



**FLACSO**  
MÉXICO

**FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES  
SEDE ACADÉMICA DE MÉXICO**

Maestría en Población y Desarrollo  
X (décima) promoción  
2012-2014

*La eficiencia de los organismos operadores de agua y sus relaciones con los factores económicos, sociodemográficos y ambientales en México, durante el periodo 2003-2012. Un análisis exploratorio*

Tesis que para obtener el grado de Maestra en  
Población y Desarrollo  
Presenta:

**Yésica Yesenia Cerda Orejón**

Director de tesis: **Dr. Fernando Saavedra**

Seminario de tesis: **Población y Medio Ambiente**  
Línea de investigación: **Población, Medio Ambiente y Migración**

México, D.F., a 29 de agosto de 2014

## Resumen

En esta investigación se buscó conocer si las características económicas, ambientales, sociodemográficas, y relacionadas con la dotación de servicios de agua y drenaje, estaban asociadas al desempeño –en términos de eficiencias físicas, comerciales y globales– de los Organismos Operadores de Agua (OOA) en México durante el periodo 2003 a 2012. Para ello, se realizó un análisis exploratorio de la eficiencia de los OOA en ciudades mayores a 50 mil habitantes para identificar características comunes entre éstos. Posteriormente, se propusieron algunas variables *contextuales*, ejecutaron correlaciones y generaron pruebas de hipótesis, para observar si existían relaciones que ayudaran a explicar el comportamiento diferenciado en la operación de los OOA a través de dichas variables y su vínculo con la eficiencia de los mismos.

Los resultados revelaron que las eficiencias de los OOA no han presentado cambios importantes durante el periodo considerado. Además, se observó que los OOA ubicados en el norte del país fueron los que tuvieron los mejores porcentajes en eficiencia física y comercial.

Asimismo, al analizar la existencia de factores externos contextuales, los hallazgos indicaron que los componentes económicos y ambientales fueron los que presentaron mayores valores significativos para la eficiencia física; en tanto, las variables sociodemográficas estuvieron relacionadas con la eficiencia comercial pero no con los asociados a la dotación de servicios de agua y drenaje.

**Palabras clave:** Organismos Operadores de Agua, eficiencia física, eficiencia comercial, factores ambientales, factores económicos, factores sociodemográficos

## Abstract

This research sought to know if the economic, environmental, socio-demographic, and related to the provision of water and drainage services, were associated with the performance –in terms of physical, commercial and global efficiencies– of the water operating organisms (WOO) in Mexico during the period 2003 to 2012. It conducted an exploratory analysis of the efficiency of the WOO in cities over 50,000 inhabitants to identify common characteristics among these. Subsequently, some contextual variables have been proposed, executed correlations and generated hypotheses testing, to see if there were relationships that help explain the behavior differed in the operation of the WOO through these variables and its link with the same efficiency.

The results revealed that the efficiencies of the WOO have been no significant changes during the period considered. In addition, it was observed that the WOO located in the North of the country were those who had the best percentages in physical and commercial efficiency.

Also, to analyze the existence of external contextual factors, findings showed that the economic and environmental components were which presented higher significant values for physical efficiency; Meanwhile, the socio-demographic variables were related with trade efficiency but not the associated to the provision of water and drainage services

**Key words:** water operating organisms, physical efficiency, trade efficiency, environmental factors, economic factors, socio-demographic factors

*A mis padres y a mi hermano,  
por ser las fuentes principales de mis mejores logros*

*A Meche porque,  
aunque ahora ya no puedas recordarlo,  
mucho de lo que soy te lo debo a ti*

## Agradecimientos

La travesía que inicié hace dos años y que culminó con esta investigación, no hubiera sido posible sin el apoyo económico del CONACYT. Tampoco sin el empuje y la insistencia de Natalia ni la recomendación de Édgar para aplicar a este posgrado. Mi gratitud infinita para con ustedes por eso.

Agradezco a mi comité de tesis por su invaluable apoyo en el proceso de la elaboración de este documento. A mi director, el Dr. Fernando Saavedra, por sus lecturas incansables y sus generosos comentarios para mejorar el trabajo; a la Dra. Karina Kloster, por sus observaciones puntuales y las ideas de abordajes alternativos que surgieron al plantear esta investigación; y al Dr. Nelson Florez, por su ayuda con el reto de hacer con pocos datos, infinidad de cosas. Por enseñarme que esto de la investigación es una extraña mezcla de inteligencia, talento y creatividad. Por su enorme capacidad para proponerme nuevas ideas o interpretaciones de los resultados obtenidos.

A los profesores que compartieron conmigo sus conocimientos, que provocaron discusiones intensas, que me enseñaron cosas que ignoraba, y que comprobaron que el aprendizaje se encuentra allí donde se cuestiona, se contrasta, se verifica, se reafirma.

La aventura no hubiera estado completa sin los otros incrédulos viajeros, mis compañeros. Las filias y fobias se compartieron por igual, aunque con diferentes intensidades y matices. Gracias por las risas, los aprendizajes, las quejas y las frustraciones. A Mariana, a Nilson y a Jorge, porque sólo a nosotros se nos ocurrió pensar que esto del medio ambiente era la cosa más maravillosa del mundo pero, en muchas ocasiones, terminamos por darnos de topes contra la pared.

Tampoco puedo olvidar a Nacho. En el proceso fuerte de la tesis, te encargaste de arrastrarme contigo para que no me rindiera. Aunque a veces llegué a odiarte, sin tu apoyo, asesorías y consejos, no hubiera sobrevivido al reto.

Por último, y no por eso menos importante, a Karen, a Yola, a Sergio y a Brown; cuatro de mis personas favoritas en la vida; por la sorprendente habilidad que tienen para devolverme mi lugar en el mundo cada que me da por querer pararlo y bajarme de él; por confiar en mí, a pesar de mí. A ustedes mi respeto, admiración y cariño sincero.

## Índice General

Resumen .....	i
Abstract.....	ii
Agradecimientos .....	iv
 Introducción .....	 1
 <b>1. EL PROBLEMA DEL AGUA Y SU GESTIÓN EN MÉXICO .....</b>	 <b>6</b>
1.1. El agua a nivel mundial .....	8
1.2. La situación del agua en México .....	9
1.2.1. <i>El agua en México</i> .....	9
1.3. Evolución de los servicios de agua potable en México.....	17
1.4. La administración del agua para abastecimiento público.....	20
1.4.1. <i>Evolución de la política hídrica</i> .....	20
1.4.2. <i>Reforma a la Ley de Aguas Nacionales</i> .....	23
 <b>2. LOS ORGANISMOS OPERADORES DE AGUA EN MÉXICO .....</b>	 <b>24</b>
2.1. Definición y características.....	24
2.2. Los problemas de los organismos operadores de agua y la evaluación de su eficiencia: ¿un fenómeno netamente económico?.....	27
2.3. Las fuentes de financiamiento federal para los organismos operadores de agua.....	28
2.3.1. <i>Programa de Devolución de Derechos</i> .....	31
2.3.2. <i>Programa para la Modernización de los Organismos Operadores de Agua</i> .....	32
2.3.3. <i>Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas</i> .....	32
2.4. La eficiencia de los organismos operadores de agua. Revisando conceptos -	34
2.5. Factores relacionados con la eficiencia física y comercial. Construyendo un marco de referencia .....	36
 <b>3. LA EFICIENCIA DE LOS OOA: APLICACIÓN Y RESULTADOS .....</b>	 <b>42</b>
3.1. Metodología e información utilizada.....	42
3.2. Problemática asociada a los datos. Alcances y limitaciones.....	44
3.3. Análisis de la información.....	46
3.4. Análisis descriptivo de las eficiencias observadas en los OOA .....	47
 <b>4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....</b>	 <b>58</b>
4.1 Las variables económicas, sociodemográficas, ambientales y asociadas con la dotación de servicios de agua y drenaje, y su posible relevancia en la explicación de las eficiencias de los OOA. El análisis de regresión por pasos .....	60
4.2. Las eficiencias en el conjunto de los OOA y su caracterización a partir de algunos factores que expliquen su comportamiento .....	63

<b>4.3. Los diversos comportamientos de los OOA y su caracterización a partir de factores que expliquen sus diferencias -----</b>	<b>65</b>
<b>4.3.1. Las ciudades de los OOA, sus eficiencias físicas y su caracterización a partir de algunos factores-----</b>	<b>68</b>
4.3.1.1 <i>Revisando los datos promedio económicos, sociodemográficos, ambientales y asociados a la dotación de servicios de agua y drenaje de las ciudades de los OOA -----</i>	<i>68</i>
4.3.1.2 <i>El análisis de las correlaciones -----</i>	<i>70</i>
4.3.1.3. <i>Pruebas de hipótesis-----</i>	<i>74</i>
<b>4.3.2. Las ciudades de los OOA, sus eficiencias comerciales y su caracterización a partir de algunos factores -----</b>	<b>77</b>
4.3.2.1 <i>Revisando los datos promedio económicos, sociodemográficos, ambientales y asociados a la dotación de servicios de agua y drenaje de las ciudades de los OOA -----</i>	<i>77</i>
4.3.2.2 <i>El análisis de las correlaciones -----</i>	<i>79</i>
4.3.2.3. <i>Pruebas de hipótesis-----</i>	<i>82</i>
<b>Conclusiones -----</b>	<b>87</b>
<b>Bibliografía -----</b>	<b>94</b>
<b>Anexos -----</b>	<b>99</b>

## Índice de Tablas

Tabla 1. Usos consuntivos. Origen y Volumen-----	14
Tabla 2. Cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado por entidad federativa, 2010 -----	16
Tabla 3. Características de los Programas de la CONAGUA -----	30
Tabla 4. Número de ciudades seleccionadas y población -----	48
Tabla 5. Eficiencia física, eficiencia comercial y eficiencia global. Promedio anual ----	49
Tabla 6. Estadísticas descriptivas de las ciudades analizadas y sus eficiencias físicas, periodo anual-----	53
Tabla 7. Estadísticas descriptivas de las ciudades analizadas y sus eficiencias comerciales, periodo anual-----	53
Tabla 8. Estadísticas descriptivas de las ciudades analizadas y sus eficiencias globales, periodo anual-----	54
Tabla 9. Variables consideradas en el análisis de correlación con las eficiencias físicas y comerciales de los OOA-----	60
Tabla 10. Coeficientes del modelo stepwise, por tipo de eficiencia-----	61
Tabla 11. Frecuencias de las ciudades en cada estrato, por tipo de eficiencia -----	66
Tabla 12. Valores promedio de las ciudades, por estratos de eficiencia física y variables seleccionadas-----	69
Tabla 13. Niveles de significancia, por estratos de eficiencia física y variables seleccionadas-----	71
Tabla 14. Precipitación media anual, por niveles de eficiencia física de las ciudades ---	75
Tabla 15. Porcentaje promedio de personas alfabetas, por niveles de eficiencia física de las ciudades-----	76
Tabla 16. Valores promedio de las ciudades, por estratos de eficiencia comercial y variables seleccionadas -----	78
Tabla 17. Niveles de significancia, por estratos de eficiencia comercial y variables seleccionadas-----	79
Tabla 18. Litros por habitante por día, por niveles de eficiencia comercial de las ciudades-----	83
Tabla 19. Plantas promedio de tratamiento de agua, por niveles de eficiencia comercial de las ciudades -----	84
Tabla 20. Cobertura promedio de tratamiento de agua, por niveles de eficiencia comercial de las ciudades -----	84
Tabla 21. Población media total, ocupantes promedio y porcentaje de asistencia escolar, por niveles de eficiencia comercial de las ciudades -----	85
Tabla 22. Ciudades ubicadas en cada cuadrante, por niveles de eficiencia física y eficiencia comercial-----	103



## Índice de Figuras

Figura 1. Crecimiento de la población mundial y sus proyecciones a 2050-----	9
Figura 2. Comportamiento de la población rural y urbana en México, 1910-2013 -----	10
Figura 3. Comportamiento poblacional y disponibilidad natural media per cápita en México, 1950-2015 -----	11
Figura 4. Ubicación geográfica de los acuíferos sobreexplotados en México -----	13
Figura 5. Cobertura de agua potable por entidad federativa, 2010 -----	17
Figura 6. Inversiones en mejora de eficiencias, 1999-2010 -----	29
Figura 7. Diagrama de caja. Eficiencia física y eficiencia comercial -----	51
Figura 8. Diagrama de caja. Eficiencia global-----	52
Figura 9. Eficiencia media física y eficiencia media comercial, periodo anual (porcentaje)-----	55
Figura 10. Eficiencia media física y eficiencia media comercial, por ciudades (porcentaje)-----	57
Figura 11. Ciudades clasificadas por estrato, según eficiencia física -----	67
Figura 12. Ciudades clasificadas por estrato, según eficiencia comercial -----	67

## Índice de Anexos

Anexo 1. Listado de las localidades analizadas por BAL-ONDEO.....	99
Anexo 2. Descripción de la base de datos de Organismos Operadores de Agua en ciudades seleccionadas .....	100
Anexo 3. Los diversos comportamientos de las eficiencias de los OOA y su caracterización a partir de factores que expliquen sus diferencias.....	102
Anexo 4. Correlaciones globales y parciales para el conjunto de localidades seleccionadas durante el periodo 2003-2012.....	115
Anexo 5. Estratificación de las eficiencias de los OOA por el método de Dalenius-Hodges .....	118
Anexo 6. Prueba de Shapiro-Wilks de normalidad de datos.....	119
Anexo 7. Pruebas de hipótesis para las variables significativas de la eficiencia física alta .....	120
Anexo 8. Pruebas de hipótesis para las variables significativas de la eficiencia comercial alta .....	121
Anexo 9. Correlaciones globales y parciales para las localidades con las mayores eficiencias físicas y comerciales.....	124
Anexo 10. Correlaciones globales y parciales para las localidades con las mayores eficiencias físicas.....	127
Anexo 11. Correlaciones globales y parciales para las localidades con las menores eficiencias físicas y comerciales.....	129
Anexo 12. Correlaciones globales y parciales para las localidades con las mayores eficiencias comerciales .....	132

## Introducción

El agua es un recurso estratégico para la seguridad nacional ya que posee valor económico, social y ambiental. Por esto, debe preservarse para las generaciones actuales y futuras.

Debido a la deficiente gestión del agua, al crecimiento demográfico y a la expansión de las actividades productivas de las últimas décadas, muchas localidades enfrentan el serio problema de tener cada vez menor disponibilidad de agua.

Así, México se encuentra entre los países con mayores retos para satisfacer sus necesidades de agua, y su situación tiende a agravarse debido a la aridez de gran parte de su territorio y a su número de población que, según las proyecciones, aún crecerá hasta alcanzar cerca de los 150 millones para mediados del presente siglo.

El desarrollo nacional de las últimas décadas ha implicado el establecimiento de industrias dependientes de agua en zonas con disponibilidad baja y concentración urbana alta. Esto se evidencia en la cantidad de acuíferos sobreexplotados. Así, el abatimiento de los mantos freáticos es una situación insostenible, lo que compromete el abasto del líquido a la población actual y niega a las futuras generaciones el acceso al agua a costos razonables.

Actualmente, más del 70 por ciento de los cuerpos de agua en el país presentan algún grado de contaminación; más del 15 por ciento de los acuíferos se encuentran sobreexplotados; y, por lo menos, el 57 por ciento del volumen de agua subterránea que se utiliza proviene de dichos acuíferos. Lo anterior, sólo por mencionar algunos indicadores que muestran el deterioro (Carabias & Landa, 2005, p. 195).

Si bien el uso del agua en el sector agrícola supera por mucho al urbano, este último ha ganado terreno debido a la creciente urbanización, sobre todo durante la segunda mitad del siglo XX (Aboites en Lutz y Salazar, 2011, p. 566). Por ello, resulta congruente esperar que la gestión en los servicios de agua y saneamiento en las ciudades cobre importancia a la luz de sus consecuencias económicas, sociales y ambientales.

En México, los servicios de agua potable están a cargo de los municipios, quienes crean Organismos Operadores de Agua (OOA) para atender las necesidades de abasto, alcantarillado, saneamiento y disposición de las aguas residuales.

Las funciones de los OOA comprenden asuntos de ingeniería, temas comerciales y de los usuarios, y cuestiones de representación y gestión ante otras autoridades respecto de concesiones de agua, descargas, autorización de tarifas, etc. Sin embargo, la presente investigación sólo se centra en los primeros dos temas: administración técnica y administración financiera. Esto, medido a través de las eficiencias físicas y comerciales que reportan los OOA a las autoridades federales.

El análisis de las eficiencias de los servicios prestados por los OOA comienza a tomar relevancia en los años noventa, cuando se empieza a evaluar el desempeño de los sistemas de distribución y a analizar la eficiencia en la administración del agua para uso público (Martínez, García, & Bourguett, 2008). Park (2006) sostiene que la evaluación de la eficiencia en la administración del agua potable es una parte importante de una gestión enfocada en el manejo de la demanda y que se requiere optimizarla cada vez más conforme se haga más problemático el manejo de la oferta o abasto, y el agua sea más escasa (en Lutz y Salazar, 2011, p. 568).

De esta manera, la investigación académica sobre el subsector adoptó los conceptos de eficiencia como una forma de evaluar el desempeño de los organismos operadores (Aboites en Lutz y Salazar, 2011; Pineda y Salazar, 2008). Sin embargo, al revisar la evolución de las eficiencias de los OOA, es fácil distinguir cómo, a pesar de los crecientes montos de inversión destinados al fortalecimiento de los OOA, las eficiencias parecen no incrementarse en la misma proporción. Incluso, se observan retrocesos. Por ello, resulta pertinente, entonces, cuestionarse sobre la existencia de variables *ambientales* o *contextuales* que permitan entender este comportamiento. De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), estas variables *contextuales* asumen el papel de factores externos que pueden afectar el desempeño de los OOA y que no logran ser controlados directamente por ellos. Dichas variables hacen referencia a factores geográficos, operativos, demográficos, sociales, ambientales, entre otros (CEPAL, 2011, p. 34).

Asimismo, el Consejo Consultivo del Agua (CCA) indica que el desempeño de los OOA no se presenta en un vacío institucional, sino que puede suponerse que está asociado a diversos contextos y variables que lo influyen. Por ello, es de interés buscar relaciones entre su desempeño con variables demográficas, económicas, ambientales, entre otras (Consejo Consultivo del Agua, 2011, p. 39).

Justamente en esa discusión es que se inserta la presente investigación. Lo que se busca es, por un lado, analizar la eficiencia en la administración del agua potable por parte de los OOA durante el periodo de 2003 a 2012, a través de las eficiencias físicas y comerciales de los mismos; por el otro, se investiga si algunos factores del contexto se asocian con los niveles de eficiencia experimentados durante esa década. Es decir, se propone vincular las condiciones ambientales, sociodemográficas y económicas en las que se desenvuelven éstos para saber si este tipo de factores tienen relaciones que influyen en la manera de operar de los OOA en las ciudades, medido esto último a través de sus eficiencias.

Desde el punto de vista sociodemográfico y ambiental, esta propuesta resulta ser conveniente ante la escasa investigación que existe al respecto. Estudiosos como Lutz y Salazar (2011, p. 565), sostienen que, al considerar las diferencias entre OOA en términos económicos, climáticos, demográficos u operativos, se está en condiciones de identificar posibles explicaciones imbricadas en los indicadores relacionados a la eficiencia de los organismos, más allá de cuestiones meramente técnicas, y que tienen impacto en los mecanismos de gestión del recurso.

Por lo tanto, las *preguntas de investigación* son: 1) ¿cuál ha sido el comportamiento de la eficiencia física y comercial de los OOA durante el periodo 2003-2012?; y, 2) si existieron diferencias entre los OOA según su eficiencia, entonces, ¿cuáles fueron los factores económicos, sociodemográficos, ambientales, y relacionados con la dotación de los servicios de agua y drenaje, que influyeron en una mayor o menor eficiencia de los OOA?

Para dar respuesta a las preguntas, el presente estudio tiene por *objetivos*: 1) realizar un análisis exploratorio de la eficiencia de los OOA en las localidades mayores a 50 mil habitantes en la república mexicana de 2003 a 2012; y, 2) darse a la tarea de conocer si algunas de las características económicas, sociodemográficas, ambientales, y

relacionadas con la dotación de los servicios de agua y drenaje, están asociadas al desempeño –en términos de sus eficiencias físicas, comerciales y globales– de los OOA en México durante el periodo de referencia.

De esta manera, la *hipótesis de trabajo* es aquella que afirma que existen factores de tipo económico, sociodemográfico, ambiental, y relacionados con la dotación de los servicios de agua y drenaje, que influyen directa y significativamente en el desempeño desigual de los OOA en el país.

Para lograr lo anterior, se recolectaron datos sobre las eficiencias físicas, comerciales y globales de los OOA en las ciudades mayores a 50 mil habitantes y que reportaron dichas cifras a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) o al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) durante el periodo 2003-2012. Se partió de un listado creado por la consultora BAL-ONDEO, debido a que en dicha lista se encuentran las ciudades que suelen ser más consistentes en la entrega de estadísticas a los organismos oficiales. Sin embargo, a lo largo de diez años se observaron ausencias de datos, por lo que en un segundo momento de esta investigación se realizaron imputaciones lineales para aquellas ciudades que no mostraron datos en uno o más de los años de estudio. Esto, con la finalidad de no perder observaciones y poder analizar a un mismo conjunto de ciudades durante un periodo prolongado de tiempo.

Posteriormente, se conformó la base de datos correspondiente a algunos factores económicos, sociodemográficos, ambientales, y los relacionados a la dotación de servicios de agua y drenaje; para así poder realizar el análisis. Cabe resaltar que, al no tener un bagaje amplio en investigaciones que exploren este tipo de variables, los pocos estudios que intentan encontrar asociaciones con indicadores relacionados al contexto de las ciudades en las que se desenvuelven los OOA, señalan que la propuesta de éstos queda “a voluntad” del conocimiento, o la “intuición informada”, de la mayor parte de los especialistas del sector y del sentido común (CCA, 2010; 2011; CEPAL, 2011). De esta manera, se recurrió a los estudios que se han generado al respecto para delinear las variables a utilizar, o bien a las propuestas que desde la cultura del agua se han desarrollado para operacionalizar dicho concepto. Esto último, para caracterizar a las variables sociodemográficas, de las cuales no hay investigaciones puntuales sobre el comportamiento esperado con indicadores de este tipo.

Así, la presentación de la tesis está conformada por cuatro capítulos. En el primero se realiza un acercamiento somero hacia el problema del agua a nivel global y su situación en México; el segundo capítulo aborda la caracterización de los OOA en el país, su conformación y evolución, y explora los mecanismos de financiamiento de éstos dirigidos a la mejora de sus indicadores. Asimismo, se revisan los conceptos de eficiencia física, comercial y global dentro de estas empresas; y cierra con la construcción de un marco de referencia que permita dar paso al análisis propuesto.

El capítulo tres delinea el trabajo realizado para la captura, el manejo y el análisis de los datos. Señala las limitaciones y alcances de esta investigación y presenta los primeros resultados obtenidos.

El capítulo cuatro muestra los resultados que se alcanzaron en el análisis de los factores económicos, sociodemográficos, ambientales, y asociados con la dotación de servicios de agua y drenaje, y su relación con las eficiencias físicas y comerciales reportadas por los OOA de las ciudades durante el periodo 2003-2012.

Finalmente, se presentan una serie de conclusiones emanadas del análisis realizado. Se advierte que éstos deben tomarse como los correspondientes a un ejercicio exploratorio. Es decir, de ninguna manera las comparaciones de eficiencia de un determinado organismo deben considerarse como un resultado robusto. Este ejercicio es exploratorio, en el sentido de que es un primer intento de buscar un modelo explicativo de las diferencias en las eficiencias de los OOA en las ciudades para las que se logró recabar información, a través de sus factores *contextuales*.

### 1. EL PROBLEMA DEL AGUA Y SU GESTIÓN EN MÉXICO

La gestión de los recursos hídricos no ha escapado de los planteamientos que giran sobre e involucran la dimensión ambiental. Es decir, de la adopción del concepto de Desarrollo Sustentable. Éste es definido como “el principio que busca satisfacer las necesidades esenciales de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de satisfacción de las necesidades esenciales de las generaciones futuras” (Brundtland, 1982, p.7 en Armendáriz, 2010, p. 9). Desde el siglo XVII, se ha visto un crecimiento demográfico significativo, mismo que ha detonado el proceso de concentración poblacional en el ámbito urbano. Ello lleva a que las ciudades se conviertan, hoy día, en el punto crítico para la instrumentación de prácticas sustentables en la gestión de los recursos, en particular del agua, donde se reconoce que el acceso a suficiente agua limpia, debido a la escasez y al deterioro del bien, es uno de los problemas más graves a nivel global (Tiburcio & Perevochtchikova, 2012, p. 377).

Así, la definición de sustentabilidad ha permeado a lo largo del tiempo y el espacio y ha logrado insertarse en el discurso público, enmarcada en la gestión de los recursos naturales. Para México, este concepto ha estado presente, sino en su política pública en concreto, sí en el discurso que gira alrededor de la sustentabilidad hídrica.

El esquema de manejo sustentable del agua ha sido adoptado a nivel internacional desde principios de los setenta. Así, para la década de los ochenta y noventa, dos fueron los principales conceptos metodológicos empleados para su implementación: integración y manejo ecosistémico (Andrade, 2004 en Perevochtchikova, 2012, p. 363). Derivado de lo anterior, estos enfoques se perfilaron como las estrategias más aceptadas para lograr la aplicación del desarrollo sustentable.

La gestión integrada del agua es el principio básico de una nueva gestión del recurso, misma que toma en cuenta la crisis y la necesidad de sustentabilidad.

La gestión integrada de los recursos hídricos no es un concepto acabado ni tiene una definición única, y cada país lo va adaptando y concretando en función de sus cambiantes condiciones particulares. Sin embargo, se pueden identificar dos definiciones



## CAPÍTULO 1

citadas frecuentemente tanto en trabajos académicos, como en documentos e informes oficiales. El primero pertenece a la Asociación Mundial para el Agua (GWP, por sus siglas en inglés), quienes definen la gestión integrada del agua como “un proceso que promueve el manejo y el desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales” (Carabias & Landa, 2005, p. 120).

Por otro lado, Armendáriz (2010, p. 12) señala que una segunda definición idónea es aquella emanada del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) quien propone que éste “centra la atención en un aspecto ligeramente diferente y dice que la gestión integrada del agua implica tomar decisiones y manejar los recursos hídricos para varios usos de forma tal que se consideren las necesidades y deseos de diferentes usuarios y partes interesadas. Según este estudio, la gestión integrada del agua comprende la gestión del agua superficial y subterránea en un sentido cualitativo, cuantitativo y ecológico desde una perspectiva multidisciplinaria y centrada en las necesidades y requerimientos de la sociedad en materia de agua”.

El abastecimiento de agua ha sido identificado como uno de los principales retos que determinará el crecimiento de las ciudades, puesto que se enfrentan problemas tales como: el aumento de la extracción de agua subterránea, la contaminación del agua, la disminución de las eficiencias físicas y económicas, y el aumento en la competencia entre los usuarios y los diferentes usos del agua (Tiburcio & Perevochtchikova, 2012, p. 377).

Partiendo de lo anterior, esta sección revisará la situación actual del agua a nivel global y nacional; se esbozarán, a grandes rasgos, aspectos tales como la disponibilidad de agua, la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado, la evolución de los servicios de agua potable, y el sistema de administración del recurso.

## CAPÍTULO 1

### 1.1. El agua a nivel mundial

El 70 por ciento de la superficie del planeta está compuesta por agua, de la cual el 97.5 por ciento es salina y solamente el 2.5 corresponde a agua dulce (Carabias, 2005 en Barajas, 2008, p. 28). De acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2007, p. 129), las principales fuentes de agua para uso humano son los lagos, los ríos, la humedad del suelo y las cuencas de agua subterráneas.

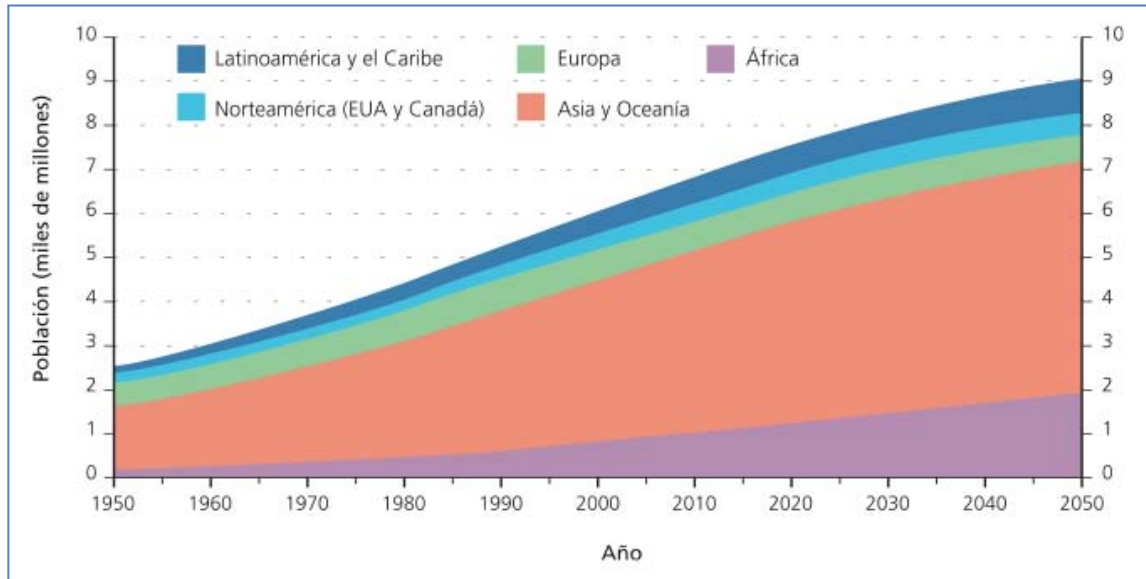
Según menciona Barajas (2008), la distribución natural del agua es muy desigual en las diversas regiones a nivel mundial. Carabias y Landa (2005, p. 16) señalan que el 47 por ciento del agua a nivel global se encuentra en el continente americano; Asia concentra el 32 por ciento, África el nueve, Europa el siete, y Oceanía únicamente el seis por ciento. Así, “la distribución natural del agua y el crecimiento poblacional, han ocasionado que algunos países tengan agua disponible en abundancia, mientras que otros padezcan una severa escasez” (Armendáriz, 2010, p. 28).

Dicho crecimiento poblacional queda en evidencia al observar las estimaciones que se tienen al respecto: se proyecta que para mediados del siglo XXI, se adicionen 3,000 millones más de individuos. Esto arrojará una cifra de casi 9,300 millones de personas que demandarán agua y servicios (Carabias & Landa, 2005, p. 17). La Figura 1, da cuenta de dichas proyecciones.

Los principales factores que giraron alrededor del incremento de la demanda del recurso hídrico durante el siglo pasado fueron: 1) el crecimiento demográfico; 2) el desarrollo industrial; y, 3) la expansión de la agricultura. Y es precisamente esta última la que ocupa la mayor parte de la extracción de agua dulce durante los últimos decenios.

De esta forma, hoy día se sabe que más de mil millones de personas no cuentan con servicio de agua potable, y 2,500 millones no tienen acceso a alcantarillado (Barajas, 2008, p. 29).

**Figura 1. Crecimiento de la población mundial y sus proyecciones a 2050**



**Fuente:** Tomado de Carabias y Landa (2005) con datos de la ONU.

## 1.2. La situación del agua en México

### 1.2.1. El agua en México

De acuerdo con el Programa Nacional Hídrico 2014-2018 (PNH), “el agua debe ser apreciada como un factor de justicia social, que todos los mexicanos tengan acceso al recurso de manera suficiente, asequible, de buena calidad y oportunidad para hacer valer el derecho humano previsto en el artículo 4 constitucional” (Diario Oficial de la Federación, 2014, p. 1).

México enfrenta severos problemas en materia de disponibilidad de agua debido a una irregular distribución territorial del recurso, que da como resultado dos ámbitos de convivencia: uno en donde hay poca gente y mucha agua, y otro donde hay escasez del recurso y una mayor concentración de la población, problema que se complica debido al

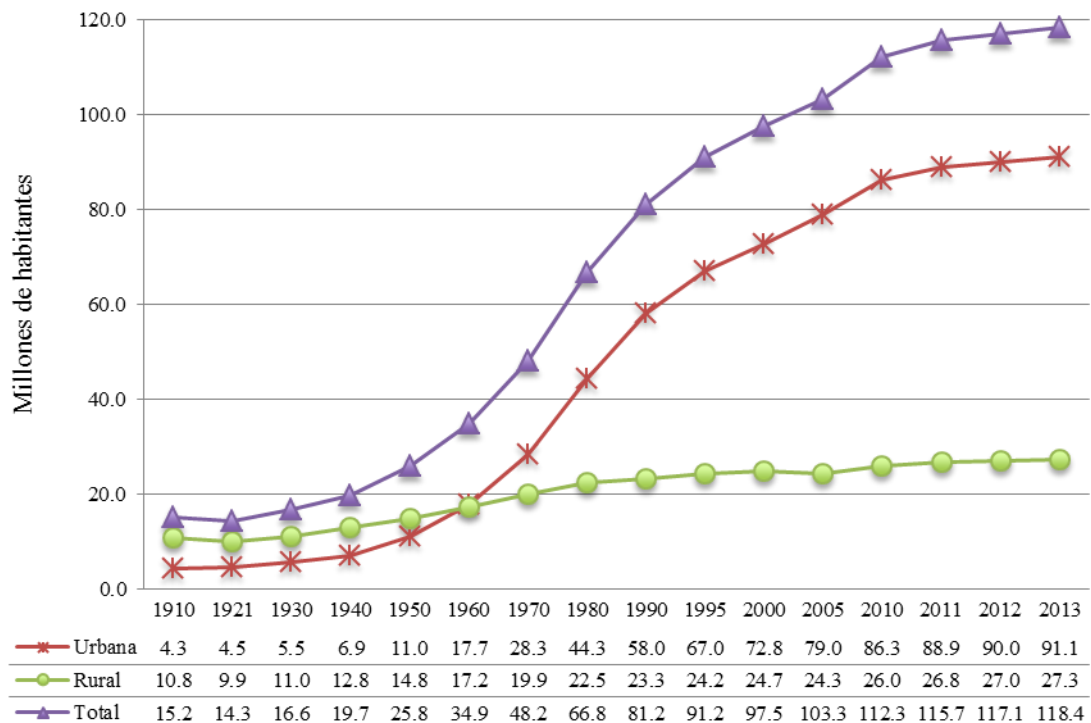
## CAPÍTULO 1

crecimiento de la población nacional y al indebido uso del recurso derivado de la ausencia de una cultura del cuidado del agua.

