreso monetario de la siguiente generación mermará directa e indirectamente (por el lado de la disminución del gasto en salud y educación) la capacidad adaptativa para enfrentar adecuadamente esta disminución hídrica. En este sentido, los hogares se verán más limitados para absorber los daños de la escasez física de agua, apelando por ejemplo al uso de fuentes secundarias o preparándose con la compra de equipamiento hídrico para su vivienda. Estos hogares además se verán condicionados a enfrentar la herencia de condiciones socioeconómicas adversas y los pasados 30 años caracterizados por constante exposición a la falta de agua potable, que redundaron en la baja inversión en capitales y en una alta vulnerabilidad social.

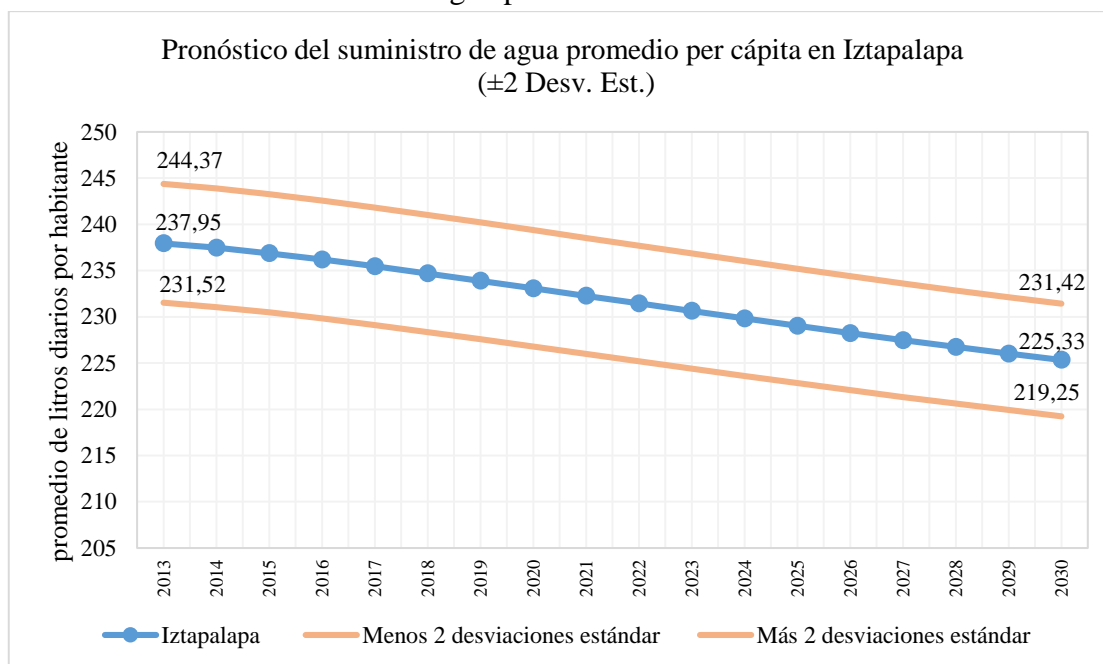
#### 4.7.2 Efectos en la salud a nivel de cantidad mínima de agua necesaria

La estimación de efectos futuros en la salud, a nivel de morbilidad y mortandad no puede ser obtenida con la información disponible, pero si es posible aproximarse a dichos efectos a nivel de cantidades mínimas necesarias del líquido, bajo la consideración de que:

- La disminución del suministro hídrico ocurre de la forma en que fue pronosticado;
- Las proyecciones de la reducción de la población calculadas por la Conapo (2010) son correctas;

El siguiente gráfico exhibe el suministro per cápita bruto pronosticado para la siguiente década y media.

Gráfico 4.11. Suministro bruto de agua pronosticado



Fuente: Estimaciones propias con información de ENIGH, varios años, DGCOH, 1999; INEGI, varios años; Conagua, 2009; Conapo, 2010; Jiménez *et. al.*, 2012; SACM, 2012 y SACM, 2012b.

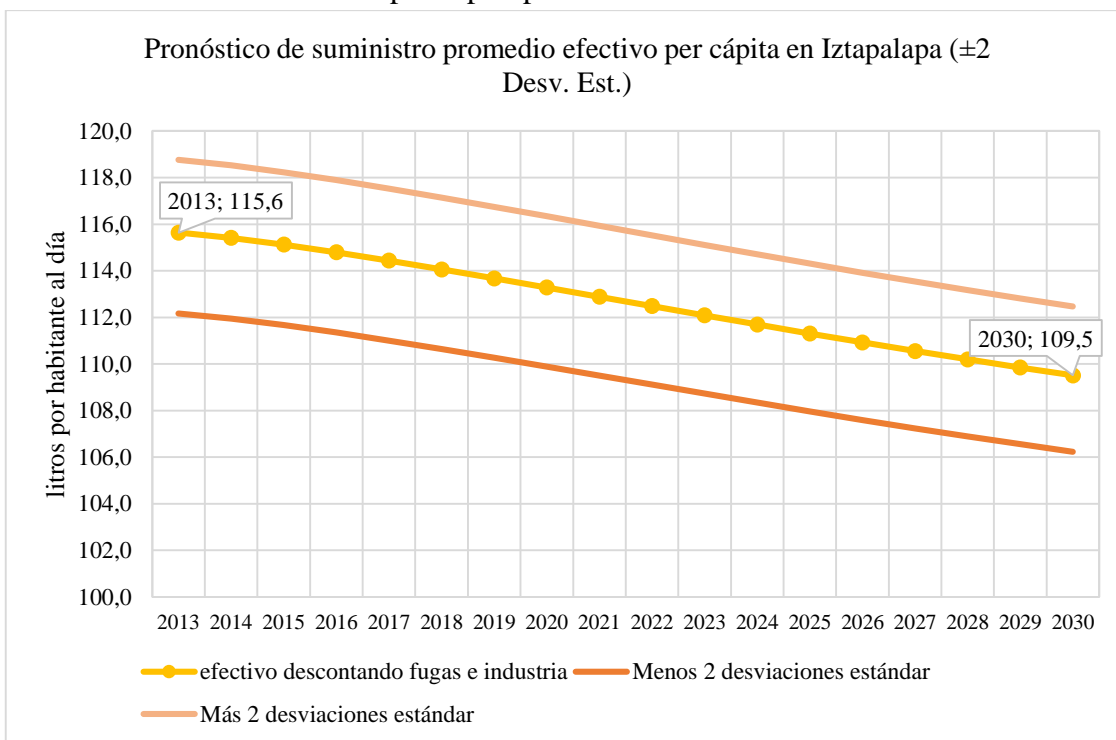
A pesar de que las proyecciones poblacionales para Iztapalapa sugieren una estabilización y decrecimiento de la población, se observa, con un 95 por ciento de confianza, que el descenso del agua disponible per cápita en Iztapalapa continuará para los siguientes 16 años. La cantidad de agua promedio que la siguiente generación recibirá en este periodo de tiempo se reducirá en cinco por ciento.



A este pronóstico requiere restársele el posible caudal perdido en fugas. A lo largo de las últimas tres décadas las fugas de agua en la ciudad lejos de disminuirse han ido en ascenso, por lo que, de no tomarse medidas estructurales para su corrección, es probable que continúen figurando como el principal factor que ocasiona que 42 por ciento del caudal comprometido a la delegación continúe sin llegar a los hogares.

En este sentido, el gráfico 4.12 presenta el suministro per cápita efectivo en Iztapalapa, suponiendo que persisten las pérdidas en las fugas y se sigue destinando el mismo porcentaje de agua a los usos no domésticos. La dotación per cápita actual, que se encuentra en un punto crítico respecto a las necesidades en el hogar, tiende a reducirse aún más para el 2030. La merma en el caudal efectivamente dotado para 2030 es de 5,2 por ciento.

Gráfico 4.12 Suministro neto per cápita pronosticado



Fuente: Estimaciones propias con información de ENIGH, varios años, DGCOH, 1999; INEGI, varios años; Conagua, 2009; Conapo, 2010; Jiménez, 2012; SACM, 2012 y SACM, 2012b.

Los caudales pronosticados seguirán localizándose por debajo de los 196 l/h/d, la cantidad de agua mínima recomendada tanto por el Gobierno del Distrito Federal (Izazola, 2001) como por Secretaría de Medio Ambiente DF (Contreras, 2014), y de algunos otros umbrales mínimos por debajo de 122 l/h/d, y empeorarán conforme avance el tiempo. Al 2030 se espera que los litros suministrados estén cercanos a 100 l/h/d, que corresponden

a la cantidad que cubre las necesidades más básicas del hogar aunque comienzan a surgir algunas preocupaciones por la salud (Howard y Bartram 2003; Moe *et. al.*, 2006; ONU, 2010).

La falta de provisión mínima de agua para la siguiente generación encadena a los hogares tanto a continuar destinando porcentajes importantes de su ingreso en la compra de agua para garantizar el líquido necesario en el hogar, como a reproducir las deficiencias en los capitales en cuanto por ejemplo, a la inversión del hogar en alimentación, salud y educación.

En el peor de los escenarios, la falta de acceso hídrico mínimo podría conducir a que efectivamente la falta de agua influyera en la morbilidad y mortalidad por los padecimientos antes discutidos alterando al resto de activos del hogar y a la capacidad adaptativa para enfrentar la progresiva reducción del agua disponible, entre otros estresores.

A pesar de la incertidumbre, la presencia estadística de un 95 por ciento de confianza en que en 16 años los hogares no dispondrán de más de 109 l/h/d también simboliza un llamado de atención sobre las consecuencias inmediatas del modelo de aprovechamiento hídrico, el cual que se ha desarrollado sobre la desatención en la pérdida de agua en fugas, la distribución inequitativa del recurso y en la explotación indiscriminada que se ha dado a las fuentes internas y externas de suministro en el Distrito Federal.

Los pronósticos anteriores, que pueden entenderse como escenarios base o de diagnóstico de lo que los efectos sobre los capitales de salud e ingreso, podrían alterar al resto de los activos de los que disponen los hogares y agravarse con el tiempo, en la medida en que se manifiesten:

- Mayores alteraciones ambientales y/o socioeconómicas, como el cambio climático y la recurrencia de crisis económicas;
- Un aumento de la demanda, tanto absoluta por crecimiento de la población, como la estacional por efecto de nuevas y más prolongadas olas de calor.
- Un deterioro salarial acelerado y el incremento de los precios en el mercado de agua embotellada;

→ La persistencia de carencias socioeconómicas, en los integrantes del hogar y en los espacios de la vivienda, y déficits en servicios públicos como la cobertura médica o la provisión de agua, entre otros.

### Conclusiones del capítulo

Con base en la información estadística presentada y los resultados arrojados por las regresiones, puede concluirse que durante la presente generación de hogares en Iztapalapa (1984 a 2012)<sup>88</sup>:

Existen indicios que relacionan positivamente a la dotación de agua con el ingreso disponible de los hogares, lo que representa que las disminuciones observadas del líquido que se provee a la delegación han deteriorado la capacidad adquisitiva trimestral de los hogares en 5 pesos adicionales a los gastos convencionales que se realizan para obtener agua desde la red pública y agua embotellada. A simple vista 5 pesos no figuran como una cifra relevante, pero para hogares con ingresos mínimos simboliza parte relevante de su sustento.

Puede inferirse que los hogares suelen gastar hasta 3,7 por ciento de su ingreso en el pago de agua desde la red pública y agua embotellada, al tiempo que pueden destinar en promedio 16 y 31 por ciento a la compra del agua en garrafones y en agua de pipas, respectivamente.

Aun sin considerar el gasto en agua de pipa, el ingreso disponible de los hogares ha sido muy sensible a las variaciones porcentuales del suministro, puesto que responde en 2,5 veces más cada reducción porcentual del mismo. Esta elevada sensibilidad se explica, entre otras cosas, por la magnitud de la disminución del líquido y por el grado de vulnerabilidad de gran parte de los hogares, la cual se puede observar con la debilidad propia del ingreso y diversos indicadores discutidos en el capítulo III.

Se requiere mayor profundidad en la información referente a las diferentes alternativas por las que optan los hogares para allegarse de agua potable, que contribuya a encontrar valores más cercanos a la realidad<sup>89</sup>.

---

<sup>88</sup> No cubre desde 1982, es decir los 30 años, debido a que solo se dispone información suficiente a partir de 1984.

<sup>89</sup> Como por ejemplo, el cómputo de gastos de los hogares en la compra de agua en pipa y la frecuencia en la que son surtidos.

La disminución del suministro hídrico en combinación con el crecimiento poblacional en Iztapalapa ha provocado que la dotación promedio por habitante se encuentre por debajo de la cantidad suficiente de agua potable para satisfacer necesidades básicas de higiene, alimentación e hidratación en el hogar, lo que hace a las personas más propensas a padecer enfermedades asociadas a la escasez de agua y gasten más recursos en obtener agua, por lo que esta perturbación se ha vuelto una limitante estructural para la formación de capitales importantes y la superación intergeneracional de la vulnerabilidad social.

No existe información suficiente que permita estimar de forma confiable la influencia de la disminución hídrica sobre la morbilidad hospitalaria por enfermedades asociadas a la escasez del recurso. Así como no existe evidencia para suponer que existe una influencia directa del suministro sobre la salud a nivel de decesos hospitalarios, es decir que, la caída del suministro aún no ha significado una perturbación de tal magnitud que incida sobre los fallecimientos.

Los resultados empíricos sugieren que el ingreso y la salud interactúan positivamente, al localizarse un signo negativo en las funciones de causalidad entre el ingreso disponible de los hogares y la tasa de mortalidad. Esto constituye que la obligación de creciente de ejercer gastos para la adquisición de agua por vías secundarias a la red pública implica pérdidas importantes en el capital humano de la actual generación de hogares en la delegación más vulnerable a la falta de agua.

En la cuestión de las interacciones entre los activos de estudio, a pesar de que las estimaciones apuntan que la salud explica parte importante del ingreso familiar, no son concluyentes en la idea de que este último es un factor causal de relevancia para la salud, al menos a nivel de mortalidad<sup>90</sup>. Esta interacción podría significar que la variación del suministro puede incidir indirectamente sobre la salud, pero se requieren mayores estudios alimentados con información más detallada para poder proponer argumentos concluyentes en ese ámbito.

Respecto a los escenarios puede concluirse que, de continuarse con las tendencias sociales, económicas y ambientales observadas en los últimos 30 años, y de cumplirse con la estabilización y eventual decrecimiento poblacional en la delegación para los siguientes 16 años, puede tenerse 95 de confianza de que:

---

<sup>90</sup> Esto debido a que la mortalidad está determinada fuertemente por una serie de factores ajenos al ingreso.

El ingreso disponible real de los hogares se verá afectado en promedio un 22,19 por ciento, lo que representará un creciente costo de oportunidad para la siguiente generación de hogares, que sacrificarán aún más el consumo de bienes y de inversión en capitales, además de una ascendente barrera para la superación intergeneracional de la vulnerabilidad social debido al posible aumento de la sensibilidad y la merma de la capacidad adaptativa.

Si se desvían fondos para la compra de agua en vez de invertirlo en activos de largo plazo se corre el riesgo de que esta nueva generación de hogares también reproduzca sus condiciones socioeconómicas adversas que no permitirán enfrentar la inminente disminución hídrica.

Aunque la población en Iztapalapa se estabilice y decrezca, el suministro per cápita de agua desde la red no garantizará una dotación mínima necesaria, de acuerdo con las recomendaciones de la literatura, lo que conducirá, en el peor de los casos, a que este decrecimiento en el suministro per cápita comience efectivamente a mostrar efectos sobre la morbilidad y mortalidad de los habitantes de la delegación.

## CONCLUSIONES GENERALES

La presente tesis buscó desarrollar los argumentos necesarios que permitieran conocer cuáles son los hogares con mayor vulnerabilidad social en el Distrito Federal y qué efectos han padecido (y padecerán) sobre su ingreso y salud ante la disminución del suministro de agua potable durante la última generación (1984-2014) y la siguiente (al 2030).

A partir de la discusión de la evidencia, se reconoció que durante las últimas tres décadas las fuentes de abastecimiento de agua para el Distrito Federal han sido objeto de un aprovechamiento por encima de su capacidad de recarga que ha derivado en condiciones de agotamiento y degradación de las mismas, cuyo resultado ha sido una caída sostenida del agua potable comprometida a la ciudad.

A costa de esa sobreexplotación, la cobertura de la red de agua potable en el DF ha conseguido ser la más alta en todo el país, aunque sobre la base de un servicio de distribución heterogénea del líquido entre delegacionales, que no corresponde a las concentraciones y necesidades poblacionales que cada una ostenta, y que por tanto determina, no solo contextos divergentes de exposición a la falta de agua, sino la continuación de inequidades socioeconómicas urbanas, cuyos casos de mayor gravedad se localizan en las delegaciones Iztapalapa, Tláhuac, Tlalpan, Xochimilco y Milpa Alta, ubicadas al oriente y sur de la ciudad.

En este sentido, con base en los productos obtenidos del análisis de componentes principales categóricos y del indicador compuesto de vulnerabilidad social, se encontró que Iztapalapa es la delegación que se halla en la posición más grave de vulnerabilidad social a la disminución del suministro de agua potable en todo el Distrito Federal. Este resultado se debe a que Iztapalapa ha sido la demarcación más expuesta a la escasez hídrica, dado que recibe menores caudales en relación con otras delegaciones y, además, posee la mayor participación porcentual de hogares en situación de elevada sensibilidad y limitada capacidad adaptiva para enfrentar la restringida (y a veces nula) disponibilidad de agua, dimensiones que se inscriben estrechamente a atributos socioeconómicos poco favorables.

En lo relativo a los componentes socioeconómicos más fuertemente asociados a las dimensiones de la vulnerabilidad social, se encontró que: La sensibilidad de los hogares, tanto en Iztapalapa, como en toda la entidad, es definida principalmente por el número de

integrantes del hogar, la carencia en equipamiento para la recolección de agua y por la reducida disponibilidad y dotación del agua potable en la vivienda.

De igual forma se obtuvo que la capacidad adaptativa de los hogares es determinada por factores que difieren entre la entidad en su conjunto y la delegación Iztapalapa en su particularidad. Mientras que en el DF la capacidad adaptativa se articula con aspectos convencionales como el ingreso, la salud y la calidad del empleo, en Iztapalapa esta capacidad es influida además por aspectos prioritarios aún más apremiantes, como la nutrición y el derecho a la atención médica, así como por elementos informales, tales como la ayuda de las redes sociales en momentos de enfermedad.

Este fenómeno es ejemplo claro de que en Iztapalapa las necesidades sociales básicas son más urgentes que en el resto de la ciudad, mismas que definen que esta demarcación se encuentre por debajo del promedio del DF en casi todos sus indicadores socioeconómicos y posea la mayor vulnerabilidad social a la reducción del recurso agua.

Los efectos relevantes que se lograron estimar a través de la rutina de regresión lineal de Mínimos Cuadrados Ordinarios contribuyen a inferir que la disminución del suministro de agua a lo largo de tres décadas, en combinación con la inestabilidad y bajos niveles de ingreso real efectivamente, como lo argumentaba la hipótesis 2.1, ha generado efectos significativos en el ingreso disponible en la más reciente generación de hogares en Iztapalapa del orden de 5 pesos promedio en la capacidad adquisitiva trimestral. Cifra significativa para aquellos hogares que disponen de ingresos limitados, como 57,4 por ciento de los hogares en Iztapalapa que se sostienen con un máximo de tres salarios mínimos. Es de destacar que tal cifra es adicional a los habituales desembolsos hechos por los hogares, mismos que pueden llegar a representar, en promedio, hasta 31 por ciento del ingreso total con el que cuenta un hogar.

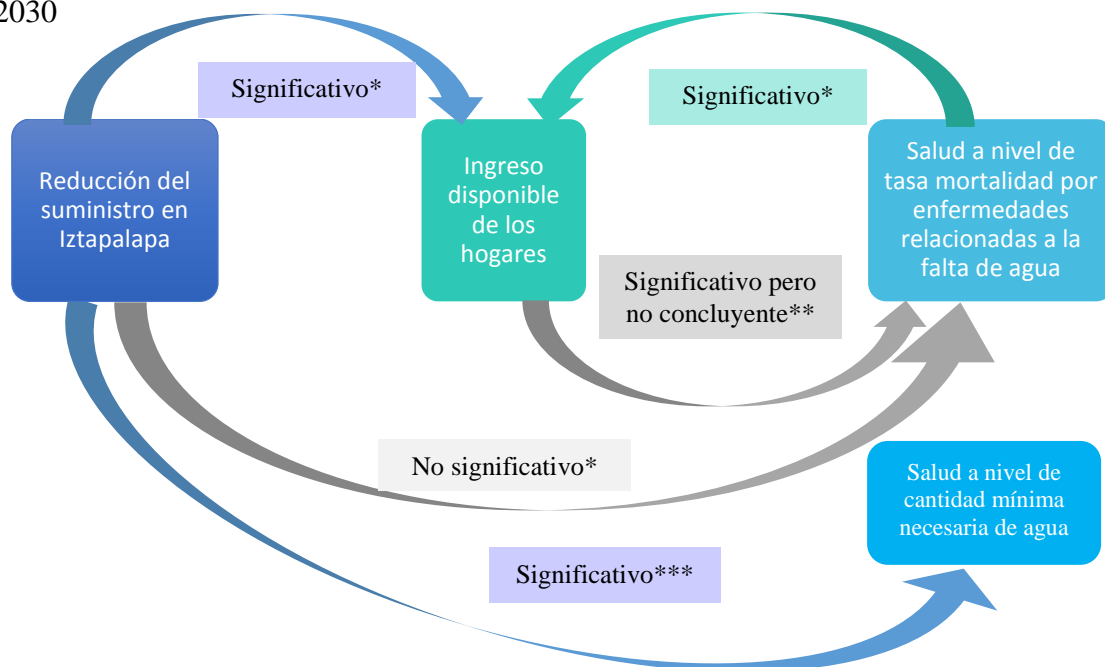
Asimismo se infiere que estas afectaciones al ingreso disponible (y los reducidos niveles del mismo) han propiciado que éste sea sumamente sensible a cualquier disminución del caudal de agua suministrado, al presentar un coeficiente de sensibilidad de 2,5, es decir que la capacidad adquisitiva de los hogares se ve afectada en más del doble que las oscilaciones del líquido que les es dotado (aun sin tomar en cuenta las respectivas variaciones del agua proporcionada mediante pipas). Este indicador de sensibilidad es un aproximado del efecto multiplicador que la disponibilidad de agua, o la falta de ella, genera sobre las personas en su capital financiero, y de manera concatenada, con el resto de activos de los que disponen los hogares.

Por el lado de la salud, las observaciones del caudal de agua dotado a los hogares en Iztapalapa durante las tres últimas décadas conducen a aceptar la hipótesis 2.2, puesto que el líquido ha disminuido al punto tal que la dotación diaria de agua por habitante no cubre la cantidad mínima necesaria para asegurar niveles de vida saludables: no permite satisfacer las necesidades de higiene corporal y doméstica, ni los requerimientos de hidratación y alimentación, de acuerdo con diversos umbrales propuestos en diversas referencias bibliográficas (Cfr. cuadro 1.1), que van desde 250 y hasta 122 litros diarios per cápita.

Hasta el momento, esta disminución hídrica no ha significado un aumento sobre la mortalidad por enfermedades causadas por escasez hídrica. De igual forma, debido a la limitada información estadística, no pueden enunciarse resultados conclusivos referentes a la relación del suministro hídrico con la ocurrencia de estas enfermedades asociadas a entornos de escasez de agua, sobre la población de Iztapalapa. Por ello la hipótesis 2.3 presentada en la introducción es rechazada.

Los efectos observados y su significancia se resumen en el siguiente esquema:

Esquema C.1. Resumen de efectos observados del suministro de agua sobre el ingreso de los hogares en Iztapalapa, D.F. durante 1984-2012 y replicables al 95% de confianza para 2030



\* Al 95 por ciento de confianza. \*\* Supera el nivel de confianza pero presenta problemas de especificación. \*\*\* A nivel de umbrales mínimos de agua (l/h/d expresados en el cuadro 1.1). Fuente: Elaboración propia.



En lo concerniente a los escenarios contruoidos se encontró que, de continuarse con las tendencias observadas en la sobreexplotación de las fuentes naturales de abasto, las alteraciones climáticas, la distribución inequitativa del recurso líquido y las condiciones socioeconómicas de los hogares en la delegación, y a pesar del decrecimiento poblacional pronosticado, es probable, con 95 por ciento de confianza, que para el año 2030:

El ingreso disponible real de los hogares en Iztapalapa decrezca en promedio 22,19 por ciento, lo que significa un costo de oportunidad en adquirir no solo bienes tangibles perecederos y duraderos sino también en invertir en activos intangibles de importancia en el largo plazo para la modulación de la vulnerabilidad social de la siguiente generación de hogares, corriendo el riesgo de que esta nueva generación reproduzca sus condiciones socioeconómicas adversas, mismas que restringen la posibilidad de hacer frente adecuadamente a la casi inminente disminución hídrica en el futuro cercano.

Igualmente, aunque la población en Iztapalapa decrezca, el suministro per cápita de agua desde la red continuará con su trayectoria a la baja hasta una dotación promedio de 109 litros por habitante al día para 2030, lo que significa que, con base en las diversas referencias, no se garantizará una dotación mínima necesaria para mantener una salud adecuada.

De forma adicional, los efectos secundarios abundan en mayores desembolsos en agua de fuentes alternativas a la red (pipas y garrafones), reduciendo el gasto en activos, mermando la capacidad de adaptación a menores dotaciones del líquido e incrementando la sensibilidad de los hogares en Iztapalapa. Otro efecto secundario se expresaría en la posible morbilidad y mortalidad de los habitantes de la delegación por enfermedades causadas por la falta de agua potable, sobre todo enfermedades como las digestivas e infecciosas intestinales que son los padecimientos de este tipo con mayor recurrencia en Iztapalapa y el DF, respectivamente.

### **Agenda gubernamental**

La evidencia discutida y resultados encontrados detallan la realidad en el Distrito Federal, en la cual el sistema de aprovechamiento hídrico es inequitativo, se basa en la continuación de razonamientos fundamentalmente técnicos que tienden a alterar los ciclos hidrológicos de las cuencas explotadas, se ve superado por las dimensiones y necesidades de la población y se complejiza por el uso dispendioso del líquido solo una sola vez, además de la aparentemente nula consideración de la disminución del agua disponible

que implican las oscilaciones climáticas. Dicho sistema resulta además paradójico y poco precavido, en la medida en que los hogares más vulnerables a la escasez hídrica gastan hasta 30 por ciento de su ingreso en la adquisición del líquido, a la vez que la ciudad se inunda frecuentemente durante la temporada de lluvias.

Los pronósticos estocásticos diseñados a 2030 muestran que de no tomarse medidas correctivas, los efectos que la baja disponibilidad del líquido generará en la capacidad adquisitiva y en la salud de la siguiente generación probablemente serán aún más dañinos que los observados hasta ahora.

En ese sentido, la agenda gubernamental pendiente en materia hídrica es compleja, pero urgente. La acción pública debe contemplar la prescripción de arreglos institucionales que procuren, de manera integral, la mejora de la salud de los acuíferos y cuerpos superficiales de agua que dotan del recurso al DF; la reducción de la demanda absoluta del líquido, sobre todo en zonas del centro de la ciudad; la administración hídrica suficiente y equitativa que, además, se enfoque en ofrecer soluciones de mayor plazo para problemas técnicos graves, como las fugas.

Con objeto de la solución integral de los efectos sociales de la baja disponibilidad hídrica en los hogares, también debe perseguirse el desarrollo efectivo de las condiciones socioeconómicas, mismas que apuntan, tanto al equipamiento e infraestructura de la vivienda, como a factores de carácter macroeconómico, tal como la generación de empleos de calidad. Bajo esta misma línea, la vulnerabilidad social de los hogares podría verse reducida si se desarrollan y fortalecen principalmente aspectos vitales como la alimentación, la protección social y las redes sociales en la delegación, así como la inversión social, vía políticas públicas que involucren la participación local de las comunidades y que se dirijan, no sólo a la mejora de los servicios urbanos, sino también a la cobertura total de equipamiento en cada hogar para la recolección de agua, tanto de la red, como de fuentes alternas, como el agua de lluvia (para usos domésticos).

Asimismo, debido a que el agua es un bien público prioritario y estratégico para el sustento de las familias, debe garantizarse su dotación desde el Estado a la vez que se restrinja la generación de mercados irregulares de agua que persiguen, como los mercados de bienes convencionales, la optimización de ganancias, en los que se han establecido precios extremos que superan hasta en mil veces su costo público y se han desarrollado en zonas de la ciudad, como el sur y oriente, en donde se localizan hogares vulnerables y con carencias socioeconómicas importantes.

## **Agenda académica**

De entre las líneas de investigación que resultaron evidentes en el desarrollo de la tesis se encuentra la estrecha relación de las condiciones preliminares de la población urbana antes o durante de sufrir una crisis o una perturbación socioambiental. Por ejemplo, la variable empleo de los habitantes de Iztapalapa parece ser uno de los rubros fundamentales y menos atendidos públicamente en la dimensión social en cuanto a un ingreso suficiente y seguro, y a la seguridad social. Otra más son las redes sociales, las cuales han tenido una limitada relevancia académica a nivel delegacional o barrial. Tales redes, como se pudo observar, son difíciles de obtener pero con alto valor cuando persisten condiciones socioeconómicas en los hogares poco favorecedoras.

De igual manera queda por realizar estudios a profundidad acerca de los daños que ha causado la falta de agua en los hogares sobre la salud de sus integrantes a nivel de morbilidad, al tiempo de generar mayor y mejor información sobre estadísticas de salud en el Distrito Federal.

## **Algunas contribuciones**

Si bien es cierto que esta tesis fue realizada para una demarcación en el DF, resulta un ejemplo ilustrativo sobre los efectos generales que la perturbación social y ambiental que genera y probablemente producirá la baja del agua disponible para consumo humano para el resto de la ciudad y para diversas zonas del país con problemáticas socioecológicas similares.

Asimismo la metodología para estimar, tanto la vulnerabilidad social, como los efectos a la disminución del agua disponible a nivel de hogares, puede ser replicada en otros contextos urbanos, bajo las respectivas consideraciones locales, en donde también el recurso sea sobreexplotado y persistan fuertes presiones sobre el mismo, así como oscilaciones climáticas severas y formas de aprovechamiento que aún no reconozcan la sensibilidad urbana a los recursos escasos.

Finalmente, los resultados encontrados por medio de los modelos de regresión en materia de la sensibilidad de los activos (como el ingreso) de los hogares y efectos en los mismos por la escasez hídrica proveen información útil en la construcción de políticas públicas integrales para alcanzar mejores estándares de vida para la población más desfavorecida en el Distrito Federal, como lo son los habitantes de la delegación Iztapalapa.

## REFERENCIAS

- Abson, D., Adrew Dougill 2012, "Using Principal Component Analysis for information-rich socio-ecological vulnerability mapping in Southern Africa", *Applied Geography*, vol. 35, No 1-1, pp. 515-524.
- Adger, W. Neil, 2006, "Vulnerability", *Global Environmental Change*, vol. 16, No 3, pp. 268-281.
- Agua.org, 2004, *Biblioteca temática*, México, Centro Virtual de Información del Agua, disponible en: [http://www.agua.org.mx/h2o/index.php?option=com\\_content&view=category&id=1290:enfermedades&Itemid=100148&layout=default](http://www.agua.org.mx/h2o/index.php?option=com_content&view=category&id=1290:enfermedades&Itemid=100148&layout=default), consultado 26 abril 2014.
- Aguaenmexico.org, 2006, *Problemática del agua y la importancia de las aguas subterráneas*, México, disponible en: [http://www.aguaenmexico.org/admon/subidos/4/sub4/ciclo\\_hidrologico2.pdf](http://www.aguaenmexico.org/admon/subidos/4/sub4/ciclo_hidrologico2.pdf), consultado el 21 febrero 2014.
- AHA, 2003, *Bosquejo histórico del desagüe de la Ciudad de México*, México D.F., Archivo histórico del agua, disponible en: [http://archivohistoricodelagua.info/mx/component?option=com\\_zoom/Itemid,40/](http://archivohistoricodelagua.info/mx/component?option=com_zoom/Itemid,40/), consultado el 13 de noviembre de 2012 2012.
- ALDF, 1990, *Reglamento del servicio de agua y drenaje del Distrito Federal*, México, Asamblea Legislativa del Distrito Federal disponible en: [http://www.sma.df.gob.mx/transparencia/descargas/sma/sma\\_reglamento\\_servicio\\_agua\\_drenaje\\_df.pdf](http://www.sma.df.gob.mx/transparencia/descargas/sma/sma_reglamento_servicio_agua_drenaje_df.pdf), consultado el 14 de enero de 2013.
- ALDF, 2000, "Ley de desarrollo social del Distrito Federal", en Asamblea Legislativa del Distrito Federal, *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, México, D.F., 26 p.
- ALDF, 2003, "Ley de aguas del Distrito Federal", en Asamblea Legislativa del Distrito Federal, *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, México, D.F., 31 p.
- ALDF, 2009, "Ley de salud del Distrito Federal" en Asamblea Legislativa del Distrito Federal, *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, México, D.F., 53 p.
- ALG, 2011, *América Latina Genera*, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, disponible en: <http://www.americalatinagenera.org/es/>, consultado el 28 marzo 2014.
- AMC, s/f., *Disponibilidad de agua*, México, Academia Mexicana de Ciencias, disponible en: [http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=123](http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=123), consultado el 22 abril 2014.
- ANEAS, (ppt) 2011, *Escasez de agua en el valle de México, Recomendaciones desde una perspectiva económica*, México, Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento, disponible en: [http://www.aneas.com.mx/contenido/Escasez\\_VdM\\_v4.pdf](http://www.aneas.com.mx/contenido/Escasez_VdM_v4.pdf), consultado el 1 noviembre de 2013.
- Archundia, Mónica, Johanna Robles, 2009, "Conflicto en Iztapalapa alcanza terreno jurídico", en *El Universal*, disponible en: <http://www.eluniversal.com.mx/ciudad/98954.html>, consultado el 4 diciembre 2013.
- Aréchiga, Ernesto, 2004, "El desagüe del valle de México. Siglos xvi-xxi. Una historia paradójica" en *Arqueología mexicana*, vol. 12, No 22, 11 p.
- Ávila, Patricia, 2008, Vulnerabilidad socioambiental, seguridad hídrica y escenarios de crisis por el agua en México", en *Revista Ciencias de la UNAM*, No 90, abril-junio, pp. 48-57.

Baguma, David, Jamal Hashim, Syed Aljunid, Michael hauser, Helmut Jung and Willibald Loiskand, 2012, "Safe water, household income and health challenges in Ugandan homes that harvest rainwater", en *Water policy*, vol. 14, No 6, pp. 977-990.

Banco Mundial, 1990, *Información y capacitación en abastecimiento de agua y saneamiento a bajo costo, aspectos del abastecimiento de agua y el saneamiento relacionados con la salud*, Estados Unidos Banco Mundial, 35 p.

BM y SACM (Banco Mundial y Sistema de Aguas de la Ciudad de México), 2013, *Agua urbana en el Valle de México: ¿Un camino verde para mañana?*, México, Banco Mundial, 73 p.

Bazán, César, 2009, "Distribución geohistórica del recurso agua en la cuenca de México" en Martínez, María (ed.) *El agua en la memoria. Cambios y continuidades en la ciudad de México, 1940-2000*, México D.F., Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, pp. 29-87.

Béné, Christophe, Louisa Evans, David Mills, Solomon Ovie, Aminu Raji, Ahmadu Tafida, Amaga Kodio, Pierre Morand, Jacques Lemoalle y Neil Andrew, 2011, "Testing resilience thinking in a poverty context: Experience from the Niger River basin" en *Global Environmental Change*, vol. 21, No 4, pp. 1173-1184.

Bhandari, B. S., M. Grant 2007, "Analysis of livelihood security: A case study in the Kali-Khola watershed of Nepal", en *Journal of Environmental Management*, vol. 85, No pp. 17-26.

Birkmann, Jörn, 2006, "Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies: conceptual frameworks and definitions" en Birkmann, Jörn (ed.) *Measuring vulnerability to natural hazards*, New Deli, India: United Nations University Press, 7-54.

Bohle, Hans, 2001, "Vulnerability and criticality: perspectives from social geography" en *Newsletter of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change*, Update, No 2/2001, pp. 1-7.

Bohórquez, Javier, 2013, "Evaluación de la vulnerabilidad social ante amenazas naturales en Manzanillo (Colima). Un aporte de método", en *Investigaciones geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, No 81, pp. 79-93.

Bunge, Verónica, 2010, "La disponibilidad natural de agua en las cuencas de México" en *Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización*, México: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, pp. 46-49.

Cadavid, Juan, (T) 2009, *Modelo autorregresivo bilineal aplicado a la predicción mensual de caudales en Colombia*, Ingeniería civil Universidad Nacional de Colombia, 43 p.

Cairncross, Sandy, Kinnear J. 1992, "Elasticity of demand for water in Khartoum, Sudan" en *Social Science and Medicine*, vol. 34, No 2, pp. 183-189.

Call, S. W. 1983. *Microeconomía*, México, Grupo Editorial Iberoamérica, 169 p.

Camelo, Heber, 2014, *Ingresos y gastos de consumo de los hogares en el marco del SCN y en encuestas a hogares*, Chile, Comisión Económica para América Latina, Serie Estudios estadísticos y prospectivos No 2, 58p. <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/6/5956/lcl1477e.pdf>, consultado el 27 mayo 2014.

Cannon, Terry, John Twing, Jennifer Rowell, 2003, *Social Vulnerability. Sustainable Livelihoods and Disasters*, United, Kingdom, DFID conflict and humanitarian assistance department and sustainable livelihoods support office, 63 p.

Cárdenas, Guillermo, 2013, "Iztapalapa, pozo de incertidumbre" en *El Universal*, disponible en: <http://www.eluniversal.com.mx/articulos/78136.html>, consultado el 3 junio 2013.

Cavazos, Tereza, J. A. Salinas, B. Martínez, G. Colorado, P. de Grau, R. Prieto González, A. C. Conde Álvarez, A. Quintanar Isaías, J. S. Santana Sepúlveda, R. Romero Centeno, M. E. Maya Magaña, J. G. Rosario de La Cruz, Ma. del R. Ayala Enríquez, H. Carrillo Tlazazanatza, O. Santiesteban y M. E. Bravo, 2013, *Actualización de escenarios de cambio climático para México como parte de los productos de la Quinta Comunicación Nacional*, Informe Final del Proyecto al INECC, México, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, disponible en: <http://escenarios.inecc.gob.mx/>, consultado el 26 de abril de 2014.

CCVM, (ppt), 2010, Modelo para análisis de escenarios y gestión de reglamentos en los valles de México y Tula, México, Consejo de Cuenca Aguas del Valle de México, Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento, 9 p.

CCVM. 2014, *Consejo de Cuenca del Valle de México*, México, en: <http://cuencavalledemexico.com/> consultado el 8 enero 2014.

CEFP, 2009, *Perfil socioeconómico del Distrito Federal, México*, Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados, 39 p.

CEMDA, 2011, *El agua en México: lo que todas y todos debemos saber*, México, D. F., Centro Mexicano de Derecho Ambiental, A.C, 93 p.

Centrogeo, 2004, *GEO Ciudad de México, una visión territorial del sistema urbano ambiental*, México, Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo", A.C. disponible en: <http://www.centrogeo.org.mx/geocm/Index.htm>, consultado el 16 marzo 2014.

Cepal, 1999, *Marco conceptual sobre activos, vulnerabilidad y estructura de oportunidades Documento*, Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 25 p.

Cepal, 2002, "Vulnerabilidad socioambiental" en PNUMA (ed.) *La sostenibilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe: Desafíos y oportunidades*, Santiago de Chile, CEPAL, PNUMA, ONU, pp.149-157.

Cepal, 2006, *La protección social de cara al futuro: acceso, financiamiento y solidaridad*, Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 193 p.

Cepal, 2014, *Manual para la evaluación de los desastres*, Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 320 p.

Cesac, 2014, *Suministro de agua en carros-tanque o pipas*, México D. F., Gobierno delegacional de Iztapalapa, disponible en: <http://www.iztapalapa.df.gob.mx/htm/CESAC/001.html>, consultado el 16 abril 2014.

Chambers, Robert, Gordon Conway, 1992, "Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century" en *Institute of development studies*, Discussion Paper, vol. 296, 29 p.

Chambers, Robert, 2006, "Vulnerability, coping and policy", *Institute of development studies bulletin*, vol. 37, pp. 33-40.

Chávez, Ana, 1999, *La nueva dinámica de la migración interna en México*, México, Centro Regional De Investigaciones Multidisciplinarias, 415 p.