En la segunda mitad del siglo pasado, la cantidad de agua disponible por habitante en México disminuyó en 60 por ciento y se prevé que esta tendencia decreciente continúe.

En 1950, México tenía 25.8 millones de habitantes; mientras que en 2013 cuenta con 118.4. Si bien la tasa de crecimiento anual muestra una tendencia a la baja, el fenómeno que ahora se observa es que la población es mayoritariamente urbana. De acuerdo con estimaciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO), en 2050 habrá 150.8 millones de mexicanos, lo que traerá consigo una mayor demanda del vital líquido (Diario Oficial de la Federación, 2014, p. 6). La Figura 2 muestra la tendencia en el ámbito urbano y rural.

**Figura 2. Comportamiento de la población rural y urbana en México, 1910-2013**



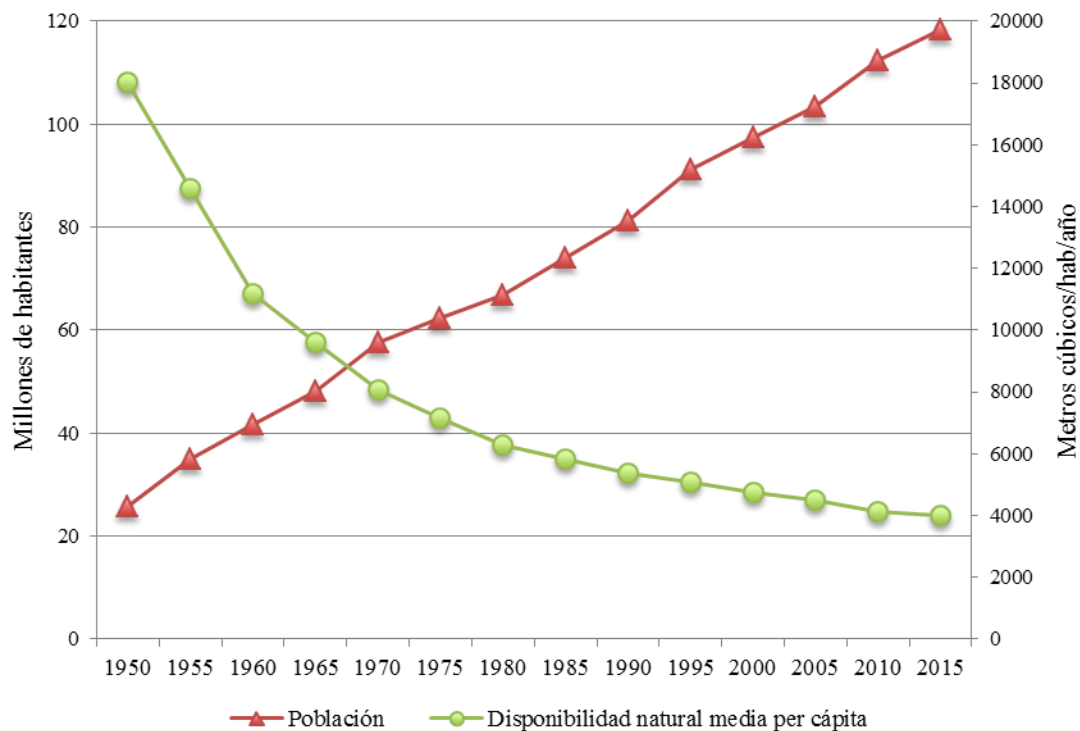
**Fuente:** Tomado de la CONAGUA (2013). Los valores 2011 a 2013 son proyecciones estimadas por el CONAPO.

De 11 mil metros cúbicos ( $m^3$ ) de líquido que había por habitante, en promedio nacional, ahora cada persona cuenta con 4 mil 547  $m^3$ , categoría “intermedia” de

## CAPÍTULO 1

acuerdo con los parámetros internacionales<sup>1</sup>. Se pronostica que para el año 2025 el agua por habitante en todo el país será “baja”, con 3 mil 788 m<sup>3</sup> al año, aunque en algunas regiones puede ser todavía menor e incluso llegar a mil m<sup>3</sup> per cápita. La Figura 3 denota la evolución de dicha disponibilidad.

**Figura 3. Comportamiento poblacional y disponibilidad natural media per cápita en México, 1950-2015**



**Fuente:** Tomado de la CONAGUA (2013)

La desigual distribución del agua en el tiempo y en el espacio representa, por sí misma, un reto para el aprovechamiento sostenible del recurso. Dos terceras partes del territorio nacional son áridas o semiáridas. Este desafío resulta más complejo cuando la población, la actividad económica y las mayores tasas de crecimiento, se concentran en el centro y norte del país, donde la disponibilidad de agua es menor.

Si se analiza la disponibilidad de agua por regiones, en el norte, centro y noreste del país, zonas con características áridas y semiáridas, se genera el 85 por ciento del

<sup>1</sup>Fuente: CNA. Subdirección General Técnica

## CAPÍTULO 1

Producto Interno Bruto (PIB), vive 77 por ciento de la población y cuenta con solamente el 32 por ciento del recurso; en contrapartida, en el sureste del México se localiza el 68 por ciento del agua disponible en el país y se asienta el 23 por ciento de la población que aporta el 15 por ciento del PIB.

Por otro lado, la importancia del agua subterránea se manifiesta en el volumen de agua utilizada por los principales usuarios ya que el mayor volumen de agua concesionada para uso consultivo, pertenece a este origen (Comisión Nacional del Agua, 2012, p. 26).

Así, de los 653 acuíferos con los que cuenta el país, 101 se encuentran sobreexplotados (ver Figura 4), lo que ha llevado a la construcción de complejas obras de ingeniería que permitan traer el agua de lugares alejados a fin de satisfacer las necesidades de la población; esto ha tenido por consecuencia, elevados costos de extracción y distribución del recurso<sup>2</sup>. Es decir, los patrones de consumo de los distintos usos del recurso no favorecen a la recuperación de los cuerpos de agua del país.

En contraste, en la vertiente del Golfo, en gran parte de la del Pacífico y en el sur y sureste de la República existen zonas donde el escurrimiento es alto y el drenaje natural es insuficiente, por lo que se presentan inundaciones con frecuencia.

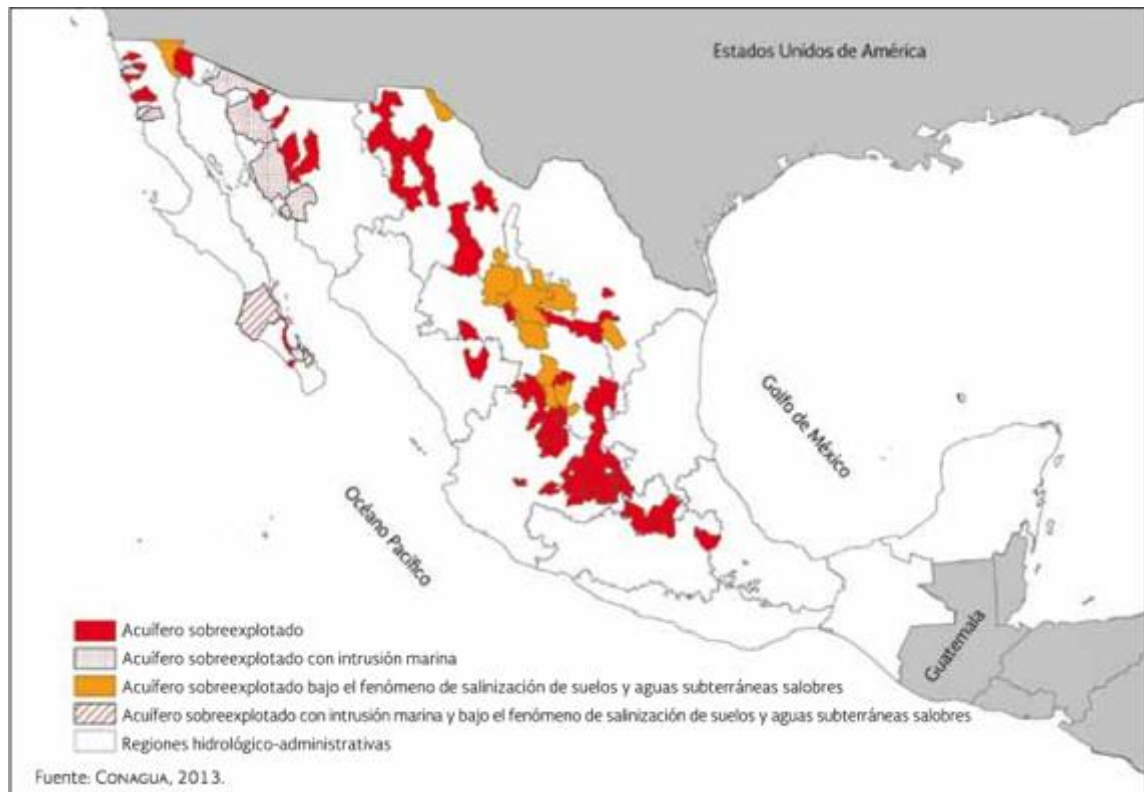
Los casos más críticos de sobreexplotación se encuentran en el Valle de México, en la cuenca del río Lerma, a lo largo de la Península de Baja California, en la región Lagunera en la parte norte del país, y en los estados de Aguascalientes, Chihuahua y Sonora.

El desarrollo a futuro de las regiones afectadas por la sobreexplotación de acuíferos es limitado y se agravará aún más de persistir la tendencia climática de los últimos años, caracterizada por condiciones extremas que incluyen sequías más severas, prolongadas y frecuentes, las cuales tendrán un impacto negativo sobre la disponibilidad de agua superficial y la recarga de acuíferos.

---

<sup>2</sup>Fuente: CNA, *Estadísticas del agua en México, 2012*

**Figura 4. Ubicación geográfica de los acuíferos sobreexplotados en México**



A lo arriba mencionado se agrega que la mayor parte de la precipitación pluvial se presenta en los meses de junio a septiembre y el resto del año ésta es escasa. La excepción es el noroeste del país, donde se presentan dos ciclos, uno en verano y otro en invierno. En la península de Baja California, el norte de Sonora y la mesa del Norte, existen zonas áridas en donde prácticamente no existen escurrimientos superficiales.

Por ello, el agua subterránea se ha convertido en un elemento indispensable en el suministro de agua a los diferentes usuarios del país, sobre todo en las zonas áridas, donde constituye la fuente de abastecimiento más importante, y en general única, o en las diferentes ciudades del territorio, las cuales han tenido que recurrir a ella para cubrir sus crecientes requerimientos de agua.

De acuerdo con el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), los volúmenes concesionados a los usuarios de aguas nacionales se clasifican en 12 rubros; cuatros de ellos corresponden a usos consuntivos: agrícola, abastecimiento público, industria autoabastecida, y generación de energía eléctrica (Comisión Nacional del Agua, 2012).

## CAPÍTULO 1

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2012, p. 36) estima que en el año 2010 se extrajeron de los ríos, lagos y acuíferos del país alrededor de 80.20 km<sup>3</sup> para los principales usos. De éste, el mayor volumen concesionado corresponde al agrupado agrícola, seguido del abastecimiento público (ver Tabla 1).

**Tabla 1. Usos consuntivos. Origen y Volumen**

Uso	Origen		Volumen total	Porcentaje de extracción (%)
	Superficial	Subterráneo		
Agrícola	40.57	20.92	61.49	76.67
Abastecimiento público	4.33	7.11	11.44	14.26
Industria autoabastecida	1.47	1.73	3.20	3.99
Energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad	3.63	0.44	4.07	5.07
<b>TOTAL</b>	<b>50.00</b>	<b>30.20</b>	<b>80.20</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Tomado de la CONAGUA (2012). *Estadísticas del Agua en México*

Sin embargo, tres son los factores que afectan su aprovechamiento (Arreguín et al., 2010 en Torregrosa, 2012): 1) la distribución temporal de la precipitación; 2) la distribución espacial de ésta; y, 3) la distribución de la población sobre el territorio.

En resumen, las problemáticas principales que envuelven al sector hídrico se centran en fenómenos tales como: la desigual disponibilidad del agua en el territorio nacional, la dinámica poblacional, el desarrollo de las actividades económicas, los asentamientos urbanos desordenados, la degradación de las cuencas, la sobrexplotación de los acuíferos y los efectos de las sequías e inundaciones.

### *Cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado*

La CONAGUA menciona que, de acuerdo con el Informe de Pobreza en México 2012, “el número de personas en pobreza fue de 53.3 millones de personas” (Diario Oficial de la Federación, 2014, p. 12). Así, éstas están consideradas con carencias por acceso a los



## CAPÍTULO 1

servicios básicos en la vivienda, mismas que son las que no cuentan con servicios de agua y drenaje.

A 2012, la carencia de drenaje y agua afectó a poco más de 10 millones de habitantes, ubicados en las entidades de Oaxaca, San Luis Potosí, Guerrero y Chiapas (Diario Oficial de la Federación, 2014, p. 12).

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010, cerca del 91 por ciento de los ocupantes en viviendas particulares habitadas en el país cuentan con el servicio de agua potable; mientras que con alcantarillado, la cobertura es de 89 puntos porcentuales. Es decir, en términos absolutos, de los cerca de 111 millones de habitantes a lo largo y ancho del país, poco más de 9.9 millones de mexicanos no cuentan con agua potable; mientras que 12.2 millones de personas carecen de acceso a alcantarillado (ver Tabla 2).

A nivel de entidades federativas, se observa que en 23 estados de la república mexicana se registra una cobertura por arriba del promedio nacional. Sobresalen los estados de Aguascalientes, Colima, Coahuila de Zaragoza, Tlaxcala, el Distrito Federal y Yucatán, con una cobertura superior al 97 por ciento. Sin embargo, estados como Guerrero, Oaxaca y Chiapas, destacan por contar con una cobertura inferior al 78 por ciento (ver Figura 5).

En el abastecimiento de agua potable se advierten daños importantes debido a la pérdida de agua en las redes de distribución de entre el 30 y el 50 por ciento. Según la CONAGUA, dichas pérdidas se deben “a la edad de las tuberías, falta de control de la presión y mala calidad de los materiales empleados”. Además, “en los domicilios se siguen utilizando muebles de alto consumo y se presentan fugas inadvertidas” (Diario Oficial de la Federación, 2014, p. 15).

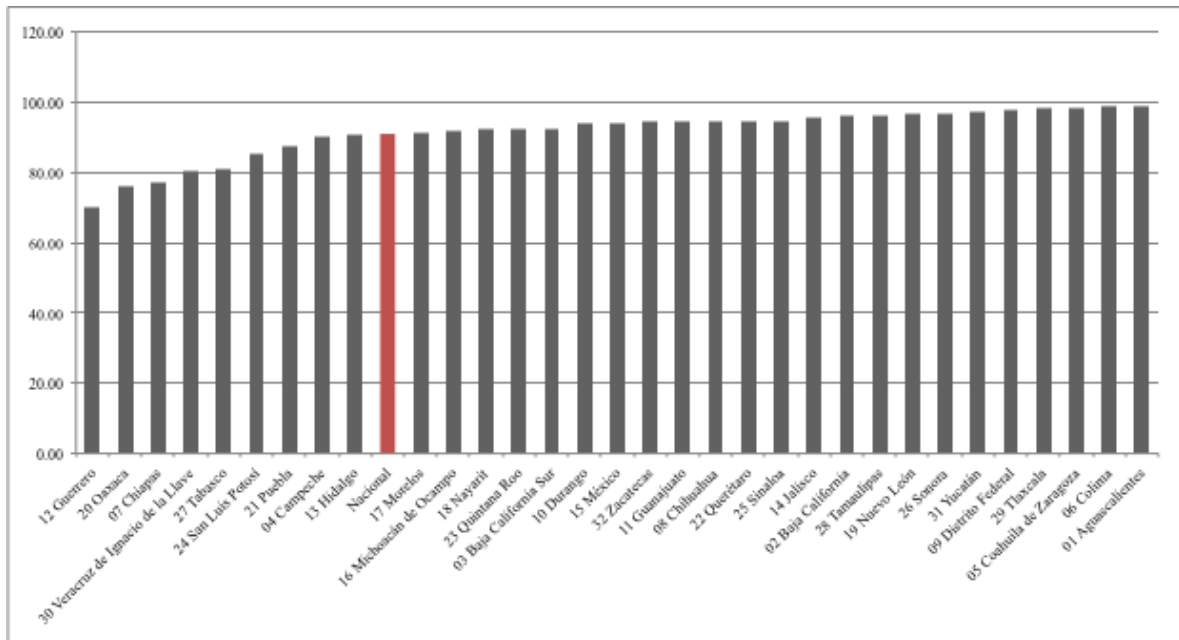
**Tabla 2. Cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado por entidad federativa, 2010**

Entidad federativa	Porcentaje de ocupantes en viviendas que disponen de agua entubada	Porcentaje de ocupantes que disponen de excusado y drenaje
<b>Nacional</b>	<b>90.94</b>	<b>89.04</b>
01 Aguascalientes	98.84	97.65
02 Baja California	95.87	92.69
03 Baja California Sur	92.56	93.07
04 Campeche	89.99	84.53
05 Coahuila de Zaragoza	98.32	94.97
06 Colima	98.57	98.34
07 Chiapas	77.29	80.21
08 Chihuahua	94.57	91.64
09 Distrito Federal	97.67	98.70
10 Durango	93.87	86.86
11 Guanajuato	94.36	89.55
12 Guerrero	69.83	73.04
13 Hidalgo	90.66	84.30
14 Jalisco	95.77	96.95
15 México	93.97	93.02
16 Michoacán de Ocampo	91.61	87.36
17 Morelos	91.45	94.36
18 Nayarit	92.38	92.57
19 Nuevo León	96.56	95.77
20 Oaxaca	76.07	68.74
21 Puebla	87.23	85.61
22 Querétaro	94.72	89.76
23 Quintana Roo	92.38	92.38
24 San Luis Potosí	85.52	79.19
25 Sinaloa	94.73	90.29
26 Sonora	96.62	88.85
27 Tabasco	81.18	94.78
28 Tamaulipas	95.92	86.56
29 Tlaxcala	98.24	93.43
30 Veracruz de Ignacio de la Llave	80.26	82.02
31 Yucatán	97.24	78.27
32 Zacatecas	94.31	88.10

Fuente: Inegi. *Censo de Población y Vivienda*, 2010. Tabulados del cuestionario básico

Así, los principales problemas identificados por la CONAGUA son “falta de recursos financieros para la construcción, rehabilitación y mantenimiento de la infraestructura para el tratamiento; altos costos de energía eléctrica y reactivos químicos para la operación; falta de capacitación del personal operativo; y deficiente cultura de pago del usuario por los servicios de saneamiento” (Diario Oficial de la Federación, 2014, p. 15).

**Figura 5. Cobertura de agua potable por entidad federativa, 2010**



**Fuente:** Elaboración propia con base en datos del INEGI. *Censo de Población y Vivienda 2010*. Tabulados del cuestionario básico

### 1.3. Evolución de los servicios de agua potable en México

En México existen 3,190 localidades urbanas con más de 2 mil 500 habitantes, en donde vive el 76.5% de la población. De acuerdo con Sandoval (2010), existen 11 ciudades con más de un millón de habitantes, mismas que alojan a uno de cada siete mexicanos. Asimismo, estas urbes tienen más posibilidades de obtener ingresos económicos por el agua, ya sea porque cuentan con sistemas tarifarios estables –como la zona metropolitana de Monterrey, o las ciudades de Tijuana, Querétaro o León–, o bien porque su influencia política les permite acceder a subsidios cuantiosos para financiar obras de infraestructura de grandes dimensiones.

El abastecimiento de agua potable se debe en mayor medida a la extracción de agua subterránea, la cual representa 70 por ciento del abastecimiento urbano y 62 por ciento del industrial. Así, el número de acuíferos sobreexplotados se ha triplicado en los

## CAPÍTULO 1

últimos 30 años, y se estima que la extracción total rebasa en 20 por ciento su rendimiento promedio (Sandoval, 2010 en Torreghosa, 2012).

A partir de la década de 1970, ante un panorama de crecimiento poblacional y, por tanto, mayor cantidad demandada de servicios, el horizonte comenzó a nublarse. De esta manera, ante la creciente necesidad por invertir mayores recursos para cubrir las demandas que se observaban en el subsector de agua potable, se buscó mejorar las eficiencias de los organismos con la finalidad de que éstos asumieran la posición de ser autosuficientes técnica y financieramente. Sin embargo, Rodríguez (2004, p. 264) señala que “a finales de los setenta, ya es evidente la ineficiencia de la operación centralizada de los organismos operadores de agua potable y alcantarillado y se comienza a hablar tímidamente de entregar los sistemas a los estados y municipios interesados en hacerse cargo de ellos”. Es decir, empieza a vislumbrarse el proceso de descentralización.

Según postula la CONAGUA, hasta 1980, el Gobierno Federal constituía las denominadas Juntas Federales de Agua Potable; éstas tenían por objeto prestar el servicio en todos los municipios del país, incluyendo la construcción de redes, líneas de abastecimiento, tanques, pozos, presas, plantas potabilizadoras y demás infraestructura necesaria para otorgar dicho servicio.

Debido a esa constitución, y hasta ese mismo año de 1980, todos los costos correspondientes a la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado eran sufragados por el Gobierno Federal y por las Juntas Federales de Agua Potable que, de manera inicial, intentaban asumir el cobro o la recuperación de algunos de los costos de dichos servicios, mediante tarifas que estaban muy lejos de recuperar el costo real del servicio (Comisión Nacional del Agua, 2012, p. 9).

Ante esa no muy sostenible situación, la CONAGUA señala que “con el acuerdo presidencial del 5 de noviembre de 1980, el Ejecutivo Federal decidió entregar las entonces Juntas Federales de Agua Potable a los estados y municipios, para que a través de dichas instancias gubernamentales, se estableciera el control de los mismos. [...] Durante los siguientes 10 años, el Gobierno Federal seguía apoyando los recién establecidos Organismos Operadores de Agua Potable y Saneamiento, otorgando subsidios y créditos blandos con subsidios implícitos con tasas de interés para la construcción de la infraestructura para la prestación de los servicios, privilegiándose el

## CAPÍTULO 1

incremento de coberturas en lugar de la consolidación institucional de los organismos” (Comisión Nacional del Agua, 2012, p. 9).

Al mismo tiempo, se realizaban planes maestros para identificar y programar en el corto, mediano y largo plazo, la infraestructura que se requería para atender su demanda rezagada. Dichos planes sólo se enfocaban a la parte de la infraestructura y no a una visión integral para administrar el servicio de agua potable, como pieza estratégica para el desarrollo nacional.

Esta visión de la década de los 80, aunque necesaria, era parcial de acuerdo a la visión con que se atiende en la actualidad el desarrollo institucional de los prestadores de los servicios y de su infraestructura (Comisión Nacional del Agua, 2012, p. 9).

Para 1990, se crea el Programa Nacional de Agua Potable y Alcantarillado en Zonas Urbanas (APAZU). Con éste “se oficializa que el Gobierno Federal solamente otorgará apoyos a los organismos operadores, para la construcción de nuevos proyectos y el fortalecimiento institucional” (Comisión Nacional del Agua, 2012, p. 9). El elemento innovador de este programa es que se adopta el esquema de mezcla de capitales, que combina recursos a fondo perdido con recuperables y la participación de los OOA.

Con las reformas al artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en 1999, se establece de manera precisa que todas las contribuciones municipales, deben estar incluidas en la Ley de Ingresos de la Federación; sin embargo, el criterio de los legisladores locales en algunos estados del país fue que también se incluyera en dicha disposición, el que las tarifas de los organismos públicos descentralizados tuvieran que ser aprobados a través de estos mismos (Comisión Nacional del Agua, 2012, p. 10).

De esta manera, la gestión del agua para usos urbanos ha sufrido una transformación en la cual los OOA pasan de ser actores pasivos del desarrollo local a ser promotores de una nueva política que los coloca como actores con un importante poder en la definición de políticas hídricas locales. De acuerdo con Armendáriz, “en el paso de una política hídrica que coloca un nuevo énfasis en la demanda, los OOA desempeñan un papel primordial puesto que podrían asegurar, mediante una gestión de precios y de

## CAPÍTULO 1

calidad del servicio, que se modifiquen los comportamientos de las poblaciones urbanas, tornándose éstas en actores del uso eficiente del recurso” (Armendáriz, 2010, p. 36).

Para la CONAGUA (2012, p. 10), una vez establecido y delimitado el marco jurídico que señala a los estados y municipios como los responsables de la prestación de este servicio, los principios en que se basa la estrategia para la gestión del agua en México giran alrededor de las siguientes consideraciones:

1. Que todos los organismos operadores cuenten con indicadores de desempeño que permitan valorar el desarrollo de cada uno de los aspectos sobresalientes de su gestión;
2. Que asuman el compromiso de incrementar la eficiencia global, a través de programas de mejora integral de los servicios y su entorno;
3. La promoción de la participación privada para que coadyuve y asuma riesgos compartidos con el organismos operador;
4. La rendición de cuentas de las obras y acciones ejecutadas, realizando la supervisión suficiente para acreditar la correcta inversión de los apoyos.

### **1.4. La administración del agua para abastecimiento público**

#### ***1.4.1. Evolución de la política hídrica***

Las bases para la gestión del agua en México están plasmadas en el Plan Nacional de Desarrollo, mismo que funge como el documento rector de la política pública nacional, a través de los objetivos y estrategias postulados para cada uno de los ejes de las políticas definidas por el gobierno en turno y que se traducen en la creación de los programas sectoriales. Este es el caso del Programa Nacional Hídrico, en el cual se delinean las metas, objetivos y las estrategias en el sector.

## CAPÍTULO 1

A lo largo del siglo XX, la política hídrica mexicana ha visto una clara evolución: desde la orientación al incremento de la oferta que predominó durante más de medio siglo, teniendo como punto intermedio un giro hacia el control de la demanda que prevaleció en los años ochenta y, sobre todo, en los noventa; para, finalmente, dar un vuelco hacia el enfoque de sustentabilidad que comienza a fortalecerse con el inicio del presente siglo (Comisión Nacional del Agua, 2011, p. 10).

La política hídrica tuvo en los ochenta un cambio fundamental con la pérdida de importancia de la expansión de la infraestructura hacia fines agrícolas y la orientación hacia los usos urbanos. La CONAGUA nace a fines de la década de los ochenta, misma que se convierte en la única autoridad federal del agua a partir de la publicación de la Ley de Aguas Nacionales, en 1992 (Armendáriz, 2010, p. 30).

Entre sus funciones destacan las de otorgar permisos de extracción de aguas y descarga de aguas residuales, formular el programa nacional hidráulico, recaudar y fiscalizar las contribuciones relativas al agua, expedir las normas competentes en la materia, y vigilar el cumplimiento y aplicación de las mismas.

La creación de la CONAGUA trajo consigo la instrumentación de una verdadera política sectorial que trataría de dar respuesta a algunos de los problemas que presentaban los OOA; a saber: la falta de capacidad técnica; la politización de su dirección; y, la insuficiencia de los recursos financieros que se podían recolectar por medio de las tarifas (Olivares, 2008, pp. 51-52).

A partir de la creación de ésta, y por mucho tiempo, la política predominante para el subsector de agua potable fue la de incrementar la cobertura de los servicios (Lutz & Salazar, 2011, p. 568). Así, por ejemplo, en 1970 sólo el 61 por ciento de la población contaba con servicios de agua potable; una década más tarde, ésta pasó a ser del 72 por ciento y el alcantarillado del 49 por ciento. Para 2010, la cobertura del servicio de agua potable ascendió a 91.3 por ciento, mientras que el 89.9 por ciento de la población contaba con alcantarillado (Comisión Nacional del Agua, 2011, p. 6). Sin embargo, estas cifras relacionadas a la cobertura no dan cuenta de las diferencias que existen entre las zonas urbanas y rurales del país.

De esta manera, uno de los temas que se ha descuidado al centrar todos los esfuerzos por incrementar las coberturas ha sido el de mejorar la eficiencia en la

## CAPÍTULO 1

prestación de los servicios de agua a través de la operación de los OOA. Es decir, la prioridad de los diferentes niveles de gobiernos estuvo en la construcción de infraestructura para dotar de agua a la población y cubrir las necesidades de éstos con la finalidad de tener un mínimo de bienestar deseable. No obstante, “aunado al crecimiento de la infraestructura de distribución de agua se ha detectado que no basta con crecer, es necesario que la nueva infraestructura facilite el control operacional y su evaluación” (Martínez, García, & Bourguett, 2008, p. 329).

A pesar de la crítica, no es sino hasta los noventa cuando comienza a tomar importancia la necesidad de contar con mecanismos de verificación del desempeño de los sistemas de distribución. Esto, como parte del cambio de visión en la política hídrica, donde el control del consumo a través de la demanda trajo consigo cambios en la dinámica del subsector. Para Park (2006) “la evaluación de la eficiencia en la administración del agua potable es una parte importante de una gestión enfocada en el manejo de la demanda, pues a pesar de que no está aún ampliamente extendida en el país, se requerirá optimizarla cada vez más conforme se haga más problemático el manejo de la oferta o abasto, y el agua sea más escasa” (en Lutz & Salazar, 2011, p. 568).

La gestión hídrica en nuestro país no ha estado exenta de la creciente y generalizada preocupación de la escasez, de allí la necesidad de mejorar la eficiencia de la administración del recurso. Asimismo, siguen la tónica de las interpretaciones que se tienen sobre la orientación que la política debe tener respecto a su gestión. Es decir, concuerdan en señalar que los instrumentos deben estar enfocados en la demanda y no, como antes, en la oferta.

De esta manera, y ya entrados en el siglo XXI, la política hídrica está tratando de adoptar la sustentabilidad como su enfoque central. De acuerdo con la CONAGUA (2011, p. 10), los primeros pasos que se han dado para alcanzar esta nueva orientación son el crecimiento de las inversiones en plantas de tratamiento de aguas residuales, en la sustitución de fuentes de suministro de riego agrícola, en la definición de políticas óptimas de operación de presas y el redimensionamiento de los distritos de riego, así como en el desarrollo de normas sobre el caudal ecológico y los estudios sobre el impacto del cambio climático y la mitigación de sus efectos.



## CAPÍTULO 1

### *1.4.2. Reforma a la Ley de Aguas Nacionales*

Al igual que en algunos países de América Latina, en México desde hace más de dos decenios se han venido realizando reformas y adecuaciones institucionales con la finalidad de normar, regular y gestionar la disponibilidad y uso del agua.

Una de las modificaciones más recientes en esta ley se llevó a cabo a finales del año 2003, cuando se aprobó la nueva Ley de Aguas Nacionales (LAN), en sustitución de la Ley de Aguas Nacionales de 1993. Esta transformación de la ley entró en vigor a partir de 2004. Dentro de esta reforma se enfatizó la necesidad de descentralizar la gestión, pero sin perder la rectoría del Estado. Es decir, la reforma hace énfasis en la necesidad de pasar de la oferta a la gestión de la demanda. Establecer un equilibrio entre oferta y demanda es importante, puesto que de no lograrlo se estaría ante un problema de eficiencia ambiental, misma que tiene que ver con la sustentabilidad y durabilidad del agua en el largo plazo.

Asimismo, la ley señala que los OOA provean el servicio. Sin embargo, las tarifas que se cobran están fuertemente subsidiadas (Saldívar, 2007, p. 47).

La LAN, además, trata de incorporar en su fondo la experiencia del “derecho francés”, según la cual el Estado mantiene la rectoría y fija las normas generales de gestión.

Por otro lado, se debe reconocer que de cualquier modo las leyes, por más avanzadas que sean, lo que realmente protegen son los derechos de propiedad de los seres humanos y no el derecho a la existencia de los animales y especies de la flora y fauna. Ello nos señala la importancia de tomar decisiones multicriterio en la discusión y solución de problemas socio ambientales, así como en las inversiones y acciones orientadas a tal fin.

### 2. LOS ORGANISMOS OPERADORES DE AGUA EN MÉXICO

Para enmarcar conceptualmente el aprovechamiento del agua para el uso público-urbano en México y comprender sus condiciones actuales, es necesario entender algunas de las definiciones y características de los OOA en el país, hacer un análisis de los problemas que enfrenta, los mecanismos que se instrumentaron para influir en la aplicación de políticas dirigidas hacia el incremento de sus niveles de eficiencia, y destacar lo que se entiende por eficiencia en estos organismos.

Asimismo, resulta fundamental definir el marco de referencia que dará paso al análisis posterior de los factores externos y su influencia en el comportamiento de los OOA.

Éstos son los objetivos bajo los cuales se diseñó este capítulo.

#### 2.1. Definición y características

Un OOA es “una unidad económico-administrativa, que realiza la operación técnica de los sistemas de extracción de agua y su distribución, presta el servicio de distribución de agua potable y, en algunos casos también de alcantarillado y tratamiento de agua para su reutilización” (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2011, p. 7).

De esta manera, los OOA se constituyen como las instancias a nivel local encargadas a los municipios, mismas que tendrán por finalidad administrar, operar y brindar mantenimiento a los sistemas de abastecimiento de agua potable, a los sistemas de drenaje y a las obras de saneamiento (Hernández, 2013, p. 14).

Los OOA no son homogéneos, sino que suelen presentar diferentes características en lo que se refiere a su estructura y conformación. De esta manera, acostumbran encontrarse adscritos al gobierno municipal, representados mediante

## CAPÍTULO 2

direcciones y comisiones de agua potable y saneamiento, o en sistemas descentralizados de agua.

Asimismo, pueden operar como juntas locales, comités de usuarios de agua; o bien, se concesionan total o parcialmente a empresas privadas.