- Chenoweth, Jonathan, 2008, "Minimum water requirement for social and economic development", *Desalination*, vol. 229, No 1-3, pp. 245–256.
- Cofepris, 2000, *México, salud ambiental en cifras*, México, Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, 69 p.
- Conagua, 2004, *Estadísticas del agua en México 2004*, México, Comisión Nacional del Agua, 141 p.
- Conagua, 2007, *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: medidas preventivas para el suministro de agua potable en situaciones de emergencia*, México, Comisión Nacional del Agua, 225 p.
- Conagua, 2008, *Programa Nacional Hídrico 2007-2012*, México, Comisión Nacional del Agua, 157 p.
- Conagua, 2009, *Estadísticas del agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII, aguas del Valle de México*, México, Comisión Nacional del Agua, 163 p.
- Conagua, 2010, *Estadísticas del agua en México*, México, Comisión Nacional del Agua, 249 p.
- Conagua, 2011, *Agenda del Agua 2030*, México, Comisión Nacional del Agua, 66 p.
- Conagua, 2011b, *Estadísticas del agua en México*, México, Comisión Nacional del Agua, 184 p.
- Conagua, 2012, *Atlas digital del agua México*, México, Comisión Nacional del Agua, disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/atlas/index.html>, consultado el 15 marzo 2014.
- Conagua, 2012, *Estudios de investigación para caracterizar a las regiones del país en función del cambio climático, incluyendo los mapas asociados, XIII Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala*, México, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Servicio Meteorológico Nacional, 64 p.
- Conagua, 2012b, *Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento*, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 279 p.
- Conagua, 2013, *Estadísticas del agua en México*, edición 2013, México,
- Conagua, 2013b, *Sistema nacional de información del agua*, México, Conagua, disponible en: <http://www.cna.gob.mx>, consultado el 2 enero 2013.
- Conapo, 2010, *Proyecciones de la población 2010-2050*, México, Consejo Nacional de Población, disponible en: <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones>, consultado el 12 de abril de 2014.
- Conasami, 2014, *Índice del salario mínimo real*, México, Comisión Nacional de Salarios Mínimos, 2 p. disponible en: [http://www.conasami.gob.mx/pdf/salario\\_minimo/sal\\_min\\_real.pdf](http://www.conasami.gob.mx/pdf/salario_minimo/sal_min_real.pdf), consultado el 11 de mayo 2014.
- Coneval, 2010, *Porcentaje de población, según indicadores de pobreza seleccionados en el Distrito Federal, México 2010*. México, Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo social, disponible en: <http://www.coneval.gob.mx/Medicion/Paginas/Medici%C3%B3n/Informacion-por-Municipio.aspx>, consultado el 4 mayo 2014.
- Coneval, 2012, *Informe de pobreza y evaluación en el Distrito Federal 2012*, México, Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 24 p.

Coneval, 2014, *Medición de la pobreza*, México, Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, disponible en <http://www.coneval.gob.mx/Medicion/Paginas/Medici%C3%B3n/Calidad-y-espacios-en-la-vivienda.aspx>, consultado el 9 mayo 2014.

Constantino, Roberto, 2010, “La sostenibilidad de la ciudad de México y la conquista de la cuenca hídrica del altiplano: los límites de viejas soluciones y la emergencia de nuevos problemas”, en Flores, José (ed.) *Pensar el futuro de México. Colección conmemorativa de las revoluciones centenarias. Crecimiento y desarrollo económico de México*, México, D.F., UAM Xochimilco, 231-267 p.

Contraloría-D.F., 2013, *Operativo para supervisar el correcto abasto de distribución de agua por motivo del mantenimiento del "Sistema Cutzamala"*, México, D. F., Contraloría General del Distrito Federal, disponible en: <http://www.contraloria.df.gob.mx/index.php/conocenos/boletines-informativos/137-conocenos/boletines-informativos/1036-operativo-para-supervisar-el-correcto-abasto-de-distribucion-de-agua-por-motivo-del-mantenimiento-del-sistema-cutzamala>, consultado el 15 abril 2014.

Contreras, Cyntia, 2014, “Casas habitación, las de mayor consumo y desperdicio de agua en el DF: Sedema”, en *Excelsior*, disponible en: <http://www.excelsior.com.mx/comunidad/2014/03/24/950174>, consultado el 24 marzo 2014.

Correa, Armando, Gustavo García, 2000, *Análisis del comportamiento histórico de la temperatura en el Valle de México*, México, Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental, disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliaire/mexicona/R-0187.pdf>, consultado el 18 marzo 2014.

Corvalan, Carlos, Julius Fobil, Hillel Koren, Prabhu Pingali, Elda Tancredi, Monika Zurek, 2005, “Human well-being across scenarios: findings of the scenarios working group”, en Carpenter, Stephen (ed.) *Ecosystems and human well-being*, United Nations Environment Programme, 560 p.

Crawford, Catherine, Bell Sarah, 2012, “Analysing the Relationship between Urban Livelihoods and Water Infrastructure in Three Settlements in Cusco”, Peru, *Urban studies*, vol. 49, No 5, pp. 1045-1064.

Cruz, Lirios, Jorge Hernández, Gerardo Limón 2013, “La cobertura periodística en torno a los conflictos por el desabasto de agua en una demarcación de México”, Distrito Federal, *Multidisciplina*, vol. 14, No enero-abril, pp. 21-48.

Cruz Roja Española, 2013, Informe sobre la vulnerabilidad social, España, Cruz Roja Española, 196 p.

Cutter, Susan, 1996, “Vulnerability to environmental hazards”, *Progress in human geography*, vol. 20, No 4, pp. 529–539.

Cutter, Susan, Boruff, Bryan, Shirley, Lynn, 2003, “Social vulnerability to environmental hazards”, *Social Sciences Quarterly*, vol. 84, No 2, pp. 242–261.

Cutter, Susan, Christina Finch, 2007, “Temporal and spacial changes in social vulnerability to natural hazards”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 105, No 7, pp. 2301-2306.

Cutter, Susan, Lindsey Barnes, Melissa Berry, Christopher Burton, Elijah Evans, Eric Tate, Jennifer Webb, 2008, “A place-based model for understanding community resilience to natural disasters”, *Global Environmental Change*, vol. 18, No 4, pp. 598-606.



Damián, Araceli, 2005, “La pobreza de tiempo. El caso de México”, *Estudios Sociológicos*, vol. XXIII, No 3, pp. 807-843.

Davies, Evan, Slobodan Simonovic, 2011, “Global water resources modeling with an integrated model of the social–economic–environmental system” *Advances in Water Resources*, vol. 34, No. 6, pp. 684–700.

Dávila, Enrique, Maite Guijarro, 2000, “Evolución y reforma del sistema de salud en México”, en *Financiamiento del desarrollo*, Cepal, vol. 91, p. 84.

Decastro, Santiago, María Camila Hoyos, Verónica Umaña, 2011, *Legalización de barrios informales. Prestación de servicios públicos: ¿una medida constitucional paliativa o un paso hacia la legalización?*, Colombia: Universidad de los Andes, 25 p.

Delegación Iztapalapa, 2010, *Programa delegacional de desarrollo*, México, D.F., Gobierno del Distrito Federal, Delegación Iztapalapa, 118 p.

DFID, 1999, *Hojas orientativas sobre los medios de vida*, United Kingdom, Department For International Development, 33 p.

DGCOH, 1999, *Compendio DGCOH 1999*, México, Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica 82 p.

DGIS, 2014, *Base de datos de defunciones generales 1979-2007* [en línea], México Secretaría de salud, disponible en: <http://www.sinais.salud.gob.mx/basesdedatos/defunciones.html>, consultado el 28 marzo 2014.

DNP, 2007, *Las condiciones habitacionales de los hogares y su relación con la pobreza*, Colombia, Departamento Nacional de Planeación, 278 p.

DOF, 2014, “Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos”, en Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, *Diario oficial de la federación*, México, 259 p.

Echavarría, Bernardo, 2009, “Las pérdidas de agua, la importancia de su control” en CCVM (ed.), *Cultura del agua, hacia un uso eficiente del recurso vital*, México, Consejo de cuenca del Valle de México, pp. 333-341.

Engle, Nathan, 2011, “Adaptive capacity and its assessment”, en *Global Environmental Change*, vol. 21, No. 2, pp. 647-656.

ENIGH, varios años, *Encuesta Nacional Ingreso Gasto de los Hogares*, México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/encuestas/hogares/regulares/enigh/>, consultado el 10 enero 2014.

Escolero, Oscar, Sandra Martínez, Stefanie Kralish, María Perevochtchikova, 2009, *Vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento de agua potable de la Ciudad de México en el contexto de cambio climático*, México, Centro Virtual de Cambio Climático de la Ciudad de México, 169 p.

Espinoza, Guadalupe (Entrevista), 2014.

Estela, Teodoro, 1992, *Modelos matemáticos para la evaluación de recursos hídricos*, España, Centro de estudios hidrográficos, 55 p.

EUSTAT, 2009, *Las estadísticas medioambientales en la C.A. de Eukadi. Estadística medioambiental dirigida a familias, España: Instituto Vasco de Estadística*, disponible en: [www.eustat.es/documentos/datos/CV09\\_07.pps](http://www.eustat.es/documentos/datos/CV09_07.pps), consultado el 5 abril 2014.

Evalúa DF, 2011, *Índice de desarrollo social de las unidades territoriales del Distrito Federal, delegación, colonia y manzana*, México, Consejo de Evaluación del Desarrollo Social del Distrito Federal, 81 p.

Evalúa DF, 2012, *Encuesta de Percepción de la Calidad de Vida en el Distrito Federal*, México, D.F., Consejo de Evaluación del Desarrollo Social del Distrito Federal, disponible en <http://www.evalua.df.gob.mx/encuestas.php> consultado el 2 mayo 2014.

Ezcurra, Exequiel 1991, *De las chinampas a la megalópolis*, México D.F., Fondo de Cultura Económica, 119 p.

Ezcurra, Exequiel, Marisa Mazari, Irene Pisanty y Adrian Guillermo Aguilar, 2006, *La Cuenca de México*, México Fondo de Cultura Económica, 286 p.

FAO, 2010. *Forum on Operationalizing Participatory Ways of Applying Sustainable Livelihoods Approaches*, United Kingdom, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 195 p.

FAO, 2012, *Renewable water*, en: <http://www.fao.org/home/en/>, consultado el 8 de octubre de 2012.

Filgueira, Carlos, 2001, *Estructura de oportunidades y vulnerabilidad social. Aproximaciones conceptuales recientes*, Chile, Cepal, 31 p.

García, Rolando, 2006, *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*, Barcelona, España, Gedisa, 201 p.

García-Bellido, R. 2010, *SPSS: Análisis de fiabilidad, alfa de Cronbach*, España, Universitat de Valencia, 6 p.

García-Lirios, Cruz, 2011, “Mediatización de la participación hídrica en Iztapalapa”, en Piedrahita, José (ed.), *Gestión social para el desarrollo humano*, Bogotá, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, pp. 521-547.

GDF, 2002, *Estadísticas del medio ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana 2002*, México, Gobierno del Distrito Federal, 20 p.

GDF, 2004, *Hacia la agenda XXI de la Ciudad de México*, México, Gobierno del Distrito Federal, 146 p.

GDF, 2008, *Decreto que contiene el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano en Iztapalapa*, México D.F., Jefatura de Gobierno del DF, 140 p.

GDF, 2012, “Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones del código fiscal del Distrito Federal”, en *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, México D.F., Gobierno del Distrito Federal, 89 p.

GDF, 2013, “Código fiscal del Distrito Federal”, en *Gaceta oficial del Distrito Federal*. México, D.F., 1287 p.

GDF, varios años, “Resolución de carácter general mediante la cual se condona totalmente el pago de los derechos por el suministro de agua”, en *Gaceta oficial del Distrito Federal*, México D.F., Gobierno del Distrito Federal.

GDF-Delegación Iztapalapa, 2011, *Atlas de riesgos naturales de la delegación Iztapalapa*, México, D.F., Gobierno del Distrito Federal, 112 p.

GDF-DGCOH, 2001, *Plan de acción hidráulica por delegación 2001-2005*, Iztapalapa, México, Gobierno del Distrito Federal-Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, 156 p.

GDF-DGCOH, 2008, *Plan de hidráulico delegacional 2007-2012*, Iztapalapa, México, Gobierno del Distrito Federal-Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, 185 p.

GEM, 2006, *Programa sectorial de la coordinación metropolitana 2006-2011*, México, pp. 1-35, en: <[http://transparencia, edomex.mx](http://transparencia.edomex.mx)>, consultado en 16 diciembre 2013.

Godoy, Ernestina, 2013, *Proposición con punto de acuerdo para condonación de pagos de los derechos por suministro de agua*, en Asamblea legislativa del Distrito Federal, México, D.F. 9 p.

Golovanevsky, Laura, (T) 2007, *Vulnerabilidad y transmisión intergeneracional de la pobreza, un abordaje cuantitativo para Argentina en el siglo XXI*, Doctorado, Universidad de Buenos Aires, 452 p.

Gómez-Ugalde, Sandra Gabriela; Mora-Flores, José Saturnino; García-Salazar, José Alberto; Valdivia-Alcalá, Ramón, 2012, “Demanda de agua para uso residencial y comercial”, *Terra Latinoamericana*, vol. 30, No 4, pp.337-342.

González, Arsenio, 2011, *Pobreza, agua y cambio climático en la Ciudad de México*, México, D.F., Centro Virtual de Cambio Climático de la Ciudad de México, pp. 1-114.

González, Rocío, 2012, “Protestan vecinos de Iztapalapa e Iztacalco por falta de agua”, en *La Jornada*, disponible en: [http://www.jornada.unam.mx/2012/03/25/capital/035n1\\_cap](http://www.jornada.unam.mx/2012/03/25/capital/035n1_cap), consultado el 25 de marzo de 2014.

Guerra, Luis y Judith Mora, 1989, *Agua e hidrología en la Cuenca del Valle de México*, México, Instituto Autónomo de Investigaciones Ecológicas A. C, 136 p.

Gujarati, Damodar, 2007, *Econometría*, México, Mc Graw Hill, p. 972.

Guzmán, Elizabeth, 2006, “La RAAD en el consumo de agua potable en hogares de Coyoacán e Iztapalapa”, *Boletín del archivo histórico del agua*, vol. 11, No 30, 30 p.

H. Allison, Edward, Benoit Horemans, 2006, “Putting the principles of the Sustainable Livelihoods Approach into fisheries development policy and practice”, *Marine Policy*, vol. 30, No 6, pp. 757–766.

Harmancioglu, Nilgun, Kurt Fedra, Filiz Barbaros, 2008, “Analysis for sustainability in management of water scarce basins: the case of the Gediz River Basin in Turkey”, *Desalination*, 226, 175-182.

HCD, 2012, “Ley de Aguas Nacionales”, *Diario Oficial de la Federación*, México, 106 p.

HCSEE, 2000, *The hidden costs of coastal hazards: implications for risk assessment and mitigation*, United States, Island press, 223 p.

Hernández, Nayeli, Entrevista 2014, México, D. F.

Hossain, Mobarak, 2012, "Urban health in megacities of developing countries", *Public Health Forum*, vol. 20, No 75, pp 291-293.

Howard, Guy y Jamie Bartram, 2003, Domestic Water Quantity Service, Level and Health, United Kingdom, World Health Organization, 33 p.

Huang, Chu-Long, Jonathan Vausea, Hwong-Wen Mac, Chang-Ping Yu, 2011, "Urban water metabolism efficiency assessment: Integrated analysis of available and virtual water" en *Science of The Total Environment*, vol. 452-453, pp.19-27.

Hubbard, R. Y. M. J. Bayarri, 2003, *P values are not error probabilities*, Estados Unidos, College of Business and Public Administration, disponible en: [http://ftp.stat.duke.edu/Working Papers/03-26.pdf](http://ftp.stat.duke.edu/Working%20Papers/03-26.pdf), consultado el 11 abril 2014.

INAFED, 2010, *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México*, México, Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM09DF/index.html>, consultado el 20 febrero 2014.

INECC, 2010, *Cities and climate change*, México, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, disponible en: [http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/cop16\\_30092010\\_05\\_01\\_tejada.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/cop16_30092010_05_01_tejada.pdf), consultado el 18 marzo 2014.

INECC, 2014, *El cambio climático en México, información por estado y sector, proyecciones del clima*, México, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Centro de Ciencias de la Atmósfera, disponible en: [http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo\\_sector/estados/futuro\\_df.html](http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_df.html), consultado el 18 marzo 2014.

INEGI, 2000, *Aspectos geográficos*, México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 21 p.

INEGI, 2008, *Cuaderno estadístico delegacional*, México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, disponible en: [www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/), consultado el 9 de febrero de 2014.

INEGI, 2010, *Censo de población y vivienda*, México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía disponible en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/proyectos/bd/consulta.asp?p=17118&c=27769&s=est>, consultado durante el primer semestre de 2014.

INEGI, 2010b, *Marco geo-estadístico municipal 2010*, México, D.F., Instituto Nacional de Estadística y Geografía, disponible en: [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m\\_geoestadistico.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m_geoestadistico.aspx), consultado el 19 febrero 2014.

INEGI, 2012, *Indicadores de medio ambiente*, México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, disponible en: [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx), consultado el 8 de octubre de 2012.

INEGI, 2012b, *Indicadores económicos*, México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, disponible en: [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx), consultado el 8 de octubre de 2012.

INEGI, 2014, *Información por entidad*, México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en: <http://www.ciberhabitat.gob.mx/monografias/default.aspx?tema=me>, consultado el 19 febrero 2014.

INEGI, 2014b, *Glosario*, disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/rutinas/glogen/default.aspx?t=ehne&c=4394>, consultado el 27 mayo 2014.

INEGI, varios años, *Anuarios Estadísticos del Distrito Federal 1995-2008*, México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

IPCC, 2007, *Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Geneva, Switzerland, Intergovernmental Panel on Climate Change, 104 p.

IPCC, 2008, *El cambio climático y el agua: Documento técnico VI del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, Ginebra PNUMA, 224 p.

Izazola, Haydea, 2001, “Agua y Sustentabilidad en la Ciudad de México”, *Estudios Demográficos y Urbanos*, vol. mayo-agosto, No 49, pp. 285-320.

Iztapalapa.df 2013, “Implementa Iztapalapa operativo contra desabasto de agua” *Boletín-0062013*, México D.F., Gobierno delegacional de Iztapalapa, disponible en: <http://www.iztapalapa.df.gob.mx/htm/boletines/B006-0213.html>, consultado el 10 enero 2014.

Jiménez, Blanca, Rodrigo Gutiérrez, Boris Marañón, 2012, *Evaluación de la política de acceso al agua potable en el Distrito Federal*, México, D.F., UNAM Programa universitario de estudios sobre la ciudad, Consejo de Evaluación del Desarrollo Social del Distrito Federal, 261 p.

Kabeer, Naila, 1998, *Realidades trastocadas: las jerarquías de género en el pensamiento del desarrollo*, México, Paidós, 352 p.

Keynes, Jhon, 1936, *Teoría general de la ocupación, el interes y el dinero*, México, D.F., Fondo de cultura económica, 413 p.

Kleiner, Susan, 1999, “Water: an essential but overlooked nutrient”, en *Journal of the American dietetic association*, vol. 99, No 2, pp. 200-206.

Kundzewicz, Zbigniew y Luis Mata, 2007, “Freshwater resources and their management” en IPCC (ed.) *Contribution of working group II to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, United Kingdom, 976 p.

La Jornada, 2011, “Afectadas, 10 colonias de Iztapalapa al comenzar obras en el Cutzamala”, en *La Jornada*, consultado en: <http://www.jornada.unam.mx/2011/03/20/capital/028n2cap>, consultado el 7 de marzo 2014.

Latinpost, 2013, *Mancera buscará realizar el proyecto de extracción de manto acuífero a cualquier costo*, disponible en: <http://latinpost.mx/mancera-buscar-realizar-el-proyecto-de-extraccion-de-manto-acuifero-a-cualquier-costo/>, consultado 10 junio 2014.

Legorreta, Jorge, 2006, *El agua y la ciudad de México de Tenochtitlan a la megalópolis del siglo XXI*, México D.F., Universidad Autónoma Metropolitana, 259 p.

Llanos, Raúl, Claudia Álvarez, 2009, “Denuncia ALDF secuestro de pipas en Iztapalapa por la falta de agua” en *La Jornada*, disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2009/08/18/capital/034n1cap>, consultado el 9 de mayo de 2014.

Luege, Jose, 2012, *Programa de Sustentabilidad Hídrica, V Coloquio jurídico internacional del agua* México, Atl el portal del agua desde México, disponible en: [http://www.atl.org.mx/coloquio/index.php?option=com\\_content&view=article&id=135%3Acuenca-del-valle-de-mexico&lang=es](http://www.atl.org.mx/coloquio/index.php?option=com_content&view=article&id=135%3Acuenca-del-valle-de-mexico&lang=es), consultado el 19 marzo 2014.

Lusting, Nora, Miguel Székely, 1997, *México: Evolución económica, pobreza y desigualdad*, Washington, Banco Interamericano de Desarrollo, 47 p.