Los OOA, entonces, se constituyen como actores en los procesos de administración del recurso. De acuerdo con Villarreal (2006), “en las zonas urbanas de mayor tamaño con grandes necesidades [los OOA] llegan a ser estructuras bastante grandes con gastos de operación e inversión muy elevados; en cambio, en municipios fundamentalmente rurales pueden ser organismos pequeños e incluso existir uno solo para varias localidades o repartirse sus responsabilidades entre varios municipios” (en García & Gómez, 2011, p. 195).

Asimismo, en la problemática general de la gestión del agua, los OOA ocupan un lugar relevante. De acuerdo con Gabriel Quadri, “El tema del agua se estructura con al menos cuatro componentes. El primero es la disponibilidad per cápita, que ineluctablemente se reduce con el aumento de la población. El segundo es la eficiencia física y económica, que conlleva asignar el agua como recurso escaso a aquellos destinos de mayor rentabilidad social. El tercero es la calidad de los servicios públicos relacionados con el agua. El cuarto es el tratamiento y el reúso de las aguas residuales, y la integridad ambiental de los ecosistemas acuáticos” (en Armendáriz, 2010, p. 42).

La prestación del servicio de agua es posible a través de la existencia de un decreto de creación del OOA emitido por las autoridades municipales. En éste se delega la función de administrar los recursos hídricos, así como la construcción de infraestructura técnica necesaria. Además, al OOA se le otorga la asignación para el aprovechamiento del agua y su distribución en un ámbito geográfico determinado: municipio, localidad urbana o localidad rural.

Cuando se habla de empresas privadas, éstas reciben la concesión del servicio por parte de la entidad municipal. Sin embargo, organismos públicos o privados deben someterse y cumplir con la normatividad vigente en la materia (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2011, p. 8).

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), señala que en 2008 se identificaron 2,517 OOA; de éstos, 44 fueron clasificados dentro del sector privado.

## CAPÍTULO 2

Asimismo, del total de OOA punteados, 1,302 trabajaban sólo en localidades urbanas; en tanto, 1,215 prestaban sus servicios tanto en el área urbana como en el área rural<sup>3</sup> (Ibíd., p. 9).

En tanto, García y Gómez (2011, p. 184), con datos de la Encuesta Nacional de Gobierno, Seguridad Pública y Justicia Municipal 2009, del INEGI, revelan “que en el servicio de agua potable, saneamiento y alcantarillado, 21 municipios tienen una concesión a particulares (Saltillo, Uruapan, Benito Juárez, Altamira, Aguascalientes, Isla Mujeres, Atzacan, Fortín, entre otros)”.

La actividad de aprovechamiento suministro y tratamiento de agua se rige de acuerdo con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; en el Artículo 27 se establece que las aguas nacionales son propiedad de la nación (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2011, p. 8).

El artículo 115 constitucional establece las bases, funciones y servicios que deben observar los municipios; entre éstos, se delega la responsabilidad de prestar los servicios de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de las aguas residuales.

Para cumplir con el mandato, los municipios están habilitados para concesionar los servicios a una compañía privada; o, si así lo desea, operar los sistemas de abastecimiento directamente, a través de los ya denominados OOA. De esta manera, estos organismos son los responsables de la extracción, captación, conducción y distribución de agua. Asimismo, tienen la facultad de fijar las tarifas que cobrarán a los usuarios por la prestación del servicio, previa aprobación de sus congresos locales (Tiburcio, 2013, p. 70).

En resumen, las funciones de los OOA van desde la ejecución de trabajos de ingeniería y comerciales; comunicación, cultura del agua y representación; hasta los de gestión de recursos financieros y técnicos.

---

<sup>3</sup> De acuerdo con el INEGI y la metodología estadística empleada para la captación del Censo Económico 2009, las localidades se clasifican en: urbanas, donde se considera viven más de 2,500 habitantes (incluyen las cabeceras municipales); y, rurales las que albergan a una población menor a los 2,500 habitantes.

## CAPÍTULO 2

### 2.2. Los problemas de los organismos operadores de agua y la evaluación de su eficiencia: ¿un fenómeno netamente económico?

Armendáriz (2010, p. 49) apunta que son las razones de tipo económico las que saltan a la vista cuando de carencias y deficiencias en el modo de operar de los OOA se trata. Señala que existen una variedad de textos que puntan hacia esa dirección, por lo que postula que el consenso coincide en señalar “al conjunto de OOA en México como un sector ineficiente e incapacitado para llevar a cabo las funciones que institucionalmente tienen asignadas”.

Las trabas más comunes que enfrenta un municipio en la administración del agua potable y saneamiento se reflejan en fenómenos tales como:

1. La heterogeneidad de los municipios, donde la diversidad poblacional hace que las decisiones deban tomarse de forma diferenciada;
2. Las dificultades de coordinación entre municipios que comparten una misma cuenca;
3. La débil capacidad financiera, en infraestructura y de personal capacitado dentro de los organismos municipales encargados de proveer el servicio;
4. Las dificultades para acceder a información técnica, cuyo manejo está reservado para las instituciones federales; y,
5. La vulnerabilidad política y la rotación en los puestos municipales, mismos que afectan los organigramas de todas las instituciones que giran alrededor de los ayuntamientos, organismos operadores de agua incluidos (Barajas, 2008, pp. 38-39).

Los indicadores de eficiencia hídrica<sup>4</sup> que éstos muestran suelen tomar importancia en la determinación de la “verdadera” proporción de agua que recibe un OOA y que es transformada en valor económico. Armendáriz escribe que esta eficiencia hídrica se convierte en un poderoso argumento de la temática ambiental y económica

---

<sup>4</sup> La eficiencia hídrica se puede medir con cuatro indicadores; a saber: 1) el agua no contabilizada, 2) la eficiencia física, 3) la eficiencia comercial, y 4) la eficiencia global

## CAPÍTULO 2

“porque reúne en un solo indicador la utilización del agua para todos los usos de reproducción social y de producción económica” (Armendáriz, 2010, p. 49).

Entonces, ¿cuál es la justificación para estudiar las eficiencias de los organismos operadores? ¿Cuáles son sus repercusiones económicas, ambientales y sociodemográficas?

La eficiencia física refleja el hecho de que si una cantidad importante del agua se pierde, entonces no se tiene la certeza de cuánto caudal se requiere para satisfacer las necesidades de la población a la que abastece. Esto puede traer consigo incrementos en la producción y, por ende, un deterioro de las fuentes de agua.

La eficiencia comercial es importante en un segundo momento, puesto que el agua perdida no se factura, lo que trae consigo impactos financieros en el OOA porque sus costos de operación son más elevados de lo que deberían ser.

### **2.3. Las fuentes de financiamiento federal para los organismos operadores de agua**

Existen programas dirigidos a fortalecer al subsector de agua potable y saneamiento. Éstos buscan, en su mayoría, invertir para el mantenimiento, mejoramiento y construcción de nueva infraestructura, al tiempo que se busca cambiar la situación financiera del sector.

De acuerdo con la CONAGUA (2008 en Armendáriz, 2010, p. 63), su política de infraestructura se basa en el principio de que el agua debe considerarse como un bien económico, permitiendo que la política hidráulica comprenda un sistema de precios y otros incentivos económicos que regulen su mercado, y añade que para lograr tal objetivo son necesarias dos vertientes de la política de inversiones: lograr el concurso de otros actores de la sociedad en el financiamiento de las obras para introducir incentivos económicos y sanear las finanzas de los OOA.

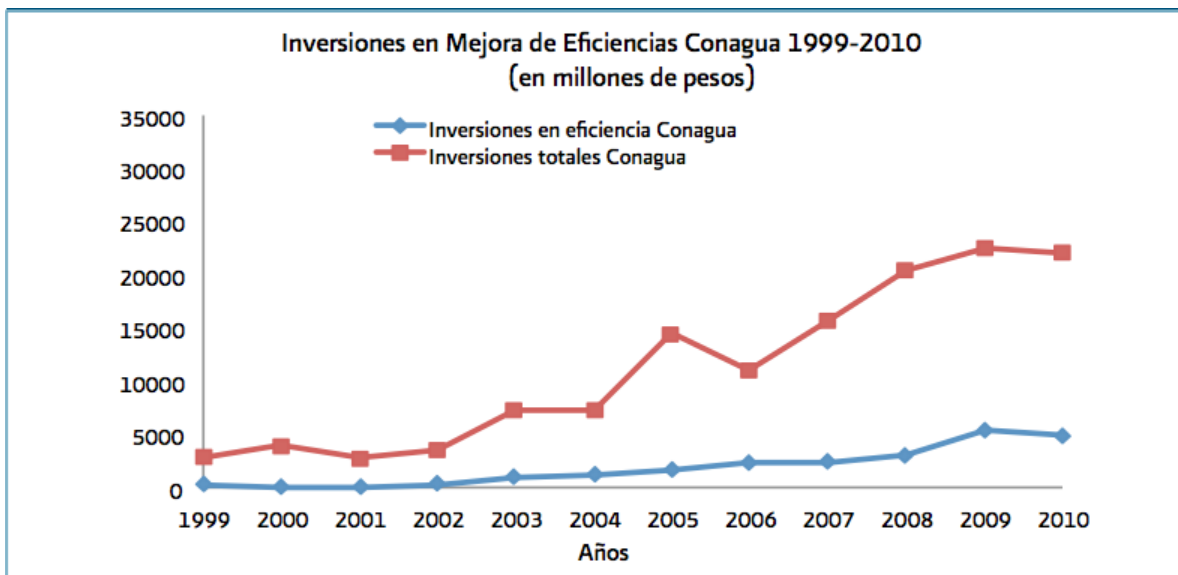
Teniendo lo anterior en mente, el gobierno federal se ha “preocupado” por mejorar las eficiencias de los OOA a través de la instrumentación de diversos programas que promuevan, entre otros, el financiamiento de la eficiencia. De acuerdo con cifras de

## CAPÍTULO 2

la CONAGUA, entre 1999 y 2010, las inversiones en este rubro aumentaron 20 veces (de \$229.3 a \$4,863.3 millones de pesos), tal y como es posible ver en la Figura 6 (Comisión Nacional del Agua, 2012, p. 11).

Un factor que llama la atención al revisar los documentos técnicos de la CONAGUA es cómo algunos de los programas federales se han constituido en la principal fuente de financiamiento de las inversiones requeridas por los prestadores de servicios. Desde hace varios años, el 50 por ciento de las inversiones en el sector son financiadas con recursos de procedencia federal.

**Figura 6. Inversiones en mejora de eficiencias, 1999-2010**



**Fuente:** Tomado de la CONAGUA (2012). *Política Pública de Mejoramiento de Eficiencias en los Sistemas Urbanos de Agua Potable y Saneamiento en México*

Esto tiene sentido en la medida en que, justifica la CONAGUA, “la mejora de eficiencias en la gestión de los organismos operadores cobran gran importancia en la situación actual del sector, ya que las medidas de mejora suelen tener un impacto significativo en el control de la demanda y en la operación de los sistemas, lo que conlleva a ahorros importantes e incluso posibles aplazamientos de inversiones en búsqueda de nuevas fuentes de agua” (Ibíd., p. 12). Lo que queda detrás es saber si en realidad hablan de lograr la tan anhelada sustentabilidad hídrica o si solamente se trata de generar ahorros al sector o, incluso, de mejorar el desempeño de los OOA con el fin de volverlos atractivos a la participación privada.

## CAPÍTULO 2

Así, el gobierno, a través de la CONAGUA, desarrolla diferentes tipos de programas de inversión para el sector hídrico en zonas urbanas. Cabe resaltar que los que se enumeran a continuación tienen por finalidad mejorar los niveles de eficiencia de los OOA del país. Éstos podrían ser considerados como algunos de los instrumentos más importantes que el ejecutivo federal tiene para elaborar sus proyectos de inversión en materia hídrica. En la Tabla 3 se describen sus características más importantes.

**Tabla 3. Características de los Programas de la CONAGUA**

Programa	Fecha de inicio	Característica principal	Monto acumulado	Número de municipios beneficiados
<b>PRODDER: Programa de Devolución de Derechos a Prestadores de Servicios</b>	2002	Destinado a promover el pago de derechos de agua y a generar recursos para la modernización de los OOA.  Se entrega previa solicitud de los OOA que atiendan a poblaciones de 2,500 habitantes y más.	5 mil 670 millones de pesos de 2002 a 2006	100
<b>PROMAGUA: Programa para la modernización de los Organismos Operadores de Agua</b>	2001	Destinado a la modernización de los OOA que atienden poblaciones superiores a los 50 mil habitantes.  Se entrega por proyecto en coordinación con Banobras. Fomenta la inversión privada.	8 mil 63 millones de pesos de 2002 a 2007	24
<b>APAZU: Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas</b>	1990	Destinado a la ampliación y mantenimiento de la infraestructura de Agua Potable y Alcantarillado en poblaciones mayores a los 2,500 habitantes.	591 millones de 2005 a 2006	132

**Fuente:** Armendáriz, S. (2010). *Los Organismos Operadores de Agua y la Nueva Gestión Hídrica*. Universidad Autónoma Metropolitana.

Como se observa, el programa que destina mayores recursos monetarios es el PROMAGUA. En términos absolutos, éste ha empleado más de 8 mil millones de pesos en inversiones para 24 municipios del país, lo que equivale a haber gastado 335.95



## CAPÍTULO 2

millones de pesos en éstos; mientras que, por ejemplo, el PRODDER ha destinado únicamente 56.7 millones de pesos en 100 de los más de dos mil municipios con los que cuenta el país. Sin duda, las cifras reflejan y confirman la nueva política en materia hídrica en el país y la clara orientación de ésta hacia el tratamiento del agua como bien económico y la creciente intervención del sector privado en el rubro.

Tanto el PROMAGUA como el PRODDER poseen una característica peculiar de interdependencia incrustada en su concepción original: los OOA pueden recibir recursos del PROMAGUA para modernizar y/o ampliar infraestructura bajo la condición de que estos fondos sean concurrentes con otros de origen estatal y/o privado. Asimismo, los OOA pueden hacerse llegar de estos fondos a través de los generados por el PRODDER. Es decir, se observa cierta condicionalidad hacia la entrega de recursos, mismos que cubren los objetivos claramente establecidos en los programas de trabajo de la CONAGUA: el pago de derechos de agua, la eficiencia operativa y la asociación con recursos privados.

### *2.3.1. Programa de Devolución de Derechos*

En el año 2002, y ante la problemática que tenían los OOA para poder pagar los derechos por el agua que recibían, el gobierno federal creó un programa mediante el cual se condonara la deuda acumulada de éstos por dicho concepto e instrumentó un fondo de financiamiento llamado Programa de Devolución de Derechos (PRODDER). Bajo dicho Programa, los OOA reciben en devolución los derechos que cobran a sus usuarios pero etiquetados para fines de mantenimiento, modernización y/o expansión de la infraestructura. La condición para acceder al recurso es que los OOA inviertan una cantidad igual. De acuerdo con Armendáriz (2010, p. 66), “el PRODDER se concibe como un incentivo al pago de los derechos por agua”.

## CAPÍTULO 2

### *2.3.2. Programa para la Modernización de los Organismos Operadores de Agua*

El PROMAGUA, creado en 2001, se justifica ante las deficiencias en la cobertura de los servicios, la eficiencia física y comercial, y la insuficiente autonomía financiera que presentan los OOA. De acuerdo con la CONAGUA (2012, p. 2) “Esto se debe a la combinación de una serie de factores que limitan su potencial, como son la ausencia de recursos económicos, la falta de continuidad de sus directivos, la deficiencia en la gestión y planeación a largo plazo, la politización de las decisiones, y en algunos casos, el endeudamiento excesivo, la rigidez en los esquemas de autorización de tarifas y los bajos niveles de recuperación de las tarifas, entre otros”.

El esquema de operación del PROMAGUA muestra al Fondo Nacional de Infraestructura como el brazo financiero, mientras que la CONAGUA tiene la responsabilidad técnica del programa.

El objetivo del programa está encaminado a “apoyar a los prestadores de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento que atiendan a localidades por arriba de los 50 mil habitantes o a localidades atendidas por organismos operadores intermunicipales, en la mejora de eficiencias e incremento de la cobertura y calidad de los servicios, con la participación del capital privado como complemento a los recursos no recuperables que otorga el programa” (Comisión Nacional del Agua, 2012, p. 3).

De esta manera, el Programa constituye una fuente adicional de recursos, mismos que están condicionados a un cambio estructural y que busca consolidar a los OOA, mediante la mejora en sus eficiencias físicas y comerciales, el acceso a tecnologías de punta, la autosuficiencia y el cuidado del medio ambiente.

### *2.3.3. Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas*

El APAZU funciona desde hace poco más de 20 años. Su objetivo es “rehabilitar, complementar e incrementar la infraestructura de los servicios de agua potable,

## CAPÍTULO 2

alcantarillado sanitario y saneamiento, atendiendo y reforzando la infraestructura hidráulica; realizar las obras nuevas que requiere el crecimiento de la demanda; así como adecuar y utilizar plenamente la infraestructura existente” (Comisión Nacional del Agua, 2014, p. 1).

El APAZU define como su población objetivo a los OOA ubicados en poblaciones urbanas mayores de los 2,500 habitantes en el país.

Si bien el papel del Gobierno Federal en el financiamiento de la mejora de las eficiencias parece ser claro y fortalecerse al correr de los años, una de las críticas que puede emanar de estos instrumentos es que, si bien tienen tiempo funcionando, aún no existe una política financiera formal consolidada que establezca los lineamientos y objetivos a cumplir.

Además, los criterios de selección de los OOA y de asignación de recursos de los mismos, no son siempre consistentes y coordinados entre ellos en forma tal que generen los incentivos adecuados y la mejor eficiencia en el uso de los recursos (Comisión Nacional del Agua, 2012, p. 13).

En términos prácticos, todos los sistemas existentes de indicadores de desempeño del sector no cuentan con definiciones totalmente estandarizadas y en muchos casos, éstas no concuerdan con las aceptadas internacionalmente.

Por ello, no es práctica común que los OOA empleen algún sistema de indicadores en su gestión o que estén orientadas al seguimiento del desempeño de sus unidades de negocio, lo cual crea un grave problema en lo que hace referencia a la confiabilidad del dato empleado para el cálculo de cualquier indicador, aun para los reportados a la CONAGUA, por lo que el grado de incertidumbre es importante ante una gran asimetría de la información (Comisión Nacional del Agua, 2012, p. 17).

## CAPÍTULO 2

### 2.4. La eficiencia de los organismos operadores de agua. Revisando conceptos

En países como México, donde se presentan niveles de escasez y conflictos crecientes por agua, las pérdidas que se generan en los servicios de distribución tendrían que ser una preocupación constante para los OOA en el país. Por ello, la búsqueda de eficiencia se convierte en un concepto cada vez más recurrido ya que, a la luz de la evidente limitación en el acceso al recurso, el reto radica en suministrar el líquido a toda la población, bajo la consigna de lograr las menores pérdidas del bien y la reducción en los costos asociados al abastecimiento y suministro del recurso hídrico.

El concepto de eficiencia suele tener muchos significados. Sin embargo, el presente trabajo adoptará la propuesta de la CONAGUA, misma que señala que la eficiencia de un sistema de agua potable se define como la “capacidad de captar, conducir, regularizar, potabilizar y distribuir el agua, desde la fuente natural hasta los consumidores, con un servicio de calidad total” (Comisión Nacional del Agua, 2012).

Como señalan Lutz y Salazar (2011), la eficiencia puede medirse en un organismo operador a través de: su sistema físico de producción y distribución, el ámbito comercial, y el ámbito administrativo institucional. Sin embargo, Ochoa resalta que los indicadores más comunes en los estudios sobre el sector son los de eficiencia física, comercial y global (Ochoa, 2005, p. 1-3 en Lutz y Salazar, 2011, p. 569).

De esta manera, la CONAGUA entiende por eficiencia física al cociente entre el volumen de agua facturado y el volumen de agua producido; mientras que la eficiencia comercial resultado de la división entre el volumen recaudado y el volumen de agua facturado. Finalmente, la eficiencia global es el resultado de multiplicar las eficiencias física y comercial (Comisión Nacional del Agua, 2012, p. 86).

Así, la eficiencia física hace referencia a las acciones encaminadas a optimizar el proceso de abastecimiento de agua, desde la fuente de captación hasta su disposición final. Es decir, aborda la manera en que el agua se conserva dentro del sistema de abastecimiento y se calcula en porcentaje, a saber:

$$Eficiencia\ física = \frac{Volumen\ de\ agua\ facturado}{Volumen\ de\ agua\ producido} * 100$$

Por su parte, la eficiencia comercial enmarca aquellas actividades que permiten definir tarifas adecuadas, facturarlas y cobrarlas a los usuarios del servicio. Así, ésta hace énfasis en el porcentaje que se recupera de la facturación del servicio a los consumidores; es decir:

$$Eficiencia\ comercial = \frac{Volumen\ de\ agua\ recaudado}{Volumen\ de\ agua\ facturado} * 100$$

Por último, la eficiencia global es un indicador que señala la situación por la que atraviesa el OOA; es una medida cuantitativa útil sobre la eficiencia de los procesos de éstos, desde la producción hasta el cobro. Es, a final de cuentas, una medida que revela el desempeño general que representa el porcentaje de agua producida que, a últimas, se paga:

$$Eficiencia\ global = Eficiencia\ física * Eficiencia\ comercial$$

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), señala que es más fácil incrementar la eficiencia comercial que la física. Sin embargo, lograr una eficiencia al 100 por ciento es imposible de lograr para cualquier OOA debido a, por ejemplo, volúmenes no contabilizados de agua que se pierden en el manejo, crisis económicas, malos niveles de medición, etc. (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2007, p. 10).

Así, Lutz y Salazar (2011, p. 571) señalan lo siguiente: “Si bien la eficiencia total no existe, es necesario que los organismos busquen el mejor nivel posible, pues los bajos niveles de eficiencia física y comercial conducen a un círculo vicioso que se caracteriza por la falta de sustentabilidad financiera y ambiental”. Lo anterior se reflejaría en un incremento en la presión hídrica de los acuíferos ante ineficiencias físicas, o una baja recaudación que no permitiría al OOA realizar inversiones suficientes o el

## CAPÍTULO 2

mantenimiento a las redes de abastecimiento; esto, ante bajas en los niveles de eficiencia comercial.

Las conclusiones económicas de la baja eficiencia y la crítica situación de la disponibilidad de agua, muestran que es necesario llevar a cabo inversiones importantes en los OOA para modernizar la infraestructura y, además, desarrollar una mayor y mejor capacidad técnica de gestión. Una política hídrica basada en la oferta ha dado paso a una política en la que predomina la demanda. Por ello, la alusión al problema de eficiencia global de los OOA puede ser el primer paso para describir la problemática general de los mismos (Armendáriz, 2010, p. 54).

### **2.5. Factores relacionados con la eficiencia física y comercial. Construyendo un marco de referencia**

Para el caso de México, estudios relacionados con factores demográficos y ambientales han sido poco explorados. Sin embargo, en los países desarrollados, investigaciones de este tipo comienzan a tomar relevancia. Renzetti y Dupont (Sin Año) señalan la poca exploración que existe en el papel que juegan los factores ambientales en los niveles de eficiencia obtenidos por los proveedores de servicios de agua en Canadá. El análisis que realizan los lleva a comprobar que los factores ambientales explican parte de las variaciones observadas en los niveles de eficiencia de estas empresas.

Conti (2005) y Dupont (2003) destacan con investigaciones donde realizan una exhaustiva revisión sobre los métodos utilizados para evaluar el desempeño de las agencias municipales de agua. Ambos concluyen que existen una variedad de factores que influyen en las eficiencias técnicas de las empresas operadoras de agua. Estos factores incluyen la existencia o no de economías de escala, la densidad de la población y las condiciones topológicas, entre algunas otras.

A su vez, autores como Picazo, Sáez y González (Sin Año), analizan a los OOA de la región de Andalucía en España y ponen a prueba la afirmación de que las variables ambientales inciden en las eficiencias obtenidas por estas empresas. Encuentran ciertos

## CAPÍTULO 2

impactos en los niveles de eficiencia de los organismos proveedores; descubren que allí donde los núcleos de población son grandes, las economías de escala se presentan, por lo que sus indicadores se incrementan. Si bien no son concluyentes cuando insertan variables de índole ambiental, como el tratamiento de agua.

Retomando los trabajos hechos en México, el descubrimiento de los factores que se asocian con los altos niveles de eficiencia se vuelve un punto prioritario en la agenda de investigación sobre los sistemas de agua potable. Ejemplos del por qué se debe explorar esta dinámica, por mencionar alguno, es el que alude Barkin y Klooster (2006) al sugerir que al mejorar los niveles de eficiencia física se podría “incrementar la disponibilidad [de agua] a mucho menor costo que los megaproyectos, al mismo tiempo que contribuiría a la conservación y la rehabilitación del ecosistema”. El descubrir los factores que permean o inciden en el comportamiento de las eficiencias de los OOA podría brindar algunas soluciones en cuanto a mecanismos que aumenten la eficiencia en éstos, tanto en la distribución del agua, como en su facturación y cobro.

Una de las aportaciones que surgen al considerar los diversos factores de tipo ambiental o sociodemográfico en el análisis de los organismos operadores estudiados, es que se podrían identificar y proponer algunas explicaciones reflejadas en los diversos niveles de eficiencia. Es decir, se busca ir más allá de resumir el comportamiento de éstos a través de instrumentos que sólo tienen que ver con la capacidad técnica y administrativa de los organismos y así avanzar en la comprensión de las relaciones entre las características que son susceptibles de modificarse a través de la instrumentación de políticas públicas encaminadas a lograr en la práctica lo que en el discurso se maneja como “sustentabilidad”.

En nuestro país han sido, sin embargo, más comunes los acercamientos descriptivos a través de estudios de factores institucionales o de gestión en localidades o regiones particulares del país. Así, las investigaciones que se han generado al respecto en nuestro país exhiben ciertos patrones que los caracterizan y particularizan: consideran procesos de cambios institucionales y descentralización (Caldera, 2006; Contreras, 2006; Pineda y Salazar, 2008; Pineda y Briseño, 2012; González y Arzaluz, 2012; y, Peña, 2006); los procesos de privatización total o parcial de los servicios (Caldera, 2006); el control estatal o municipal en la administración (Sánchez, 2006); y, la autonomía

## CAPÍTULO 2

financiera a través de tarifas (Vera, 2006). A pesar de la vasta investigación, ésta gira en torno a estudios de caso o comparativos entre sólo dos o tres OOA, y en algún punto en concreto del tiempo.

Hasta el momento, no se han encontrado estudios que analicen los factores que determinan la eficiencia de los OOA en México, e incluso en la literatura sobre el tema se indica que no existen modelos comprensivos que expliquen por qué algunos sistemas son eficientes y otros no.

Sin embargo, el trabajo de Lutz y Salazar (2011) destaca como uno de los pocos estudios que realiza una buena aproximación al comportamiento de las eficiencias de los OOA a través del análisis de factores poblacionales, ambientales y económicos. Los hallazgos encontrados, si bien no son concluyentes, brindan una primera aproximación para la exploración del tema. Variables tales como la población, el PIB per cápita, los porcentajes de cobertura de agua potable y alcantarillado, o las coberturas de tratamiento, entre otras, son variables que proponen para llevar a cabo el análisis.

La exploración sobre variables de índole sociodemográfica ha quedado un tanto relegada de estos estudios. Realizar aproximaciones con indicadores relacionados con este componente no ha sido del todo claro en la bibliografía revisada. En los trabajos arriba mencionados, destaca la población como una variable que tiene impacto en las eficiencias obtenidas de los OOA. No obstante, en la búsqueda de elementos que permitan explorar indicadores que sirvan para caracterizar este factor sociodemográfico, y dentro del contexto de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), se ha resaltado la importancia de la educación como herramienta para el desarrollo sustentable, misma que debe entenderse como un medio fundamental para promover la coparticipación proactiva, informada y consciente de todos los actores involucrados (Perevochtchikova, 2012, p. 64).

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) señala que la educación en el tema del agua puede ser la entrada correcta para el desarrollo de una nueva ética para la gobernabilidad y la GIRH (Ibid., p. 67). Lo anterior, por el reconocimiento de que la educación es el medio más efectivo que puede tener una sociedad para hacerle frente a los desafíos del futuro, puesto que provee



## CAPÍTULO 2

de las habilidades, de los conocimientos y de los valores a la población para que asimile la necesidad e importancia de la protección y conservación del recurso.

Asimismo, se sabe que con la creación de la CONAGUA en 1989, se dio el reconocimiento de la necesidad de incorporar la visión integral del agua a la política pública federal. Desde los inicios, se plasmó como objetivo generar una Nueva Cultura del Agua<sup>5</sup>. Para ello, a principios de los noventa se diseñó el Programa de Agua Limpia, con objetivos específicos para garantizar que el recurso hídrico fuera de calidad adecuada para sus diversos usos. Dicho programa postuló, como uno de sus componentes, la creación de la denominada “Cultura del Agua”, mismo que consideraba pláticas escolares y comunitarias; pintura de bardas; apertura de espacios de cultura del agua; y, campañas en medios de comunicación. A su vez, y en coordinación con los organismos municipales encargados del servicio de abastecimiento de agua, se apoyó la creación y el desarrollo de Espacios de Cultura del Agua (ECA) en todo el país.

Sin embargo, de acuerdo con Korenfeld (2009), “es necesario que los ciudadanos no sólo conozcan la información, sino que asuman el cuidado del agua como algo cercano, propio. Los cuales sólo podrán ser aplicados con el fortalecimiento de la educación, con la especial atención en los niños y jóvenes que son más receptivos.” (en Perevochtchikova, 2012, p. 70).

Por otro lado, en años recientes se han realizado algunos intentos de evaluación comparativa del desempeño de estos sistemas, que en el plano internacional se denomina *benchmarking*, por parte del Consejo Consultivo del Agua (CCA 2010; 2011) y también por el IMTA, a través del Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores (PIGOO).

De esta manera, asociaciones como el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO, 2014), el CCA (2010; 2011), el IMTA, BAL-ONDEO (2007; 2008), entre otras; han resaltado en algunos de los documentos que han sido generados respecto al tema,

---

<sup>5</sup> Se entiende por Cultura del Agua al conjunto de modos y medios utilizados para la satisfacción de necesidades fundamentales relacionadas con el agua. La Cultura del Agua tiene por objeto promover la adquisición de conocimientos sobre el medio ambiente, la transformación de actitudes, el desarrollo de hábitos y valores que faciliten la construcción hacia la sustentabilidad y el mejoramiento de la calidad de los habitantes de la nación, hacia una cultura ambiental que signifique una nueva forma de pensar, vivir y sentir (Gobierno del Estado de México, 2009, p. 436).

## CAPÍTULO 2

que existen serios obstáculos en el análisis empírico de los OOA, ante la nula existencia de metodologías serias, pero sobre todo –y los más importante– porque actualmente no existen indicadores de gestión y resultados de los OOA que sean confiables y metodológicamente consistentes entre sí y a través del tiempo. Inconveniente que, aunque relevante, no puede obstaculizar el quehacer de la investigación sobre este fenómeno; si bien los hallazgos a los que se lleguen a través de dichos datos deben tomarse con cierta reserva.

Problemas como datos auto reportados por los propios OOA a la CONAGUA, mismos que son publicados tal cual son recibidos; generación de éstos sin metodologías transparentes y homologadas de por medio; o, niveles altísimos en valores faltantes; impiden realizar análisis consistentes sobre los mismos (IMCO, 2014, pp. 39-40).

Para la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento (ANEAS), por ejemplo, el incipiente número de investigaciones concebidas al respecto debe seguir su curso y expandirse, pero también se debe ser cauteloso puesto que cuando se considera realizar comparativos entre el desempeño de los OOA “[se] debe contar con criterios claros que consideren el contexto en el que se prestan los servicios, lo que obliga a la creación de categorías de comparación tomando en cuenta su ámbito institucional, las posibilidades de instrumentar prácticas de economía de escala y de aglomeración, así como la dinámica social, demográfica y ambiental” (Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México, 2010, pp. 13-14).

La dificultad de estos estudios radica principalmente en la naturaleza de los datos, lo que puede llevar a encontrar resultados poco consistentes o incluso contradictorios. Sin embargo, el trabajo se debe de hacer en la medida que se esté interesado en comprender el comportamiento de estos organismos.

Para autores como Pineda y Salazar (2008), la simple razón de la promoción que se ha venido gestando en los últimos 20 años sobre OOA autónomos y autosuficientes es suficiente para revisar cómo han evolucionado. Ellos proponen este análisis a partir del estudio de las eficiencias de los OOA.

Si bien reconocen que enfocarse en este tipo de variables implica un buen ejercicio de análisis, son reservados cuando advierten de, por ejemplo, las limitaciones que presentan los datos que se reportan a la CONAGUA al respecto. Así, es fácil

## CAPÍTULO 2

advertir que no todas las ciudades son reportadas ni manifiestan una regularidad en la presentación de estos datos a lo largo del tiempo. Asimismo, no todos los indicadores de cada ciudad son generados. Además, la deficiencia de los indicadores entregados por las ciudades en los últimos años ha sido más la regla que la excepción, por lo que el análisis de los OOA a través del tiempo genera cierta dificultad. Por ello, es de suma importancia tomar los resultados generados de los estudios con cautela.

No obstante todas las limitaciones, la información que genera la CONAGUA y, en los últimos años, el PIGOO del IMTA, se convierten en las únicas fuentes que publican datos relacionados al subsector de manera sistemática y regularmente.

Aún y con todas las limitaciones arriba señaladas, los análisis que se generan con estos datos ayudan a apreciar, aunque sea parcialmente, los avances y deficiencias de los OOA. Por ello, la pertinencia de su uso.

### 3. LA EFICIENCIA DE LOS OOA: APLICACIÓN Y RESULTADOS

#### 3.1. Metodología e información utilizada

De acuerdo con la CONAGUA (2012), en 2010 se tenían registradas 192,245 localidades en todo el territorio nacional; de éstas, 216 cuentan con una población de 50,000 o más habitantes. La presente investigación se centra de manera particular en este tamaño poblacional. La razón de dicha decisión obedece, casi exclusivamente, a las posibilidades de encontrar mayor información sobre este tamaño poblacional en las estadísticas correspondientes al funcionamiento de los OOA en estos lugares.