- Magaña, Victor, 2012, *Urbanización y cambio climático regional: el caso del Valle de México*, México, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 53 p.
- Mangyo, Eiji, 2008, “The effect of water accessibility on child health in China” en *Journal of Health Economics*, vol. 27, No 5, pp. 1343–1356.
- Márquez, M. 2012, “Water investment in Mexico City: contradictory elements preventing investment efficiency”, *Drink water engineering and science discussions*, 5, pp. 209-223.
- Martínez, Polioptro, Carlos Patiño, 2010, *Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático*, México, IMTA, 164 p.
- McCarthy, E. A. 2001, *Assessment report Working Group II Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Cambridge, Intergovernmental Panel on Climate Change, p. 987.
- McDonald, Robert, Katherine Weber, Julie Padowski, Martina Florke, Christof Schneider, Pamela A. Green, Thomas Gleeson, Stephanie Eckman, Bernhard Lehner, Deborah Balk, Timothy Boucher, Günther Grill, Mark Montgomery, 2014, “Water on an urban planet: Urbanization and the reach of urban water infrastructure”, *Global Environmental Change*, vol. 27, Julio 2014, pp. 96-105.
- McDowell, Julia, Jeremy Hes, 2011, “Assessing adaptation: Multiple stressors on livelihoods in the Bolivian highlands under a changing climate”, en *Global Environmental Change*, vol. 22, No 2, pp. 342-352.
- Mendoza, J. 2014. Entrevista, México, D.F.
- Mileti, Dennis, 1999, *Disasters by Design: A Reassessment of Natural Hazards in the United States*, Washington, D.C., Joseph Henry Press.
- Moe, Christine, Richard Rheingans, 2006, “Global challenges in water, sanitation and health”, *Journal of Water and Health*, suppl. 04, pp. 41-57.
- Montero, Delia (proyecto), 2011, “Calidad y disminución de la demanda de agua en el Distrito Federal”, México, en *Semanario de la UAM, Órgano informativo de la Universidad Autónoma Metropolitana*, vol. XX, 27/01/2014, pp. 4-5.
- Moreno, Salvador, 2009, “Los problemas de abastecimiento de agua en la ciudad” en Cámara de Diputados (ed.) *Reporte CESOP, La crisis del agua*, México, Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública de la Cámara de Diputados, pp. 40-46.
- Moser, Caroline, 1998 “The asset vulnerability framework: reassessing urban poverty reduction strategies” en *World development*, vol. 26, No 1, pp. 1-19.
- Motoshita, Masharu, Norihiro Itsubo y Atsushi Inaba, 2011, “Development of impact factors on damage to health by infectious diseases caused by domestic water scarcity”, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 16, No 1, pp. 65-73.
- Navarro, Juan, Gladis Casas, 2010, “Análisis de componentes principales y análisis de regresión para datos categóricos. Aplicación en la hipertensión arterial”, en *Revista Matemática: Teoría y aplicaciones*, vol. 17, No 2, pp. 205-235.
- Notimex, 2013, “Alerta sobre riesgo de inundación por lluvias en DF” en *El Universal*, disponible en: <http://www.eluniversal.com.mx/ciudad-metropoli/2013/lluvias-inundacion-riesgo-alerta-952061.html>, consultado 10 julio 2014.

- Notimex, 2014, “Proponen perredistas descentralizar sistema de aguas del DF”, en *La Crónica*, disponible en: <http://www.cronica.com.mx/notas/2014/829349.html>, consultado el 23 abril 2014.
- Núñez, Arturo, 1982, *Estadística básica para planificación*, México, Siglo XXI, Serie Economía y Demografía, 11va edición, 234 p.
- Ocampo, Olga, (T) 2012, *Análisis de vulnerabilidad de la cuenca del río Chinchiná para condiciones estacionarias y de cambio climático*, Colombia, Maestría, Universidad Nacional de Colombia, 257 p.
- Oceantica. 2014, *La evapotranspiración*, España, Oceantica disponible en: <http://climantica.org/>, consultado el 15 febrero 2014.
- OCVM, 2011, *Estudio de manejo de demanda de agua subterránea para el acuífero de la zona metropolitana de la Ciudad de México*, México, Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, Comisión Nacional del Agua, 15 p.
- OECD, 2008, *OECD Environmental Outlook to 2030*, Francia, Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, 15 p.
- OMS, 2003, *Clasificación estadística internacional de enfermedades y problemas relacionados con la salud*, Washington, Organización Mundial de la Salud, 117 p.
- OMS, 2009, *Hacia una Vivienda Saludable –Guía para el facilitador*, Perú, Organización Mundial de la Salud, 95 p.
- OMS, 2014, *Definición de salud*, Organización Mundial de la Salud, disponible en: <http://www.who.int/es/>, consultado el 8 marzo 2014 2014.
- OMS, 2014b, *La enfermedad de Chagas (tripanosomiasis americana)*, Organización Mundial de la Salud, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs340/es/>, consultado el 30 abril 2014.
- ONU, 2010, *Resolución aprobada por la Asamblea General, 64/292. El derecho humano al agua y el saneamiento. Sexagésimo cuarto período de sesiones*, Organización de las Naciones Unidas, p. 3.
- Osnaya, Patricia, (T) 2013, *Evaluación de la calidad del agua en seis delegaciones del Distrito Federal en un contexto de cambio climático y propuesta de adaptación*, Maestría, UNAM, 157 p.
- Ospina, J., ET. AL. 2011. Sugerencias y recomendaciones para la elaboración de políticas públicas ante el cambio climático en la Ciudad de México, de acuerdo a los proyectos realizados en el CVCCCM, México, UNAM.
- Ospina, Jesus, Carlos Gay, Cecilia Conde, María Amparo, 2011, *Aquatic systems and water security in the Metropolitan Valley of Mexico City*, 33 p.
- Oswald, Úrsula, 2005, “Vulnerabilidad y seguridad societal del agua” en Oswald, Ursula (ed.), *El valor del agua: una visión socioeconómica de un conflicto ambiental*, México, El colegio de Tlaxcala, pp. 15-64.
- Oxfam, 2014, *Lo que no sabías de las mexicanas*, México, Oxfam, disponible en: <http://www.oxfamMexico.org/lo-que-no-sabias-de-las-mexicanas/#.UztEqf15Pwn>, consultado el 1 abril 2014.

Pantoja, Sara, 2007, “Denuncian en volantes falta de agua en Iztapalapa”, en *El Universal*, disponible en: <http://www.eluniversal.com.mx/notas/451321.html>, consultado el 18 mayo de 2014.

PAOT, 2011, *Distribución espacial de los Asentamientos Humanos Irregulares ubicados en el Suelo de Conservación en relación con el proyecto del Programa General de Ordenamiento Ecológico y Zonas de Valor Ambiental del Distrito Federal*, México, Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial, 85 p.

PAOT, 2012, *El agua en las delegaciones del Distrito Federal*, México, Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del DF, disponible en: [http://www.paot.org.mx/contenidos/paot\\_docs/cursos/2012/pdf/El\\_agua\\_Delegaciones\\_del\\_Distrito\\_Federal](http://www.paot.org.mx/contenidos/paot_docs/cursos/2012/pdf/El_agua_Delegaciones_del_Distrito_Federal), consultado el 1 mayo 2014.

Perevochtchikova, Maria, 2010, “El uso del dato obtenido del monitoreo hidroclimatológico: el caso de la cuenca del Valle de México” en: Oswald Úrsula (ed.), *Retos de la investigación del agua en México*, México, CRIM-UNAM, pp. 77-87.

Perló, Manuel y Arsenio González Reynoso, 2005, *¿Guerra por el agua en el valle de México? Estudio sobre las relaciones hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México*, México, 2da Edición, Universidad Nacional Autónoma de México, 157 p.

Petzold, Astrid, 2013, “Acceso al agua en asentamientos irregulares de Maracaibo: variantes de un servicio”, en *Estudios del Hábitat*, vol. 11, No jun, pp. 7-21.

Pérez, Pedro, 2013, “La urbanización y la política de los servicios urbanos en América Latina”, *Andamios, Revista de Investigación Social*, vol. 10, No 22, pp. 45-67.

PNUD, 1996, *Informe sobre desarrollo humano*, México, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 250 p.

PNUD, 2006, *Informe de desarrollo humano. Más allá de la escasez: poder, pobreza y crisis mundial del agua*, Nueva York, Mundi prensa, 422 p.

PNUD, 2008, “Salud para el desarrollo humano” en *Informe sobre Desarrollo Humano Michoacán 2007*, México, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo pp. 43-62.

PNUD, 2010, *Informe regional sobre desarrollo humano para América Latina y el Caribe 2010, actuar sobre el futuro: romper la transmisión intergeneracional de la desigualdad*, Costa Rica, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, 208 p.

PNUD, 2011, *Formulando Escenarios de Cambio Climático para Contribuir con Estrategias de Desarrollo Adaptadas al Clima*, Estados Unidos, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 63 p.

Presidencia, 1997, “Programa delegacional de desarrollo urbano de Iztapalapa”, en *Diario Oficial de la Federación*, México, 132 p.

Princeton, s/f, disponible en: <https://www.princeton.edu/~achaney/tmve/wiki100k/docs/Generation.html>, consultado el 8 de julio 2014.

Proceso, 2013, *Confirma GDF hallazgo de nuevo acuífero en el DF*, disponible en: <http://www.proceso.com.mx/?p=331252>, consultado 10 julio 2014.

Ramos, Alejandro, 2014, “Saca cada piperero \$1,000 por viaje” en *Am Reforma*, disponible en: <http://www.am.com.mx/notareforma/27317>, consultado el 28 marzo 2014.



- Ramos, Alejandro, 2014b, “Vecinos diseñan Parque del Agua Sustentable en Iztapalapa”, *Terra noticias*, disponible en: <http://noticias.terra.com.mx/mexico/df/vecinos-disenan-parque-del-agua-sustentable-en-iztapalapa,5a6115f347f54410VgnVCM3000009af154d0RCRD.html>, consultado el 27 marzo 2014.
- Ramos, Alejandro, Iván Sosa, 2014, “Trafican piperos con agua del DF” en *Am Reforma*, disponible en: <http://www.am.com.mx/notareforma/26781>, consultado el 29 marzo 2014.
- Reyes, Miguel, 2011, *Los salarios en México*, México, Friedrich Ebert Stiftung, 27 p.
- Ríos, Fernando, 2014, “El suministro de agua en el DF, un "botín político", acusa el PRI capitalino” en *El Sol de México*, disponible en: <http://www.oem.com.mx/elsoldemexico/notas/n3344458.htm>, consultado el 2 abril 2014.
- Romero, Patricia, 2011, “Missing the multiple dimensions of water? Neoliberal modernization in Mexico City and Buenos Aires”, en *Policy and Society*, vol. 30, No 4, pp. 267–283.
- Rosales, Susset, 2006, *Influencia de variables socio-económicas en el proceso educativo*, Cuba, Siglo XXI, 46 p.
- Rosenzweig, Cynthia, 2007, “Assessment of observed changes and responses in natural and managed systems” en: IPCC (ed.) *Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, United States, pp. 81-131.
- SACM, 2011, “Fuentes de abastecimiento y balance agua potable” en Sistema de Aguas de la Ciudad de México (ed.) *Miniforo CYTED-IBEROEKA Innovaciones en la gestión del agua en Iberoamérica*, Bolivia CYTED-IBEROEKA, 51 p.
- SACM, 2012, *El gran reto del agua en la ciudad de México. Pasado, presente y prospectivas de solución para una de las ciudades más complejas del mundo*, México, D.F., Sistema de Aguas de la Ciudad de México, 192 p.
- SACM, 2012b, *Programa de gestión integral de los recursos hídricos, visión 20 años*, México, Gobierno del Distrito Federal, 137 p.
- SACM, 2014, *Colonias que reciben agua de la red con calidad*, Distrito Federal, Sistema de Aguas de la Ciudad de México disponible en: [http://www.sacmex.df.gob.mx/sacmex/doc/1\\_inicio/calidad\\_del\\_agua/Calidad\\_del\\_Agua\\_CDMX.pdf](http://www.sacmex.df.gob.mx/sacmex/doc/1_inicio/calidad_del_agua/Calidad_del_Agua_CDMX.pdf) ed. México D.F. 1 p.
- SACM, 2014b, *Agua para el futuro CDMX*, México, D.F., Sistema de Aguas de la Ciudad de México, disponible en: <http://www.sacmex.df.gob.mx/sacmex/>, consultado el 16 abril 2014.
- Salazar, Alejandro, Pineda Pablos, Nicolás, 2010, “Factores que afectan la demanda de agua para uso doméstico en México” en *Región y Sociedad*, vol. 22, No 49, pp. 3-16.
- Salazar, Moreno, Raquel, Ferenc Szidarovszky, Abraham Rojano Aguilar y Alfredo Zatarain Tiznado, 2011, “Posibles escenarios de distribución de agua para el Valle de México”, *Economía I.*, vol. 368, mayo-junio, pp. 73-88.
- Saldívar, A. 2007. *Economía y cultura del agua en México. ¿Sustentabilidad o gratuidad?*, México, D.F., Facultad de Economía, UNAM.
- Samaniego, Norma, 2009, “La crisis, el empleo y los salarios en México”, *Economía UNAM*, vol. 6, No 16, pp. 57-67.

Sánchez, Armando, Francisco Estrada, Carlos Gay, 2013, *El cambio climático y la pobreza en el Distrito Federal*, México, Centro Virtual de Cambio Climático de la Ciudad de México, 47 p.

Sanders, Donald, 1968, "Education and economic and development", *Review and Educational of Research*, vol. 38, pp. 313-320.

Schneider, Stephen y José Sarukhan 2007, "Overview of impacts, adaptation, and vulnerability to climate change", en: Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (ed.), *Climate Change 2007: Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, United Kingdom, IPCC, pp. 7-22.

Sedeco, 2005, *Diagnóstico delegación Iztapalapa*, México, D.F., Secretaría de Desarrollo Económico, 27 p.

Sedesa, 2006, *Agenda estadística 2006*, México, D.F., Secretaría de Salud del Distrito Federal, disponible en: <http://www.salud.df.gob.mx/ssdf/media/agenda/morta2/>, consultado en abril 2014.

Sedesa, 2012, *Agenda estadística 2012*, México, D.F., Secretaría de Salud del Distrito Federal, disponible en: <http://www.salud.df.gob.mx/ssdf/media/Agenda2012/inicio.html>, consultado el 5 mayo 2014.

Sedesa, varios años, *Sistema automatizado de egresos hospitalarios*, México, D.F., Secretaría de Salud del Distrito Federal, 5 p.

Semarnat, 2009, *Semblanza Histórica del Agua en México*, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 82 p.

Semarnat, 2012, *Programa hídrico regional, Visión 2030, Región hidrológico-administrativa XIII, Aguas del Valle de México*, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 227 p.

Sharma, Anshu, Rajib Shaw, 2011, *Climate and disaster resilience in cities*, Japan and India, Climate and disaster resilience initiative, 287 p.

Silva, R. s/f. *Agua y subordinación en la cuenca del Río Lerma*, México, Universidad Autónoma del Estado de México, disponible en: <http://www.uaemex.mx/plin/psus/rev5/e02.html>, consultado el 19 abril 2014.

Simonovic, Slobodan, 2009, *Managing water resources, methods and tool for a system approach*, United States, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 640 p.

Sitzenfrei, R., M. Mair, M. Möderl y W. Rauch, 2011, "Cascade vulnerability for risk analysis of water infrastructure", *Water Science & Technology*, vol. 64, No 9, pp. 1885-1891.

SMA, SACM, 2007, *Programa de manejo sustentable del agua para la Ciudad de México*, México, D.F., Gobierno del Distrito Federal, 59 p.

SMA, 2012, *Suelo de conservación*, México, Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal, 36 p.

Solecki, William, Robin Leichenko and Karen O'Brien, 2011, "Climate change adaptation strategies and disaster risk reduction in cities: connections, contentions, and synergies", en *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 3, No 3, pp. 135-141.

Soto, Ernesto, 2000, Entidades de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México propensas a contaminación de agua subterránea Investigaciones geográficas, vol. 43, No diciembre, p. 60-75.

Soto, Gloria, Marina Herrera, 2009, *Estudio sobre el impacto del cambio climático en el servicio de abasto de agua de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México*, D.F., Centro virtual del cambio climático Ciudad de México, 67 p.

SPSS-INC. 2007, *SPSS Categories 17.0*, EUA, IBM, 342 p.

SS, 2000, “Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”, en Secretaría de Salud, *Diario Oficial de la Federación*, disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/m127ssa14.htm>, consultado el 4 de abril de 2014.

SS, 2010, *Guía de práctica clínica: diagnóstico y tratamiento de tracoma*, México, Secretaría de Salud, 38 p.

Stewart, Alice, 2005, “Medios de vida, pobreza e instituciones” en FAO (ed.) *Guía rápida para misiones analizar las instituciones locales y los medios de vida*, Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, pp. 1-44.

Stocker, Thomas, Dahe Qin, Gian-Kasper Plattner, Gian-Kasper Plattner, Gian-Kasper Plattner, Alexander Nauels, Yu Xia, Vincent Bex, Pauline M. Midgley, 2013, *Climate Change 2013 The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge, Intergovernmental Panel Climate Change, 1308 p.

Thompson, Jhon, Ina Porras, James Tumwine, Mark Mujwahuzi, Munguti Katui-Katua, Nick Johnstone y Libby Wood, 2001, *Drawers of Water II: 30 years of change in domestic water use and environmental health in East Africa*, United Kingdom, International Institute for Environment and Development, 110 p.

Thurow, Lester, 1978, *Inversión en capital humano*, México, Trillas, 168 p.

Tortajada, Cecilia, 2008, “Challenges and realities of water management of megacities: the case of the Mexico City metropolitan area”, *Journal of international affairs*, vol. 61, No 2, pp. 147-164.

Turner, B. L., Roger E. Kasperson, Pamela A. Matsone, James J. McCarthy, Robert W. Corell, Lindsey Christensen, Noelle Eckley, Jeanne X. Kasperson, Amy Luerse, Marybeth L. Martellog, Colin Polsky, Alexander Pulsipher, and Andrew Schiller, 2003, “A framework for vulnerability analysis in sustainability science”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 100, No 14, pp. 8074-8079.

UN Stats, 2014, *National Accounts*, United Nations Statistics, disponible en: <http://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/>, consultado el 27 mayo 2014.

UN Water, 2007, *El agua, una responsabilidad compartida. 2º Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*, Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, 563 p.

UNESCO, 2003, *Water for the people, water for the life*, executive summary of the United Nations World Water Development Report, Paris, Francia, UNESCO, 866 p.

UNICEF, 2014, *Enfermedades comunes relacionadas con el agua y el saneamiento*, The United Nations Children's Fund, disponible en: [http://www.unicef.org/spanish/wash/index\\_wes\\_related.html](http://www.unicef.org/spanish/wash/index_wes_related.html) consultado el 26 abril 2014.

Valdez, Ilich, 2014, “Destina Iztapalapa 12 millones para controles en abastecimiento de agua” en *Milenio*, disponible en: [http://www.milenio.com/df/agua\\_en\\_Iztapalapa\\_desabasto\\_de\\_agua\\_en\\_Iztapalapa\\_0\\_272\\_973024.html](http://www.milenio.com/df/agua_en_Iztapalapa_desabasto_de_agua_en_Iztapalapa_0_272_973024.html), consultado el 1 mayo de 2014.

Vargas, Jorge, 2002, Políticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y siconaturales. *Revista de la Cepal*, vol. 50, Serie Medio ambiente y desarrollo p. 48.

Walker B., Jacqueline Meyers, 2004, “Thresholds in ecological and social–ecological systems: a developing database”, *Ecology and society*, vol. 9, No 2, p.3.

WHO, 2008, *Our cities, our health, our future. Acting on social determinants for health equity in urban settings*, Japan, World Health Organization, p. 180.

WHO, 2013, *Water scarcity*, World Health Organization disponible en [http://www.who.int/features/factfiles/water/water\\_facts/en/index3.html](http://www.who.int/features/factfiles/water/water_facts/en/index3.html), consultado el 13 octubre 2013.

Wisner, Ben, Piers Blaikie, Terry Cannon y Ian Davis, *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*, New York, United Nations Development Programme, p. 124.

World Bank, 2012, *Indicators*, Estados Unidos, disponible en: <http://data.worldbank.org/indicator/all>, consultado el 19 de diciembre de 2013.

Wu, Peilin, Minghong Tan, 2012, “Challenges for sustainable urbanization: a case study of water shortage and water environment changes in Shandong, China”, *Procedia Environmental Sciences*, vol. 13, pp. 919 – 927.