No obstante, y a pesar del amplio número de ciudades que albergan este volumen importante de población, resulta pertinente destacar que, de las 216 localidades señaladas por la CONAGUA, sólo se analizarán aquellas para las cuales se cuente con información disponible sobre la eficiencia de los OOA para el periodo de estudio 2003-2012 dentro de las estadísticas anuales publicadas por dicha institución en su *Informe del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento*, así como de los indicadores generados por el IMTA a través del PIGOO. La captura de los datos está jerarquizada. Donde no se tuvieron datos de la CONAGUA, considerada en esta investigación como la fuente principal proveedora de información, se recurrió a los datos reportados por los OOA al IMTA.

Asimismo, es importante recalcar que a pesar de la periodicidad anual con la que se presenta la información, ésta no es constante en cuanto a las ciudades que reportan sus estadísticas; es decir, dichas ciudades no suelen ser persistentes a lo largo del periodo de estudio. Es otras palabras, las localidades pueden reportar, por ejemplo, el porcentaje de su eficiencia física pero no el de su eficiencia comercial, o viceversa, para un periodo dado; o bien, no declarar sus indicadores de desempeño.

Por ello, se optó por acotar un poco más el universo de estudio para que el análisis a lo largo del tiempo tuviera consistencia y observara el comportamiento de un

### CAPÍTULO 3

mismo número de ciudades<sup>6</sup> para evitar errores mayores en la generación de los resultados. Así, en la revisión de algunos reportes generados por asociaciones dedicadas al estudio y monitoreo de los organismos operadores en el país, se decidió construir la base de datos a partir del listado de 60 ciudades propuesto por la consultora BAL-ONDEO<sup>7</sup> para medir el desempeño de los OOA en el año 2008 (ver Anexo 1). Cabe aclarar que este organismo, además de basarse en las estadísticas reportadas por las autoridades oficiales encargadas de la generación de estadísticas hídricas en el país; en algunos casos consideró la pertinencia de recurrir directamente a los OOA para que éstos, voluntariamente, decidieran darles a conocer sus estadísticas. Lo anterior constituye una importante restricción para el trabajo aquí realizado y que se mencionará más adelante.

Así, a partir de dicha lista, comenzó la recolección de los datos. Esto se llevó a cabo en dos etapas. La primera de éstas consistió en recabar los datos referidos a las eficiencias reportadas por los OOA y algunas variables consideradas como ambientales; estas últimas corresponden a los factores con los que se pretendió averiguar si existen relaciones que expliquen los niveles de eficiencia de las localidades enlistadas.

La segunda etapa dio inicio una vez terminada la recolección de los datos anteriores y que provenían de las fuentes oficiales arriba mencionadas. En esta parte, la tarea se concentró en la conformación de las variables ambientales, sociodemográficas, económicas y asociadas a la dotación de servicios de agua y drenaje, mismas que sirvieron para indagar sobre el impacto de éstas en las eficiencias. Para lograr dicho objetivo, se recurrió a fuentes secundarias de información; a saber: el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la CONAGUA y el IMTA. El Anexo 2 contiene el listado de las variables consideradas para la construcción de la base de datos.

---

<sup>6</sup> El uso del término “ciudad” o “localidad” en esta investigación es indistinto y hace referencia a los organismos operadores de agua que se ubican en éste.

<sup>7</sup> Para mayor detalle sobre el seguimiento de los reportes anuales de desempeño generados por esta consultora, dirigirse a la siguiente liga: <http://www.bal-ondeo.com.mx>

## CAPÍTULO 3

En un tercer momento, para los casos donde había ausencia de datos, y con la consigna de no perder observaciones de las localidades durante el periodo considerado, se optó por realizar imputaciones simples a través de modelos de regresión<sup>8</sup>. De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), “la imputación debe considerarse parte del proceso de investigación con el propósito de arribar a conclusiones sustentadas en evidencia empírica sólida” (CEPAL, 2007, p. 15).

Finalmente, para el procesamiento de la información recopilada y la generación de resultados, se utilizaron hojas de cálculo del programa Excel de Office, así como el paquete estadístico Stata 11.2.

### 3.2. Problemática asociada a los datos. Alcances y limitaciones

En el proceso de la recopilación e integración de la información seleccionada para llevar a cabo el análisis de las eficiencias de los OOA y el estudio de los factores relacionados en términos ambientales, sociodemográficos, económicos, y asociados a la dotación de servicios de agua y drenaje, se encontraron una serie de dificultades debido, en gran medida, a la problemática encontrada alrededor de la información que integró la base de datos definitiva.

De esta manera, cuando se tuvo el listado de ciudades para los que se buscó la información, al momento de proceder a la recopilación de la información referente a los datos relacionados con la eficiencia y los factores ambientales, y ante la nula opción de acudir a fuentes primarias de información –los OOA mismos–, la lista definitiva de ciudades consideradas en el estudio se redujo en número, debido a que no se encontró información de, por lo menos, dos momentos en el tiempo.

Ante este recorte, y los pocos datos que se obtuvieron de algunas de las ciudades consideradas, se buscó una opción para mantenerlas a todas a lo largo de un periodo de

---

<sup>8</sup> A grandes rasgos, y siguiendo a la propuesta de la CEPAL, el procedimiento de imputación a través de los modelos de regresión “consiste en eliminar las observaciones con datos incompletos, y ajustar una ecuación de regresión para predecir los valores de  $\hat{Y}$  que serán utilizados para sustituir los valores que faltan, de modo que el valor de  $\hat{Y}$  se construye como una media condicionada de las covariables  $x$ 's.” (CEPAL, 2007).

### CAPÍTULO 3

diez años. La solución se encontró en las interpolaciones que se realizaron para el cálculo de eficiencias donde éstas se encontraban ausentes.

Asimismo, a pesar de contar con una base de datos definida y completa para el periodo propuesto de estudio, resulta conveniente puntualizar que los datos que se integraron en esta base de datos y que, como ya se dijo, son directamente reportados por los organismos responsables del servicio de agua potable y saneamiento, desde su origen carecen de una metodología seria y rigurosa en su generación, por lo que la confiabilidad de éstos suele ser puesta en duda, así como la consistencia que las cifras puedan presentar a lo largo del tiempo. Ésta es una de las razones por las que son escasos los estudios a través de los años.

Aún y con todas estas excepciones, se logró conformar una base de datos donde se pudiera abarcar a algunas de las ciudades con poblaciones superiores a los 50 mil habitantes. Hubiera sido deseable comparar localidades más pequeñas, sin embargo, las estadísticas hídricas son todavía muy limitadas en cuanto a la información que se logra obtener sobre estos organismos en las pequeñas comunidades.

Por tanto, este estudio se basará en entidades netamente urbanas, un mérito no menor, ya que se conformó un pequeño grupo que parece ser homogéneo y que tendría capacidades técnicas y administrativas similares. Si bien no es posible homologar los resultados para entidades que discrepen de este tipo de organismos, sí lo será para aquellos que con condiciones similares de estructura no reporten sus estadísticas de desempeño a las autoridades federales encargadas de la materia. Aunque también los revela en una posición de desventaja al quedar expuestos al análisis por el simple hecho de tener un sistema que les permita monitorear su comportamiento.

Así, la contribución que se plantea tener con esta investigación es dotar de una base de datos sólida y concentrada por un periodo de tiempo prolongado. Se espera que con la exploración realizada, se identifiquen patrones de comportamiento similares que permitan su clasificación y puedan ser comparables con variables económicas, sociodemográficas, ambientales, y asociadas con la dotación de servicios de agua y drenaje, y que podrían ayudar a explicar las conductas de los OOA.

Del mismo modo, se piensa que el análisis sostenido a través del tiempo de un conjunto de OOA delimitado, ayude a comprender la evolución de éstos y apreciar, de

## CAPÍTULO 3

forma somera –porque no es la finalidad de este estudio–, la pertinencia e impacto de las inversiones que se han realizado al subsector desde las instancias públicas federales.

Finalmente, se espera forme parte del inicio de una serie de estudios al subsector a través de la utilización de información cuantitativa que permita delinear y entender la problemática integral del agua y las deficiencias de los OOA más allá de cuestiones técnicas u operativas, donde factores climatológicos y poblacionales puedan ser incorporados en el estudio y asignación de los recursos que éstos obtienen y que les permitan mejorar y/o fortalecer sus capacidades en la provisión del vital líquido.

### 3.3. Análisis de la información

El análisis de la información se dividió en dos etapas. En la primera, se buscó estudiar las eficiencias físicas, comerciales y globales de los OOA en el país durante 2003-2012, con la finalidad de brindar un panorama general de la situación de éstos en el tiempo. Para lograr dicho objetivo, se procedió a obtener la estadística descriptiva de los indicadores anteriormente mencionados, misma que permitiera encontrar algún patrón similar de comportamiento entre éstos y que llevara a encontrar algún tipo de agrupación homogénea donde se contrastaran los factores económicos, sociodemográficos, ambientales y asociados a la dotación de servicios de agua y drenaje, en todas y cada una de las ciudades consideradas y que albergan a las empresas proveedoras del servicio.

Así, una vez estudiado este comportamiento, la segunda parte concentra el estudio central de esta investigación. Aquí, se proponen una serie de factores que ayuden a explicar el desempeño en las eficiencias de los OOA, a través de un conjunto de variables que trascienden a las variables internas de los organismos y que permitan descubrir si existen impactos exógenos que influyen y ayuden a explicar el comportamiento diferenciado de los OOA en México.



## CAPÍTULO 3

Por ello, en el siguiente apartado se realizó un análisis de correlación y de correlación parcial<sup>9</sup> entre estos factores y las eficiencias de los OOA. De esta manera se estudia, en un primer momento, el impacto de las variables económicas, sociodemográficas, ambientales y relacionadas con la dotación de servicios de agua y drenaje en el conjunto de las ciudades analizadas en la presente investigación. Posteriormente, el estudio giró en torno a un conjunto estratificado de los OOA, cuya agrupación obedeció a sus niveles de eficiencia física y comercial por separado, y se realizó el mismo análisis de factores al interior de cada uno de estos grupos<sup>10</sup>.

Finalmente, y con el propósito de consolidar los resultados obtenidos en los OOA de las ciudades con las mayores eficiencias físicas y comerciales respecto a los OOA con eficiencias medias o bajas, se realizaron pruebas de hipótesis no paramétricas<sup>11</sup>.

### 3.4. Análisis descriptivo de las eficiencias observadas en los OOA

Una vez hechas las consideraciones pertinentes hasta esta parte de la investigación, las localidades finalmente analizadas se detallan en la **Tabla 4**. Es decir, para el periodo 2003-2012, se cuenta con un total de 41 ciudades distribuidas en 27 de las 31 entidades del país, además del Distrito Federal. Éstas representan a poco más del 52 por ciento de la población que se aloja en ciudades de 50 mil o más habitantes y abarca casi una

---

<sup>9</sup> En términos generales, el coeficiente de correlación  $r$  es la expresión matemática de la relación entre dos variables aleatorias. Éste se utiliza para: 1) comprobar que existe una relación lineal entre dos variables; y, 2) resumir, en un solo número, una relación lineal entre dos variables.

Por su parte, el coeficiente de correlación parcial es la relación entre dos variables cuando se ha eliminado de cada una de ellas el efecto que sobre ellas tiene una tercera variable. Es decir, tras controlar estadísticamente la influencia de una tercera variable.

<sup>10</sup> En un primer momento de esta investigación, se realizó el análisis segmentando a los OOA a través de las eficiencias medias físicas y comerciales para el subconjunto de las ciudades en cada uno de los cuatro cuadrantes de un gráfico de dispersión. Con la finalidad de no desestimar este ejercicio, el **Anexo 3** muestra los resultados del comportamiento de los OOA bajo esta clasificación. Cabe aclarar que, previo a la revisión del documento, se plantearon algunas otras variables como, por ejemplo, la población de 15 a 24 años. Sin embargo, en el transcurso de la redacción de la versión final, se consideraron otros indicadores que permitieran encontrar nuevas relaciones y que se pensaron podrían ser más significativas.

<sup>11</sup> Las pruebas no paramétricas parten de la suposición de que la variable original en la población no posee una distribución normal (Escobar, Fernández, & Bernardi, 2009, p.196).

tercera parte de la población total del territorio nacional. Asimismo, contabiliza a 22 ciudades capitales.

**Tabla 4. Número de ciudades seleccionadas y población**

No.	Estado	Ciudad	Población
1	Aguascalientes	Aguascalientes	722 250
2	Baja California	Ensenada	279 765
3	Baja California	Mexicali	689 775
4	Baja California	Tijuana	1300 983
5	Baja California Sur	La Paz	215 178
6	Baja California Sur	San José del Cabo	69 788
7	Campeche	Campeche	220 389
8	Coahuila	Torreón	608 836
9	Colima	Colima	137 383
10	Chiapas	Tuxtla Gutiérrez	537 102
11	Chihuahua	Chihuahua	809 232
12	Chihuahua	Juárez	1321 004
13	Distrito Federal	Distrito Federal	8851 080
14	Durango	Gómez Palacio	257 352
15	Guanajuato	Celaya	340 387
16	Guanajuato	Guanajuato	72 237
17	Guanajuato	León de los Aldama	1238 962
18	Guerrero	Acapulco de Juárez	673 479
19	Hidalgo	Pachuca de Soto	256 584
20	Jalisco	Puerto Vallarta	203 342
21	México	Ciudad Nezahualcóyotl	1104 585
22	México	Tlalnepantla	653 410
23	México	Toluca de Lerdo	489 333
24	Michoacán	Morelia	597 511
25	Morelos	Cuernavaca	338 650
26	Nayarit	Tepic	332 863
27	Nuevo León	Monterrey	1135 512
28	Puebla	Heroica Puebla de Zaragoza	1434 062
29	Querétaro	Santiago de Querétaro	626 495
30	Quintana Roo	Playa del Carmen	149 923
31	San Luis Potosí	San Luis Potosí	722 772
32	Sinaloa	Culiacán Rosales	675 773
33	Sinaloa	Mazatlán	381 583
34	Sonora	Hermosillo	715 061
35	Tamaulipas	Nuevo Laredo	373 725
36	Tamaulipas	Reynosa	589 466
37	Tamaulipas	Tampico	297 284

No.	Estado	Ciudad	Población
38	Tamaulipas	Ciudad Victoria	305 155
39	Veracruz	Xalapa-Enríquez	424 755
40	Veracruz	Veracruz	428 323
41	Zacatecas	Zacatecas	129 011
<b>Total Ciudades consideradas</b>			30 710 360
<b>Total Ciudades de 50 mil habitantes o más</b>			58 578 640
<b>Total Nacional</b>			110 991 953

**Fuente:** *Elaboración propia con base en datos del INEGI. XII Censo de Población y Vivienda, 2010*

Puntualizados los OOA de las ciudades que se propuso analizar, un primer acercamiento a la información obtenida y depurada de los registros extraídos de la CONAGUA o el PIGOO, puede ser visto a través de un recuento del comportamiento de cada una de las eficiencias presentadas por los OOA a lo largo del periodo de estudio. La **Tabla 5** muestra un resumen de los porcentajes promedio de la eficiencia física, la eficiencia comercial, y la eficiencia global, calculados para los años 2003 a 2012.

**Tabla 5. Eficiencia física, eficiencia comercial y eficiencia global. Promedio anual**

per	ef	ec	eg
2003	55.81	74.09	40.85
2004	57.48	75.68	43.45
2005	57.95	75.85	43.89
2006	60.27	75.79	45.75
2007	60.75	74.68	45.55
2008	63.2	76.86	48.76
2009	60.32	73.39	44.06
2010	61.83	75.76	46.55
2011	61.89	74.92	45.66
2012	62.42	73.13	45.12

**Fuente:** *Elaboración propia con base en datos de la CONAGUA. Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Varios años; IMTA. Programa de Indicadores de Gestión de los Organismos Operadores. Varios años*

### CAPÍTULO 3

Dicha inspección permite visualizar que el porcentaje de las eficiencias físicas (ef) de las localidades captadas durante el periodo de referencia es un tanto menor a los porcentajes declarados para la eficiencia comercial (ec).

Un punto que resalta en el análisis a través de un periodo de 10 años, es cómo la eficiencia física y comercial presentan variaciones nimias. Incluso, para 2012 se observa una caída en el porcentaje de la eficiencia comercial. Es fácil ver que las eficiencias oscilan dentro del rango 55-63 por ciento, para la física; mientras que para la comercial, dentro de los 73 y hasta los 76 puntos porcentuales.

Estas variaciones repercuten de forma por demás explícita en los resultados de la eficiencia global (eg) que, como ya se expuso en un apartado anterior, es la combinación de las eficiencias físicas y comerciales. Es decir, el efecto del producto de éstas últimas dos eficiencias resulta ser deficiente y distar mucho de los pronósticos que el IMTA postulaba para 2012: que la eficiencia global ascendiera a 64 por ciento (Martínez, García, & Bourguett, 2008, p. 332).

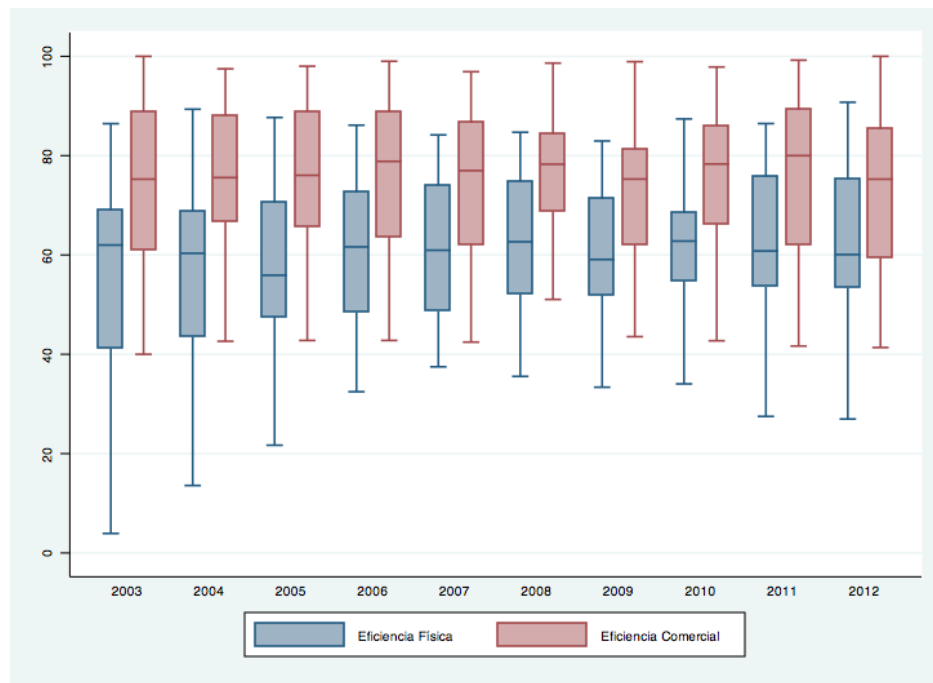
Los promedios anteriores muestran un comportamiento un tanto predecible. El IMTA (2007, pp. 10-11), por ejemplo, señala que “aunque no es una regla general, suele ser mucho más rentable y sencillo atacar y mejorar las ineficiencias y pérdidas comerciales que las pérdidas físicas”. Esto, porque resulta más evidente la baja recaudación por padrones de usuarios no actualizados, tarifas bajas, boletas de pago del servicio no liberadas a tiempo; que aquellas que están relacionadas con la conexión de tuberías y el consecuente desperdicio del recurso hídrico. Además, esto último resulta más costoso en términos monetarios.

Asimismo, es de notar que las cifras arrojadas para el periodo de 2003 a 2012, son similares a los hallazgos encontrados en los estudios de Pineda y Salazar (2008) para el periodo comprendido de 1992 a 2006. En dichos años, la eficiencia física estuvo entre el 52 y 60 por ciento. Si bien los porcentajes presentados son importantes, éste sigue por debajo de los niveles del 85 por ciento que presentan los organismos en países desarrollados. (Kingdom et. al, 2006 en Pineda y Salazar, 2008, p. 71). Para estos autores, un nivel de eficiencia del 80 por ciento resulta ser “una buena meta”.

Es decir, durante veinte años, el porcentaje logrado por los OOA no ha tenido cambios notorios en estos indicadores. Ello queda de manifiesto al analizar los

diagramas de caja de las eficiencias de los OOA a lo largo del periodo de estudio (ver **Figura 7** y **Figura 8**). De manera visual, es contundente la evidencia que muestra cómo las medianas de las eficiencias físicas y comerciales han permanecido invariables a lo largo del periodo de estudio. Incluso, por ejemplo, al examinar la eficiencia física en 2003 y en 2012, ésta presenta en lugar de una mejoría, una disminución entre el inicio y el final de estos dos años. Además, la dispersión que presentan los datos se va reduciendo conforme avanzan los años, por lo que se pensaría que los OOA se han estancado en sus indicadores.

**Figura 7. Diagrama de caja. Eficiencia física y eficiencia comercial**



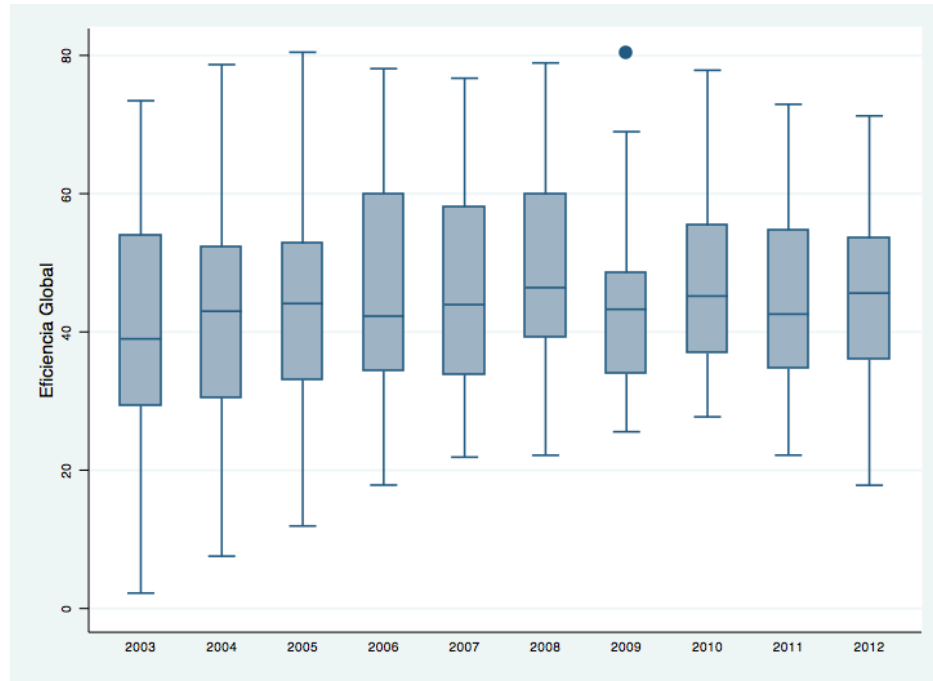
**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de la CONAGUA. *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Varios años; IMTA. Programa de Indicadores de Gestión de los Organismos Operadores. Varios años*

Por lo anterior, es pertinente cuestionarse sobre las inversiones que se han realizado para mejorar el subsector de agua potable y sus nulos impactos en los resultados de las eficiencias de las empresas proveedoras de agua en el país.

Del mismo modo, los hallazgos presentados hasta ahora muestran consistencia y están en sincronía con los datos recabados por Lutz y Salazar (2011). Éste es uno de los

pocos estudios que tratan de analizar la trayectoria de estos indicadores por un periodo amplio de tiempo.

**Figura 8. Diagrama de caja. Eficiencia global**



**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de la CONAGUA. *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Varios años; IMTA. Programa de Indicadores de Gestión de los Organismos Operadores. Varios años*

Por otro lado, las **Tabla 6, 7 y 8**, señalan los cambios observados a través del tiempo en los tres tipos de eficiencias estudiadas: la física, la comercial y la global, respectivamente.

En cada una de ellos, se muestran los promedios, las medianas, las desviaciones estándar, los mínimos y los máximos observados en cada uno de los años comprendidos en la presente investigación.

De esta manera, cuando se presta atención al interior de los porcentajes de eficiencia física de cada uno de los años propuestos, es notoria la disparidad que existe en cada periodo. Igualmente, los resultados arrojados indican las divergencias que existen entre ciudades. Porcentajes de eficiencias físicas que van desde un tres por ciento, hasta aquellas ciudades con una eficiencia relativamente alta, de poco más del 90 por ciento, dan cuenta de los contrastes que existen en la prestación del servicio y el

desarrollo de infraestructura adecuada que minimice el desperdicio de agua durante el ciclo de generación y hasta el abastecimiento a los hogares de los consumidores.

**Tabla 6. Estadísticas descriptivas de las ciudades analizadas y sus eficiencias físicas, periodo anual**

per	N	mean	p50	sd	min	max
2003	41	55.81	62	18.45	3.93	86.44
2004	41	57.48	60.33	17.11	13.58	89.35
2005	41	57.95	55.91	15.36	21.69	87.68
2006	41	60.27	61.63	14.93	32.47	86.13
2007	41	60.75	60.95	13.86	37.48	84.17
2008	41	63.2	62.66	14.61	35.55	84.7
2009	41	60.32	59.09	13.53	33.37	82.95
2010	41	61.83	62.79	13.17	34.05	87.39
2011	41	61.89	60.81	14.96	27.49	86.46
2012	41	62.42	60.08	14.64	26.97	90.74
Total	410	60.19	60.77	15.14	3.93	90.74

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de la CONAGUA. *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Varios años; IMTA. *Programa de Indicadores de Gestión de los Organismos Operadores*. Varios años

**Tabla 7. Estadísticas descriptivas de las ciudades analizadas y sus eficiencias comerciales, periodo anual**

per	N	mean	p50	sd	min	max
2003	41	74.09	75.27	16.71	40	100
2004	41	75.68	75.58	14.58	42.62	97.48
2005	41	75.85	76.04	14.81	42.79	98
2006	41	75.79	78.84	14.1	42.79	99
2007	41	74.68	76.98	13.69	42.46	96.9
2008	41	76.86	78.27	12.95	51.05	98.63
2009	41	73.39	75.28	14.01	43.55	98.92
2010	41	75.76	78.31	14.07	42.72	97.85
2011	41	74.92	80	16.4	41.66	99.22
2012	41	73.13	75.27	14.83	41.37	100
Total	410	75.02	76.56	14.54	40	100

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de la CONAGUA. *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Varios años; IMTA. *Programa de Indicadores de Gestión de los Organismos Operadores*. Varios años

### CAPÍTULO 3

Cuando se observa la eficiencia comercial, en la **Tabla 7**, ésta tiene un comportamiento menos volátil. Si bien el promedio de facturación entre agua producida y la efectivamente cobrada es del 75 por ciento, 15 puntos porcentuales más alta que la eficiencia física, al interior de cada año, las diferencias entre ciudades son notorias. Valores desde un 40 por ciento como mínimo para todo el periodo hasta el 100 por ciento de eficiencia, dan cuenta de que algo está pasando en la administración de los organismos operadores. Aunque por ahora resulta un tanto aventurado esbozar probables causas.

Finalmente, la **Tabla 8** muestra el resumen del comportamiento de la eficiencia física y comercial. Como cabría esperarse, el comportamiento diferenciado de éstas, donde la primera presenta valores bajos, mientras que la segunda arroja datos más altos; termina por repercutir de forma indudable en este último indicador.

**Tabla 8. Estadísticas descriptivas de las ciudades analizadas y sus eficiencias globales, periodo anual**

per	N	mean	p50	sd	min	max
2003	41	40.85	39	15.62	2.22	73.45
2004	41	43.45	43	15.17	7.56	78.67
2005	41	43.89	44.11	14.27	11.93	80.46
2006	41	45.75	42.28	14.31	17.85	78.09
2007	41	45.55	43.95	14.11	21.89	76.7
2008	41	48.76	46.41	14.63	22.16	78.91
2009	41	44.06	43.28	13.05	25.56	80.4
2010	41	46.55	45.19	12.89	27.72	77.85
2011	41	45.66	42.58	13.38	22.17	72.93
2012	41	45.12	45.62	12.35	17.82	71.25
Total	410	44.96	43.88	14	2.22	80.46

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de la CONAGUA. *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Varios años; IMTA. *Programa de Indicadores de Gestión de los Organismos Operadores*. Varios años

Así, los promedios se ubican entre el 2.22 y el 80.46 por ciento. Del mismo modo, y por influencia de los resultados vistos en los cuadros anteriores, los valores mínimos muestran una enorme brecha. Los máximos, por su parte, revelan cierta

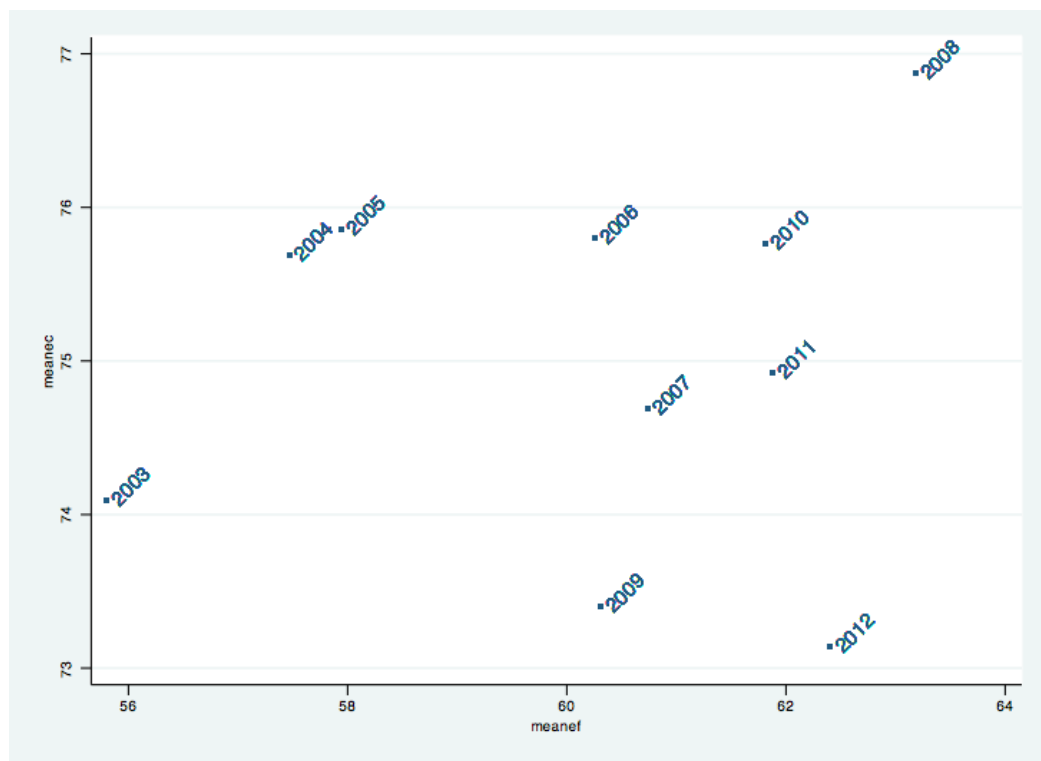


consistencia, con excepción del último año. Ello, influido por la baja en la eficiencia comercial.

Como la eficiencia global es el resultado del producto de la eficiencia física por la eficiencia comercial, resulta ilustrativo presentar de forma gráfica, la evolución media anual de estas dos últimas eficiencias. Así, la **Figura 9** propone esta dinámica.

Se esperaría entonces que la evolución de estos indicadores fuera positiva. Por un lado, porque ese sería uno de los objetivos perseguidos por los OOA; por otro, por las crecientes inversiones en el subsector que se han observado a lo largo del tiempo. De esta manera, siguiendo la lógica de mayores montos de inversión para el mejoramiento de los organismos operadores, éstos *deberían* mostrar una evolución en el mismo sentido a través del tiempo.

**Figura 9. Eficiencia media física y eficiencia media comercial, periodo anual (porcentaje)**



**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de la CONAGUA. *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Varios años; IMTA. Programa de Indicadores de Gestión de los Organismos Operadores. Varios años*

### CAPÍTULO 3

No obstante, al examinar la gráfica, se percibe un patrón creciente hasta 2008; en 2009 se observa un retroceso; y, a partir de 2010, el crecimiento es marginal. Llama la atención que para el último año del que se disponen datos, la eficiencia comercial es la más baja de todo el periodo. De hecho, la tendencia en cuanto a eficiencia comercial es decreciente.

Por último, la **Figura 10** ejemplifica la distribución de los 41 OOA durante el periodo analizado de 10 años. De esta manera, el diagrama de dispersión presenta el nombre de las localidades y su situación en el plano de acuerdo con el promedio de las eficiencias físicas y comerciales reportadas a la CONAGUA o al PIGOO. La línea roja continua señala la media<sup>12</sup> de la eficiencia respectiva: para el caso de la eficiencia física, el 60.19 por ciento marca el punto promedio del total de éstas; para la eficiencia comercial, el promedio fue de 75.02 puntos por cien.

Si se observa el gráfico como un plano cartesiano dividido por cuatro cuadrantes, y con una dirección opuesta al sentido de las manecillas del reloj, se puede dar cuenta de los casos que caen en cada uno de éstos. Para el primer cuadrante, situado en la esquina superior derecha (con ambas eficiencias en niveles altos), 12 son las localidades que caen dentro de ese recuadro. En el segundo cuadrante (alta eficiencia física y baja eficiencia comercial), existen nueve ciudades. El tercer cuadrante (con ambas eficiencias en niveles bajos) etiqueta a ocho de las 41 ciudades. Por último, el cuarto recuadro (con baja eficiencia física y alta eficiencia comercial), en la parte inferior derecha, contiene el resto; es decir, 12 ciudades. Esta última, junto con la primera sección, concentran a la mayor parte de las ciudades.

Nuevamente se hace evidente el problema existente entre el agua producida y entregada, medida a través de la eficiencia física, que existe en las localidades estudiadas: cuatro de cada 10 ciudades se ubica por debajo del promedio. No así para el caso de la eficiencia comercial, donde queda de manifiesto que seis de cada 10

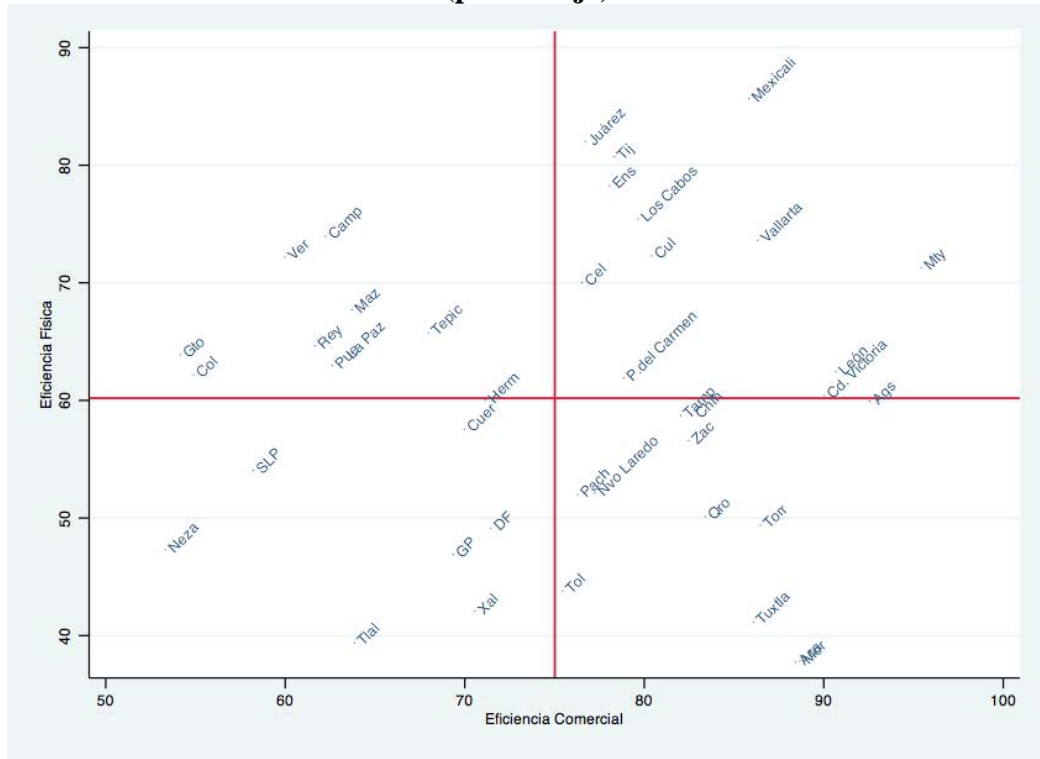
---

<sup>12</sup> Si bien la mediana “tiene la ventaja de que, siendo un promedio que abarca todas las puntuaciones, no se ve afectada por los valores extremos como otras medidas que utilizan la media aritmética” (Escobar, 1999, p. 26); se optó por tomar la media ya que en el análisis, tanto una como otra presentan escasa variación entre ellas.

### CAPÍTULO 3

localidades se encuentran por arriba del valor promedio, mismo que refleja buenos índices de recaudación.

**Figura 10. Eficiencia media física y eficiencia media comercial, por ciudades (porcentaje)**



**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de la CONAGUA. *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Varios años; IMTA. *Programa de Indicadores de Gestión de los Organismos Operadores*. Varios años

### 4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En el capítulo previo se enlistó al conjunto de ciudades sujetas al presente análisis. De esta manera, se dio cuenta de un conjunto de 41 ciudades con información disponible en sus indicadores de eficiencia física, comercial y global a lo largo de 10 años. Dado que la eficiencia global es una combinación de las primeras dos, resulta conveniente excluir esta última para evitar reiteración en los hallazgos encontrados, y para poder estudiar a cada una de éstas de manera independiente.

Siguiendo el punto de partida de la CEPAL (2011, p. 35), la selección de factores o variables (ambientales o contextuales, de acuerdo a su propuesta), no tiene un origen teórico en sí, sino que su incorporación es “menos automática y más artesanal”; mucho dependerá del conocimiento que se pueda tener sobre el sector, y del sentido común, para así tener variables “candidatas”.

Bal-Ondeo (2007; 2008), por ejemplo, encuentra que las coberturas de medición tienen un efecto directo sobre la eficiencia; que a mayor número de habitantes, tienden a ser más eficientes; que la valoración por el agua se incrementa conforme aumenta la escasez. Por su parte, el Consejo Consultivo del Agua (2010; 2011), descubre que a mayor población, la eficiencia física mejora; que aquellas ciudades con mejores índices de competitividad muestran eficiencias comerciales superiores; y, que a mayor PIB per cápita hay una eficiencia global mayor.

El estudio de Lutz y Salazar (2011) muestra que existen elevadas eficiencias físicas allí donde el consumo y el ingreso per cápita es mayor; y que las mejores coberturas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, se evidencian en las eficiencias comerciales. Así, indicadores como consumo, coberturas, población, precipitación, e ingreso; forman parte de sus variables *contextuales*.

Si bien estas investigaciones responden a cuestiones más técnicas y económicas, por la naturaleza y los fines que persiguen las empresas que las generan –y a excepción del último trabajo señalado–, éstos arrojan algunos indicios de lo que podría esperarse

## CAPÍTULO 4

cuando se incorporan factores externos del contexto que escapan a la manipulación por parte de los OOA.

Para el caso de los factores sociodemográficos, a excepción de la población total, que es una variable que aparece constantemente en los trabajos señalados anteriormente, para completar el análisis de dicho factor, y partiendo de la definición de cultura del agua y su asociación con la educación, se plantearon variables relacionadas con esta última para medir si existen asociaciones con los niveles de eficiencia alcanzados por los OOA. Si bien no hay indicadores desarrollados en el país para medir el impacto de la cultura del agua en los OOA, se planteó la posibilidad de contar con variables *proxy*<sup>13</sup> que permitieran caracterizar este concepto. De esta manera, se contemplaron variables relacionados a la asistencia escolar, el rezago educativo, población alfabeta, o población con educación básica completa.

Así, en este apartado se analizan algunos de los factores económicos, sociodemográficos, ambientales, y los relacionados con la dotación de los servicios de agua y drenaje, retomados de la bibliografía revisada al finalizar el capítulo 2, para indagar las posibles relaciones que ayuden a explicar las diferencias observadas en las eficiencias de los OOA. Parte de estos factores se retoman de investigaciones previas y otros se incorporan para indagar posibles relaciones.

Para llevar a cabo esta exploración, la Tabla 9 resume las 18 variables propuestas.

Cabe aclarar que las fuentes de información fueron, para las variables económicas, sociodemográficas y de las características asociadas a la dotación de servicios de agua y drenaje, el XII Censo General de Población y Vivienda, 2000; el II Conteo de Población y Vivienda, 2005; el XIII Censo de Población y Vivienda, 2010; el Índice de Desarrollo Humano, 2000, 2005 y 2010; el Índice de Rezago Social, 2000, 2005 y 2010; y el Índice de Pobreza por Municipios, 2010.

Para el caso de los factores ambientales, y el consumo medido en litros por habitante por día; éstas se extrajeron de la Situación del Subsector de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, de 2003 a 2012, o el Programa de Indicadores de Gestión de los

---

<sup>13</sup> Variables que aproximan al fenómeno a estudiar

Organismos Operadores, 2003-2012; y, de la Unidad del Servicio Meteorológico Nacional de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

**Tabla 9. Variables consideradas en el análisis de correlación con las eficiencias físicas y comerciales de los OOA**

<b>Variables económicas</b>	<b>Variables sociodemográficas</b>
1. Litros por habitante por día (consumo)	3. Población total
2. Ingreso per cápita	4. Porcentaje de la población de 18 años y más
	5. Promedio de ocupantes por vivienda
	6. Grado promedio de escolaridad
	7. Porcentaje de la población con educación básica incompleta
	8. Tasa de alfabetismo
	9. Tasa de asistencia escolar
	10. Porcentaje de la población de 6 a 14 años que asisten a la escuela
<b>Variables ambientales</b>	<b>Variables asociadas a la dotación de servicios de agua y drenaje</b>
11. Número de plantas de tratamiento de agua	15. Porcentaje de viviendas que cuentan con servicio sanitario
12. Cobertura de tratamiento de agua (porcentaje)	16. Porcentaje de viviendas que cuentan con agua entubada
13. Cobertura de desinfección (porcentaje)	17. Porcentaje de viviendas que cuentan con drenaje
14. Precipitación media anual	18. Porcentaje de viviendas que disponen de lavadora

Fuente: Elaboración propia

#### **4.1 Las variables económicas, sociodemográficas, ambientales y asociadas con la dotación de servicios de agua y drenaje, y su posible relevancia en la explicación de las eficiencias de los OOA. El análisis de regresión por pasos**

Los métodos de regresión utilizados para construir modelos a través de una serie de variables independientes son, en su mayoría, propuestos por los investigadores con base en elementos teóricos o trabajos previos que se hayan realizado en el campo bajo el cual éstos se proponen. Sin embargo, no es poco frecuente enfrentar situaciones donde

## CAPÍTULO 4

existen un número elevado de posibles variables que ayuden a explicar el fenómeno que se está estudiando pero que, sin embargo, no existe bibliografía anterior que guíe la elección de variables relevantes.

Una forma de afrontar estas situaciones se da a través de la utilización de procedimientos diseñados para seleccionar, entre ese amplio abanico de variables, un conjunto un tanto reducido de las mismas. Es decir, escoger las mejores variables basados en criterios estadísticos y no tanto en una regla de decisión del investigador.

Para dar cuenta de lo anterior, existen diversos métodos para seleccionar las variables independientes en un modelo. Entre éstos, el método de selección por pasos<sup>14</sup> (o stepwise) es uno de los que goza de mayor aceptación (Universidad Complutense de Madrid, 2014, p. 54).

Esta investigación posee limitaciones tanto en la calidad de los datos como en la existencia de un marco teórico definido que permita postular relaciones ante variables específicas. Como un primer paso, resulta oportuno explorar cuáles de todas las variables que se han propuesto para este estudio resultan relevantes para la eficiencia física y comercial, respectivamente. Esto, con la finalidad de establecer las relaciones que se esperarían encontrar y cuáles de todo el conjunto de variables no presentan relaciones fuertes con respecto a cada una de estas eficiencias. La Tabla 10 presenta los resultados del modelo por pasos.

**Tabla 10. Coeficientes del modelo stepwise, por tipo de eficiencia**

Variable		Descripción	Eficiencia física	Eficiencia comercial
<b>Económicas</b>				
1	lhd	Litros por habitante por día	NS	0.0565*
2	pibpercap	Ingreso per cápita anual	0.0007*	0.0015*
<b>Ambientales</b>				
3	npt	Número de plantas de tratamiento de agua	NS	NS
4	ctrat	Cobertura de tratamiento	0.1123*	0.0958*
5	cdes	Cobertura de desinfección	NS	NS
6	preman	Precipitación media anual	NS	-0.0168*

<sup>14</sup> El método de selección por pasos elige, en primer lugar, la mejor variable (de acuerdo con criterios estadísticos); luego, la mejor de las restantes; y así sucesivamente hasta que ya no existan variables que cumplan los criterios de selección. Para más detalle: <http://goo.gl/X0CFAm>

Variable		Descripción	Eficiencia física	Eficiencia comercial
<b>Sociodemográficas</b>				
7	pobtot	Población total	5.47e-06*	NS
8	pob18mas	Porcentaje de población de 18 años y más	-1.2859*	1.1997*
9	pro_ovp	Ocupantes promedio por vivienda	-32.7617*	14.6256*
10	gradoesco	Grado de escolaridad	NS	6.9760*
11	rez_edu	Porcentaje de población con educación básica incompleta	1.7304*	-1.7642*
12	talf	Tasa de alfabetización	NS	-4.6028*
13	tasisesc	Tasa de asistencia escolar	NS	NS
14	pob6_14asisesc	Porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela	3.5289*	-5.7879*
<b>Asociadas a la dotación de servicios de agua y drenaje</b>				
15	vp_sersan	Porcentaje de viviendas que disponen de sanitario	NS	NS
16	vp_aguent	Porcentaje de viviendas que disponen de agua entubada	NS	-0.6619*
17	vp_drenaj	Porcentaje de viviendas que disponen de drenaje	-0.9840*	NS
18	viv_displav	Porcentaje de viviendas que disponen de lavadora	0.7526*	0.7911*

NS: No Significativo

\*Significativos al 0.20

**Fuente:** Elaboración propia con base en los resultados arrojados por el modelo

De acuerdo con los datos arrojados por el método de selección por pasos, nueve de las 18 variables propuestas para indagar posibles relaciones con la eficiencia física de los OOA no explican significativamente a esta última; mientras que seis variables resultan poco relevantes para la eficiencia comercial.

Si bien para la eficiencia comercial, el hecho de que las variables sociodemográficas o las asociadas a la dotación de servicios de agua y drenaje sean relevantes, tal y como se esperaría; resulta un tanto extraño que las variables ambientales no hayan resultado importantes para la eficiencia física. Lo anterior porque, de acuerdo con los estudios de Renzetti & Dupont (Sin Año), o Picazo, Sáez, & González (Sin Año), las variables ambientales tienen un impacto en la eficiencia física de los OOA. Más adelante se tratará de averiguar, a través del análisis de correlación, si este primer



## CAPÍTULO 4

acercamiento se confirma o si, como lo señalan los estudios previos, en la realidad existe alguna asociación entre este tipo de variables y la eficiencia física.

### **4.2. Las eficiencias en el conjunto de los OOA y su caracterización a partir de algunos factores que expliquen su comportamiento**

El Anexo 4 agrupa las correlaciones, totales y parciales, para el conjunto de los OOA aglomerados en las 41 ciudades propuestas. Para determinar la existencia de alguna relación de las eficiencias físicas y comerciales de éstos con las variables propuestas, se determinó un intervalo de confianza del 90 por ciento.

De esta manera, la evidencia arrojada para las variables económicas no muestran ninguna asociación con ambas eficiencias. El consumo y el ingreso per cápita no fueron significativos, lo que genera contradicciones con el modelo stepwise, que señalaba correspondencia positiva entre estas eficiencias.

Cuando se ponen a prueba los factores sociodemográficos para el conjunto de las eficiencias físicas reportadas por los OOA, se tiene que sólo alcanza a ser significativa para el promedio de ocupantes promedio en la vivienda. La relación entre la eficiencia física y esta variable es negativa; es decir, a medida que se incrementa el número de ocupantes la eficiencia física tiende a disminuir. Esto podría ser señal de que se produce (y consume) más de lo que se está facturando.

Al inspeccionar los valores calculados con respecto a las variables ambientales para todo el periodo de análisis, se desprende que la correlación parcial de la eficiencia física es significativa cuando se asocia con las coberturas de tratamiento y la precipitación media anual que se presenta en la ciudad.

Para el primer caso, la cobertura de tratamiento, la reciprocidad que ésta presenta es positiva: a mayor cobertura, mejores eficiencias físicas. Las aguas tratadas se reservan, en su mayoría, para uso industrial. Por lo que, para el caso, pareciera que los niveles de facturación hacia éstos son más transparentes y ordenados. Tal vez sea porque

## CAPÍTULO 4

el universo de prestación de este servicio es menor que la de abastecimiento público para consumo residencial.

Al referirse a la precipitación media anual, se observa una interacción negativa: en aquellos sitios donde se presenta mayor precipitación, la eficiencia física tiende a la baja. Ello puede ser indicio de baja captación o infraestructura deficiente en la captación del líquido, lo que impacta en el volumen de producción de los OOA allí donde podría ser mayor (producto de mayores precipitaciones).

Para la eficiencia comercial, ningún factor es significativo. Lo anterior podría deberse a que esta eficiencia está más relacionada con factores poblacionales o asociadas con la dotación de los servicios de agua y drenaje, aunque con lo revisado hasta ahora, no parece haber correspondencia. Al menos, a este nivel de agregación en el análisis.

Por último, las variables relacionadas con la dotación de servicios de agua y drenaje sólo arrojan un factor significativo para la eficiencia física; a saber, el porcentaje de viviendas que disponen de lavadora. Ello puede dar cuenta de una mayor cobertura en conexiones de agua en el total de las viviendas. Si se mira la correlación global, la relación entre esta última y la disposición de bienes es medio alta, por lo que ante características de la vivienda bien definidas y con altas coberturas, los niveles de facturación son mayores, por lo que se esperaría que las eficiencias físicas fueran al alza.

Si bien esta primera generalización comienza a plantear una serie de relaciones, estas asociaciones deberían tomarse con cierta cautela. Por un lado, ante la advertencia de la confiabilidad en los datos; por otro, porque ante este nivel de agregación –hacia el conjunto de las ciudades– se observan promedios gruesos que pueden o no, esconder grandes variaciones y contrastes entre las ciudades estudiadas. El hecho es que no todas las ciudades tienen un comportamiento similar y unas ciudades muestran un mejor desempeño mientras que otras parecen estar estancadas o en franco rezago.

Los resultados obtenidos plantean la necesidad de buscar relaciones, a través de una característica en común que posean estos OOA. Para el caso, y como se revisó en el capítulo previo, una forma de diferenciar y agrupar en un subconjunto es a través de la eficiencia media física y comercial obtenida del universo de ciudades consideradas en el estudio. De esta manera, al tomar esas eficiencias promedio es como se diferencian y

## CAPÍTULO 4

clasifican las 41 ciudades estudiadas. El Anexo 3 presenta el ejercicio correspondiente a esta propuesta de segmentación.

Sin embargo, ante la búsqueda de una herramienta para clasificar de la mejor manera posible a los OOA con base en cada una de sus eficiencias, física y comercial, se propuso el método de estratificación de Dalenius-Hodges (1959). Dicho método “consiste en la formación de estratos de manera que la varianza obtenida sea mínima para cada estrato” (en Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010, p. 2). En otras palabras, busca formar estratos que en su interior sean lo más homogéneos posible, y lo más diferentes entre los diversos estratos creados<sup>15</sup>.

Si bien este método estadístico de estratificación univariada permite ordenar, clasificar y agrupar un conjunto de datos dispersos para establecer rangos, promediar la estandarización de los datos, para obtener desviaciones y factores de proyección y así determinar tamaños de muestra, proyecciones estadísticas, etc.; en la investigación, este método únicamente se utilizó para estratificar los OOA con base en sus eficiencias.

### **4.3. Los diversos comportamientos de los OOA y su caracterización a partir de factores que expliquen sus diferencias**

La manera en cómo se cerró el apartado anterior y los resultados arrojados durante el desarrollo del mismo muestran que, probablemente, al considerar al conjunto de las ciudades sin discriminación alguna y analizando los factores propuestos que pudieran ayudar a definir algún patrón de comportamiento, no hay nada concluyente y que puede ser señal de que, en efecto, las ciudades presentan características disímiles, por lo que sería más conveniente agruparlas de acuerdo a comportamientos comunes y volver a analizar los factores que subyacen a este nuevo subconjunto.

---

<sup>15</sup> Dalenius y Hodges (1959) proponen una técnica de estratificación univariada, la cual permite la formación de grupos de acuerdo con la construcción de intervalos equidistantes para un número fijo de grupos. El procedimiento se resume en cuatro pasos: 1) la selección de la variable a estratificar, 2) la selección del número de estratos, 3) la determinación de la forma en que estratificar y, 4) la selección del número de casos por estrato (Cortés & Vargas, 2011, p. 376).

## CAPÍTULO 4

De esta manera, y tal como se esbozó al término del capítulo anterior, se aplicó la metodología de Dalenius-Hodges con el objetivo de clasificar a los OOA de las ciudades consideradas en distintos grupos o estratos: Alta, Media y Baja; esto, según los niveles de eficiencias físicas y comerciales obtenidos durante el periodo 2003-2012. El Anexo 5 concentra los resultados conseguidos a través de la aplicación de esta metodología.

Las frecuencias obtenidas en cada uno de los estratos propuestos se encuentran en la Tabla 11. Así, se observa que, para el caso de la eficiencia física, la mayoría de las ciudades se ubican en un nivel medio, con eficiencias que van del 53.78 al 69.75 por ciento; mientras que para la eficiencia comercial, éstas parecen repartirse de manera equitativa, concentrando poco más del 30 por ciento en cada uno de los niveles.

**Tabla 11. Frecuencias de las ciudades en cada estrato, por tipo de eficiencia**

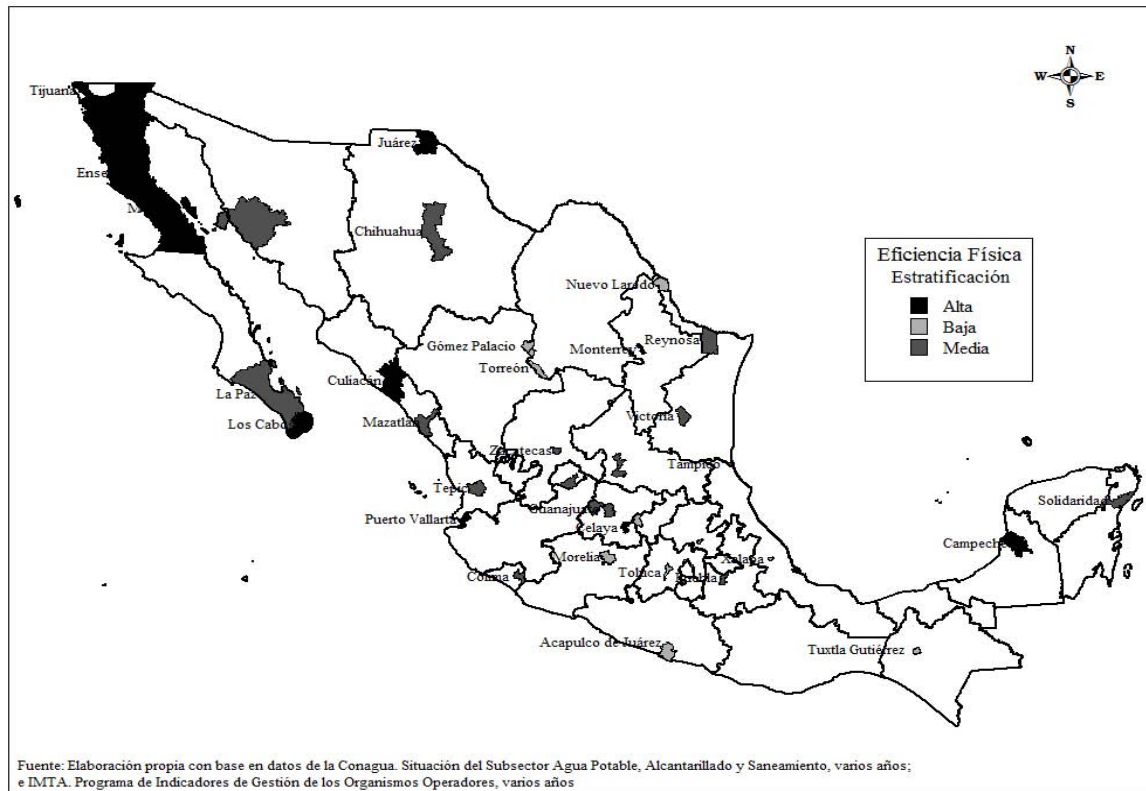
Nivel	Eficiencia física		Eficiencia comercial	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Alta	11	26.83%	14	34.15%
Media	17	41.46%	13	31.71%
Baja	13	31.71%	14	34.15%
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100%</b>	<b>41</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración propia con base en los resultados del método Dalenius-Hodges

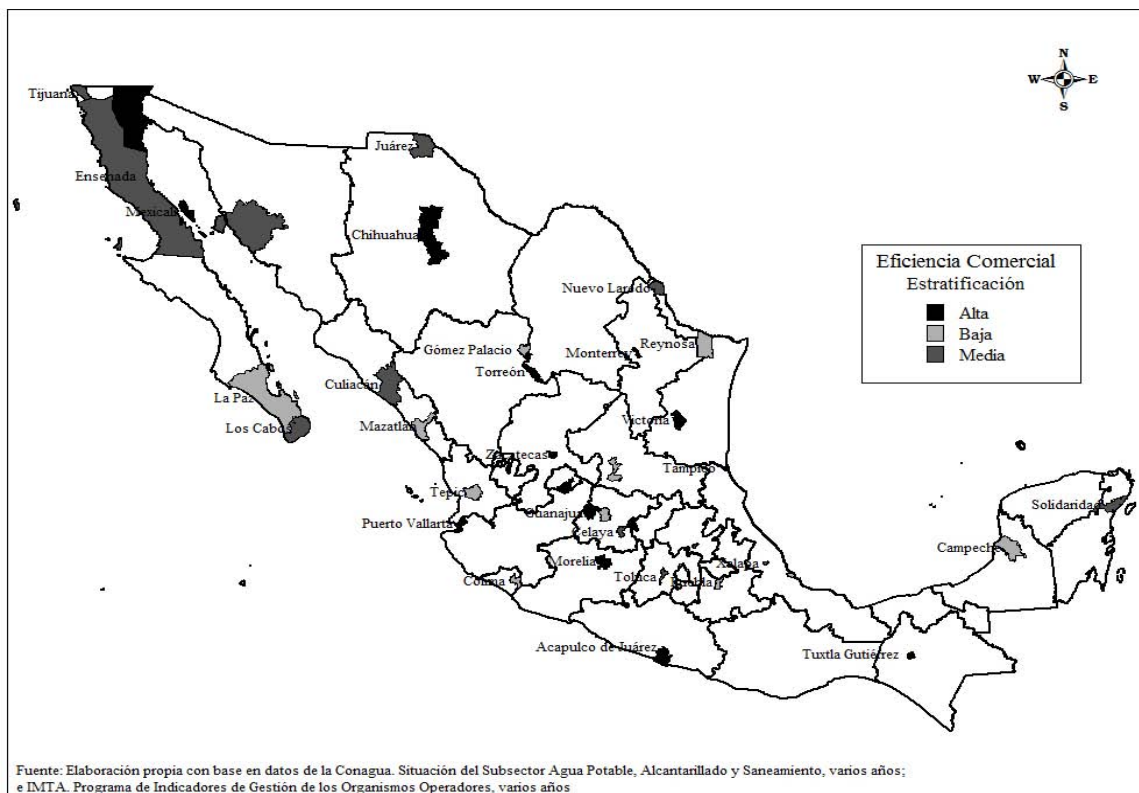
La Figura 11 y la Figura 12 presentan la ubicación de las ciudades que se clasificaron en cada estrato, de acuerdo a las eficiencias logradas a lo largo de 10 años.

Un primer acercamiento hacia este subconjunto de ciudades, clasificados por tipo de eficiencia, destaca que existe una mayor concentración de ciudades allí donde las eficiencias comerciales son altas, cosa que no ocurre con la eficiencia física, donde la mayoría de éstas se concentran en niveles medios. Asimismo, la estratificación propuesta permite que salte a la vista el hecho de que la mayoría de las ciudades del norte son las que presentan mejores puntuaciones y, por tanto, se ubican en las eficiencias físicas y comerciales altas y medias. Siete de las 11 ciudades con alta eficiencia física son de esa zona geográfica, ubicación que se caracteriza por presentar escasez del líquido. Por su parte, ocho de las 14 ciudades con eficiencia comercial alta, se concentran también en esta zona.

**Figura 11. Ciudades clasificadas por estrato, según eficiencia física**



**Figura 12. Ciudades clasificadas por estrato, según eficiencia comercial**



## CAPÍTULO 4

A su vez, tres son las ciudades que poseen altos niveles de eficiencia, tanto física como comercial: Mexicali, Puerto Vallarta y Monterrey. Dos de éstas, ubicadas en la región norte del país.

En contrapartida, el grupo clasificado con el nivel bajo de eficiencia física, alberga a la mayoría de las ciudades del centro y sur del país, con excepción de Torreón y Gómez Palacio. Lo mismo ocurre con la eficiencia comercial, salvo La Paz, Mazatlán y Reynosa.

Gómez Palacio y Ciudad Nezahualcóyotl son las ciudades donde los OOA reportan los menores niveles de eficiencia física y comercial.

Asimismo, para el caso de las eficiencias medias y las ciudades que caen dentro de ella, no parece haber un patrón geográfico definido.

Finalmente, los estratos parecen dar cuenta de que resulta más fácil lograr mejores indicadores en la cobranza del bien, que en la producción y tratamiento del agua.

Una vez esbozada, a grandes rasgos, la ubicación de las ciudades de acuerdo a la estratificación propuesta, lo que sigue será explorar cada subconjunto de ciudades y sus OOA para indagar la existencia, o no, de factores más allá de los operativos, misma que permita establecer, o no, comportamientos similares entre los OOA.

### ***4.3.1. Las ciudades de los OOA, sus eficiencias físicas y su caracterización a partir de algunos factores***

#### *4.3.1.1 Revisando los datos promedio económicos, sociodemográficos, ambientales y asociados a la dotación de servicios de agua y drenaje de las ciudades de los OOA*

## CAPÍTULO 4

La Tabla 12 resume los valores medios obtenidos una vez hecha la estratificación de las ciudades y sus OOA de acuerdo con el nivel en el que quedaron clasificados.

Así, un rápido repaso a las cifras reveladas, muestra que a medida que disminuyen los niveles de eficiencia física, el nivel promedio disponible de agua por habitante aumenta. Ello puede ser resultado de pérdidas producidas en la red antes de facturar, por bajas micro mediciones (si se observan los datos de porcentaje de viviendas con agua entubada conectada a la red pública, se muestra que en las ciudades con baja eficiencia, la cobertura es la más baja, con sólo un 91 por ciento), por altos consumos no facturados o, como lo señala la Comisión del Agua de Guanajuato “[por] la ausencia de una cultura del agua que genera dispendios y requerimientos excesivos de líquido para satisfacer su demanda” (Comisión Estatal del Agua de Guanajuato, 2012, p. 19).

Respecto a las variables ambientales, resalta que aquellas ciudades donde la eficiencia física es alta, el número de plantas de tratamiento y las coberturas de tratamiento, son las que alcanzan los mejores resultados durante todo el periodo.

Asimismo, y como se postuló en el apartado previo, la precipitación media es la más baja en las ciudades del norte y con las eficiencias más altas.

Algunos de los indicadores sociodemográficos son más altos en las ciudades con bajas eficiencias. Señal probable de que éstos no tienen impacto en los niveles alcanzados por los OOA.

Cuando se revisan los porcentajes asociados a la dotación de servicios de agua y drenaje de las ciudades donde operan los OOA, se percibe un ligero rezago en las ciudades que reportan altas eficiencias físicas; con excepción de la disponibilidad de bienes, causa probable del alto ingreso medio per cápita que estas ciudades tienen.

**Tabla 12. Valores promedio de las ciudades, por estratos de eficiencia física y variables seleccionadas**

Variable	Descripción	Eficiencia física			
		Alta	Media	Baja	
<b>Económicas</b>					
1	lhd	Litros por habitante por día	305	322	332
2	pibpercap	Ingreso per cápita anual	19339	<b>19023</b>	17448
<b>Ambientales</b>					
3	npt	Número de plantas de tratamiento de agua	8	5	6

Variable		Descripción	Eficiencia física		
			Alta	Media	Baja
4	ctrat	Cobertura de tratamiento	67.71	59.36	41.33
5	cdes	Cobertura de desinfección	99.02	99.95	<b>99.81</b>
6	preman	Precipitación media anual	<b>653.95</b>	811.35	902.96
<b>Sociodemográficas</b>					
7	pobtot	Población total	573357	463697	1161435
8	pob18_mas	Porcentaje de población de 18 años y más	61.96	62.26	64.39
9	pro_ovp	Ocupantes promedio por vivienda	3.85	3.92	3.98
10	gradoesco	Grado de escolaridad	9.35	9.71	9.68
11	talf	Tasa de alfabetización	95.45	95.90	95.43
12	tasisesc	Tasa de asistencia escolar	65.96	67.82	68.25
13	pob6_14asisesc	Porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela	95.82	96.03	95.70
14	rez_edu	Porcentaje de población con educación básica incompleta	17.04	14.14	<b>15.57</b>
<b>Asociadas a la dotación de servicios de agua y drenaje</b>					
15	vp_sersan	Porcentaje de viviendas que disponen de sanitario	94.90	95.53	95.10
16	vp_aguent	Porcentaje de viviendas que disponen de agua entubada	93.80	94.01	91.47
17	vp_drenaj	Porcentaje de viviendas que disponen de drenaje	93.86	95.15	95.93
18	viv_displav	Porcentaje de viviendas que disponen de lavadora	75.39	74.48	66.13

**Fuente:** Elaboración propia con base en cifras del INEGI. *Censo de Población y Vivienda, 2000 y 2010; II Conteo de Población y Vivienda, 2005.* Coneval, *Índice de Rezago Social, 2000, 2005 y 2010; Índice de Pobreza Municipal, 2010.* PNUD. *Índice de Desarrollo Humano, 2000, 2005 y 2010.* CNA. *Situación del Subsector Agua Potable y Saneamiento, 2003-2012.* IMTA. *Programa de Indicadores de Gestión de los Organismos Operadores de Agua, 2003-2012*

#### 4.3.1.2 El análisis de las correlaciones

La Tabla 13 resume los resultados de las correlaciones parciales obtenidas para cada una de las variables del conjunto propuesto, al ser contrastadas con los valores obtenidos de los niveles de eficiencia física de los OOA de las 41 ciudades estudiadas.



Un aspecto que resalta al observar la tabla, además de los niveles no significativos obtenidos para la mayoría de las variables, es justo que son las variables económicas y ambientales quienes presentan mayores valores significativos. Al parecer, los trabajos de Lutz y Salazar (2011), Renzetti y Dupont (Sin Año), y Picazo, Sáez, y González (Sin Año); proporcionan resultados parecidos.