## ANEXOS

### Anexo i. Detalle de enfermedades asociadas a la escasez de agua potable

Enfermedades vinculadas a la falta de higiene, inadecuada disposición de excretas, transmitidas por el agua (contaminada) y de origen vectorial		
Enfermedad	Trasmisión	Descripción
Enfermedades intestinales infecciosas y digestivas		
Cólera	Fecal-oral, de persona a persona	Infección bacteriana que causa diarrea
Fiebre tifoidea	Piojos, ácaros, garrapatas a personas	Enfermedades infecciosas producidas por la picadura
Fiebre paratifoidea	Fecal-oral, de persona a persona	Fiebre por agente parasitario
Shigelosis	Fecal-oral, de persona a persona	Enfermedad bacteriana infecciosa
Otras infecciones intestinales bacterianas		
Enteritis bacteriana	Fecal-oral, de persona a persona o de animal a persona	Inflamación del intestino delgado, enfermedad diarreica e infecciosa intestinal ocasionada por beber agua contaminada de norias, ríos, lagos o arroyos
Amibiasis	Fecal-oral, de persona a persona	Enfermedad parasitaria en el intestino grueso
Tripanosomiasis	Transmitida por chinches (Reduviidae), de persona a animal a chinche a persona	Enfermedad parasitaria
Áscaris	De persona a suelo a persona	Enfermedad parasitaria (lombrices)
Enterobiasis	De persona a persona	Enfermedad parasitaria
Anquilostomiasis	De persona al suelo a persona	Infección intestinal causada por un gusano parásito
Tricuriasis	Oral	Enfermedad parasitaria en el intestino grueso
Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	Fecal-oral, de persona a persona	Inflamación del estómago y los intestinos a raíz de un virus y, algunas veces, se denomina "gripe estomacal". La infección puede llevar a que se presente diarrea y vómitos.
Infecciones intestinales debidas a virus y otros organismos especificados		
Fiebre amarilla	Transmitida por el mosquito <i>Aedes aegypti</i> y otras esp. de <i>Aedes</i> de persona a mosquito a persona	Enfermedad infecciosa viral
Dengue	Transmitido por mosquito <i>Aedes aegypti</i> y otras especies de <i>Aedes</i> , de persona a mosquito a persona	Enfermedad infecciosa viral
Arbovirosis	Principalmente infecciosa sobre animales, transmitidas por artrópodos que infectan picando o mordiendo al hombre. Ej. mosquitos, garrapatas, etc.	Grupo de enfermedades virales
Hepatitis A	Fecal-oral, de persona a persona	Enfermedad hepática por virus

Fuentes: Elaboración propia con información de Banco Mundial, 1990; SS, 2010; Motoshita, 2011; OMS, 2013; WHO, 2013; USNL, 2014

### Anexo ii. Pruebas de hipótesis para la confiabilidad y ajuste del modelo autorregresivo

Los procesos autorregresivos, como un caso particular de los modelos estocásticos estimados con mínimos cuadrados ordinarios, deben cumplir ciertas propiedades convencionales de significancia estadística (validez) y confiabilidad. A continuación se

presentan las pruebas de significancia individual y conjunta, autocorrelación, heterocedasticidad y normalidad en los errores que se aplicaron al modelo  $\widehat{lps}_{t+16} = \hat{\alpha} + \hat{\rho}lps_{t-1} + \hat{\gamma}t + \hat{\mu}$  calculado en el capítulo II.

- Pantalla de resultados:

Dependent Variable: LPS  
Method: Least Squares  
Date: 03/22/14 Time: 00:25  
Sample: 1986 2012  
Included observations: 27

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	152255.0	51790.23	2.939840	0.0072
T	-68.70269	24.37867	-2.818147	0.0095
lps(-1)	0.571214	0.153771	3.714698	0.0011
R-squared	0.656151	Mean dependent var		34886.71
Adjusted R-squared	0.627497	S.D. dependent var		1369.477
S.E. of regression	835.8338	Akaike info criterion		16.39918
Sum squared resid	16766837	Schwarz criterion		16.54316
Log likelihood	-218.3889	Hannan-Quinn criter.		16.44199
F-statistic	22.89901	Durbin-Watson stat		1.673920
Prob(F-statistic)	0.000003			

- Prueba de significancia individual.

Ho:  $\hat{\alpha} = \hat{\rho} = \hat{\gamma} = 0$

Hi:  $\hat{\alpha} \neq \hat{\rho} \neq \hat{\gamma} \neq 0$

Regla de decisión: Ho se rechaza si valor  $p < 0.05$ .

Valor p de  $\hat{\alpha} = 0.0072$  ∴ No se rechaza Ho

Valor p de  $\hat{\rho} = 0.0095$  ∴ No se rechaza Ho

Valor p de  $\hat{\gamma} = 0.0011$  ∴ No se rechaza Ho

Conclusión: Las variables elegidas son significativas en lo individual para explicar el comportamiento de lps

- Prueba de significancia conjunta.

Ho:  $R^2=0$

Hi:  $R^2>0$

Regla de decisión: Ho se rechaza si valor  $p < 0.05$ .

Valor p de  $R^2 = 0.000003$

Conclusión: La estimación en su conjunto es una buena representación del comportamiento de lps en el tiempo.

- Prueba de Autocorrelación

Ho:  $E(\mu_i, \mu_j) = 0$  No existe autocorrelación significativa entre los errores

Hi:  $E(\mu_i, \mu_j) \neq 0$  Existe autocorrelación significativa entre los errores

Estadístico de contraste:  $d$  de Durbin Watson

Regla de decisión

Si  $0 < d < dL$  se rechaza  $H_0$  y aceptamos la existencia de autocorrelación positiva.

Si  $dL < d < dU$  el contraste no es concluyente.

Si  $dU < d < 4 - dU$  se acepta  $H_0$ , ésto es, no hay autocorrelación.

Si  $4 - dU < d < 4 - dL$  el contraste no es concluyente.

Si  $4 - dL < d < 4$  se rechaza  $H_0$  y aceptamos la existencia de autocorrelación negativa.

De acuerdo al valor  $d$  de Durbin-Watson 1.67,  $n=27$   $k=2$  y los valores críticos  $dL$ : 1.24 y  $dU$ : 1.55:

$$dU < d < 4 - dU$$

Ho no se rechaza, por lo que no existe autocorrelación significativa entre los errores. No existe sesgo en la estimación.

- Prueba de Heterocedasticidad

Ho:  $\sigma_1 = \sigma_2$

Hi:  $\sigma_1 \neq \sigma_2$

Regla de decisión: Ho se rechaza si valor del estadístico Breusch-Pagan-Godfrey  $p < 0.05$ .

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	0.313668	Prob. F(2,24)	0.7337
Obs*R-squared	0.687776	Prob. Chi-Square(2)	0.7090
Scaled explained SS	0.189956	Prob. Chi-Square(2)	0.9094

Valor p de Breusch-Pagan-Godfrey= 0.73: Ho no se rechaza.

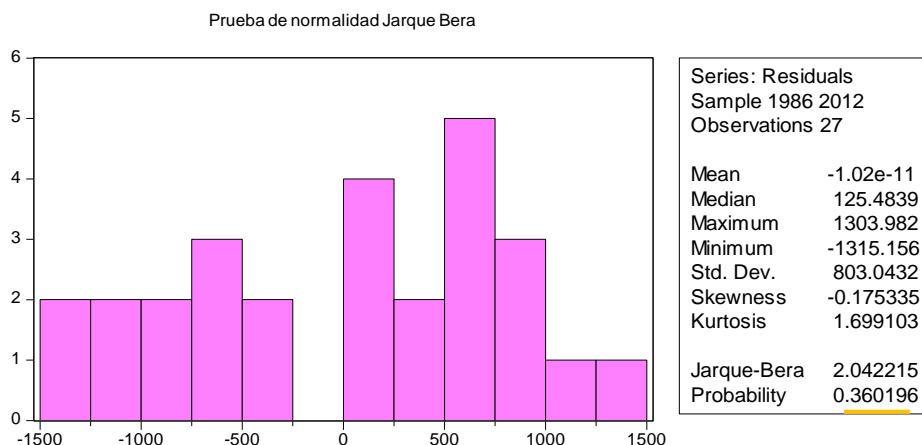
No existe Heterocedasticidad significativa en el modelo, es decir, que las varianzas son constantes significativamente, por lo que no alterarán los valores estimados.

- Prueba de Normalidad en los errores

Ho:  $\mu \sim N(0, \sigma^2)$  Los errores del modelo se distribuyen normalmente con media cero y varianza constante.

Hi:  $\mu$  no se distribuyen  $N(0, \sigma^2)$  normalmente.

Ho se rechaza si el estadístico  $JB > \chi^2_2$



JB=2.04 y  $\chi^2_2=5.99$ , por lo que  $H_0$  no se rechaza.

Los errores se distribuyen normalmente. Con este criterio cumplido, pueden llevarse a cabo proyecciones y representaciones de la población.

#### Prueba de correcta especificación

El test RESET de Ramsey es una prueba general para detectar la omisión de variables y la elección de una forma funcional incorrecta.

$H_0$ : La especificación del modelo es la adecuada para explicar a “lps”

$H_1$ : La especificación del modelo no es la adecuada para explicar a “lps”

$H_0$  se rechaza si el valor de  $p < 0.05$

Ramsey RESET Test  
Equation: LPS  
Specification: LPS C T LPS(-1)  
Omitted Variables: Powers of fitted values from 2 to 3

	Value	df	Probability
F-statistic	2.523936	(2, 22)	0.1031
Likelihood ratio	5.577278	2	0.0615

F-test summary:

	Sum of Sq.	df	Mean Squares
Test SSR	3129150.	2	1564575.
Restricted SSR	16766837	24	698618.2
Unrestricted SSR	13637688	22	619894.9
Unrestricted SSR	13637688	22	619894.9

LR test summary:

	Value	df
Restricted LogL	-218.3889	24
Unrestricted LogL	-215.6002	22

El valor p es mayor a 0.05 por lo que no se rechaza  $H_0$ . El modelo está adecuadamente especificado.

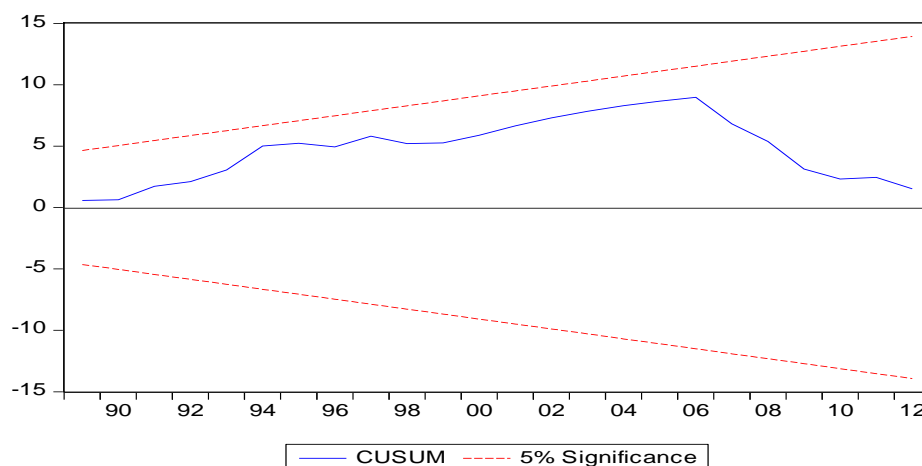
- Cambio estructural Cusum



Para probar cierta estabilidad del modelo y por ende, la fiabilidad del valor pronosticado de los coeficientes, se aplica la prueba visual de Cusum sobre las desviaciones sistemáticas de los errores.

Ho: No hay cambio estructural  
 Hi: Hay cambio estructural

Ho se rechaza si las desviaciones sistemáticas (línea azul) superan las bandas de confianza (rojas).



Como es posible observar, no existe cambio estructural significativo que implique modificaciones en los parámetros.

- Estacionariedad y cointegración

Asimismo los modelos dinámicos deben cumplir el principio de estacionariedad, es decir, sin oscilaciones aleatorias que alteren el resultado. Con la incorporación de la serie “tiempo” al modelo de regresión, se está integrando la tendencia determinística, que convierte a los resultados del modelo en datos estacionarios en tendencia, además de que contribuye a reducir la autocorrelación. Esto se explica, de acuerdo a Gujarati (pág. 746):

Tendencia determinista

Si  $\beta_1 \neq 0$  y  $\beta_2 \neq 0$  se obtiene que:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + u_t$$

Es un proceso estacionario en tendencia.

Aunque la media de  $Y_t$  es  $\beta_1 + \beta_2 t$  (no constante), su varianza ( $= \sigma^2$ ) sí lo es. Una vez que conocemos los valores de  $\beta_1$  y  $\beta_2$ , podemos pronosticar la media sin ningún problema. Por tanto, si restamos la media de  $Y_t$  de  $Y_t$ , la serie resultante será estacionaria; de ahí el nombre de estacionario en tendencia.

Para el caso específico del modelo de pronóstico llevado a cabo para el suministro se tiene:

Tendencia determinista con componente estacionario (autoregresivo):

Si  $\beta_1 \neq 0, \beta_2 \neq 0, \beta_3 < 1$

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \beta_3 Y_{t-1} + u_t$$

Es estacionaria alrededor de la tendencia determinista.

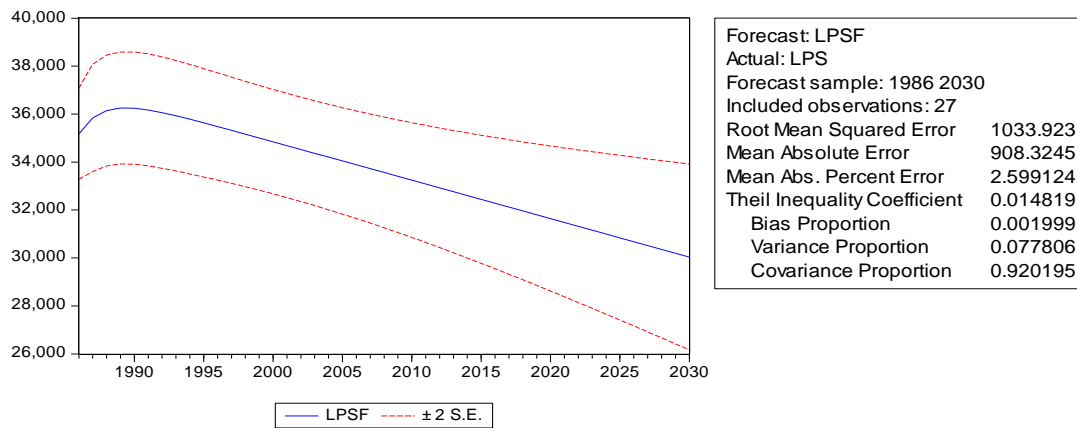
- Calidad del pronóstico

Un indicador adicional que permite medir la calidad de pronóstico de un modelo es el coeficiente de Theil. El coeficiente puede adoptar valores entre 0 y 1, siendo:

Valores cercanos a 0: la calidad de predicción es adecuada.

Valores cercanos a 1: la calidad de predicción no es adecuada.

La pantalla de la predicción es:



Cuyo coeficiente de Theil es 0.014819.

Anexo iii. Revisión de fuentes secundarias para análisis de vulnerabilidad

Fuente	Unidad de análisis	Temporalidad	Número de años	Variables	Ventajas	Desventajas
Censos y conteos INEGI	Delegación	1990, 1995	6	Agua, salud, ingreso en % de población	Representativo	Reducida temporalidad y número de variables
	Localidad	2000, 2010				
	AGEB	2000, 2010				
	Manzana	Nd				
Encuesta nacional de ingreso gasto de los hogares	Delegación	1984, 1989, 1992, 1994, 1996, 1998, 2000, 2002, 2004, 2005, 2006, 2008, 2010, 2012	n=14, 28 años	Agua, salud, ingreso, redes, uso del tiempo	Robusto número de variables y buen tamaño de temporalidad	No maneja tamaños espaciales de mayor detalle que a nivel municipal salvo para el año 2012, que considera AGEB.
	Localidad	Nd				
	AGEB	2012				
	Manzana	Nd				
Encuesta de percepción y acceso a los satisfactores básicos (evalua.df.gob)	Delegación	2009	1	Agua, ingresos	Unidad de análisis	Temporalidad
	Localidad					
	AGEB					
	Manzana					
Encuesta de acceso a los satisfactores básicos (Bdsocial)	Delegación	2011	1	Agua, ingresos, salud	Unidad de análisis	Temporalidad
	Localidad					
	AGEB					
	Manzana					
Encuesta de la percepción de la calidad de vida (evalua.df.gob)	Delegación	2012	1	Agua, tiempo, redes	Unidad de análisis	Temporalidad y variables
	Localidad					
	AGEB					
	Manzana					
Encuesta en ciudades mexicanas sobre la calidad de vida, competitividad y violencia social (Bdsocial)	Delegación	2005, 2006	2	Agua, ingreso, tiempo, redes	Incorpora redes	Temporalidad y variables
	Localidad					
	AGEB					
	Manzana					

Evidentemente, ninguna fuente secundaria de información revisada dispone de robustez completa a la deseada para esta investigación, es decir, larga serie de datos temporales, amplio número de variables asociadas a la vulnerabilidad y a los medios de vida, y con unidades de análisis a escala fina y homogénea (hogares). Sin embargo, de entre las fuentes revisadas, la ENIGH es la más completa en términos históricos y de variables.

Anexo iv. Detalle de variables reconocidas en la ENIGH relevantes en el análisis de CPC

Sensibilidad

Variables	Nombre, tipo (C: categórica, N: numérica) y definición de la variable en la ENIGH	Categoría
		Valor y etiqueta
<b>Variables de infraestructura y suministro hídrico (variables eje)</b>		
Vías de suministro	Disponibilidad de agua (C): Formas de abastecer el agua a la vivienda ya sea que se cuente o no, con agua entubada de la red pública.	1 Agua entubada dentro de la vivienda 2 Agua entubada fuera de la vivienda, pero dentro del terreno 3 Agua entubada de llave pública (o hidrante) 4 Agua entubada que acarrear de otra vivienda 5 Agua de pipa 6 Agua de un pozo, río, lago, arroyo u otra
Frecuencia de suministro	Dotación de agua (C): Frecuencia con la que llega a la vivienda el agua entubada que proviene de la red pública.	1 Diario 2 Cada tercer día 3 Dos veces por semana 4 Una vez por semana 5 De vez en cuando
<b>Variables de estructura familiar</b>		
Familia numerosa	Número de integrantes del hogar (N): personas pertenecientes a este hogar.	Número
	Clase de hogar (C): Diferenciación de los hogares a partir del tipo de relación consanguínea, legal, de afinidad o de costumbre entre el jefe(a) y los otros integrantes del hogar.	1 Unipersonal 2 Nuclear 3 Ampliado 4 Compuesto 5 Co-residente
Hogares móviles	Tipo de tenencia de la vivienda (C): Dominio o posesión legal de la vivienda por sus ocupantes.	1 Es rentada 2 Es prestada 3 Es propia pero la están pagando 4 Es propia 5 Está intestada o en litigio 6 Otra situación
<b>Variables de características de la vivienda</b>		
Material de paredes (C): Material predominante en las paredes de la vivienda.		1 Material de desecho 2 Lámina de cartón 3 Lámina metálica o de asbesto 4 Carrizo bambú o palma 5 Embarro o Bajareque 6 Madera 7 Adobe 8 Tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto
Material de techos (C): Material predominante en el techo de la vivienda.		1 Material de desecho 2 Lámina de cartón 3 Lámina metálica 4 Lámina de asbesto 5 Palma o paja 6 Madera o tejamanil 7 Terrado con viguería

	8 Teja 9 Losa de concreto o viguetas con bovedilla
Material de pisos (C): Material predominante en el piso de la vivienda.	1 Tierra 2 Cemento o firme 3 Madera, mosaico u otro recubrimiento.
Número de cuartos (N)	Número
Sanitario conexión agua (C): Funcionamiento de la instalación sanitaria con o sin conexión de agua.	1 Tiene descarga directa de agua 2 Le echan agua con cubeta 3 No se le puede echar agua
Destino de drenaje (C): Disponibilidad de un sistema de drenaje para desalojar de la vivienda los desechos humanos y las aguas utilizadas.	1 La red pública 2 Una fosa séptica 3 Una tubería que va a dar a una barranca o grieta 4 Una tubería que va a dar a un río, lago o mar 5 No tiene drenaje
Disponibilidad eléctrica (C): Fuente de donde se obtiene la energía eléctrica en la vivienda.	1 Del servicio público 2 De una planta particular 3 De panel solar 4 De otra fuente 5 No tiene luz eléctrica
Dispone de tinaco (C): Tinaco en la azotea.	1 Sí 2 No
Dispone de cisterna (C): Cisterna o aljibe.	1 Sí 2 No
Dispone de pileta o tanque (C): Pileta, tanque o depósito de agua.	1 Sí 2 No
Dispone de bomba de agua (C)	1 Sí 2 No
Dispone de aire acondicionado (C)	1 Sí 2 No
Dispone de calefacción (C)	1 Sí 2 No
<b>Variables de edad</b>	
Edad del jefe del hogar	Edad del jefe del hogar (N) Número
<b>Variables de etnicidad</b>	
Etnicidad	Hablante indígena (C): Personas de 3 años o más que hablan alguna lengua indígena o dialecto 1 Sí 2 No

Fuente: Modificado de ENIGH, 2012.

### Capacidad adaptativa

Variables	Nombre, tipo (C: categórica, N: numérica) y definición de la variable en la ENIGH	Categoría
		Valor y etiqueta
<b>Variables de salud</b>		
Estatus nutricional	Sin comida (C): Alguna vez por falta de dinero o recursos la comida se acabara.	1 Sí 2 No
	Poca variedad de alimentos (C): Alguna vez por falta de dinero o recursos no obtuvieron una alimentación sana y variada.	1 Sí 2 No
	Comió menos (C): Alguna vez, por falta de dinero o recursos, algún adulto comió menos de lo pensado.	1 Sí 2 No
		1 Sí

	Menor con poca variedad de alimentos (C): Alguna vez, por falta de dinero o recursos, algún menor tuvo una baja alimentación variada.	2 No
	Menor comió menos (C): Alguna vez, por falta de dinero o recursos, algún menor tuvo una reducida alimentación.	1 Sí 2 No
Servicios médicos	Atención médica (C): Afiliación o inscripción a alguna institución que proporciona atención médica.	1 Sí 2 No
Uso del tiempo	Tiempo destinado en llegar al hospital (N): Número de horas que tardaron en llegar a un hospital la última vez que tuvieron una emergencia.	Número
<b>Variables de educación</b>		
Alfabetismo	Alfabetismo (C): Situación que distingue a las personas de 3 o más años según sepan leer y escribir un recado.	1 Sí 2 No
Grado de estudios	Educación formal del jefe del hogar (C).	1 Sin instrucción, 2 Preescolar, 3 Primaria incompleta, 4 Primaria completa, 5 Secundaria incompleta, 6 Secundaria completa, 7 Preparatoria incompleta, 8 Preparatoria completa, 9 Profesional incompleta, 10 Profesional completa, 11 Posgrado
<b>Variables de estatus socioeconómico</b>		
Ingreso	Ingreso total en el hogar (N): Suma de los ingresos por ingresos corriente y las percepciones totales.	Número
Estrato socioeconómico	Estrato socioeconómico (C): Características socioeconómicas de las personas, así como características físicas y el equipamiento de los hogares, las mismas expresadas por medio de 24 indicadores.	1 Bajo 2 Medio bajo 3 Medio alto 4 Alto
<b>Variables de empleo</b>		
Tipo empleo	Perceptores de ingreso ocupados (N): Número de personas que perciben ingreso corriente monetario y tienen trabajo	Número
	Tiene contrato (C): Existencia de un contrato laboral por escrito	1 Sí 2 No
	Tipo de contrato (C): Forma en que fue contratado en el trabajo que tuvo.	1 Es temporal o por obra determinada 2 Es de base, planta o por tiempo Indeterminado 3 No sabe
	Fue subordinado (C): En el trabajo que tuvo fue subordinado.	1 Sí 2 No
<b>Variables de red social</b>		
Tipos de redes sociales	Red social 4 (acompañar al doctor) (C): El nivel de dificultad o facilidad con que las personas podrían conseguir ayuda para que lo(a) acompañen al doctor.	1 Imposible conseguirla 2 Difícil conseguirla 3 Fácil conseguirla 4 Muy fácil conseguirla 5 Ni fácil ni difícil conseguirla (espontánea)

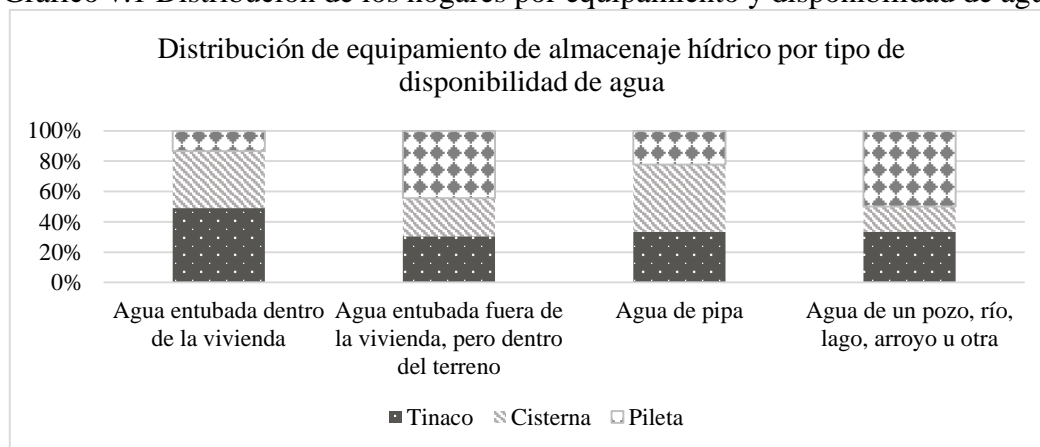
Fuente: Modificado de ENIGH, 2012.

#### Anexo v. Explicación de aparentes inconsistencias en los coeficientes de correlación

Algunas de las aparentes inconsistencias o resultados no esperados en algunos signos de las correlaciones tienen que ver en alguna proporción con el ámbito de la naturaleza y distribución de sus datos. Por ejemplo, la asociación entre la disponibilidad de agua y la disposición de “pileta” no posee el mismo carácter positivo que demuestran los otros aspectos de equipamiento hídrico en la vivienda. Esta aparente contradicción se explica por la propia distribución heterogénea de los tipos de equipamiento, conforme a la forma en que acceden a la red pública.

La siguiente representación gráfica muestra que la mayor parte de las personas con mejores formas de acceso a la red de agua, como es el caso de agua entubada dentro de la vivienda, están equipados con bienes diferentes a las piletas, tales como tinacos y cisternas, mientras que en condiciones menos favorables de acceso a la red hay mayor porcentaje de hogares que si cuentan con pileta.

Gráfico v.1 Distribución de los hogares por equipamiento y disponibilidad de agua



Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH, 2012.

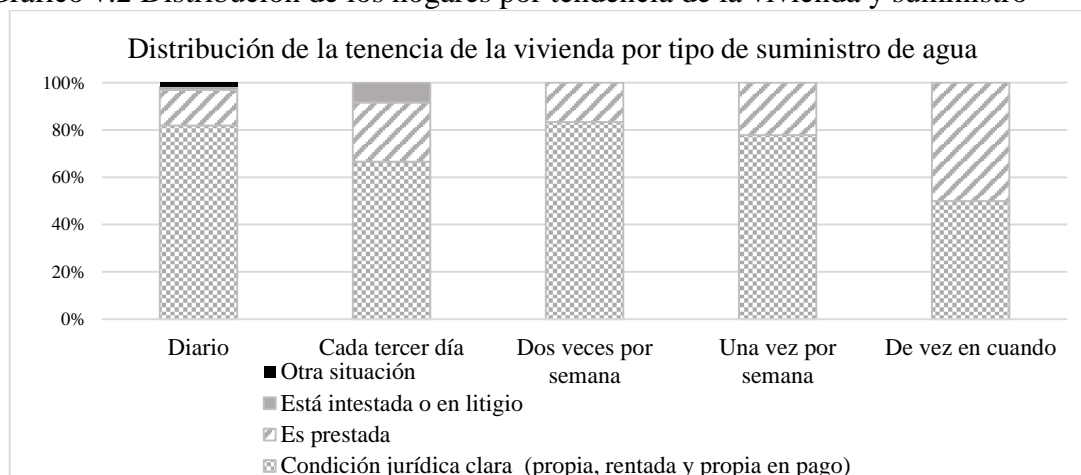
En referencia a las correlaciones aparentemente incongruentes de la variable “suministro de agua” con “tenencia de la vivienda”, “alfabetismo” y “atención médica” se deben más a la naturaleza de los datos que a verdaderas correlaciones en sentido negativo. Tal como a continuación se expone.

El tipo de tenencia de la vivienda asume una correlación de -0,07, aparentemente incoherente con el suministro de agua la cual se debe al orden ambiguo de las categorías en el tipo de tenencia, pues están ordenadas por “rentada”, “prestada” “propia pero en pago” “propia” y “en litigio”. Dicho orden no permite apreciar con las variaciones numéricas si el estatus en la tenencia de las viviendas va mejorando o empeorando.

Sin embargo, al examinar el cruce entre las variables en el gráfico v.2 se observa que en la barra extrema izquierda, los hogares con abasto hídrico diario ostentan un alto porcentaje de viviendas con condiciones jurídicas bien definidas, es decir que la vivienda sea propia, propia en pago o rentada (80%). Mientras en la barra extrema derecha del gráfico, donde los hogares cuentan con un suministro hídrico menos frecuente, se concentra un mayor porcentaje con menor certidumbre jurídica sobre sus viviendas (50% son prestadas).

Este resultado coincide con literatura sobre urbanización informal (Decastro, *et. Al.*, 2011; Petzold, 2013; Pérez, 2013), en la que se da cuenta acerca de que en las urbes, sobre todo latinoamericanas, suele existir el requisito de tenencia formal de la tierra para acceder a la provisión de servicios públicos. Por el contrario, la irregularidad jurídica de las viviendas condiciona e imposibilita el acceso legal a los bienes y servicios que ofrece el medio urbano, tal como el agua potable (*Ídem*).

Gráfico v.2 Distribución de los hogares por tendencia de la vivienda y suministro



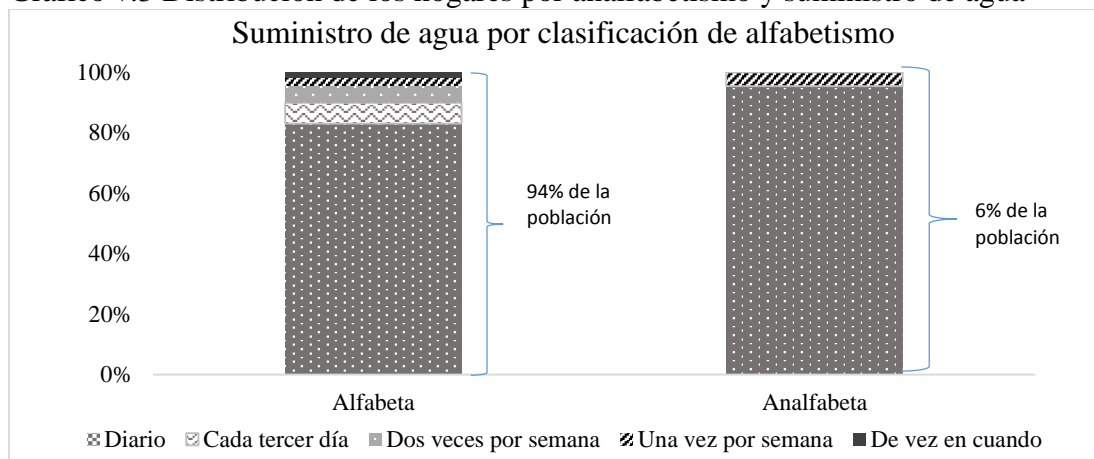
Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH, 2012.

La correlación de  $-0,07$  denota también que hay una reducida asociación entre la frecuencia de abasto y el tipo de tenencia de la vivienda, lo que apunta a que cada variable varía en función de otras variables independientes. De igual manera el coeficiente de correlación que el tipo de tenencia sostiene con la disponibilidad hídrica es de  $0,09$ , el cual respalda la relación positiva que existe entre ambas. No obstante, ambos coeficientes de correlación son muy pequeños por lo que denotan que en el DF el tipo de posesión jurídica sobre las viviendas no está estrechamente asociado a la dimensión hídrica de la vulnerabilidad social.

Otra variable con que aparentemente se relaciona de forma negativa con la mejora del suministro en la ciudad es el alfabetismo, con un pequeño coeficiente de  $-0,08$ . El cruce de variables también proporciona información para este caso. Tal como el gráfico v.3 exhibe, un mayor porcentaje de la población en el segmento analfabeta tiene un suministro diario que en el segmento alfabeta, por eso el signo de la correlación es negativo. Sin embargo, si se considera la importancia porcentual en la población, las personas analfabetas solo representan a 6 por ciento de la misma, mientras que los alfabetas ocupan 94 por ciento.



Gráfico v.3 Distribución de los hogares por analfabetismo y suministro de agua



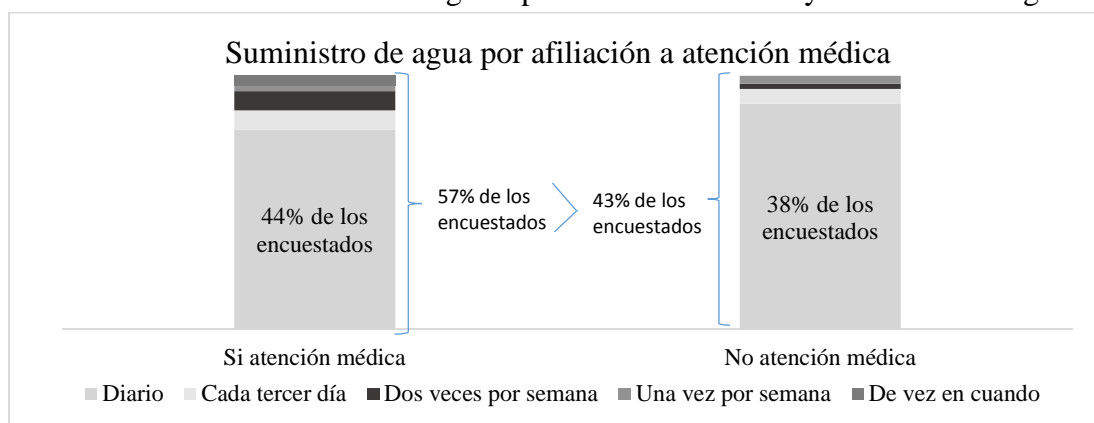
Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH, 2012.

Dado este reducido porcentaje de los individuos analfabetas, el coeficiente de correlación no es conclusivo acerca de la asociación entre la educación más básica y la frecuencia del suministro. No obstante, si se observa la vinculación entre la educación formal del jefe de familia y la mejora en el suministro, se percibe que el signo es positivo y con un valor de 0,12, el cual indica que la educación se asocia positivamente con la frecuencia de abastecimiento.

Del mismo modo, el número de perceptores de ingreso ocupados por hogar tiene una relación inversa al suministro de agua, la cual expresa, junto con el número de integrantes del hogar, el hecho que las familias numerosas tienden a ser más sensibles a la falta de agua, a razón de que si bien, incrementan las posibilidades de movilizarse por recursos, puede también representar diversas relaciones de dependencia en el hogar (Filgueira, 2001).

Por otro lado, el coeficiente de correlación entre la atención médica y el suministro también indica que cuando varía una de estas variables, la otra lo hace en sentido inverso. Esta relación es negativa porque la población que si cuenta con atención médica (57%) es mayor que el segmento sin atención médica (43%), y por ende, contiene información más heterogénea sobre hogares que disfrutan de diferentes tipos de suministro. Con base en la ENIGH (2012), 44 por ciento de los hogares es suministrado diariamente del líquido y dispone de seguridad social (atención médica) y 38 por ciento tienen el mismo estatus hídrico pero no gozan de dicha prestación (gráfico v.4).

Gráfico v.4 Distribución de los hogares por derechohabiencia y suministro de agua



Fuente: Elaboración propia con microdatos de ENIGH, 2012.

Anexo vi. Matriz de varianzas para el Distrito Federal

Varianza contabilizada para				
	Coordenadas del centroide		Total (coordenadas de vector)	
	Dimensión	Media	Dimensión	Total
Disponibilidad de agua	0,422	0,422	0,422	0,422
Dotación de agua	0,1	0,1	0,099	0,099
Número de integrantes	0,189	0,189	0,165	0,165
Clase de hogar	0,051	0,051	0,044	0,044
Sexo del jefe del hogar	0,002	0,002	0,002	0,002
Tipo de tenencia de la	0,091	0,091	0,03	0,03
Tipo de vivienda	0,276	0,276	0,076	0,076
Material de paredes	0,041	0,041	0,041	0,041
Material de techos	0,233	0,233	0,23	0,23
Material de pisos	0,493	0,493	0,493	0,493
Número de cuartos	0,391	0,391	0,37	0,37
Sanitario conexión agua	0,383	0,383	0,383	0,383
Destino del drenaje	0,159	0,159	0,159	0,159
Disponibilidad eléctrica	0,022	0,022	0,022	0,022
Dispone de tinaco	0,156	0,156	0,156	0,156
Dispone de cisterna	0,286	0,286	0,286	0,286
Dispone de pileta o tanque	0,011	0,011	0,011	0,011
Dispone de bomba de agua	0,347	0,347	0,347	0,347
Dispone de aire	0,063	0,063	0,063	0,063
Dispone de calefacción	0,071	0,071	0,071	0,071
Edad del jefe categorizada	0,049	0,049	0,035	0,035
Hijos nacidos vivos	0,018	0,018	0,001	0,001
Hablante indígena	0,064	0,064	0,064	0,064
Ingreso por deciles de	0,42	0,42	0,403	0,403
Estrato socioeconómico	0,319	0,319	0,319	0,319
Sin comida	0,096	0,096	0,096	0,096
Poca variedad de	0,321	0,321	0,321	0,321
Comió menos	0,297	0,297	0,297	0,297
Menor poca variedad de	0,312	0,312	0,312	0,312
Menor comió menos	0,324	0,324	0,324	0,324
Problemas de salud	0,004	0,004	0,004	0,004
Atención médica	0,013	0,013	0,013	0,013
Discapacidad 1	0,03	0,03	0,01	0,01
Horas en llegar al hospital	0,051	0,051	0,05	0,05
Alfabetismo	0	0	0	0
Educación formal del jefe	0,366	0,366	0,344	0,344
Perceptores de ingreso	0,062	0,062	0,061	0,061
Tuvo contrato	0,188	0,188	0,188	0,188
Tipo de contrato	0,024	0,024	0,024	0,024
Fue subordinado	0,032	0,032	0,032	0,032
Trabajo por su cuenta	0,025	0,025	0,025	0,025
Tuvo personal	0,045	0,045	0,045	0,045
Como le pagaron	0,021	0,021	0,021	0,021
Red social 1	0,018	0,018	0,012	0,012
Red social 2	0,017	0,017	0,016	0,016
Red social 3	0,015	0,015	0,012	0,012
Red social 4	0,012	0,012	0,012	0,012
Red social 5	0,007	0,007	0,005	0,005
Red social 6	0,035	0,035	0,027	0,027
Acarrear_horas	0,02	0,02	0,02	0,02
Total activo	6,994	6,994	6,565	6,565

Fuente: Elaboración propia con datos de ENIGH, 2012.







Anexo ix. Matriz de varianzas para Iztapalapa

Varianza contabilizada para				
	Coordenadas del centroide		Total (coordenadas de	
	Dimensión	Media	Dimensión	Total
	1		1	
Disponibilidad de agua	0,312	0,312	0,312	0,312
Dotación de agua	0,063	0,063	0,059	0,059
Número de integrantes del hogar	0,299	0,299	0,225	0,225
Clase de hogar	0,088	0,088	0,088	0,088
Sexo del jefe del hogar	0,019	0,019	0,019	0,019
Tipo de tenencia de la vivienda	0,142	0,142	0,115	0,115
Tipo de vivienda	0,174	0,174	0,121	0,121
Material de techos	0,167	0,167	0,16	0,16
Material de pisos	0,261	0,261	0,261	0,261
Número de cuartos	0,427	0,427	0,364	0,364
Sanitario conexión agua	0,235	0,235	0,234	0,234
Dispone de tinaco	0,249	0,249	0,249	0,249
Dispone de cisterna	0,115	0,115	0,115	0,115
Dispone de pileta o tanque	0,09	0,09	0,09	0,09
Dispone de bomba de agua	0,259	0,259	0,259	0,259
Edad del jefe categorizada	0,114	0,114	0,091	0,091
Hijos nacidos vivos	0,131	0,131	0,042	0,042
Hablante indígena	0,045	0,045	0,045	0,045
Ingreso por deciles la muestra	0,315	0,315	0,25	0,25
Estrato socioeconómico	0,336	0,336	0,336	0,336
Sin comida	0,082	0,082	0,082	0,082
Poca variedad de alimentos	0,435	0,435	0,435	0,435
Comió menos	0,269	0,269	0,269	0,269
Menor con poca variedad de alimentos	0,382	0,382	0,382	0,382
Menor comió menos	0,395	0,395	0,395	0,395
Problemas de salud	0,026	0,026	0,026	0,026
Atención médica	0,154	0,154	0,154	0,154
Discapacidad 1	0,04	0,04	0,017	0,017
Horas consideradas	0,014	0,014	0,014	0,014
Alfabetismo	0,133	0,133	0,133	0,133
Educación formal del jefe del hogar	0,152	0,152	0,121	0,121
Perceptores de ingreso ocupados	0,071	0,071	0,062	0,062
Tuvo contrato	0,101	0,101	0,101	0,101
Tipo de contrato	0,04	0,04	0,04	0,04
Fue subordinado	0,005	0,005	0,005	0,005
Tuvo personal	0,026	0,026	0,026	0,026
Como le pagaron	0,027	0,027	0,025	0,025
Red social 1	0,16	0,16	0,132	0,132
Red social 2	0,201	0,201	0,187	0,187
Red social 3	0,023	0,023	0,011	0,011
Red social 4	0,204	0,204	0,191	0,191
Red social 5	0,038	0,038	0,023	0,023
Red social 6	0,02	0,02	0,016	0,016
Total activo	6,84	6,84	6,282	6,282

Fuente: Elaboración propia con datos de ENIGH, 2012.