**Tabla 13. Niveles de significancia, por estratos de eficiencia física y variables seleccionadas**

Variable	Descripción	Eficiencia física			
		Alta	Media	Baja	
<b>Económicas</b>					
1	lhd	Litros por habitante por día	NS	NS	NS
2	pibpercap	Ingreso per cápita anual	NS	<b>0.0733</b>	NS
<b>Ambientales</b>					
3	npt	Número de plantas de tratamiento de agua	NS	NS	NS
4	ctrat	Cobertura de tratamiento	NS	0.0144	NS
5	cdes	Cobertura de desinfección	NS	0.0286	<b>0.0740</b>
6	preman	Precipitación media anual	<b>0.0545</b>	NS	NS
<b>Sociodemográficas</b>					
7	pobtot	Población total	NS	NS	NS
8	pob18_mas	Porcentaje de población de 18 años y más	NS	NS	NS
9	pro_ovp	Ocupantes promedio por vivienda	NS	NS	NS
10	gradoesco	Grado de escolaridad	NS	NS	NS
11	talf	Tasa de alfabetización	0.0536	NS	0.0231
12	tasisesc	Tasa de asistencia escolar	NS	NS	NS
13	pob6_14asisesc	Porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela	NS	NS	NS
14	rez_edu	Porcentaje de población con educación básica incompleta	NS	NS	<b>0.0082</b>
<b>Asociadas a la dotación de servicios de agua y drenaje</b>					
15	vp_sersan	Porcentaje de viviendas que disponen de sanitario	NS	NS	NS
16	vp_aguent	Porcentaje de viviendas que disponen de agua entubada	NS	NS	NS

Variable		Descripción	Eficiencia física		
			Alta	Media	Baja
17	vp_drenaj	Porcentaje de viviendas que disponen de drenaje	NS	NS	NS
18	viv_displav	Porcentaje de viviendas que disponen de lavadora	NS	NS	NS

**Fuente:** Elaboración propia

Las eficiencias físicas altas, que concentran a 11 de los 41 OOA en las ciudades, correlacionan negativamente para la precipitación media anual y positivamente para la tasa de alfabetismo.

A pesar de que en el modelo por pasos, revisado en apartados previos, la precipitación media no es significativa si se propusiera un modelo para analizar la eficiencia física, la significancia arrojada señala que aquellas ciudades que tienen menores cantidades de lluvia son las que presentan las eficiencias más elevadas. Lo anterior, al revisar las medias obtenidas para el conjunto y observar que estas 11 ciudades presentan el menor nivel de precipitación. Es decir, aunque el modelo stepwise marca que esta variable no es relevante para el modelo, los trabajos revisados y este resultado marcan que debería estar presente a la hora de revisar el comportamiento de la eficiencia física en los OOA.

En el caso de la tasa de alfabetismo, la media de las variables señala que en los niveles altos, ésta presenta el segundo porcentaje más alto; mientras que para la eficiencia física baja, ésta resulta también significativa pero sus valores medios indican que las ciudades que se encuentran en ese estrato poseen el porcentaje más bajo de alfabetización. Así, en el conjunto de ciudades que muestra el mayor nivel de alfabetismo –en la eficiencia media-, la correlación resulta ser no significativa por lo que parecería que esta variable no tiene relación al contrastarla con este tipo de eficiencia. Lo que sí se revela es que allí donde hay menores tasas de alfabetización, la eficiencia física puede ser baja. Sin embargo, en la revisión teórica no hay trabajos que marquen esta relación, y para el modelo por pasos la variable en comento no es significativa.

## CAPÍTULO 4

Por su parte, las 17 ciudades que poseen OOA con eficiencias medias, tienen correlaciones explicativas en la variable económica del ingreso per cápita, y en las variables ambientales de coberturas de tratamiento y desinfección.

La primera de éstas, el ingreso per cápita, señala una relación significativa y negativa con respecto a la eficiencia. Este dato resulta contradictorio con el modelo stepwise, puesto que señala una relación positiva; a saber: mayores ingresos per cápita traen consigo eficiencias mayores. No hay una pauta que indique un resultado contraituitivo. Lutz y Salzar (2011), por ejemplo, señalan que ciudades con ingresos más altos, poseen eficiencias físicas mejores. Los resultados aquí mostrados no parecen apoyar dicha afirmación.

Las coberturas de tratamiento y desinfección son significativas. La primera, en los niveles medios de eficiencia; la segunda, en los medios y bajos. La cobertura de tratamiento es de 59.36 por ciento para el conjunto de ciudades con resultados de desempeño medios de los OOA, y es la segunda mejor dentro de estos tres niveles de eficiencia física propuestos. Ello denota que mejores coberturas traen consigo mejoras en los niveles de eficiencia (el mejor porcentaje de cobertura lo poseen aquellos OOA ubicados en el estrato alto).

Para la cobertura de desinfección, los datos indican que los porcentajes son más altos en el estrato medio, seguido por las ciudades que se encuentran en el bajo. Sin embargo, no hay una relación lógica que ilustre estos niveles de significancia, positiva y negativa, respectivamente. Si se observa el modelo stepwise de la Tabla 10, esta variable resulta no significativa en la búsqueda de variables explicativas para la eficiencia física.

Finalmente, para la eficiencia física baja, además de la cobertura en desinfección y la tasa de alfabetismo, el rezago educativo también muestra significancia en las correlaciones y marca una relación negativa entre el rezago y la eficiencia. Como se recordará, este nivel bajo alberga a 13 de las 41 ciudades. Cuando se observa la estadística de esta variable, se aprecia que el porcentaje de población con estudios básicos incompletos es de los más altos, por lo que a mayor rezago, menor eficiencia física lograda.

## CAPÍTULO 4

### 4.3.1.3. Pruebas de hipótesis

De acuerdo con Alegría y Perera (2006, p. 9-1), “los procesos paramétricos pretenden realizar inferencias, sobre algún parámetro desconocido, a partir de la información contenida en una muestra aleatoria”.

Sin embargo, para llevar a cabo lo anterior, es necesario cumplir una serie de supuestos; a saber: homocedasticidad, aleatoriedad, normalidad, etc. En pocas palabras, lo que marca la diferencia entre métodos paramétricos y no paramétricos es el conjunto de supuestos del que se parte.

Algunas de las ventajas de utilizar métodos no paramétricos son: el procedimiento es relativamente fácil; su uso resulta muy apropiado en muestras pequeñas; no sufren de afectación severa ante la presencia de outliers; y, su campo de aplicación es amplia (Ibid., p. 9-2).

Para el caso, al observar las variables económicas, sociodemográficas, ambientales y relacionadas con la dotación de servicios de agua y drenaje; se tiene que el comportamiento de los datos no cumple con uno de los supuestos clave para llevar a cabo pruebas de hipótesis bajo supuestos paramétricos: la normalidad<sup>16</sup>. Cuando no se justifica la distribución normal en el proceso de inferencia, lo recomendable es utilizar métodos que no dependan de la distribución de la variable.

Así, las pruebas de hipótesis planteadas en esta sección son no paramétricas. De acuerdo con Escobar, Fernández y Bernardi (2009, pp. 212-213), “la prueba estadística más indicada para muestras independientes es la U de Mann-Whitney”<sup>17</sup>.

Sin embargo, esta prueba sólo puede aplicarse cuando se comparan dos entidades. Por ello, para la comparación de tres o más muestras, existe una ampliación de la prueba de Mann-Whitney: la Kruskal-Wallis. Al igual que la Mann-Whitney,

---

<sup>16</sup> El Anexo 6 muestra los resultados obtenidos al someter a las variables de interés a pruebas de normalidad. Para el caso, se optó por aplicar la prueba de Shapiro-Wilks. Para más detalle: <http://goo.gl/hhvMxp>.

<sup>17</sup> La prueba U de Mann-Whitney agrupa los datos de dos muestras en un solo grupo, se le asigna el valor correspondiente a cada caso e intenta comprobar si la suma de los rangos de un grupo es igual o no a la del otro grupo (Escobar, Fernández, & Bernardi, 2009, p. 212).

## CAPÍTULO 4

compara en cada grupo la suma de rangos (Escobar, Fernández, & Bernardi, 2009, p. 214).

Según los resultados obtenidos en el apartado anterior, al estudiar las eficiencias físicas altas de los OOA, dos fueron las variables que resultaron significativas para dicho estrato: la precipitación media anual y la tasa de alfabetización. Los resultados de las pruebas de hipótesis realizadas para el par de variables mencionadas, se encuentran en el Anexo 7.

Una vez planteado lo anterior, la prueba de hipótesis que se establecerá –de manera general– para comprobar si las diferencias entre estos tres estratos son significativas o no, será postulada de la siguiente manera:

**H0:** No hay diferencia entre las muestras de los tres grupos de eficiencia de los OOA de las ciudades

**H1:** Hay diferencia entre las muestras de los tres grupos de eficiencia de los OOA de las ciudades

Para llevar a cabo las pruebas, un primer paso consistirá en mostrar el número de OOA en cada estrato. La Tabla 14 señala los casos considerados para aplicar la prueba para la variable de la precipitación media, por nivel de eficiencia física. Lo que se pretende averiguar es si hay diferencia entre los estratos, con respecto a aquel considerado con eficiencia alta.

**Tabla 14. Precipitación media anual, por niveles de eficiencia física de las ciudades**

dalpef	Summary of Precipitación media anual		
	Mean	Std. Dev.	Freq.
Alto	653.90909	486.26689	11
Medio	811.41176	312.96527	17
Bajo	903.07692	490.92115	13
Total	798.21951	424.22662	41

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de la Unidad del Servicio Meteorológico Nacional de la SEMARNAT

## CAPÍTULO 4

El promedio que arroja el conjunto de los OOA es de 798.21 milímetros anualmente. Sólo las ciudades que se encuentran en el estrato alto de la estratificación está por debajo de este nivel. Ello, haría suponer que, en efecto, existen diferencias entre las ciudades ubicadas con alta eficiencia física y aquellas que caen en el nivel medio o bajo. Ahora, se trata de ver si estas diferencias son significativas o no.

Así, y de acuerdo con la prueba de hipótesis planteada, el valor  $p$  de la precipitación media anual obtenido con el estadístico es de 0.2206, mismo que resulta ser mayor al alfa propuesta de 0.1000. Este valor  $p$  cae dentro de la *zona de no rechazo* de la hipótesis nula.

Por lo tanto, con un 90 por ciento de confianza, se puede decir que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que la precipitación media anual en cada grupo de ciudades, según su nivel de eficiencia, es igual. O, lo que es lo mismo, puede asegurarse que no existen diferencias estadísticamente significativas por estrato de eficiencia física de acuerdo a la precipitación media presentada en cada una de éstas.

Por su parte, la Tabla 15 presenta las medias obtenidas por nivel de eficiencia para el caso de la tasa de alfabetización. Al parecer, las tasas promedio de personas alfabetas no son diferentes entre los estratos propuestos.

De esta manera, y siguiendo la prueba de hipótesis planteada, el valor  $p$  de la tasa media de alfabetismo es de 0.6421, el cual es mayor al alfa propuesta de 0.1000. Dicho valor  $p$  cae dentro de la *zona de no rechazo* de la hipótesis nula.

**Tabla 15. Porcentaje promedio de personas alfabetas, por niveles de eficiencia física de las ciudades**

dalpef	Summary of Porcentaje de personas alfabetas		
	Mean	Std. Dev.	Freq.
Alto	95.446363	1.3882017	11
Medio	95.901765	1.3845452	17
Bajo	95.427692	1.9041361	13
Total	95.629268	1.5460422	41

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos del PNUD. *Índice Municipal de Desarrollo Humano. Varios años*

## CAPÍTULO 4

Por ello, se puede afirmar, con un 90 por ciento de confianza, que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que el promedio de alfabetismo en cada grupo de ciudades, según su nivel de eficiencia, es igual. Es decir, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de eficiencia física de acuerdo con las tasas de alfabetismo que presentan.

### *4.3.2. Las ciudades de los OOA, sus eficiencias comerciales y su caracterización a partir de algunos factores*

#### *4.3.2.1 Revisando los datos promedio económicos, sociodemográficos, ambientales y asociados a la dotación de servicios de agua y drenaje de las ciudades de los OOA*

Siguiendo la lógica del segmento anterior, la Tabla 16 postula el listado de las variables sujetas a consideración en el análisis y sus indicadores promedio para cada uno de los estratos arrojados a partir de la metodología Dalenius-Hodges.

Para las variables económicas se observa un consumo mayor en las ciudades que reportaron eficiencias comerciales altas. El ingreso medio per cápita presenta su cifra menor donde las eficiencias comerciales son bajas.

Por el lado de las variables ambientales, el número de plantas no varía entre estrato y estrato. La cobertura de tratamiento presenta su mejor indicador, 59.84 por ciento, en el conjunto de ciudades con las más altas eficiencias comerciales. El porcentaje de cobertura de desinfección se reparte casi por igual en las ciudades con eficiencias altas y bajas. En tanto, las menores precipitaciones se dan allí donde las eficiencias comerciales son medias y altas.

Las variables que se encuentran dentro de las características sociodemográficas de las ciudades seleccionadas, presentan un patrón polarizado en cuanto a sus cifras medias. Es decir, los mejores indicadores se concentran en aquellos lugares donde los

## CAPÍTULO 4

OOA mencionaron tener las mayores eficiencias, o bien donde se presentaron los niveles más bajos. Dos son las variables que resaltan en la tabla: el número de ocupantes promedio por vivienda es mayor en las ciudades con altas eficiencias; mientras que el rezago educativo muestra una tendencia decreciente conforme baja la eficiencia comercial.

**Tabla 16. Valores promedio de las ciudades, por estratos de eficiencia comercial y variables seleccionadas**

Variable	Descripción	Eficiencia comercial			
		Alta	Media	Baja	
<b>Económicas</b>					
1	lhd	Litros por habitante por día	<b>334</b>	312	315
2	pibpercap	Ingreso per cápita anual	18407	19342	18129
<b>Ambientales</b>					
3	npt	Número de plantas de tratamiento de agua	6	6	6
4	ctrat	Cobertura de tratamiento	59.84	57.43	52.79
5	cdes	Cobertura de desinfección	99.91	99.08	99.94
6	preman	Precipitación media anual	791.41	675.33	918.99
<b>Sociodemográficas</b>					
7	pobtot	Población total	572159	1126858	473504
8	pob18_mas	Porcentaje de población de 18 años y más	62.94	61.77	63.78
9	pro_ovp	Ocupantes promedio por vivienda	4.00	3.86	3.90
10	gradoesco	Grado de escolaridad	9.62	9.54	9.65
11	talf	Tasa de alfabetización	95.59	95.52	95.77
12	tasisesc	Tasa de asistencia escolar	<b>68.12</b>	<b>65.23</b>	68.86
13	pob6_14asisesc	Porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela	95.91	95.44	96.23
14	rez_edu	Porcentaje de población con educación básica incompleta	14.73	15.72	15.68
<b>Asociadas a la dotación de servicios de agua y drenaje</b>					
15	vp_sersan	Porcentaje de viviendas que disponen de sanitario	95.86	94.16	95.58
16	vp_aguent	Porcentaje de viviendas que disponen de agua entubada	91.79	92.47	95.13



Variable	Descripción	Eficiencia comercial			
		Alta	Media	Baja	
17	vp_drenaj	Porcentaje de viviendas que disponen de drenaje	95.68	<b>93.81</b>	95.58
18	viv_displav	Porcentaje de viviendas que disponen de lavadora	76.41	66.27	73.13

**Fuente:** Elaboración propia con base en cifras del INEGI. *Censo de Población y Vivienda, 2000 y 2010; II Conteo de Población y Vivienda, 2005.* Coneval, *Índice de Rezago Social, 2000, 2005 y 2010; Índice de Pobreza Municipal, 2010.* PNUD. *Índice de Desarrollo Humano, 2000, 2005 y 2010.* CNA. *Situación del Subsector Agua Potable y Saneamiento, 2003-2012.* IMTA. *Programa de Indicadores de Gestión de los Organismos Operadores de Agua, 2003-2012*

En contraparte, al revisar las cifras promedio de los indicadores asociados a la dotación de servicios de agua y drenaje de las ciudades, aquellas en donde existen altos porcentajes de eficiencia comercial son las que mejores coberturas poseen.

#### 4.3.2.2 El análisis de las correlaciones

La Tabla 17 establece los niveles de significancia obtenidos al correlacionar, de manera parcial, los niveles de eficiencia comercial con el conjunto de variables económicas, sociodemográficas, ambientales y relacionadas con la dotación de servicios de agua y drenaje del conjunto estratificado de 41 ciudades.

A nivel general, las variables sociodemográficas son las que muestran una mayor relación con la eficiencia comercial en relación con el resto. El modelo por pasos indica relevancia en este tipo de variables y la propuesta desde el enfoque de cultura del agua con estas variables como un acercamiento a ésta, parecen adecuarse a lo aquí obtenido.

**Tabla 17. Niveles de significancia, por estratos de eficiencia comercial y variables seleccionadas**

Variable	Descripción	Eficiencia comercial			
		Alta	Media	Baja	
<b>Económicas</b>					
1	lhd	Litros por habitante por día	<b>0.0439</b>	NS	0.0274

Variable	Descripción	Eficiencia comercial			
		Alta	Media	Baja	
2	pibpercap	Ingreso per cápita anual	NS	NS	NS
<b>Ambientales</b>					
3	npt	Número de plantas de tratamiento de agua	0.0080	NS	NS
4	ctrat	Cobertura de tratamiento	0.0192	0.0311	NS
5	cdes	Cobertura de desinfección	NS	NS	NS
6	preman	Precipitación media anual	NS	NS	NS
<b>Sociodemográficas</b>					
7	pobtot	Población total	0.0254	NS	NS
8	pob18_mas	Porcentaje de población de 18 años y más	NS	NS	NS
9	pro_ovp	Ocupantes promedio por vivienda	0.0615	NS	NS
10	gradoesco	Grado de escolaridad	NS	NS	NS
11	talf	Tasa de alfabetización	NS	NS	NS
12	tasisesc	Tasa de asistencia escolar	<b>0.0713</b>	<b>0.0578</b>	NS
13	pob6_14asisesc	Porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela	NS	NS	NS
14	rez_edu	Porcentaje de población con educación básica incompleta	NS	0.0062	NS
<b>Asociadas a la dotación de servicios de agua y drenaje</b>					
15	vp_sersan	Porcentaje de viviendas que disponen de sanitario	NS	NS	NS
16	vp_aguent	Porcentaje de viviendas que disponen de agua entubada	NS	NS	NS
17	vp_drenaj	Porcentaje de viviendas que disponen de drenaje	NS	<b>0.0243</b>	NS
18	viv_displav	Porcentaje de viviendas que disponen de lavadora	NS	NS	NS

**Fuente:** Elaboración propia

El estrato alto de la eficiencia comercial, que concentra a 14 OOA de las 41 ciudades, destaca que, para el caso de las variables económicas, aquella relacionada con el consumo por habitante tuvo niveles significativos por debajo del 10 por ciento. Sin embargo, correlaciona de manera negativa. El resultado es contraintuitivo. Se esperaría que altos consumos se relacionaran positivamente con altas eficiencias comerciales. Si se revisa el modelo stepwise, éste denota que los litros por habitante diario es una

## CAPÍTULO 4

variable significativa cuando se ponen a prueba las variables explicativas contra la eficiencia comercial. El coeficiente obtenido es positivo, por lo que resulta imposible establecer una relación negativa.

Cosa contraria sucede con esta misma variable para el caso del estrato bajo de recaudación. Esta correlaciona de manera directa (o positiva) con el consumo. El bajo consumo trae consigo recaudaciones pequeñas, ya sea por menores niveles de cobranza o por una mayor facturación con menores niveles de obtención de pago.

Las variables ambientales son significativas para las plantas de tratamiento y los porcentajes de cobertura de tratamiento del agua. Al revisar el promedio de plantas de tratamiento, ésta no varía entre estrato y estrato. Además, el modelo por pasos no marca como representativa esta variable. Por ello, no se tienen razones teóricas que apoyen esta conexión. Para el porcentaje de tratamiento, la correlación indica que existe una asociación positiva entre la cobertura y una alta recaudación. Como se revisó en el análisis de los promedios, la cobertura por tratamiento es alta allí donde las eficiencias comerciales también lo son.

Al observar las variables sociodemográficas, se tiene que el tamaño de la población, el promedio de ocupantes por vivienda y la asistencia escolar tienen cierto nivel de asociación con las eficiencias comerciales altas. Los niveles de población tienen una relación directa con la eficiencia comercial: donde existen concentraciones grandes de población, las eficiencias comerciales son altas. A pesar de que el modelo stepwise no considere a esta variable como importante al correr la regresión, la relación que se presenta en este análisis parece ser consistente con los estudios revisados.

El promedio de ocupantes postula una relación positiva para la eficiencia comercial. El coeficiente del modelo por pasos es positivo. Cuando se observan los promedios de esta variable, se muestra que allí donde existen mayores habitantes por vivienda es en el estrato alto de la eficiencia comercial. Mayores consumos, producto de hogares más grandes, producen mayores recaudaciones para los OOA. O bien, puede ser obra de un menor nivel de facturación en comparación con lo que cobra el organismo (en este estrato, se observó que la cobertura de conexión es la más baja de los tres estratos).

## CAPÍTULO 4

La tasa de asistencia escolar muestra niveles significativos y negativos para las eficiencias altas y medias de la estratificación. Ello resulta en una contradicción, puesto que se esperaría que una elevada asistencia escolar se tradujera en mejores niveles de recaudación para el organismo operador, vía una posible menor facturación producto de una mayor conciencia en el cuidado del líquido, asociada a una mayor educación. Sin embargo, las correlaciones parecen mostrar lo contrario. El modelo stepwise no la considera importante para el análisis de este tipo de eficiencia, quizá porque, al igual que en la teoría, esperaría una relación positiva entre este indicador y los niveles de recaudación obtenidos por el OOA.

Para el caso de la eficiencia comercial media, que alberga a 13 del total de las ciudades, además de la cobertura de tratamiento y la tasa de asistencia escolar, ya descritas líneas arriba; resalta un indicador sociodemográfico más: el porcentaje de rezago educativo. Éste correlaciona positivamente con la eficiencia. Sin embargo, este indicador resulta ser el mayor para el conjunto de los estratos. Es decir, siguiendo esta relación directa, se traduciría en que a mayores niveles de rezago, más altas serán las eficiencias obtenidas. No obstante, si se regresa al modelo stepwise, el coeficiente es negativo y hace sentido: en los lugares donde exista mayor rezago, se esperaría que los niveles de eficiencia fueran menores. Ello, debido a que donde prevalezcan menores niveles de educación entre la población, se esperaría una menor conciencia y una menor cultura de pago.

Por último, para el conjunto de las 14 ciudades con eficiencias comerciales bajas, solamente la variable de litros por habitante por día consumidos resultó ser significativa.

### *4.3.2.3. Pruebas de hipótesis*

En la misma tónica de cómo se abordó el planteamiento de las hipótesis en las variables que tuvieron correlaciones significativas para la eficiencia física alta; este apartado hará

## CAPÍTULO 4

lo mismo pero ahora con las variables relacionadas con las mejores eficiencias comerciales.

Así, de acuerdo con los resultados obtenidos en el segmento anterior, al analizar las eficiencias comerciales altas de los OOA, seis fueron las variables que resaltaron en dicha eficiencia: el consumo (o los litros de agua por habitante), el número de plantas de tratamiento, el porcentaje de cobertura de tratamiento de agua, la población total, el promedio de ocupantes por vivienda, y la tasa de asistencia escolar. Los resultados de las pruebas de hipótesis no paramétricas Kurskal-Wallis, se concentran en el Anexo 8.

La Tabla 18 presenta los datos medios de los litros por habitante diario por nivel de eficiencia comercial. Tal como se postulaba en el análisis de las correlaciones, parece que existen diferencias en el consumo del nivel alto respecto a los estratos medios y bajos. La aplicación de las hipótesis permitirá inferir si esto ocurre realmente, al menos desde el punto de vista estadístico.

**Tabla 18. Litros por habitante por día, por niveles de eficiencia comercial de las ciudades**

dalpec	Summary of Litros por habitante por día		
	Mean	Std. Dev.	Freq.
Alto	334	72.212294	14
Medio	311.61538	74.087267	13
Bajo	315.28571	77.835555	14
Total	320.5122	73.548325	41

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de la CONAGUA. *Situación del subsector agua potable y alcantarillado*. Varios años; e IMTA. *Programa de Indicadores de Gestión de los Organismos Operadores*. Varios años

El estadístico de prueba arroja un valor  $p$  de 0.5966, muy superior al alfa propuesta de 0.1000. De esta manera, la suma de los rangos medios cae dentro de la *zona de no rechazo* de la hipótesis nula.

Así, con un 90 por ciento de confianza, el resultado indica que la diferencia entre grupos de eficiencia comercial por el consumo que se observa en cada estrato no es estadísticamente significativa. Es decir, no existe diferencia entre los consumos recabados para cada nivel de eficiencia comercial de los OOA en las ciudades seleccionadas.

En el caso del número de plantas de tratamiento en los grupos de ciudades estratificados de acuerdo a los niveles reportados de eficiencia comercial de los OOA, las estadísticas medias y sus desviaciones se ilustran en la Tabla 19.

Se observa que, si bien las medias de plantas en el conjunto de las ciudades no varía en ninguno de los estratos, las desviaciones mostradas hacen pensar que tal vez habría diferencias entre éstas. La prueba de hipótesis propuesta arroja un nivel  $p$  del orden de 0.7716 puntos. El resultado es no representativo. Por lo anterior, las plantas de tratamiento de agua no muestran diferencias estadísticamente significativas respecto a los tres grupos de ciudades analizados.

**Tabla 19. Plantas promedio de tratamiento de agua, por niveles de eficiencia comercial de las ciudades**

dalpec	Summary of Plantas de tratamiento de agua		
	Mean	Std. Dev.	Freq.
Alto	5.9230769	4.4245817	13
Medio	6.0769231	7.3876196	13
Bajo	5.9285714	6.6502086	14
Total	5.975	6.1289038	40

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de la CONAGUA. *Situación del subsector agua potable y alcantarillado*. Varios años; e IMTA. *Programa de Indicadores de Gestión de los Organismos Operadores*. Varios años

Respecto al porcentaje de cobertura de tratamiento, la Tabla 20 resume las medidas estadísticas de la misma.

**Tabla 20. Cobertura promedio de tratamiento de agua, por niveles de eficiencia comercial de las ciudades**

dalpec	Summary of Cobertura de tratamiento		
	Mean	Std. Dev.	Freq.
Alto	59.843572	26.656958	14
Medio	57.43091	34.461424	11
Bajo	52.785	29.909373	14
Total	56.629231	29.514332	39

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de la CONAGUA. *Situación del subsector agua potable y alcantarillado*. Varios años; e IMTA. *Programa de Indicadores de Gestión de los Organismos Operadores*. Varios años

## CAPÍTULO 4

De acuerdo con los valores medios, es fácil ver que entre el grupo con eficiencias altas y medias, las coberturas en el tratamiento de agua son similares, incluso son superiores al promedio de todo el conjunto. La prueba de hipótesis señalará si lo que resume la tabla sí diferencia a los estratos de las ciudades a partir de esta variable.

El estadístico muestra un valor  $p$  de 0.6794. El efecto da por resultado *no rechazar* la hipótesis nula que señala que, estadísticamente hablando, existe evidencia suficiente para afirmar que no hay diferencia entre los tres niveles de eficiencia comercial debido al porcentaje de cobertura de tratamiento.

La población media total, el promedio de ocupantes por vivienda y la tasa de asistencia escolar, delinear los factores sociodemográficos que se propusieron en este análisis y fueron significativos para la eficiencia comercial. La Tabla 21 recopila los resultados estadísticos de estas tres variables.

**Tabla 21. Población media total, ocupantes promedio y porcentaje de asistencia escolar, por niveles de eficiencia comercial de las ciudades**

dalpec	Summary of Población total			Summary of Ocupantes promedio por vivienda			Summary of Porcentaje de asistencia escolar		
	Mean	Std. Dev.	Freq.	Mean	Std. Dev.	Freq.	Mean	Std. Dev.	Freq.
Alto	572158.79	302889.21	14	4.0021429	0.27183637	14	68.119284	3.0918114	14
Medio	1126858.2	2314652.2	13	3.8638462	0.19973061	13	65.228462	7.0752208	13
Bajo	473504.14	383079.55	14	3.8978571	0.23560651	14	68.857143	3.0657146	14
Total	714352.12	1329464.6	41	3.9226829	0.23994814	41	67.454634	4.8613444	41

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos del INEGI. *Censo de Población y Vivienda, 2000 y 2010; y, II Censo de Población y Vivienda, 2005*

De las cifras anteriores, pareciera que, en efecto, los indicadores para las ciudades cuyos OOA reportaron eficiencias comerciales altas son diferentes del resto de las eficiencias medias y bajas. A excepción del porcentaje de asistencia escolar, que no posee una diferencia superior en los estratos altos con respecto al resto.

Los valores  $p$  obtenidos a través de la prueba de Kruskal-Wallis para estas variables fueron de 0.5997, 0.3343, y 0.2337, para la población media total, el promedio de ocupantes y la media de la asistencia escolar, respectivamente.

## CAPÍTULO 4



Así, producto de lo arriba escrito, los resultados se situaron dentro de la zona de *no rechazo* de la hipótesis nula. Por lo tanto, se asume que existe evidencia suficiente para afirmar que la diferencia entre los estratos de eficiencia comercial no son estadísticamente significativa cuando se ponen a prueba las medias de los indicadores sociodemográficos.



## Conclusiones

Históricamente, la gestión del agua en México se ha orientado a satisfacer la demanda por parte de la población a través de la construcción de infraestructura hidráulica. Sin embargo, la administración del agua puramente técnica ha traído consigo un incremento en la presión del recurso. De ahí que exista un desequilibrio entre la creciente demanda del agua y su oferta. Esto plantea la necesidad de desarrollar nuevas formas de gestión de los recursos hídricos.

Así, al involucrar factores contextuales de diversa índole –ambiental, social, económico, cultural, educativo, etc.– en la gestión del agua, se comparte la visión que postula “que el único camino adecuado para proponer acciones concretas y prácticas que sirvan a la administración eficiente, racional y que estén dentro de los intereses de preservación ambiental [...] es por medio de la implementación del enfoque orientado a la gestión integral de los recursos hídricos” (Perevochtchikova, 2010, p. 63).

Debido a la deficiente gestión del agua, al crecimiento demográfico y a la expansión de las actividades productivas de las últimas décadas, muchas ciudades enfrentan el serio problema de tener cada vez menor disponibilidad de agua.

Si bien el uso del agua en el sector agrícola supera por mucho al urbano, este último ha ganado terreno debido a la creciente urbanización, sobre todo durante la segunda mitad del siglo XX (Aboites en Lutz y Salazar, 2011, p. 566). Por ello, resulta congruente esperar que la gestión en los servicios de agua y saneamiento en las ciudades cobre importancia a la luz de sus consecuencias económicas, sociales y ambientales.

En México, los servicios de agua potable están a cargo de los municipios, quienes crean Organismos Operadores de Agua (OOA) para atender las necesidades de abasto, alcantarillado, saneamiento y disposición de las aguas residuales.

Las funciones de los OOA comprenden asuntos de ingeniería, temas comerciales y de los usuarios, y cuestiones de representación y gestión ante otras autoridades respecto de concesiones de agua, descargas, autorización de tarifas, etc. Sin embargo, la presente investigación sólo se concentró en los primeros dos temas: administración

técnica y administración financiera. Esto, medido a través de las eficiencias físicas y comerciales que reportan los OOA ante las autoridades federales.

El análisis de la eficiencia de los servicios prestados por los organismos operadores comienza a tomar relevancia en los años noventa, con la puesta en marcha de las evaluaciones de desempeño de los sistemas de distribución y los análisis de la eficiencia en la administración del agua para uso público. Así, la evaluación de la eficiencia en la administración del agua potable es una parte importante de una gestión enfocada en el manejo de la demanda, por lo que comprender el comportamiento de los OOA a través de su desempeño será cada vez más importante, en la medida que se haga más problemático el manejo de la oferta o abasto, y el agua sea más escasa.

De esta manera, este trabajo tuvo por *objetivos*: realizar un análisis exploratorio de la eficiencia de los OOA en las localidades mayores a 50 mil habitantes en la república mexicana; y, darse a la tarea de conocer si algunas de las características económicas, sociodemográficas, ambientales, y relacionadas con la dotación de los servicios de agua y drenaje, estaban asociadas al desempeño –en términos de sus eficiencias físicas, comerciales y globales– de los OOA en México durante el periodo 2003 a 2012.

Se observó que, a lo largo del periodo de estudio, las eficiencias físicas y comerciales de los OOA no han presentado cambios importantes; incluso, se mostraron ciertos retrocesos en la evolución de las eficiencias al analizar la mediana de los porcentajes reportados al inicio del periodo con los recabados en 2012, que se reflejaron en los niveles de eficiencia global, cuyas cifras medias se ubicaron por debajo del 50 por ciento. Dicha cifra, dista mucho de los niveles que, por ejemplo, el IMTA señalaba como meta para el 2012: 67 por ciento de eficiencia global.

Al examinar la eficiencia física y comercial durante un periodo de 10 años, se logró tener una visión más completa sobre los OOA, para así entender la relación que guardan y observar si influyen los factores *contextuales* que pudieran explicar su diferenciado desempeño. Es decir, no se presenta una revisión estática en el tiempo, sino que se consiguió apreciar con mayor detalle su evolución a lo largo del período y en relación con otras ciudades.

Sin embargo, cuando se ponen a prueba los factores que, a manera de *hipótesis*, estarían asociados a los altos o bajos niveles de eficiencia, y donde se establece la afirmación sobre la existencia de factores de tipo económico, sociodemográfico, ambiental, y relacionadas con la dotación de servicios de agua y drenaje, mismos que influyen de manera directa y significativa en el desempeño desigual de los OOA en el país, los hallazgos no fueron concluyentes.

En un primer momento, al estudiarse al conjunto de los OOA, los factores que estarían asociados son muy pocos: el nivel de cobertura de los servicios de agua y alcantarillado, y la precipitación fueron algunas variables que mostraron cierta asociación con las eficiencias presentadas por los OOA de las 41 ciudades consideradas.

Estos resultados llevaron a plantear que tal vez existía algún rasgo que diferenciaba a los OOA y que era esa situación no considerada cuando se trabajaba con promedios gruesos –consecuencia de un mayor grado de agregación–, lo que no permitía establecer relaciones estadísticas más fuertes y claras con los factores contextuales postulados. Por ello, se propuso realizar el mismo ejercicio con ciudades que se asemejaban entre sí, a partir de los datos de las eficiencias que reportaron. Para ello, se utilizó la estratificación de las ciudades a partir de sus eficiencias físicas y comerciales, a través de la técnica Dalenius-Hodges. Tres fueron los estratos obtenidos para clasificar a los OOA: alto, medio y bajo.

Un aspecto a destacar después de haber realizado dicha estratificación es el hecho de que la mayoría de las ciudades del norte son las que presentaron mejores niveles de desempeño y, por tanto, se ubicaron en las eficiencias físicas y comerciales altas y medias. Siete de las 11 ciudades con alta eficiencia física fueron de esa zona geográfica, ubicación que se caracteriza por presentar escasez de agua. Por su parte, ocho de las 14 ciudades con eficiencia comercial alta, se concentraron también en esta región.

Los resultados obtenidos a través de esta exploración, para el caso de la eficiencia física, mostraron que, además de los niveles no significativos obtenidos para la mayoría de las variables, los factores económicos y ambientales fueron los más representativos. En este sentido, hay que mencionar que los trabajos de Lutz y Salazar

(2011), Renzetti y Dupont (Sin Año), y Picazo, Sáez, y González (Sin Año), proporcionan resultados parecidos a los aquí obtenidos.

Para el caso de la eficiencia comercial, las variables sociodemográficas son las que muestran una mayor relación con la eficiencia comercial en comparación con el resto de los factores. La variable del número de población mostró asociación con esta eficiencia, lo que va en línea con los descubrimientos de Lutz y Salazar (2011), y el CCA (2010; 2011). Asimismo, el método por pasos arrojó relevancia para este tipo de variables y la propuesta desde el enfoque de cultura del agua con indicadores aproximados a ésta, parecen adecuarse a lo aquí logrado. El concepto operacionalizado de cultura del agua no se reflejó en los niveles de eficiencia física, sólo en la comercial. Es decir, el impacto del cobro resulta ser más sensible para la población, que aquellos problemas que pudieran presentarse desde el punto de vista operativo (o de infraestructura) de los OOA.

Los hallazgos no pudieron sostener la relación existente entre las eficiencias comerciales de los OOA y los factores correspondientes a la dotación del servicio de agua y drenaje en las ciudades. Lutz y Salazar (2011), el CCA (2010; 2011) y BALONDEO (2007; 2008) mostraron que este tipo de indicadores se asociaban positivamente con dicha eficiencia.

Cuando se pusieron a prueba los factores que se relacionaban con altas eficiencias, tanto físicas como comerciales, a través de la aplicación de pruebas de hipótesis que llevaran a sostener que existían diferencias entre los OOA a partir de la estratificación de sus niveles de eficiencia, los resultados fueron no significativos para ninguno de los casos. Ello desestima los niveles de asociación encontrados a través de las correlaciones parciales, aunque no desacredita de manera contundente la existencia de dependencia de algunas de las variables analizadas y las eficiencias reportadas por los OOA.

Como se advirtió a lo largo de la investigación, los datos recabados no son del todo confiables. Al no existir metodologías sólidas para la generación de indicadores en materia hídrica y la nula exigencia sobre el desarrollo de sistemas de monitoreo del desempeño a los OOA por parte de la CONAGUA, llevan a tomar con cautela los

resultados que se obtuvieron. Las deducciones aquí mostradas pueden constituir la muestra de la falta de estadísticas confiables. Este problema no debería ser minimizado, puesto que, como se revisó, los programas diseñados para el mejoramiento de las eficiencias de los OOA han presentado montos crecientes de inversión y nulos avances en los niveles de mejora de los OOA.

Así, y a pesar de los esfuerzos en la publicación de indicadores que han hecho la CONAGUA y recientemente el IMTA, a la fecha no se ha podido validar y consolidar un sistema de indicadores que oriente el camino que hay que seguir. Los indicadores publicados exponen lagunas y no incluyen a todas las ciudades. Tampoco se agrupan ni ordenan en una calificación global que permita estimular a los OOA que muestran mejor desempeño y que sirva de acicate a los rezagados.

Lo anterior, es señal inequívoca de la cautela con la que se deben tomar estudios como éste, pues el grupo de OOA que fue analizado podría ser diferente de aquellos de los que no se cuenta con información, puesto que ningún organismo operador está obligado a entregar sus indicadores de desempeño (Comisión Nacional del Agua, 2012, pp. 16-17). La poca confiabilidad en los datos que reportan éstos ha sido más la regla que permea en los estudios que sobre la materia se han hecho. La ausencia de una metodología seria y transparente que permita medir los niveles de eficiencia de los OOA, puede llevar a este grupo selecto de ciudades, y voluntario en la publicación de dichos indicadores, a mostrar cifras que pudieran estar manipuladas por ellos mismos, con el afán de conseguir mayores financiamientos para dichos OOA. Esto, sin lugar a dudas, estaría repercutiendo en estudios como el de esta naturaleza y los correspondientes resultados que se obtendrían al poner a prueba los indicadores que ellos reportan y para los cuales se busca explicar la heterogeneidad presentada por los OOA, más allá de la sola consideración de indicadores operativos o técnicos de los organismos.

En concreto, los OOA deberían seguir el camino de la eficiencia, la economía y la optimización de recursos. Sin datos consistentes y validados, la tarea resulta imposible. Si tuvieran certeza sobre cuánta agua reciben, cuánta agua cobran, cuáles son los indicadores de eficiencia, podrían saber qué recursos requieren, o cómo se encuentran sus estados financieros, por mencionar algunos ejemplos. En la medida que

conocieran su desempeño real, se estaría en condiciones de mejorar el servicio que otorgan a la población, aunque quizá lo conocen pero no lo comunican por otras razones.

Una de las aportaciones que surgió al considerar los diversos factores de tipo económico, ambiental o sociodemográfico en el análisis de los OOA estudiados, fue la identificación y propuesta de algunas posibles explicaciones relacionadas con los diversos niveles de eficiencia. Se buscó, pues, ir más allá de resumir el comportamiento de éstos a través de instrumentos que sólo tienen que ver con la capacidad técnica y administrativa de los organismos, para así avanzar en la comprensión de las relaciones entre las características que son susceptibles de modificarse a través de la instrumentación de políticas públicas encaminadas a lograr, en la práctica, lo que en el discurso se maneja como “sustentabilidad”.

Igualmente, la contribución que se propuso tener con esta investigación fue la de dotar de una base de datos sólida y concentrada por un periodo de tiempo prolongado, aun cuando se cuestionó la validez de la información, y de los consecuentes resultados obtenidos, declarada por los OOA a las dependencias encargadas de los temas hídricos en el país. Asimismo, se buscó, con la exploración realizada, identificar patrones de comportamientos similares que permitieron clasificar y comparar a los OOA con respecto al contexto donde se desenvuelven, a través de la introducción de algunas variables económicas, sociodemográficas, ambientales y relacionadas con la dotación de servicios de agua y drenaje.

Esta primera indagación abre la puerta para continuar estudios de este tipo. Pensar en la consideración de algunas variables operativas relacionadas con el ambiente institucional de los OOA, parece ser atractivo para los análisis emanados desde el campo de la economía institucional. Para futuras investigaciones, se podrían incorporar factores técnicos, así como precios, tarifas, micromediciones, subsidios, entre otros, que se constituirían como fuentes de interpretaciones más sólidas sobre el desempeño de los OOA.

Asimismo, particularizar y analizar casos concretos de OOA opuestos, conseguiría dar pie a una mejor caracterización y comprensión del comportamiento que éstos adoptan, de acuerdo a un contexto específico.

Finalmente, y al ser esta investigación de carácter exploratorio, vale la pena hacer la aclaración de que los resultados obtenidos deben tomarse con cierta cautela. Esto es, de ninguna manera las comparaciones de eficiencia de un determinado organismo debe considerarse como un resultado robusto, en tanto que dependen en buena medida de la información oficial recabada. Este ejercicio es experimental, en el sentido de que es un primer intento por buscar un modelo explicativo de las diferencias de eficiencia de los OOA entre las ciudades consideradas, a través de los factores contextuales que el conocimiento previo de investigaciones centradas en el estudio del desempeño de los OOA ha señalado, y que llevó a postular un conjunto de variables explicativas sobre las diferencias observadas en los niveles de eficiencia de estos organismos.

## Bibliografía

Alegría, A., & Perera, R. (2006). Pruebas no paramétricas. En V. Aguirre, A. Alegría, B. Artaloitia, B. Balmaseda, J. Fernández, G. Garza, y otros, *Fundamentos de probabilidad y estadística* (2a. Edición ed., págs. 9-1,9-35). México, D.F.: Just in Time Press.

Armendáriz, S. (2010). Organismos Operadores de Agua y la Nueva Gestión Hídrica. El caso de cuatro municipios conurbados de la ZMCM. (U. A. Metropolitana, Ed.) México, D.F.

Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México. (Septiembre de 2010). *Sistemas de información de agua potable y saneamiento: reflexiones en torno a un seminario de análisis*. Recuperado el Abril de 2014, de ANEAS: <http://www.aneas.com.mx/contenido/SistInfAPyS.pdf>

BAL-ONDEO. (2007). *Reporte Anual de Desempeño de los Organismos Operadores de Agua y Saneamiento en México*. Reporte de Desempeño, BAL-ONDEO, México, D.F.

BAL-ONDEO. (2008). *Reporte Anual de Desempeño de los Organismos Operadores de Agua y Saneamiento en México*. Reporte de Desempeño, BAL-ONDEO, México, D.F.

Barajas, M. d. (Agosto de 2008). Convergencias y divergencias en el discurso sobre la administración privada del servicio de agua potable y saneamiento: el caso del municipio de Aguascalientes, México. (I. P. Nacional, Ed.) México, D.F.

Barkin, D., & Klooster, D. (2006). Estrategias de la gestión del agua urbana en México: un análisis de su evolución y las limitaciones del debate para su privatización. En D. (. Barkin, *La gestión del agua urbana en México. Retos, debates y bienestar* (págs. 1-45). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Carabias, J., & Landa, R. (2005). *Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México* (1a edición ed.). México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México; El Colegio de México; Fundación Gonzalo Río Arronte.

CEPAL. (Febrero de 2011). *Eficiencia y su medición en prestadores de servicios de agua potable y alcantarillado*. Recuperado el 1 de Mayo de 2014, de <http://goo.gl/XEgmYI>

CEPAL. (Julio de 2007). *Imputación de datos: teoría y práctica*. Recuperado el Mayo de 2014, de <http://goo.gl/z4CuNz>



Comisión Estatal del Agua de Guanajuato. (2012). *Mejoramiento de la eficiencia física de los organismos operadores de agua*. Recuperado el 1 de julio de 2014, de <http://goo.gl/jCezcp>

Comisión Nacional del Agua. (2011). *Agenda del Agua 2030*. México, D.F.

Comisión Nacional del Agua. (2012). *Estadísticas del Agua en México*. México, DF, México: Comisión Nacional del Agua.

Comisión Nacional del Agua. (Abril de 2012). *Manual de incremento de eficiencia física, hidráulica y energética en sistemas de agua potable*. Coyoacán, México, D.F.

Comisión Nacional del Agua. (Octubre de 2012). *Política Pública de Mejoramiento de Eficiencias en los Sistemas Urbanos de Agua Potable y Saneamiento en México*. (S. d. Naturales, Ed.) Coyoacán, México, D.F.

Comisión Nacional del Agua. (Febrero de 2014). *Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas. Manual de Operación y Procedimientos*. (S. d. Naturales, Ed.) México, D.F.

Comisión Nacional del Agua. (2008). *Programa Nacional Hídrico*. Recuperado el 17 de Febrero de 2014, de <http://goo.gl/jcJAHZ>

Comisión Nacional del Agua. (Marzo de 2012). *Programa para la Modernización de Organismos Operadores de Agua (PROMAGUA)*. (S. d. Naturales, Ed.) México, D.F.

Comisión Nacional del Agua. (Septiembre de 2012). *Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento*. Coyoacán, México, D.F.

Comisión Nacional del Agua. (2013). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. México, DF, México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Consejo Consultivo del Agua. (Enero de 2010). *La gestión del agua en las ciudades de México. Indicadores de desempeño de organismos operadores*. Recuperado el Mayo de 2014, de <http://goo.gl/5QyH7a>

Consejo Consultivo del Agua. (Junio de 2011). *Gestión del agua en las ciudades de México. Indicadores de desempeño de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. Recuperado el Mayo de 2014, de <http://goo.gl/ZJhNcN>

Conti, M. (2005). *Ownership Relative Efficiency in the Water Industry: A Survey of the International Empirical Evidence*. Obtenido de <http://goo.gl/Cv2Qhb>

Cortés, F., & Vargas, D. (2011). *Marginación en México a través del tiempo. a propósito del índice de Conapo*. Recuperado el 15 de julio de 2014, de <http://goo.gl/PKbUOw>

Diario Oficial de la Federación. (8 de Abril de 2014). Programa Nacional Hídrico 2014-2018. (S. d. Gobierno, Ed.) México, D.F.

Escobar, M. (1999). *Análisis gráfico/exploratorio*. Madrid, España: La Muralla.

Escobar, M., Fernández, E., & Bernardi, F. (2009). *Análisis de datos con Stata* (Primera edición ed.). Madrid, España: Centro de Investigaciones Sociológicas.

Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A.C. (s.a.). *Agua. Guía para organismos operadores de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A.C. y Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P.

García, R., & Gómez, P. (2011). Servicios Públicos en los Gobiernos Locales: un Análisis a Través de las Encuestas Municipales. En E. Cabrero Mendoza, & D. (. Arellano Gault, *Los gobiernos municipales a debate: un análisis de la institución municipal a través de la Encuesta INEGI 2009* (págs. 157-213). México, D.F.: Centro de Investigación y Docencia Económica.

Gobierno del Estado de México. (2009). *Cultura del Agua. Hacia un uso eficiente del recurso vital*. Recuperado el 7 de julio de 2014, de Cuenca del Valle de México: <http://goo.gl/IUHCqj>

Guerrero, H. (2008). El costo del suministro de agua potable. Análisis y propuestas de políticas. En H. Guerrero, A. Yúnez, & J. (. Medellín, *El agua en México. Consecuencias de las políticas de intervención en el sector* (Primera edición ed., págs. 93-114). Ciudad de México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.

Guerrero, H. (2008). Reformas legales e institucionales del sector hídrico. En H. Guerrero, A. Yúnez, & J. (. Medellín, *El agua en México. Consecuencias de las políticas de intervención en el sector* (Primera edición ed., págs. 31-57). Ciudad de México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.

Hernández, J. (2013). Una propuesta de organización para un sistema operador de agua potable, drenaje y saneamiento en México. México, D.F.

IMCO. (Febrero de 2014). *Guía para la creación de organismos metroolitanos de agua potable y saneamiento en México*. Recuperado el Abril de 2014, de IMCO: <http://imco.org.mx/wp-content/uploads/2014/03/AguaPotable.pdf>

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. (2007). *Conceptos de reducción y control de pérdidas, y de sectorización de redes de distribución*. Recuperado el marzo de 2014, de <http://goo.gl/11MYcS>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *Censos y Conteos de Población y Vivienda*. Recuperado el 13 de Febrero de 2014, de <http://goo.gl/GSfpk0>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *Nota Técnica. Estratificación multivariada*. Recuperado el 15 de julio de 2014, de <http://goo.gl/WCfPWa>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2011). *Panorama censal de los organismos operadores de agua en México*. Recuperado el Marzo de 2014, de INEGI: <http://goo.gl/m46T9P>

Ley de Aguas Nacionales. (2013). México, DF.

Lutz, A. N., & Salazar, A. (2011). Evolución y perfiles de eficiencia de los organismos operadores de agua potable en México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 26 (3), 563-599.

Martínez, P. F., García, N., & Bourguett, V. (2008). La transformación del subsector agua potable, drenaje y saneamiento. Una visión a través del conocimiento y la tecnología. En R. Olivares, R. Sandoval, & A. Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México (Ed.), *El agua en México. Historia reciente, actores y propuestas* (págs. 327-339). México, D.F.

Olivares, R. (2008). Las reformas al 115, una reflexión retrospectiva. En R. Olivares, R. Sandoval, & A. N. México (Ed.), *El agua potable en México. Historia reciente, actores, procesos y propuestas* (págs. 49-56). México, D.F.

Olivares, R., & Sandoval, R., *El agua potable en México. Historia reciente, actores, procesos y propuestas* (págs. 57-75). Mexico, D.F.: Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México, A.C.

Perevochtchikova, M. (2010). La problemática del agua: revisión de la situación actual desde una perspectiva ambiental. En J. Lezama, & B. Graizbord, *Los grandes problemas de México. Medio Ambiente* (Primera edición ed., Vol. IV, págs. 61-103). Ciudad de México, D.F.: El Colegio de México.

Perevochtchikova, M. (2012). La problemática de información del agua en México. En M. Perevochtchikova, *Cultura del agua en México. Conceptualización y vulnerabilidad social* (págs. 339-376). Cd. de México, México: Miguel Ángel Porrúa.

Perevochtchikova, M. (2012). Nueva cultura del agua en México. En M. Perevochtchikova, *Cultura del agua en México. Conceptualización y vulnerabilidad social* (págs. 63-82). Cd. de México, México.

Picazo, A., Sáez, F., & González, F. (Sin Año). *The role of environmental factors in water utilities' technical efficiency. Empirical evidence from Spanish companies*. Recuperado el 15 de Mayo de 2014, de <http://goo.gl/7Yb7WA>

Pineda, N., & Salazar, A. (2008). De las juntas federales a las empresas de agua: la evolución institucional de los servicios urbanos de agua en México 1948-2008. En R.

Olivares, R. Sandoval, & A. N. México (Ed.), *El agua potable en México. Historia reciente, actores, procesos y propuestas* (págs. 49-56). México, D.F.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2007). *Perspectivas de Medio Ambiente Mundial GEO4*. (P. D. Aid, Ed.) Recuperado el Abril de 2014, de [http://www.unep.org/geo/geo4/report/geo-4\\_report\\_full\\_es.pdf](http://www.unep.org/geo/geo4/report/geo-4_report_full_es.pdf)

Renzetti, S., & Dupont, D. (Sin Año). *Measuring the Technical Efficiency of Municipal Water Suppliers: the Role of Environmental Factors*. Recuperado el Mayo de 2014, de <ftp://coffee.econ.brocku.ca/RePec/pdf/0901.pdf>

Rodríguez, E. (2004). El papel de los organismos operadores en la gestión del agua. En V. G. Cecilia Tortajada, *Hacia una gestión integral del agua en México: retos y alternativas* (págs. 257-288). México, D.F.: Miguel Ángel Porrúa / Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, A.C. / H. Cámara de Diputados, LIX Legislatura.

Saldívar, A. (2007). *Las aguas de la ira: Economía y cultura del agua en México ¿sustentabilidad o gratuidad?* Ciudad de México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.

Tiburcio, A. (Octubre de 2013). Desarrollo de un marco de indicadores para la gestión del agua urbana. El caso de la Ciudad de México. México, D.F.

Tiburcio, A., & Perevochtchikova, M. (2012). Indicadores ambientales en la gestión del agua urbana. En M. Perevochtchikova, *Cultura del agua en México. Conceptualización y vulnerabilidad social* (págs. 377-399). Ciudad de México, D.F.: Miguel Ángel Porrúa.

Torregrosa, M. L. (2012). Los recursos hídricos en México: situación y perspectivas. En B. Jiménez, & J. Galizia, *Diagnóstico del agua en las América* (pág. 445). México, DF, México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC.

Universidad Complutense de Madrid. (2014). *SPSS 10. Guía para el análisis de datos*. Recuperado el 15 de julio de 2014, de <http://goo.gl/Z7DMSq>

## Anexos

## Anexo 1. Listado de las localidades analizadas por BAL-ONDEO

No.	Estado	Localidad	No.	Estado	Localidad	No.	Estado	Localidad
1	Aguascalientes	Aguascalientes	21	Estado de México	Cuautitlán	41	Puebla	Heroica Puebla de Zaragoza
2	Baja California	Ensenada	22	Estado de México	Ecatepec de Morelos	42	Querétaro	Santiago de Querétaro
3	Baja California	Mexicali	23	Estado de México	Naucalpan de Juárez	43	Quintana Roo	Cancún
4	Baja California	Tijuana	24	Estado de México	Tlalnepantla	44	Quintana Roo	Playa del Carmen
5	Baja California Sur	La Paz	25	Estado de México	Toluca de Lerdo	45	San Luis Potosí	San Luis Potosí
6	Baja California Sur	San José del Cabo	26	Estado de México	Tultitlán	46	Sinaloa	Culiacán Rosales
7	Campeche	Campeche	27	Guanajuato	Celaya	47	Sinaloa	Mazatlán
8	Chiapas	Tuxtla Gutiérrez	28	Guanajuato	Guanajuato	48	Sonora	Ciudad Obregón
9	Chihuahua	Chihuahua	29	Guanajuato	Irapuato	49	Sonora	Hermosillo
10	Chihuahua	Juárez	30	Guanajuato	León de los Aldama	50	Tabasco	Villahermosa
11	Ciudad de México	Ciudad de México	31	Guerrero	Acapulco de Juárez	51	Tamaulipas	Ciudad Victoria
12	Coahuila	Saltillo	32	Hidalgo	Pachuca de Soto	52	Tamaulipas	Heroica Matamoros
13	Coahuila	Torreón	33	Jalisco	Guadalajara	53	Tamaulipas	Nuevo Laredo
14	Colima	Colima	34	Jalisco	Puerto Vallarta	54	Tamaulipas	Reynosa
15	Durango	Ciudad Lerdo	35	Michoacán	Morelia	55	Tamaulipas	Tampico
16	Durango	Victoria de Durango	36	Michoacán	Uruapan	56	Veracruz	Coatzacoalcos
17	Durango	Gómez Palacio	37	Morelos	Cuernavaca	57	Veracruz	Veracruz
18	Estado de México	Atizapán	38	Nayarit	Bahía de Banderas	58	Veracruz	Xalapa-Enríquez
19	Estado de México	Ciudad Nezahualcóyotl	39	Nayarit	Tepic	59	Yucatán	Mérida
20	Estado de México	San Francisco Coacalco	40	Nuevo León	Monterrey	60	Zacatecas	Zacatecas

**Fuente:** Elaboración propia con base en BAL-ONDEO. *Reporte Anual de Desempeño de los Organismos Operadores de Agua y Saneamiento en México, 2008*

## Anexo 2. Descripción de la base de datos de Organismos Operadores de Agua en ciudades seleccionadas

Variable	Descripción	Fuente
<b>reg</b>	Nombre de la Región Hidrológica Administrativa	CNA. Estadísticas del Agua en México
<b>rh</b>	Número de Región Hidrológica Administrativa	CNA. Estadísticas del Agua en México
<b>ent</b>	Clave de la entidad federativa.	INEGI. Principales resultados por localidad (ITER).
<b>n_ent</b>	Nombre oficial de la entidad federativa.	INEGI. Principales resultados por localidad (ITER).
<b>mpio</b>	Clave del municipio al interior de una entidad federativa.	INEGI. Principales resultados por localidad (ITER).
<b>n_mpio</b>	Nombre del municipio al interior de una entidad federativa.	INEGI. Principales resultados por localidad (ITER).
<b>loc</b>	Clave de la localidad al interior de cada municipio.	INEGI. Principales resultados por localidad (ITER).
<b>n_loc</b>	Nombre de la localidad al interior de cada municipio.	INEGI. Principales resultados por localidad (ITER).
<b>ef</b>	Eficiencia física	CNA. Situación del subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. IMTA. Programa de Indicadores de Gestión de los Organismos Operadores
<b>ec</b>	Eficiencia comercial	CNA. Situación del subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. IMTA. Programa de Indicadores de Gestión de los Organismos Operadores
<b>eg</b>	Eficiencia global	CNA. Situación del subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. IMTA. Programa de Indicadores de Gestión de los Organismos Operadores
<b>lhd</b>	Dotación media de agua (litros por habitante por día)	CNA. Situación del subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. IMTA. Programa de Indicadores de Gestión de los Organismos Operadores
<b>npt</b>	Número de plantas de tratamiento de agua	CNA. Situación del subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento
<b>cautrat</b>	Caudal tratado	CNA. Situación del subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento
<b>ctrat</b>	Cobertura de tratamiento	CNA. Situación del subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. IMTA. Programa de Indicadores de Gestión de los Organismos Operadores
<b>caudes</b>	Caudal desinfectado	CNA. Situación del subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento
<b>cdes</b>	Cobertura de desinfección	CNA. Situación del subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento
<b>preman</b>	Precipitación media anual	SEMARNAT. Unidad del Servicio Meteorológico Nacional
<b>pobtot</b>	Población total.	INEGI. Principales resultados por localidad (ITER).
<b>pob18ymas</b>	Población de 15 años y más	INEGI. Principales resultados por localidad (ITER).
<b>gradoesco</b>	Grado promedio de escolaridad	INEGI. Principales resultados por localidad (ITER).
<b>Rez_edu</b>	Porcentaje de la población con educación básica	CONEVAL. Índice de Pobreza Municipal

Variable	Descripción	Fuente
<b>vivparhab</b>	incompleta Viviendas particulares habitadas	INEGI. Principales resultados por localidad (ITER).
<b>pro_ovp</b>	Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	INEGI. Principales resultados por localidad (ITER).
<b>vp_sersan</b>	Porcentaje de viviendas particulares que disponen de excusado o sanitario	INEGI. Principales resultados por localidad (ITER).
<b>vp_aguent</b>	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada de la red pública	INEGI. Principales resultados por localidad (ITER).
<b>vp_drenaj</b>	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	INEGI. Principales resultados por localidad (ITER).
<b>tmort</b>	Tasa de mortalidad infantil (defunciones de menores de un año de edad por cada mil nacimientos)	PNUD. Índice Municipal de Desarrollo Humano
<b>talf</b>	Tasa de alfabetización (población alfabetizada de 15 y más años entre la población de 15 y más años de edad)	PNUD. Índice Municipal de Desarrollo Humano
<b>tasisesc</b>	Tasa de asistencia escolar (población que asiste a la escuela entre 6 y 24 años entre la población de 6 a 24 años)	PNUD. Índice Municipal de Desarrollo Humano
<b>pibpercap</b>	Ingreso per cápita anual (dólares estadounidenses PPC)	PNUD. Índice Municipal de Desarrollo Humano
<b>pob6_14asisesc</b>	Porcentaje de la población de 6 a 14 años que asiste a la escuela	CONEVAL. Índice de Rezago Social
<b>pob15_cebc</b>	Porcentaje de la población de 15 años y más con educación básica completa	CONEVAL. Índice de Rezago Social
<b>viv_displav</b>	Porcentaje de viviendas particulares que disponen de lavadora	CONEVAL. Índice de Rezago Social

**Fuente:** Elaboración propia

### **Anexo 3. Los diversos comportamientos de las eficiencias de los OOA y su caracterización a partir de factores que expliquen sus diferencias**

Los resultados arrojados durante el desarrollo final del capítulo 3, muestran que, probablemente, al considerar al conjunto de las ciudades sin discriminación alguna y analizando los factores propuestos que pudieran ayudar a definir algún patrón de comportamiento; éstos no muestren nada concluyente puede ser señal de que, en efecto, las ciudades presentan características disímiles, por lo que sería más conveniente agruparlas de acuerdo a una característica en común y volver a analizar los factores que subyacen a este nuevo subconjunto.

De esta manera, durante el estudio de las eficiencias se presentó la distribución de las ciudades de acuerdo a las eficiencias física y comercial promedio que habían obtenido durante el periodo 2003-2012, con respecto al promedio total del conjunto de las ciudades para el mismo espacio de tiempo.

Por ello, la Tabla 22 presenta el listado de las ciudades que se ubicaron en cada cuadrante, de acuerdo a las eficiencias logradas a lo largo de 10 años.

Un primer acercamiento hacia este subconjunto de ciudades, permite que salte a la vista de manera por demás evidente que, salvo las ciudades de Guanajuato y Quintana Roo, las localidades donde se presentan las mayores eficiencias físicas y comerciales (cuadrante 1), son aquellas ubicadas en el norte del país. La escasez del líquido y las condiciones económicas parecieran ser factores característicos de esta zona.

En contraste, el grupo conformado por las menores eficiencias durante el periodo (el cuadrante 3) son, en su mayoría, del centro del país. Sus mejores niveles de cobertura en drenaje y alcantarillado no parecen reflejarse en estos indicadores.

Tal pareciera que en los cuadrantes 2 y 4 no se logra percibir, al menos, una ubicación geográfica definida de éstos. Sin embargo, resalta que sea el cuadrante 4, junto con el 1, quien más ciudades alberga. Tal pareciera que, en efecto, resulta más fácil lograr mejores indicadores en la cobranza del bien, que en la producción y tratamiento del mismo.



**Tabla 22. Ciudades ubicadas en cada cuadrante, por niveles de eficiencia física y eficiencia comercial**

<b>Ciudades ubicadas en el cuadrante 2</b> <i>Eficiencias físicas altas</i>	<b>Ciudades ubicadas en el cuadrante 1</b> <i>Eficiencias físicas y comerciales altas</i>
Campeche, Campeche Colima, Colima Guanajuato, Guanajuato Heroica Puebla de Zaragoza, Puebla La Paz, Baja California Sur Mazatlán, Sinaloa Reynosa, Tamaulipas Tepic, Nayarit Veracruz, Veracruz	Celaya, Guanajuato Ciudad Victoria, Tamaulipas Culiacán Rosales, Sinaloa Ensenada, Baja California Juárez, Chihuahua León de los Aldama, Guanajuato Mexicali, Baja California Monterrey, Nuevo León Playa del Carmen, Quintana Roo Puerto Vallarta, Jalisco San José del Cabo, Baja California Sur Tijuana, Baja California
<b>Ciudades ubicadas en el cuadrante 3</b> <i>Eficiencias físicas y comerciales bajas</i>	<b>Ciudades ubicadas en el cuadrante 4</b> <i>Eficiencias comerciales altas</i>
Ciudad Nezahualcóyotl, Estado de México Cuernavaca, Morelos Distrito Federal, Distrito Federal Gómez Palacio, Durango Hermosillo, Sonora San Luis Potosí, San Luis Potosí Tlalnepantla, Estado de México Xalapa-Enríquez, Veracruz	Acapulco de Juárez, Guerrero Aguascalientes, Aguascalientes Chihuahua, Chihuahua Morelia, Michoacán Nuevo Laredo, Tamaulipas Pachuca de Soto, Hidalgo Santiago de Querétaro, Querétaro Tampico, Tamaulipas Toluca de Lerdo, Estado de México Torreón, Coahuila Tuxtla Gutiérrez, Chiapas Zacatecas, Zacatecas

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de la CONAGUA. *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Varios años; IMTA. *Programa de Indicadores de Gestión de los Organismos Operadores*. Varios años

Una vez esbozada, a grandes rasgos, la ubicación de las ciudades de acuerdo a las eficiencias logradas, lo que sigue será analizar cada subconjunto de las localidades y sus OOA para indagar la existencia, o no, de factores más allá de los operativos, mismo que permitan establecer, o no, comportamientos similares entre éstos.

## ANEXOS

### **A3.1 Las ciudades de los OOA con eficiencias físicas y comerciales altas ubicadas en el cuadrante 1 y su caracterización a partir de algunos factores**

#### ***3.1.1. Los factores económicos***

Tal como se propuso en el apartado anterior, las variables económicas propuestas en esta investigación están relacionadas con el consumo de agua y el ingresos de los individuos; a saber: los litros de agua por habitante por día y el ingreso per cápita.

Con este par de variables se buscó encontrar asociaciones entre este factor y las eficiencias reportadas por los OOA de las localidades propuestas.

El Anexo 9 contiene los efectos de las correlaciones globales y parciales correspondientes a éstos y el resto de los factores propuestos para este subgrupo.

Al analizar los resultados arrojados para este par de variables, éstas no muestran asociación con las eficiencias obtenidas a lo largo de la investigación. Ello se refleja cuando se contrastan las correlaciones parciales. Los niveles de significancia son superiores al 10 por ciento, por lo que ninguna de estas variables parece explicar el comportamiento de las eficiencias de los OOA.

Lo anterior resulta un tanto contraintuitivo. De acuerdo con Lutz y Salazar (2011), la característica peculiar de las ciudades con altas eficiencias es su ingresos per cápita mayor (para la presente investigación, este grupo se ubicó como el segundo con mejor ingreso), lo que explicaría los altos porcentajes en la cobranza.

#### ***3.1.2. Los factores sociodemográficos***

Para llevar a cabo la inferencia de algunas variables sociodemográficos con las eficiencias de las localidades con los mejores porcentajes, se propusieron siete variables

## ANEXOS

que tratan de dar cuenta de las características de la población que habita en estas ciudades. La mayoría de éstas, ligadas a cuestiones educativas.

Este grupo se caracteriza por tener unas de las más bajas preparaciones educativas en la formación de sus habitantes. Por ejemplo, cuenta con el menor nivel de años de escolaridad del resto de los cuadrantes diseñados. Ello se refleja con su “alta” tasa de analfabetismo y su baja asistencia escolar.

Cuando se analizan las relaciones que pudieran existir de estos factores y las eficiencias logradas a lo largo del tiempo, el panorama no es distinto a lo observado en el bloque de características económicas.

Para el caso de la eficiencia física, resultan significativas dos variables: el porcentaje de población joven (de 15 a 24 años) y la tasa de alfabetismo. La relación que existe entre el primer factor y la eficiencia física es negativa; es decir, a menor gente joven, mayor la eficiencia lograda. El porcentaje de población joven es uno de los menores que posee el conjunto de ciudades. En todo caso, el tamaño de la población importa a la hora del logro de mejores eficiencias físicas. Asimismo, a pesar de tener la mayor tasa de analfabetismo, la eficiencia lograda y su relación con la alfabetización de sus poblaciones está directamente relacionada. A pesar de tener una de las más altas tasas de analfabetismo, ésta apenas alcanza al cuatro por ciento de su población, por lo que cabría la afirmación de que la población es capaz de percibir la escasez del líquido y busca la mejor utilización posible del bien.

Al revisar los datos para la eficiencia comercial, éstos resultan ser no significativos para ninguna de las variables propuestas.