Anexo xi. Oficio con respuesta a solicitud de información pública a la Secretaría de Salud del Distrito Federal vía info DF



SECRETARÍA DESALUD  
Subdirección de Correspondencia, Archivo y  
Oficina de Información Pública

"2014, Año de Octavio Paz"

México, D.F. 15 de mayo de 2014  
Oficio No. OIP/2280/14  
ASUNTO: Respuesta a su Solicitud de  
Información Pública No. 0108000106514

**C. Maria del Pilar Salazar Vargas**  
**Presente**

En relación a su solicitud de acceso a la información pública de fecha 29 de abril del año en curso, registrada con el folio INFOMEX 0108000106514, mediante la cual solicita:

*"Información estadística histórica sobre morbilidad en la delegación Iztapalapa por tipo de enfermedad de 1985 a 2013: número de egresos hospitalarios por año; días promedio de internamiento y consultas médicas por año.  
Enfermedades específicas de Interés: Infecciosas Intestinales, de la piel y digestivas."*(sic)

Con fundamento en los artículos 11 párrafo cuarto y 51 de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Distrito Federal y de acuerdo a lo establecido en los Oficios, DIS/0444/14, signado por el Dr. Jorge Gerardo Morales Velázquez, Director de Información en Salud, haciendo de su conocimiento que la información es proporcionada de manera conjunta por la Secretaría de Salud y los Servicios de Salud pública del Distrito Federal, por lo que me permito comunicarle que en los archivos del Sistema de Información en Salud (SIS) y en el Sistema Automatizado de Egresos Hospitalarios (SAEH) a cargo de la Dirección antes mencionada, sólo se tiene registro de los años 2007 a 2013, por lo que, en archivo adjunto encontrará las principales causas de morbilidad hospitalaria en la Delegación Iztapalapa, así como, los egresos, días de estancia, promedio de días estancia, consultas, consultas de Centros de Salud y Hospitales para el mismo periodo.

*Por otra parte, si usted tiene alguna duda, aclaración o requiere de mayor información, puede comunicarse con nosotros a esta Oficina de Información Pública mediante nuestro teléfono al 51321200 ext. 1501 o bien a nuestro correo electrónico [oi@salud.df.gob.mx](mailto:oi@salud.df.gob.mx)*

*Ahora bien, usted podrá interponer un recurso de revisión si la respuesta a la solicitud de información fuese ambigua o parcial en cumplimiento con lo que establecen los artículos 63, último párrafo, 76 y 77 de la LTA/IDF, en un lapso de 15 días hábiles a partir de la emisión de la respuesta, lo anterior con fundamento en el artículo 76 primer párrafo de la Ley en comento.*

*Artículo 76. El recurso de revisión deberá presentarse dentro de los quince días hábiles contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación de la resolución impugnada...*

*Usted podrá presentar el recurso antes mencionado:*

- Por el sistema electrónico INFOMEX, sólo si la solicitud de información hubiera sido presentada directamente por ese conducto.*
- Por escrito en las oficinas del INFODF, o bien por el correo electrónico [recursosderevision@info.df.gob.mx](mailto:recursosderevision@info.df.gob.mx), en el caso en el que las solicitudes se hayan presentado por cualquier medio: Servicio de Atención Telefónica (TEL-INFODF), correo electrónico, de manera presencial en la Oficina de Información Pública, o por el propio sistema INFOMEX.*

Respetuosamente me reitero a sus órdenes.

**Atentamente**

**Lic. Alejandra A. Aguirre Sosa**  
Subdirectora

*in-salud*



Xocongo No. 225PB, Col. Tránsito, C.P. 06820  
Del. Cuauhtémoc. Tel. 51321200 ext. 1790 y 1801



[salud.df.gob.mx](http://salud.df.gob.mx)



### Anexo xii. Guion de entrevista

Fecha, lugar y hora de la entrevista	
Sexo del entrevistad@	
Ocupación	
Miembros de la familia	
Delegación, colonia y AGEB	
Tiempo en que habitan en el domicilio	
Casa propia o rentada	
Medio de acceso al agua potable	

1. ¿Ha padecido alguna vez problemas de escasez de agua como recortes o disminución de la presión?
2. ¿Cuándo fue la última vez que padeció de un recorte o disminución?
3. ¿Con que frecuencia suceden los recortes o las reducciones de presión?
4. ¿Han sido más frecuentes con el tiempo o se mantienen?
5. ¿Han tenido mayor duración o son iguales con el tiempo?
6. ¿Por qué razones considera que esta falta de agua ocurre?
7. ¿Cómo le ha afectado a su hogar la falta de agua?
8. ¿Qué consecuencias en sus actividades diarias y en su calidad de vida ha tenido la falta de agua?
9. ¿Cuánto pagan en promedio mensual por el agua en el servicio entubado? ¿Cuánto pagan por otro tipo de fuentes?
10. ¿Qué porcentaje de su ingreso destina al pago del agua?
11. ¿considera que la falta de agua le afecta su bolsillo? ¿De qué forma? ¿Por qué?
12. ¿Cuándo no hay agua aún deben pagar el servicio entubado? ¿Cuánto aproximadamente?
13. ¿Han llegado a pagar más de lo normal al mes por el servicio entubado y por la compra de pipas (por baja presión, tandeos o escasez en el tubo)?
14. ¿Cuenta con seguro social?
15. ¿Cuándo se enferma a dónde va?
16. ¿De qué manera le afecta a su ingreso las enfermedades que han padecido en el hogar?
17. ¿Cuándo falta agua, se han llegado a enfermar en su hogar o en su colonia?, ¿De qué (diarrea, hepatitis, salmonela, cólera, tífus, tracoma...)?
18. ¿Cuánto llega a gastar en estas situaciones (% de su ingreso)? ¿Cómo lo pagan? ¿cree que afecta significativamente su bolsillo? ¿por qué?
19. ¿Ha llegado a faltar a su trabajo por la falta de agua por alguna enfermedad o bien, por necesidad de almacenar agua?
20. ¿Se ha dado el caso de riñas o conflictos por la falta de agua? En caso de si, ¿entre quienes? ¿Se han solucionado? ¿Cómo? ¿Ha intervenido alguna autoridad? En caso de si, ¿Cuál?
21. A su parecer, ¿de qué otras formas les ha afectado la falta de agua en su comunidad y en su familia?
22. ¿Cuándo falta agua, qué hacen en su casa y en su colonia para hacerle frente a este problema? ¿Cómo y por qué?

23. ¿Cómo consiguen agua cuando hay no hay suministro (o este se reduce)? ¿Compran pipas? ¿Con qué frecuencia? ¿Ha tenido consecuencias para el bienestar de su familia (como el gasto del ingreso para otros rubros)?
24. ¿Se ayudan entre vecinos y/o familiares? Si es así, ¿de qué forma?, sino, ¿por qué cree usted que esto sucede?
25. ¿Se han organizado, como con la formación de redes de ayuda, etc.? (Familiares, comités vecinales, organizaciones)
26. ¿Han tenido algún apoyo por parte de la delegación o representantes de manzana o alguna autoridad? ¿Cuál y cómo (Tandeos, pipas)? En caso de que si, ¿han sido suficientes? ¿han tenido algún costo para ustedes?
27. ¿Qué acciones en el hogar y en su comunidad considera que no se han aplicado, y que pudieran resultar útiles para hacer frente a la continua falta de agua? ¿Por qué? En su opinión ¿Cómo podrían realizarse?
28. En caso de escasez del suministro durante los siguientes meses: ¿qué efectos cree que podrían presentarse en su hogar y su comunidad?
29. ¿Cómo cree que les dañaría una escasez de agua prolongada indefinidamente?
30. En caso de escasez del suministro durante los siguientes meses: ¿qué acciones llevaría a cabo?
31. En caso de que dicha escasez se prolongara en los siguientes años, ¿Qué estrategias o acciones familiares llevarían a cabo?
32. ¿Tiene algún comentario adicional sobre este tema?

Anexo xiii.1 Modelos de regresión para contraste de hipótesis de tesis 1 y 1.1.

Primer modelo de ingreso:  $\widehat{Ydt} = \alpha_1(1 - \rho) + \beta_1(1 - \rho)lps_{Izt} + \rho\widehat{Yd}_{t-1} + (\mu_t - \rho\mu_t)$

- Pantalla de resultados

Dependent Variable: Ingreso disponible trimestral  
 Method: Least Squares  
 Date: 04/09/14 Time: 00:39  
 Sample (adjusted): 1989 2012  
 Included observations: 12 after adjustments  
 Convergence achieved after 18 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-16477.93	11247.24	-1.465064	0.1769
LPS Iztapalapa	5.078911	2.137308	2.376312	0.0415
AR(1)	0.166143	0.271292	0.612415	0.5554
R-squared	0.479885	Mean dependent var		10384.89
Adjusted R-squared	0.364304	S.D. dependent var		1672.594
S.E. of regression	1333.568	Akaike info criterion		17.44142
Sum squared resid	16005641	Schwarz criterion		17.56265
Log likelihood	-101.6485	Hannan-Quinn criter.		17.39654
F-statistic	4.151932	Durbin-Watson stat		1.921106
Prob(F-statistic)	0.052777			
Inverted AR Roots	.17			

Los valores p de la pantalla de resultados son aproximados a 0.05, por lo que el modelo es significativo en lo individual y en lo general para explicar las variaciones en el ingreso disponible trimestral de los hogares.

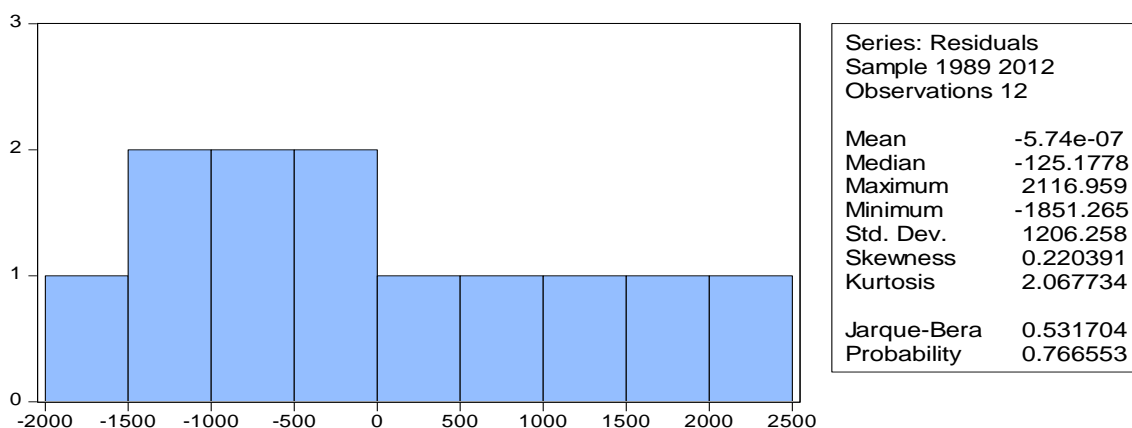
El valor Durbin Watson es muy cercano a 2, lo que ofrece indicios de que no hay autocorrelación en los errores del modelo que pudieran afectar la capacidad predictiva del modelo de manera significativa.

La prueba de Heterocedasticidad arroja un valor superior a 0.05 en su prob. F, por lo que no hay heterogeneidad en la varianza, por lo que no afecta la capacidad explicativa del modelo.

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	0.000151	Prob. F(1,10)	0.9904
Obs*R-squared	0.000181	Prob. Chi-Square(1)	0.9893
Scaled explained SS	5.44E-05	Prob. Chi-Square(1)	0.9941

La prueba de normalidad también obtiene un valor p por encima de 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis de que el modelo es normal en sus errores, con ello, son viables las proyecciones en el tiempo que sean representativas de la población.



Pruebas de cointegración:

- Serie suministro Iztapalapa

Null Hypothesis: LPSI has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.724890	0.0799
Test critical values:		
1% level	-2.679735	
5% level	-1.958088	
10% level	-1.607830	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

- Serie ingreso disponible

Null Hypothesis: IDTR has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.025289	0.0461
Test critical values:		
1% level	-2.816740	
5% level	-1.982344	
10% level	-1.601144	

Las series están integradas (p alrededor de 0,05), por lo que puede estimarse e interpretarse el modelo sin dudas sobre explicaciones espurias.

Modelos de ingreso 1.1. Logaritmo-logaritmo:

$$\widehat{\log Y}_t = \alpha_1(1 - \rho) + \beta_1(1 - \rho)\log lps_{Izt} + \rho \widehat{\log Y}_{t-1} + (\mu_t - \rho\mu_t)$$

- Pantalla de resultados

Dependent Variable: LOG(IDTR)  
 Method: Least Squares  
 Date: 04/09/14 Time: 21:18  
 Sample (adjusted): 1989 2012  
 Included observations: 12 after adjustments  
 Convergence achieved after 84 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-12.31517	9.987307	-1.233082	0.2488
LOG(LPSI)	2.514068	1.165889	2.156352	0.0594
AR(1)	0.205990	0.318885	0.645970	0.5344
R-squared	0.480929	Mean dependent var		9.236077
Adjusted R-squared	0.365580	S.D. dependent var		0.163110
S.E. of regression	0.129918	Akaike info criterion		-1.031505
Sum squared resid	0.151909	Schwarz criterion		-0.910279
Log likelihood	9.189032	Hannan-Quinn criter.		-1.076388
F-statistic	4.169329	Durbin-Watson stat		1.884829
Prob(F-statistic)	0.052302			
Inverted AR Roots	.21			

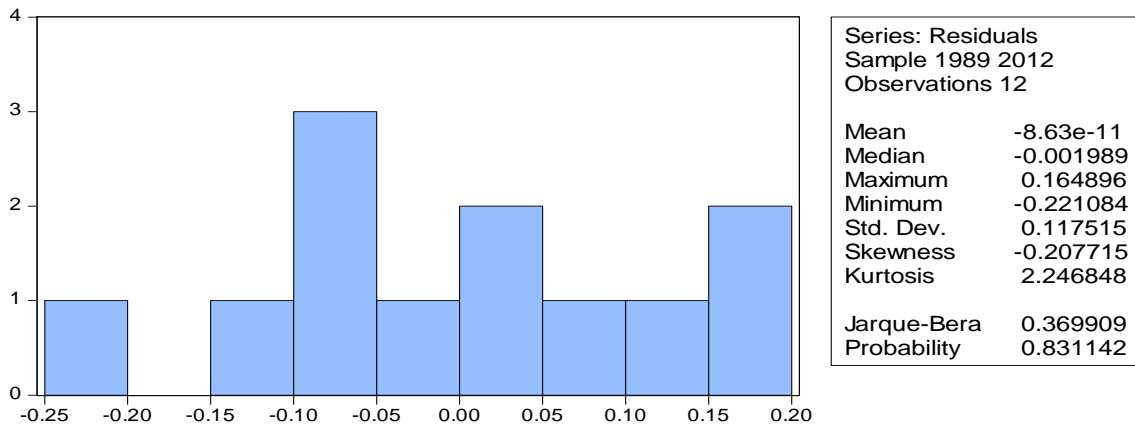
Al igual que el modelo pasado, los valores p de la pantalla de resultados son aproximados a 0.05, por lo que el modelo es significativo en lo individual y en lo general para explicar las variaciones en el ingreso disponible trimestral de los hogares. El valor Durbin Watson es muy cercano a 2, lo que ofrece indicios de que no hay autocorrelación en los errores del modelo que pudieran afectar la capacidad predictiva del modelo de manera significativa.

La prueba de Heterocedasticidad arroja un valor superior a 0.05 en su prob. F, por lo que no hay heterogeneidad en la varianza, por lo que no afecta la capacidad explicativa del modelo.

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	0.811867	Prob. F(1,10)	0.3888
Obs*R-squared	0.901085	Prob. Chi-Square(1)	0.3425
Scaled explained SS	0.315989	Prob. Chi-Square(1)	0.5740

Así mismo, la prueba Jarque Bera demuestra una probabilidad de 0.83, superior a 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad en los errores.



### Anexo xiii.2 Pruebas de hipótesis de la confiabilidad y ajuste para modelo 2

Modelo de tasa general de mortalidad:

$$5. \Delta \widehat{Tmg}_t = \alpha_1(1 - \rho) + \Delta \beta_1(1 - \rho)lps_{Izt} + \rho \widehat{Tmg}_{t-1} + (\mu_t - \rho \mu_{t-1})$$

Modelos particulares:

$$6. \widehat{Tmu}_t = \alpha_1(1 - \rho_1 - \rho_2) + \beta_1(1 - \rho_1 - \rho_2)lps_{Izt} + \rho_1 \widehat{Tmu}_{t-1} + \rho_2 \widehat{Tmu}_{t-2} + (\mu_t - \rho_1 \mu_{t-1} - \rho_2 \mu_{t-2})$$

$$7. \Delta \widehat{Tmp}_t = \alpha_1(1 - \rho) + \Delta \beta_1(1 - \rho)lps_{Izt} + \rho_1 \widehat{Tmp}_{t-1} + (\mu_t - \rho_1 \mu_{t-1})$$

$$8. \Delta \widehat{Tmd}_t = \alpha_1(1 - \rho_1 - \rho_2) + \Delta \beta_1(1 - \rho_1 - \rho_2)lps_{Izt} + \rho_1 \widehat{Tmd}_{t-1} + \rho_2 \widehat{Tmd}_{t-2} + (\mu_t - \rho_1 \mu_{t-1} - \rho_2 \mu_{t-2})$$

- Pantallas de resultados y pruebas de hipótesis

Modelo general 1:

Dependent Variable: D(TM<sub>G</sub>)

Method: Least Squares

Date: 04/10/14 Time: 16:07

Sample (adjusted): 1987 2012

Included observations: 26 after adjustments

Convergence achieved after 3 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.020381	0.032548	0.626174	0.5374
D(LPSIZT)	-5.67E-05	0.000263	-0.215216	0.8315
AR(1)	0.002272	0.183662	0.012372	0.9902
R-squared	0.002234	Mean dependent var		0.021809
Adjusted R-squared	-0.084528	S.D. dependent var		0.151741
S.E. of regression	0.158024	Akaike info criterion		-0.743976
Sum squared resid	0.574344	Schwarz criterion		-0.598811
Log likelihood	12.67169	Hannan-Quinn criter.		-0.702174
F-statistic	0.025752	Durbin-Watson stat		2.028449
Prob(F-statistic)	0.974604			

---



---

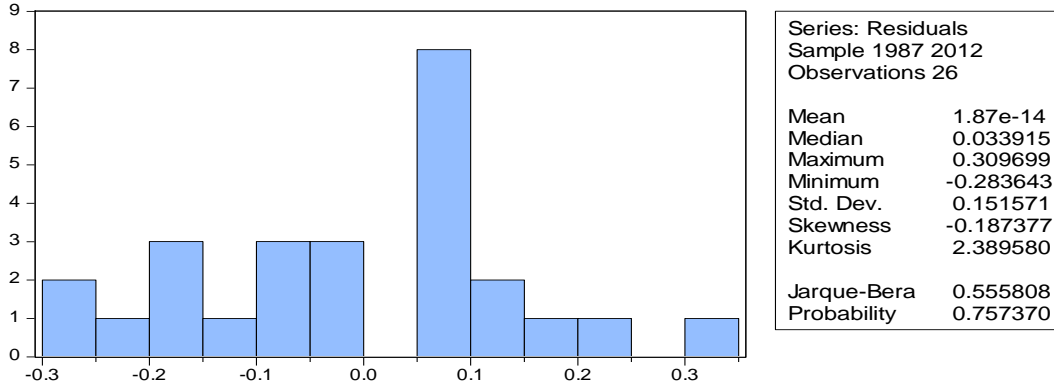
Inverted AR Roots            .00

---



---

Pruebas de hipótesis:  
Normalidad



Heterocedasticidad

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

---



---

F-statistic	2.505138	Prob. F(1,24)	0.1266
Obs*R-squared	2.457395	Prob. Chi-Square(1)	0.1170
Scaled explained SS	1.336095	Prob. Chi-Square(1)	0.2477

---



---

Especificación (Variables omitidas)

Ramsey RESET Test  
Equation: EQ01CO  
Specification: D(TETOT) C D(LPSIZT) AR(1)  
Omitted Variables: Squares of fitted values

---



---

	Value	df	Probability
t-statistic	0.357078	22	0.7244
F-statistic	0.127505	(1, 22)	0.7244
Likelihood ratio	0.150253	1	0.6983

Integración a niveles:

Null Hypothesis: TETOT has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

---



---

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.270851	0.5790
Test critical values:		
1% level	-2.653401	
5% level	-1.953858	
10% level	-1.609571	

---



---

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Integración a primera diferencia:

Null Hypothesis: D(TETOT) has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.099995	0.0034
Test critical values:		
1% level	-2.664853	
5% level	-1.955681	
10% level	-1.608793	

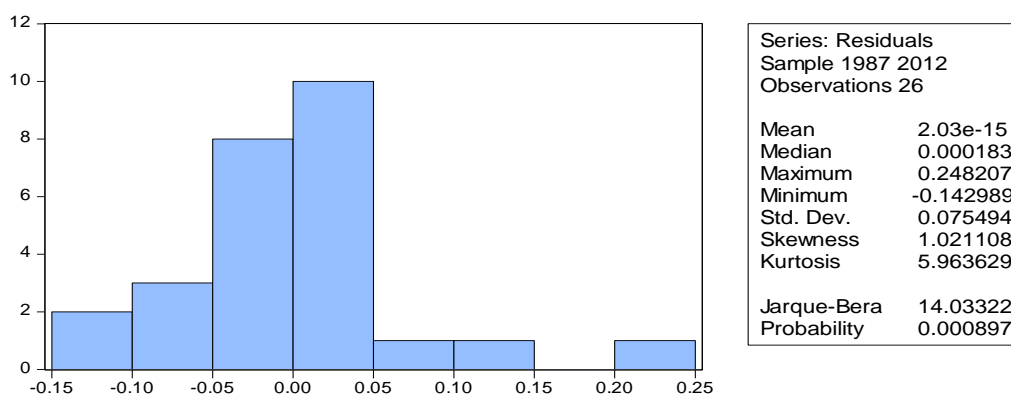
\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

## Modelo 2

Dependent Variable: TII  
Method: Least Squares  
Date: 04/09/14 Time: 00:31  
Sample (adjusted): 1987 2012  
Included observations: 26 after adjustments  
Convergence achieved after 6 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.429086	0.668516	0.641849	0.5276
LPSIZT	-5.62E-05	0.000130	-0.432318	0.6697
AR(1)	0.511878	0.194219	2.635571	0.0151
AR(2)	0.262909	0.157382	1.670516	0.1090
R-squared	0.902303	Mean dependent var		0.315886
Adjusted R-squared	0.888981	S.D. dependent var		0.241529
S.E. of regression	0.080477	Akaike info criterion		-2.061063
Sum squared resid	0.142483	Schwarz criterion		-1.867510
Log likelihood	30.79382	Hannan-Quinn criter.		-2.005327
F-statistic	67.72866	Durbin-Watson stat		2.231391
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.83	-.32		

## Normalidad:



En este caso se encuentra ante no normalidad en los datos, por lo que la serie no resulta útil para hacer pronósticos poblacionales ni en el tiempo.

## Heterocedasticidad

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	0.019764	Prob. F(1,24)	0.8894
-------------	----------	---------------	--------

Obs*R-squared	0.021393	Prob. Chi-Square(1)	0.8837
Scaled explained SS	0.038014	Prob. Chi-Square(1)	0.8454

No hay heterogeneidad en la varianza de manera significativa.

### Especificación (Variables omitidas)

Ramsey RESET Test  
Equation: EQ02  
Specification: TEII C LPSIZT AR(1) AR(2)  
Omitted Variables: Powers of fitted values from 2 to 3

	Value	df	Probability
F-statistic	2.072484	(2, 20)	0.1521

El modelo está bien especificado

### Integración

Null Hypothesis: TEII has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.313021	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.653401	
5% level	-1.953858	
10% level	-1.609571	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

La serie se integra a niveles.

### Tmii I(0)

### Modelo 3

Dependent Variable: D(TMP)  
Method: Least Squares  
Date: 04/10/14 Time: 17:11  
Sample (adjusted): 1987 2012  
Included observations: 26 after adjustments  
Convergence achieved after 7 iterations

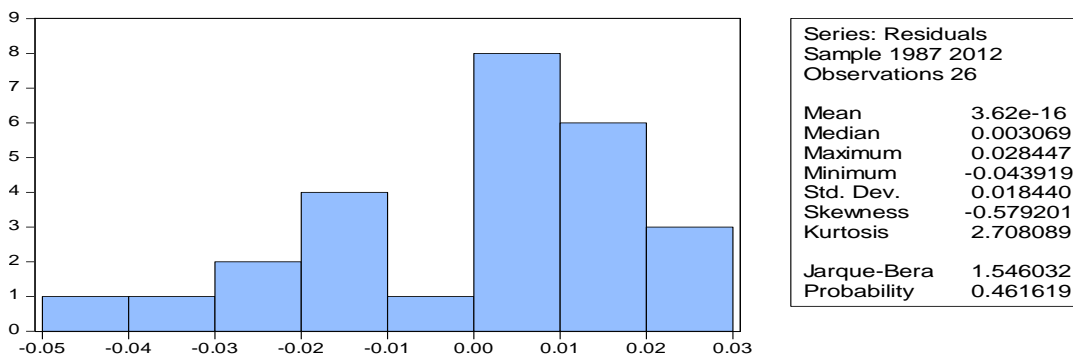
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.002193	0.002520	0.870434	0.3931
D(LPSIZT)	-2.63E-05	2.83E-05	-0.928830	0.3626
AR(1)	-0.534126	0.182729	-2.923043	0.0077

R-squared	0.257925	Mean dependent var	0.002468
Adjusted R-squared	0.193397	S.D. dependent var	0.021406
S.E. of regression	0.019225	Akaike info criterion	-4.957031
Sum squared resid	0.008501	Schwarz criterion	-4.811866
Log likelihood	67.44141	Hannan-Quinn criter.	-4.915229
F-statistic	3.997084	Durbin-Watson stat	2.048816
Prob(F-statistic)	0.032371		

Inverted AR Roots      -0.53



Normalidad:



Los errores del modelo se distribuyen normalmente

Heterocedasticidad:

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	0.634460	Prob. F(1,24)	0.4335
Obs*R-squared	0.669630	Prob. Chi-Square(1)	0.4132
Scaled explained SS	0.447532	Prob. Chi-Square(1)	0.5035

Hay homogeneidad en la varianza.

Especificación (Variables omitidas)

Ramsey RESET Test  
Equation: EQ03CO  
Specification: D(TMP) C D(LPSIZT) AR(1)  
Omitted Variables: Squares of fitted values

	Value	df	Probability
t-statistic	0.050064	22	0.9605

El modelo está correctamente especificado.

Integración

Null Hypothesis: TMP has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.635397	0.8472
Test critical values:		
1% level	-2.656915	
5% level	-1.954414	
10% level	-1.609329	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

La serie no se integra a niveles

Null Hypothesis: D(TMP) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-8.077603	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.656915	
5% level	-1.954414	
10% level	-1.609329	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

La serie se integra a primera diferencia

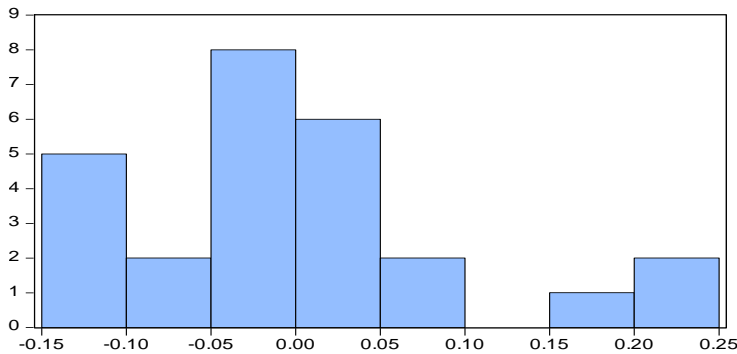
Tmp I(1)

Modelo 4

Dependent Variable: D(TMD)  
 Method: Least Squares  
 Date: 04/10/14 Time: 17:12  
 Sample (adjusted): 1987 2012  
 Included observations: 26 after adjustments  
 Convergence achieved after 6 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.049329	0.017493	2.819861	0.0097
D(LPSIZT)	-8.41E-05	0.000190	-0.443659	0.6614
AR(1)	-0.281780	0.235800	-1.194994	0.2443
R-squared	0.061271	Mean dependent var		0.054686
Adjusted R-squared	-0.020357	S.D. dependent var		0.107805
S.E. of regression	0.108897	Akaike info criterion		-1.488660
Sum squared resid	0.272747	Schwarz criterion		-1.343495
Log likelihood	22.35257	Hannan-Quinn criter.		-1.446857
F-statistic	0.750608	Durbin-Watson stat		1.999131
Prob(F-statistic)	0.483295			
Inverted AR Roots	-.28			

Normalidad:



Series: Residuals	
Sample 1987 2012	
Observations 26	
Mean	1.61e-14
Median	-0.018587
Maximum	0.249325
Minimum	-0.141081
Std. Dev.	0.104450
Skewness	0.870212
Kurtosis	3.378346
Jarque-Bera	3.436571
Probability	0.179373

Heterocedasticidad

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	2.556185	Prob. F(1,24)	0.1229
Obs*R-squared	2.502649	Prob. Chi-Square(1)	0.1137
Scaled explained SS	2.328917	Prob. Chi-Square(1)	0.1270

La varianza es homogénea estadísticamente.

Especificación (Variables omitidas)

Ramsey RESET Test  
Equation: EQ04CO  
Specification: D(TOED) C D(LPSIZT) AR(1)  
Omitted Variables: Squares of fitted values

	Value	df	Probability
t-statistic	0.445413	22	0.6604

Integración

Null Hypothesis: TOED has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	2.199745	0.9911
Test critical values:		
1% level	-2.664853	
5% level	-1.955681	
10% level	-1.608793	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

La variable no se integra a niveles

La variable integra a primera diferencia

Tmd I(1)

Anexo xiv. Modelo para estimar la dinámica ente el ingreso y la salud

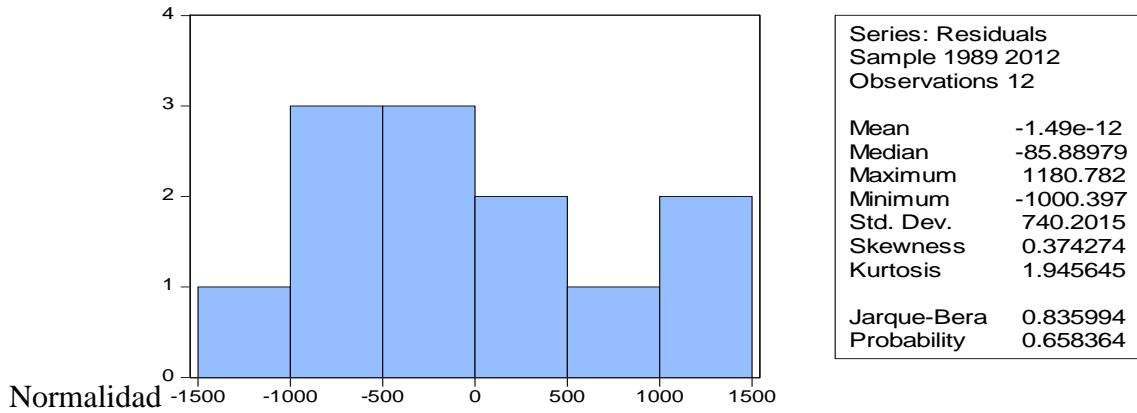
$$\widehat{Y}dt = f(Tmg)$$

- Pantalla de resultados

Dependent Variable: IDTRF  
Method: Least Squares  
Date: 04/11/14 Time: 10:27  
Sample (adjusted): 1989 2012  
Included observations: 12 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	14083.15	985.0130	14.29742	0.0000
TETOT	-2673.502	698.1871	-3.829205	0.0033
R-squared	0.594531	Mean dependent var		10410.25
Adjusted R-squared	0.553984	S.D. dependent var		1162.442

S.E. of regression	776.3299	Akaike info criterion	16.29804
Sum squared resid	6026881.	Schwarz criterion	16.37886
Log likelihood	-95.78826	Hannan-Quinn criter.	16.26812
F-statistic	14.66281	Durbin-Watson stat	1.931992
Prob(F-statistic)	0.003323		



### Heterocedasticidad

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

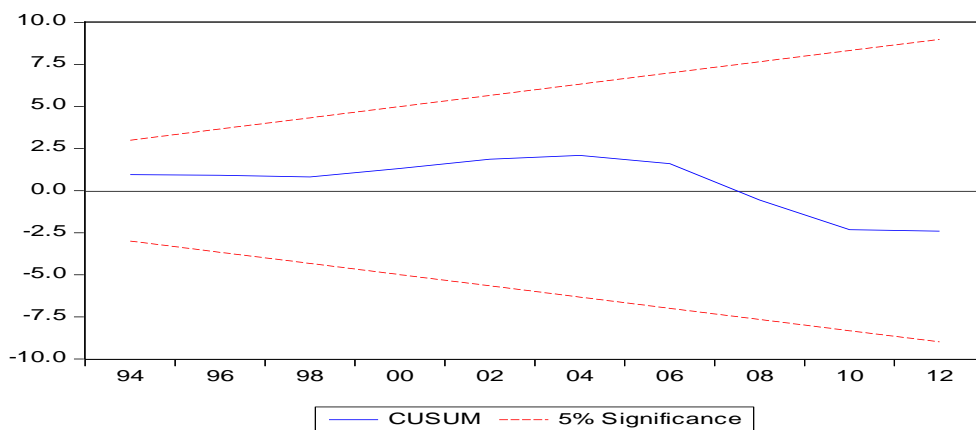
F-statistic	0.023972	Prob. F(1,10)	0.8800
-------------	----------	---------------	--------

### Correcta especificación:

Ramsey RESET Test  
Equation: UNTITLED  
Specification: IDTRF C TETOT  
Omitted Variables: Squares of fitted values

	Value	df	Probability
t-statistic	1.331638	9	0.2157

### Cambio estructural:



$$Tmg_t = f(\widehat{Y}dt)$$

- Pantalla de resultados

Dependent Variable: Tmg  
Method: Least Squares

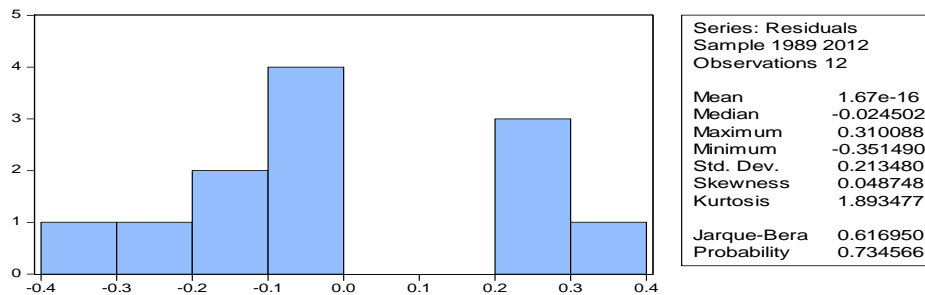
Date: 04/11/14 Time: 10:00  
 Sample (adjusted): 1989 2012  
 Included observations: 12 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.688838	0.608015	6.067016	0.0001
IDTRF	-0.000222	5.81E-05	-3.829205	0.0033

R-squared	0.594531	Mean dependent var	1.373815
Adjusted R-squared	0.553984	S.D. dependent var	0.335257
S.E. of regression	0.223900	Akaike info criterion	-0.004227
Sum squared resid	0.501310	Schwarz criterion	0.076591
Log likelihood	2.025361	Hannan-Quinn criter.	-0.034148
F-statistic	14.66281	Durbin-Watson stat	1.624768
Prob(F-statistic)	0.003323		

Normalidad:



Heterocedasticidad

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	0.024171	Prob. F(1,10)	0.8795
Obs*R-squared	0.028935	Prob. Chi-Square(1)	0.8649
Scaled explained SS	0.008977	Prob. Chi-Square(1)	0.9245

La varianza es homogénea estadísticamente.

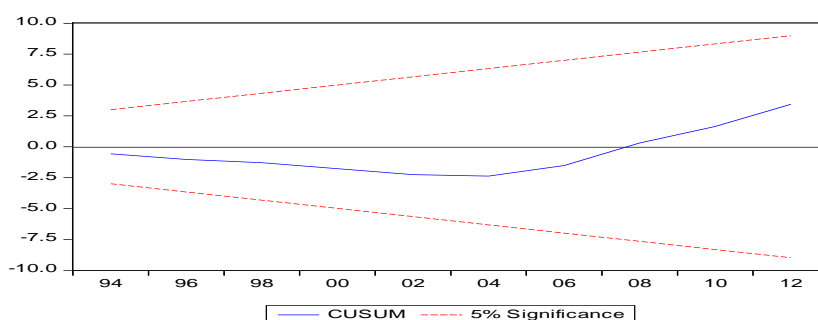
Especificación (Variables omitidas)

Ramsey RESET Test  
 Equation: INGRESOYSALUD  
 Specification: TETOT C IDTRF  
 Omitted Variables: Squares of fitted values

	Value	Df	Probability
t-statistic	3.919669	9	0.0035

Existe un problema de especificación en variables omitidas que conduce a sesgo en los estimadores. Es probable que el intervalo de confianza usual y los procedimientos de pruebas de hipótesis conduzcan a conclusiones equivocadas sobre la significancia estadística de los parámetros estimados (Gujarati 2007).

Cambio estructural



No hay cambio estructural significativo

#### Anexo xv. Pérdidas potenciales en el ingreso por daños en la salud

El estado de salud se asocia con el nivel de ingreso de las personas, en tanto que es vital para el mantenimiento de las capacidades productivas. Las enfermedades por la falta prolongada de agua pueden afectar el número de días productivos y en el pago percibido, sobre todo si se refiere a jefes de familia que poseen medios de ingreso inseguros, como empleos en el sector informal, o bien, no cuentan con todas las prestaciones de ley en materia de salud.

La información de morbilidad hospitalaria a nivel DF puede utilizarse como indicador aproximado de la duración de las enfermedades. Con el uso de información de SINAIS (DGIS, 2014) sobre enfermedades ocurridas y días promedio en el hospital de habitantes durante el 2012 y el salario mínimo de 2014 para el Distrito Federal de \$67,29 diarios (Conasami, 2014), puede señalarse que si la enfermedad afecta a un jefe de familia sin seguridad social, las pérdidas aproximadas en las que podría incurrir son:

Enfermedades registradas en el DF	Promedio de días estancia en el hospital	Salario mínimo no percibido	Ocurrencia sobre la población DF (pacientes egresados)
Fiebres recurrentes	17	\$1143,93	7
Tripanosomiasis	10	\$672,90	22
Tifus	10	\$672,90	1
Infecciones de la piel y del tejido subcutáneo	8	\$537,89	3.754
Tracoma	7	\$471,03	1
Anquilostomiasis y necatoriasis	6	\$403,74	1
Dermatitis y eczema	6	\$377,76	202
Paludismo (malaria)	6	\$370,10	2
Enfermedades infecciosas intestinales	4	\$269,16	5.272
Fiebre del dengue hemorrágico	4	\$269,16	3
Fiebre del dengue	4	\$246,73	12

Fuente: Elaboración propia con datos de Conasami, 2014; DGIS, 2014.

A estos ingresos no percibidos podrían agregarse los gastos en medicamentos y consultas adicionales. La enfermedad que mayor número de días tarda en evolucionar es la fiebre recurrente por lo que implica altos costos, aunque probabilidad de ocurrencia muy reducida, mientras que las enfermedades de la piel e intestinales infecciosas tienen una probabilidad de ocurrencia mucho mayor, con pérdidas de al menos seis a ocho salarios mínimos. Estas pérdidas podrían ocurrirles a 726 mil personas de Iztapalapa, correspondientes a la población que no derechohabiente de ningún servicio médico público.

La autora es Licenciada en Economía por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco (UAM-X). Se ha desempeñado como asistente de investigación en el Área de Política Económica del Departamento de Producción Económica de la UAM-X y ha colaborado en diversos proyectos de investigación para la UAM, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, la Comisión de Cooperación Ambiental en América del Norte, la Agencia de Cooperación Internacional Alemana GIZ y para el *Global Cities Research Institute* en RMIT University, Australia. Egresada de la Maestría en Administración Integral del Ambiente de El Colegio de la Frontera Norte.

Contacto: pilarsalazarvargas@gmail.com

*© Todos los derechos reservados. Se autorizan la reproducción y difusión total y parcial por cualquier medio, indicando la fuente.*

Forma de citar:

Salazar-Vargas, M. del Pilar, (2014). Vulnerabilidad social a la disminución del suministro hídrico en el Distrito Federal. El caso de los efectos en la salud y el ingreso de los hogares en Iztapalapa 1984-2030”. Tesis de Maestría en Administración Integral del Ambiente. El Colegio de la Frontera Norte, A.C. México. 211 p.