### ***3.1.3. Los factores ambientales***

Una serie de cuatro variables, conforman el grupo de factores ambientales sujetos a ser sometidos al contraste con las eficiencias logradas por los OOA.

## ANEXOS

Las ciudades registradas en este cuadrante tienen el mejor porcentaje de cobertura de tratamiento a pesar de poseer uno de los menores números de plantas de tratamiento.

Cuando se analizan las eficiencias con los factores, la tónica es la misma que en con las variables anteriores: sólo se muestra significativa la precipitación media anual y su relación con la eficiencia física lograda.

Lo anterior, muestra una relación negativa: allí donde se registran las mayores eficiencias, la precipitación es menor. Quizá no se esté hablando de producción, sino de los niveles de facturación que logran rescatarse a la hora de etiquetar los caudales producidos. Sin embargo, escapa a los alcances de esta investigación descubrir el estado de su infraestructura en materia de captación de agua.

En el caso de la eficiencia comercial, no se asocian ninguna de las variables propuestas con el comportamiento reportados en los porcentajes de las primeras.

### *3.1.4. Los factores asociados a la dotación de servicios de agua y drenaje*

Cuatro son las variables que se consideraron para caracterizar la vivienda en relación con los servicios de agua que pudiera tener: las coberturas en drenaje, agua entubada, excusado y la disposición de bienes en el hogar (para el caso, la disponibilidad de lavadora es un buen indicador asociado al agua).

Las ciudades clasificadas en el cuadrante con mejor ubicación en cuanto a sus eficiencias presentan características de cobertura promedio bajas en comparación con el resto de los cuadrantes.

De esta manera, bajas coberturas no son indicadores que se relacionen con las altas eficiencias, tanto físicas como comerciales, reportadas por los OOA de las ciudades clasificadas en este cuadrante.

A pesar de que, en un primer momento del estudio, las viviendas que disponen de bienes parecen tener asociación con la eficiencia comercial, al correlacionar de manera parcial este par de variables, los niveles de significancia sobrepasan el 10 por ciento de

## ANEXOS

tolerancia propuesta en esta investigación. Por lo tanto, la causa de una sobre otra no queda evidenciada de manera contundente.

### **3.2. Las ciudades de los OOA con eficiencias físicas altas y comerciales bajas ubicadas en el cuadrante 2 y su caracterización a partir de algunos factores**

#### ***3.2.1. Los factores económicos***

Las ciudades que se ubican en este cuadrante no sobresalen en el ámbito económico; su ingreso ocupa el lugar tres de cuatro y el consumo por habitante es el segundo mayor de todo el conjunto. En el Anexo 10 se presentan los resultados calculados por el paquete estadístico Stata.

Dado lo anterior, al averiguar si existe cierta asociación entre los factores de índole económica con las eficiencias de los OOA de estas ciudades, no se identifican causalidades fuertes. En un primer momento, pareciera que el consumo está asociado a la eficiencia comercial; sin embargo, al aislar el factor, éste pierde esa fuerza identificada en la asociación global de variables.

#### ***3.2.2. Los factores sociodemográficos***

Después de las localidades ubicadas en el cuadrante con las mayores eficiencias, las ciudades que se encuentran insertas en este grupo presentan los indicadores medios más flojos del conjunto de las ciudades. La única variable que destaca es la relacionada con el porcentaje de población de 15 a 24 años.

Cuando se observan las correlaciones, ni siquiera esa en la que destaca es lo suficientemente estable como para presentar una asociación fuerte respecto a la

## ANEXOS

eficiencia física. A su vez, el resto de las variables, mismas que no presentan medidas promedio fuertes, no muestran algún tipo de asociación que permita establecer alguna causa por factores sociodemográficos a las altas eficiencias físicas reportadas por los OOA.

Con respecto a la eficiencia comercial, ninguna de las variables parece asociarse con los porcentajes prevalecientes en el cuadrante superior izquierdo.

### ***3.2.3. Los factores ambientales***

Las características que destacan en este grupo y que se encuentran relacionadas a los factores ambientales, muestran que en éstas es donde se registra la mayor precipitación media anual y sus coberturas de desinfección son prácticamente del 100 por ciento.

A pesar de estos buenos resultados, al analizar las correlaciones parciales de estos factores con las eficiencias, los resultados arrojan niveles de confianza muy por debajo del 90 por ciento propuesto.

En un primer momento, la correlación global de la precipitación media anual pareciera explicar el comportamiento de las altas eficiencias físicas de estas ciudades, puesto que su nivel de asociación es buena. Cuando se observan las correlaciones parciales, dicha asociación se rechaza, por lo que ni éste ni el resto de los factores parecen determinar alguna explicación en los porcentajes de operación en eficiencia de los OOA en las localidades estudiadas.

### ***3.2.4. Los factores asociados a la dotación de los servicios de agua y alcantarillado***

Las ciudades que cuentan con eficiencias medias por arriba del promedio del total considerado presenta indicadores no tan sobresalientes en el rubro de las viviendas que habitan sus pobladores.

## ANEXOS

De esta manera, sus coberturas en drenaje y sanitario, son las segundas mejores respecto al resto de los cuadrantes.

Pero este desempeño medianamente bueno no queda tan claro al contrastar las correlaciones de éstos con los niveles de eficiencia reportados por los OOA de estas ciudades. Cuando se analiza incluso únicamente la asociación que pudiera haber entre este universo de variables, las asociaciones son más bien débiles.

Así, cuando se aíslan los efectos y se contrastan los factores en individual y su impacto en la eficiencia física o comercial, éstas nuevamente presentan relaciones con poco nivel explicativo.

### **A3.3. Las ciudades de los OOA con eficiencias físicas y comerciales bajas ubicadas en el cuadrante 1 y su caracterización a partir de algunos factores**

#### ***3.3.1. Los factores económicos***

Paradójicamente, las ciudades que se encuentran dentro de este grupo, el ingreso por persona es el mejor indicador que tiene con respecto al resto, mientras que el consumo se coloca como uno de los más bajos.

El Anexo 11 presenta los efectos de estas variables con el porcentaje de las eficiencias recabadas.

Cuando se examinan los resultados arrojados contrastando sus eficiencias, el factor relacionado al consumo es el único que se alza como una de las variables que explican la eficiencia comercial del subconjunto. La relación entre éstas es directa; es decir, los menores consumos se reflejan en sus bajos niveles de cobranza. Para el caso, el ingreso y el consumo no parecen revelar alguna asociación cuando se observan los resultados a nivel global, por lo que la correlación parcial del consumo parece seguir una lógica propia de las ciudades donde el cuidado por el agua no es tan arraigado y a su vez, la valoración se traslada hacia los bajos niveles de recaudación de los OOA.

### ***3.3.2. Los factores sociodemográficos***

En las ciudades agrupadas en este cuadrante, las características sociodemográficas que presentan no se alzan en un lugar destacado dentro de esta división. Destaca en los años promedio de escolaridad y la alfabetización de su gente.

A primera vista, y prestando atención a las correlaciones globales conseguidas, se observa cierta asociación entre el grado de escolaridad y los niveles de eficiencia; no obstante, cuando se recurre a la correlación parcial de éstas, el resultado no es revelador.

La eficiencia física se corresponde con un factor sociodemográfico, el grado de escolaridad. Un mayor grado de escolaridad deberían corresponderse con altos grados e eficiencia, de acuerdo a la relación positiva que ésta presenta. Sin embargo, la baja eficiencia presentada en estas ciudades entra en franca contradicción con las estadísticas educativas presentadas en este conjunto de ciudades.

Por otro lado, el número de habitantes por vivienda es un indicador que no destaca en las estadísticas recabadas para estas ciudades. No obstante, este factor muestra una relación con la eficiencia comercial. El número reducido de personas viviendo en un hogar trae consigo menores niveles de cobranza con respecto a lo que termina facturando. Este menor número de personas y los menores niveles de consumo promedio que tienen, manifiestan un impacto en la recaudación baja de los OOA.

### ***3.3.3. Los factores ambientales***

Al igual que con los factores sociodemográficos que tiene el subgrupo, las condiciones presentadas no son las mejores en comparación con el resto de las secciones esquematizadas.

Aunado a lo anterior, los niveles de eficiencia más bajos parecen indicar que no hay relaciones fuertes entre estos indicadores. Los resultados nimios en las eficiencias presentadas en los OOA de estas ciudades no son influenciados por los niveles de



## ANEXOS

cobertura de tratamiento o desinfección del agua. Quizá estos malos indicadores no se expliquen por las bajas coberturas que presentan estas ciudades. Probablemente, sus bajos niveles de eficiencia se alojen más en las mediciones que éstos tienen respecto al servicio.

Eso, se podrá revelar en el siguiente apartado.

### ***3.3.4. Los factores asociados a la dotación de servicios de agua y drenaje***

Al igual que con los indicadores asociados a cuestiones económicas, las variables presentadas en este apartado muestran los mejores desempeños en comparación con el resto de la segmentación de las ciudades.

Así, sería de esperar que aquello que no se pudo observar con las variables ambientales, se reflejaran en las coberturas que tienen los OOA para con sus consumidores a través del lugar donde terminan abasteciendo del vital líquido.

Y, en efecto, las coberturas son significativas cuando se tratan de explicar a través de la eficiencia comercial. También, cumplen con la relación esperada entre éstas y la cobranza: las causalidades son negativas.

Lo anterior tienen sentido en la medida que se entienda que es en este cuadrante donde se están analizando las eficiencias más bajas de todo el conjunto con las coberturas más altas. Allí donde los indicadores son mayores, con coberturas por arriba de la media, los problemas se reflejan en una deficiente medición por parte de los organismos operadores y que pueden repercutir en el volumen de facturación que llevan a cabo para lograr cobrar por el consumo del líquido.

### **A3.4. Las ciudades de los OOA con eficiencias físicas bajas y comerciales altas ubicadas en el cuadrante 1 y su caracterización a partir de algunos factores**

## ANEXOS

### *3.4.1. Los factores económicos*

La característica de las ciudades que forman parte de este grupo es que tienen uno de los mayores consumos pero uno de los más bajos ingresos por habitante.

El Anexo 12 presenta los efectos de estas variables con el porcentaje de las eficiencias recabadas.

Esos dos factores se combinan para no tener una razón de causalidad entre estas dos variables y este grupo de ciudades.

Al revisar las correlaciones parciales, ninguna de estas variables tienen intervalos de confianza muy por debajo del 90 por ciento. A pesar de que los menores ingresos por habitante se asocian, en un primer momento, a la baja eficiencia física; cuando se aísla del factor consumo, la relación que pudiera existir entre los primeros desaparece por completo.

Para el caso de la eficiencia comercial no se observan relaciones globales ni parciales importantes.

### *3.4.2. Los factores sociodemográficos*

Las ciudades que se ubican en esta sección se caracterizan por su tamaño medio poblacional, su población joven, sus niveles de escolaridad destacados y la alfabetización de sus habitantes.

Estas peculiaridades parecen tener algún impacto en los niveles de eficiencia que dicen tener los OOA de las doce ciudades clasificadas para esta sección. Si bien no todas las variables reflejan algún tipo de causalidad, dos de ellas parecieran presentar una relación.

Para el caso de la eficiencia física, la tasa de alfabetización muestra cierta correspondencia con la primera. Sin embargo, y contraponiéndose a lo visto en el apartado de ciudades con altas eficiencias, poblaciones más educadas no necesariamente

## ANEXOS

repercuten en la relación de facturación y producción del OOA. Es decir, poblaciones medias como las que se observan aquí, con niveles de alfabetización relativamente buenos, traen consigo menor presión sobre la producción del bien, lo que se traduce en menores eficiencias físicas.

Al respecto, la población total que albergan estas ciudades parecen ser las causantes de mayores niveles de recaudación por parte de los OOA. Su relación es directa; allí donde se aglomera mayor cantidad de gente, la eficiencia comercial será mayor. Esto puede reflejarse en la misma medida cuando se contrasta la población que se ubica en el cuadrante superior derecho de nuestra investigación, misma que cuenta con un nivel de población mayor que la alojada en esta sección.

### *3.4.3. Los factores ambientales*

Las características ambientales no son sobresalientes para este grupo. Sus indicadores ocupan el tercer y cuarto lugar con respecto al resto de las segmentaciones presentadas en este apartado. A excepción de la precipitación, que resulta ser de las mayores para el conjunto de las ciudades.

Por un momento, pareciera que el menor número de plantas de tratamiento podría estar asociada a los menores niveles de eficiencia física vistos en este grupo. Así, cuando se analiza de manera aislada el impacto de estos factores con la eficiencia comercial, las plantas de tratamiento muestran cierta causalidad con ésta. Aún cuando el número de plantas promedio ocupa el último lugar entre los cuatro cuadrantes considerados, la cobranza que se realiza por proveer este servicio parece ser buena. Esto, si se considera que el servicio de tratamiento no es para consumo residencial, sino que se relaciona más para usos industriales, por lo que la recaudación no debe ser tan difícil en comparación con los consumidores residenciales.

Por otro lado, los factores ambientales parecen mostrar cierta concordancia con las eficiencias de los OOA, medidas a través de la precipitación media anual. La relación es negativa y se explica en la medida que lo que se está estudiando en este apartado es

## ANEXOS

que las eficiencias físicas son bajas aún y con precipitaciones altas. Problemas con la infraestructura y la mala captación de este recurso para posterior aprovechamiento puede repercutir en los niveles de facturación que se tienen del bien.

### *3.4.4. Los factores asociados a la dotación de servicios de agua y drenaje*

Las características presentadas en las viviendas presentan coberturas bajas de drenaje y agua entubada.

Ante los resultados revisados en el apartado anterior, donde los organismos con bajas eficiencias correlacionaban negativamente con estos indicadores, lo que se esperaría en este punto es que éstos no fueran especialmente sobresalientes ante porcentajes altos de eficiencia, sobre todo la comercial que es la que destaca en este cuadro. Pero se atendería que ante bajas eficiencias físicas, pudieran existir ciertas asociaciones.

Justamente, al revisar las relaciones existentes, éstas muestran asociaciones fuertes contra esta última. La frágil cobertura impacta en los bajos estándares de eficiencia física presentados por estos OOA. La relación aquí, es contraria a lo que se veía en el apartado anterior: ésta resulta ser positiva. Esto va en línea con los niveles significativos que se obtuvieron en el ejercicio anterior, con eficiencias comerciales bajas y altas coberturas.

Cuando se observan la disponibilidad de los bienes y su relación con la baja eficiencia, ésta también tiene una relación directa. La baja disponibilidad de los bienes repercute en el bajo consumo de los usuarios. Ello puede ser indicio de los bajos porcentajes en eficiencia.

Para el caso de la eficiencia comercial, no se encontraron relaciones que pudieran confirmar el alto porcentaje presentado entre el agua cobrada y facturada por parte de los OOA.

### Anexo 4. Correlaciones globales y parciales para el conjunto de localidades seleccionadas durante el periodo 2003-2012

```

*Correlaciones económicas para todo el periodo
.correlate pef pec plhd ppibpercap
(obs=41)

```

	pef	pec	plhd	ppibpe~p
pef	1.0000			
pec	-0.0023	1.0000		
plhd	-0.1721	0.1109	1.0000	
ppibpercap	0.1849	-0.0192	0.0824	1.0000

```

.pwcorr pef pec plhd ppibpercap, sig

```

	pef	pec	plhd	ppibpe~p
pef	1.0000			
pec	-0.0023 0.9888	1.0000		
plhd	-0.1721 0.2819	0.1109 0.4899	1.0000	
ppibpercap	0.1849 0.2471	-0.0192 0.9054	0.0824 0.6086	1.0000

```

*Correlaciones ambientales para todo el periodo
.correlate pef pec pnpt pctrat pcdes ppreman
(obs=38)

```

	pef	pec	pnpt	pctrat	pcdes	ppreman
pef	1.0000					
pec	0.0617	1.0000				
pnpt	0.0159	-0.0052	1.0000			
pctrat	0.4107	0.2821	0.0621	1.0000		
pcdes	-0.1022	-0.0272	0.1155	0.3423	1.0000	
ppreman	-0.3775	-0.1736	0.1899	-0.1319	0.0475	1.0000

```

.pwcorr pef pec pnpt pctrat pcdes ppreman, sig

```

	pef	pec	pnpt	pctrat	pcdes	ppreman
pef	1.0000					
pec	-0.0023 0.9888	1.0000				
pnpt	0.0366 0.8226	-0.0075 0.9632	1.0000			
pctrat	0.4165 0.0084	0.2591 0.1112	0.0621 0.7113	1.0000		
pcdes	-0.1030 0.5218	-0.0214 0.8945	0.1188 0.4653	0.3378 0.0354	1.0000	
ppreman	-0.3441 0.0276	-0.1687 0.2918	0.1923 0.2345	-0.1323 0.4220	0.0482 0.7649	1.0000

# ANEXOS



```

. *Correlaciones sociodemográficas para todo el periodo
. correlate pef pec ppobtot ppob15_24 gradoesco ppro_ovp ptalf ptasisesc ppob6_14asisesc
(obs=41)

```

	pef	pec	ppobtot	ppob1~24	gradoe~o	ppro_ovp	ptalf	ptasis~c	ppob6_~c
pef	1.0000								
pec	-0.0023	1.0000							
ppobtot	-0.1145	-0.0096	1.0000						
ppob15_24	-0.1070	0.1264	-0.3232	1.0000					
gradoesco	-0.2265	-0.0716	0.0693	0.0577	1.0000				
ppro_ovp	-0.2707	0.1640	0.0057	0.3097	-0.2068	1.0000			
ptalf	0.1038	-0.0879	0.1610	-0.4324	0.3527	-0.2979	1.0000		
ptasisesc	-0.1686	-0.1742	0.1205	-0.1688	0.6426	-0.0296	0.3098	1.0000	
ppob6_14as~c	0.0608	-0.2194	-0.3084	-0.0621	0.6824	-0.1289	0.3156	0.6781	1.0000

```

. pwcorr pef pec ppobtot ppob15_24 gradoesco ppro_ovp ptalf ptasisesc ppob6_14asisesc, sig

```

	pef	pec	ppobtot	ppob1~24	gradoe~o	ppro_ovp	ptalf
pef	1.0000						
pec	-0.0023	1.0000					
	0.9888						
ppobtot	-0.1145	-0.0096	1.0000				
	0.4760	0.9523					
ppob15_24	-0.1070	0.1264	-0.3232	1.0000			
	0.5054	0.4308	0.0393				
gradoesco	-0.2265	-0.0716	0.0693	0.0577	1.0000		
	0.1545	0.6566	0.6666	0.7199			
ppro_ovp	-0.2707	0.1640	0.0057	0.3097	-0.2068	1.0000	
	0.0869	0.3057	0.9719	0.0488	0.1946		
ptalf	0.1038	-0.0879	0.1610	-0.4324	0.3527	-0.2979	1.0000
	0.5185	0.5847	0.3145	0.0048	0.0237	0.0585	
ptasisesc	-0.1686	-0.1742	0.1205	-0.1688	0.6426	-0.0296	0.3098
	0.2921	0.2759	0.4529	0.2913	0.0000	0.8541	0.0487
ppob6_14as~c	0.0608	-0.2194	-0.3084	-0.0621	0.6824	-0.1289	0.3156
	0.7055	0.1680	0.0498	0.6995	0.0000	0.4217	0.0444

	ptasis~c	ppob6_~c
ptasisesc	1.0000	
ppob6_14as~c	0.6781	1.0000
	0.0000	

```

*Correlaciones asociadas a las características de la vivienda para todo el periodo
. correlate pef pec pvp_sersan pvp_aguent pvp_drenaj pviv_displav
(obs=41)

```

	pef	pec	pvp_se~n	pvp_ag~t	pvp_dr~j	pviv_d~v
pef	1.0000					
pec	-0.0023	1.0000				
pvp_sersan	-0.1979	-0.1237	1.0000			
pvp_aguent	0.2260	-0.2145	0.2828	1.0000		
pvp_drenaj	-0.2448	-0.1029	0.9388	0.2418	1.0000	
pviv_displav	0.3243	0.1165	0.4688	0.4639	0.3837	1.0000

```

. pwcorr pef pec pvp_sersan pvp_aguent pvp_drenaj pviv_displav, sig

```

	pef	pec	pvp_se~n	pvp_ag~t	pvp_dr~j	pviv_d~v
pef	1.0000					
pec	-0.0023	1.0000				
	0.9888					
pvp_sersan	-0.1979	-0.1237	1.0000			
	0.2148	0.4411				
pvp_aguent	0.2260	-0.2145	0.2828	1.0000		
	0.1553	0.1782	0.0732			
pvp_drenaj	-0.2448	-0.1029	0.9388	0.2418	1.0000	
	0.1229	0.5219	0.0000	0.1277		
pviv_displav	0.3243	0.1165	0.4688	0.4639	0.3837	1.0000
	0.0386	0.4681	0.0020	0.0023	0.0133	

## Anexo 5. Estratificación de las eficiencias de los OOA por el método de Dalenius-Hodges

### 1. Estratificación de la eficiencia física

Clase	Límite Inferior	Límite Superior	Frec. Acum	Frec. x clases	Raíz (frec.)	Acum. Raíz	3 estratos	Límite Estrato Inferior	Límite Estrato Superior	Grado
1	37.80542	41.00086	3	3	1.7320508	1.7320508	<b>8.0191</b>	37.80542	53.78261	Bajo
2	41.00086	44.19630	6	3	1.7320508	3.4641016	<b>16.0381</b>	53.78261	69.75981	Medio
3	44.19630	47.39174	8	2	1.4142136	4.8783152	<b>24.0572</b>	69.75981	85.73700	Alto
4	47.39174	50.58717	11	3	1.7320508	6.6103660				
5	50.58717	53.78261	13	2	1.4142136	8.0245795				
6	53.78261	56.97805	15	2	1.4142136	9.4387931				
7	56.97805	60.17349	20	5	2.2360680	11.6748611				
8	60.17349	63.36893	25	5	2.2360680	13.9109291				
9	63.36893	66.56437	29	4	2.0000000	15.9109291				
10	66.56437	69.75981	30	1	1.0000000	16.9109291				
11	69.75981	72.95525	34	4	2.0000000	18.9109291				
12	72.95525	76.15068	37	3	1.7320508	20.6429799				
13	76.15068	79.34612	38	1	1.0000000	21.6429799				
14	79.34612	82.54156	40	2	1.4142136	23.0571934				
15	82.54156	85.73700	41	1	1.0000000	24.0571934				

### 2. Estratificación de la eficiencia comercial

Clase	Límite Inferior	Límite Superior	Frec. Acum	Frec. x clases	Raíz (frec.)	Acum. Raíz	3 estratos	Límite Estrato Inferior	Límite Estrato Superior	Grado
1	53.29000	56.09757	3	3	1.7320508	1.7320508	<b>7.7247</b>	53.29000	70.13540	Bajo
2	56.09757	58.90513	4	1	1.0000000	2.7320508	<b>15.4495</b>	70.13540	81.36567	Medio
3	58.90513	61.71270	6	2	1.4142136	4.1462644	<b>23.1742</b>	81.36567	95.40350	Alto
4	61.71270	64.52027	11	5	2.2360680	6.3823323				
5	64.52027	67.32783	11	0	0.0000000	6.3823323				
6	67.32783	70.13540	14	3	1.7320508	8.1143832				
7	70.13540	72.94297	17	3	1.7320508	9.8464340				
8	72.94297	75.75053	18	1	1.0000000	10.8464340				
9	75.75053	78.55810	24	6	2.4494897	13.2959237				
10	78.55810	81.36567	27	3	1.7320508	15.0279745				
11	81.36567	84.17323	31	4	2.0000000	17.0279745				
12	84.17323	86.98080	35	4	2.0000000	19.0279745				
13	86.98080	89.78837	37	2	1.4142136	20.4421881				
14	89.78837	92.59593	40	3	1.7320508	22.1742389				
15	92.59593	95.40350	41	1	1.0000000	23.1742389				



### Anexo 6. Prueba de Shapiro-Wilks de normalidad de datos

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
ppreman	41	0.91404	3.463	2.618	0.00442
ptalf	41	0.88807	4.509	3.174	0.00075
plhd	41	0.95422	1.844	1.290	0.09852
pnpt	40	0.72258	10.966	5.040	0.00000
pctrat	39	0.92142	3.046	2.341	0.00963
ppobtot	41	0.35341	26.049	6.871	0.00000
ppro_ovp	41	0.94753	2.114	1.577	0.05735
ptasisesc	41	0.77182	9.193	4.675	0.00000

### Anexo 7. Pruebas de hipótesis para las variables significativas de la eficiencia física alta

#### 1. Prueba de hipótesis para la igualdad de poblaciones según la precipitación media anual

```
. kwallis ppreman, by(dalpef)
Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test
```

dalpef	Obs	Rank Sum
Alto	11	172.00
Medio	17	389.00
Bajo	13	300.00

```

chi-squared = 3.016 with 2 d.f.
probability = 0.2214

chi-squared with ties = 3.023 with 2 d.f.
probability = 0.2206

```

#### 2. Prueba de hipótesis para la igualdad de poblaciones según la tasa media de alfabetismo

```
. kwallis ptalf, by(dalpef)
Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test
```

dalpef	Obs	Rank Sum
Alto	11	208.50
Medio	17	391.50
Bajo	13	261.00

```

chi-squared = 0.886 with 2 d.f.
probability = 0.6422

chi-squared with ties = 0.886 with 2 d.f.
probability = 0.6421

```

### Anexo 8. Pruebas de hipótesis para las variables significativas de la eficiencia comercial alta

1. Prueba de hipótesis para la igualdad de poblaciones según los litros promedio por habitante

```
. kwallis plhd, by(dalpec)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

dalpec	Obs	Rank Sum
Alto	14	330.00
Medio	13	248.50
Bajo	14	282.50

chi-squared = 1.033 with 2 d.f.  
probability = 0.5967

chi-squared with ties = 1.033 with 2 d.f.  
probability = 0.5966

2. Prueba de hipótesis para la igualdad de poblaciones según el número de plantas de tratamiento

```
. kwallis pnpt, by(dalpec)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

dalpec	Obs	Rank Sum
Alto	13	291.00
Medio	13	257.50
Bajo	14	271.50

chi-squared = 0.509 with 2 d.f.  
probability = 0.7753

chi-squared with ties = 0.519 with 2 d.f.  
probability = 0.7716

### 3. Prueba de hipótesis para la igualdad de poblaciones según el porcentaje de cobertura de tratamiento de agua

```
. kwallis pctrat, by(dalpec)
Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test
```

dalpec	Obs	Rank Sum
Alto	14	298.00
Medio	11	232.00
Bajo	14	250.00

```

chi-squared = 0.773 with 2 d.f.
probability = 0.6794

chi-squared with ties = 0.773 with 2 d.f.
probability = 0.6794

```

### 4. Prueba de hipótesis para la igualdad de poblaciones según la población total

```
. kwallis ppobtot, by(dalpec)
Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test
```

dalpec	Obs	Rank Sum
Alto	14	327.00
Medio	13	271.00
Bajo	14	263.00

```

chi-squared = 1.023 with 2 d.f.
probability = 0.5997

chi-squared with ties = 1.023 with 2 d.f.
probability = 0.5997

```

### 5. Prueba de hipótesis para la igualdad de poblaciones según el promedio de ocupantes por vivienda

```
. kwallis ppro_ovp, by(dalpec)
Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test
```

dalpec	Obs	Rank Sum
Alto	14	347.00
Medio	13	239.50
Bajo	14	274.50

```

chi-squared = 2.189 with 2 d.f.
probability = 0.3347

chi-squared with ties = 2.191 with 2 d.f.
probability = 0.3343

```

## 6. Prueba de hipótesis para la igualdad de poblaciones según la tasa promedio de asistencia escolar

```
. kwallis ptasisesc, by(dalpec)
Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test
```

dalpec	Obs	Rank Sum
Alto	14	295.00
Medio	13	219.50
Bajo	14	346.50

```
chi-squared = 2.907 with 2 d.f.
probability = 0.2338

chi-squared with ties = 2.907 with 2 d.f.
probability = 0.2337
```

**Anexo 9. Correlaciones globales y parciales para las localidades con las mayores eficiencias físicas y comerciales**

```

*Correlaciones económicas para el gpo 1
. correlate pef pec plhd ppibpercap
(obs=12)

```

	pef	pec	plhd	ppibpe~p
pef	1.0000			
pec	-0.3702	1.0000		
plhd	0.1060	-0.0760	1.0000	
ppibpercap	-0.0016	0.1406	0.1681	1.0000

```

. pwcorr pef pec plhd ppibpercap, sig

```

	pef	pec	plhd	ppibpe~p
pef	1.0000			
pec	-0.3702 0.2362	1.0000		
plhd	0.1060 0.7431	-0.0760 0.8144	1.0000	
ppibpercap	-0.0016 0.9961	0.1406 0.6629	0.1681 0.6015	1.0000

```

*Correlaciones ambientales para el gpo 1
. correlate pef pec pnpt pctrat pcdes ppreman
(obs=12)

```

	pef	pec	pnpt	pctrat	pcdes	ppreman
pef	1.0000					
pec	-0.3702	1.0000				
pnpt	0.2205	0.3409	1.0000			
pctrat	0.2289	0.3739	0.5070	1.0000		
pcdes	0.0951	0.3301	0.3276	0.8676	1.0000	
ppreman	-0.7907	0.2353	-0.2231	-0.0918	-0.0891	1.0000

```

. pwcorr pef pec pnpt pctrat pcdes ppreman, sig

```

	pef	pec	pnpt	pctrat	pcdes	ppreman
pef	1.0000					
pec	-0.3702 0.2362	1.0000				
pnpt	0.2205 0.4911	0.3409 0.2782	1.0000			
pctrat	0.2289 0.4743	0.3739 0.2312	0.5070 0.0925	1.0000		
pcdes	0.0951 0.7688	0.3301 0.2946	0.3276 0.2987	0.8676 0.0003	1.0000	
ppreman	-0.7907 0.0022	0.2353 0.4617	-0.2231 0.4858	-0.0918 0.7766	-0.0891 0.7829	1.0000

```

. *Correlaciones sociodemográficas para el gpo 1
. correlate pef pec ppobtot ppob15_24 gradoesco ppro_ovp ptalf ptasisesc ppob6_14asisesc
(obs=12)
    
```

	pef	pec	ppobtot	ppob1~24	gradoe~o	ppro_ovp	ptalf	ptasis~c	ppob6~c
pef	1.0000								
pec	-0.3702	1.0000							
ppobtot	0.2796	0.2208	1.0000						
ppob15_24	-0.7469	0.0052	-0.4523	1.0000					
gradoesco	-0.0697	0.2367	-0.2581	-0.1214	1.0000				
ppro_ovp	-0.3436	0.4120	0.4902	-0.0384	-0.1628	1.0000			
ptalf	0.5773	0.1851	0.3358	-0.6217	0.0705	-0.3059	1.0000		
ptasisesc	0.2309	0.2684	0.2273	-0.6480	0.6215	0.3148	0.3582	1.0000	
ppob6_14as~c	0.3305	0.2578	-0.0628	-0.6530	0.7051	0.0488	0.3788	0.8757	1.0000

```

. pwcorr pef pec ppobtot ppob15_24 gradoesco ppro_ovp ptalf ptasisesc ppob6_14asisesc, sig
    
```

	pef	pec	ppobtot	ppob1~24	gradoe~o	ppro_ovp	ptalf
pef	1.0000						
pec	-0.3702	1.0000					
	0.2362						
ppobtot	0.2796	0.2208	1.0000				
	0.3789	0.4905					
ppob15_24	-0.7469	0.0052	-0.4523	1.0000			
	0.0052	0.9872	0.1399				
gradoesco	-0.0697	0.2367	-0.2581	-0.1214	1.0000		
	0.8295	0.4589	0.4179	0.7071			
ppro_ovp	-0.3436	0.4120	0.4902	-0.0384	-0.1628	1.0000	
	0.2741	0.1833	0.1057	0.9058	0.6131		
ptalf	0.5773	0.1851	0.3358	-0.6217	0.0705	-0.3059	1.0000
	0.0494	0.5646	0.2859	0.0309	0.8277	0.3335	
ptasisesc	0.2309	0.2684	0.2273	-0.6480	0.6215	0.3148	0.3582
	0.4703	0.3989	0.4774	0.0227	0.0310	0.3189	0.2529
ppob6_14as~c	0.3305	0.2578	-0.0628	-0.6530	0.7051	0.0488	0.3788
	0.2941	0.4185	0.8462	0.0213	0.0104	0.8804	0.2246

	ptasis~c	ppob6~c
ptasisesc	1.0000	
ppob6_14as~c	0.8757	1.0000
	0.0002	

```

*Correlaciones asociadas a las características de la vivienda para el gpo 1
. correlate pef pec pvp_sersan pvp_aguent pvp_drenaj pviv_displav
(obs=12)

```

	pef	pec	pvp_se~n	pvp_ag~t	pvp_dr~j	pviv_d~v
pef	1.0000					
pec	-0.3702	1.0000				
pvp_sersan	0.1540	0.3521	1.0000			
pvp_aguent	0.3328	0.2918	0.9564	1.0000		
pvp_drenaj	0.0156	0.4396	0.8256	0.7584	1.0000	
pviv_displav	0.2616	0.4266	0.8790	0.9007	0.7803	1.0000

```

. pwcorr pef pec pvp_sersan pvp_aguent pvp_drenaj pviv_displav, sig

```

	pef	pec	pvp_se~n	pvp_ag~t	pvp_dr~j	pviv_d~v
pef	1.0000					
pec	-0.3702	1.0000				
	0.2362					
pvp_sersan	0.1540	0.3521	1.0000			
	0.6327	0.2617				
pvp_aguent	0.3328	0.2918	0.9564	1.0000		
	0.2905	0.3574	0.0000			
pvp_drenaj	0.0156	0.4396	0.8256	0.7584	1.0000	
	0.9617	0.1528	0.0009	0.0042		
pviv_displav	0.2616	0.4266	0.8790	0.9007	0.7803	1.0000
	0.4115	0.1667	0.0002	0.0001	0.0028	



**Anexo 10. Correlaciones globales y parciales para las localidades con las mayores eficiencias físicas**

. \*Correlaciones económicas para el gpo 2  
 . correlate pef pec plhd ppibpercap  
 (obs=9)

	pef	pec	plhd	ppibpe~p
pef	1.0000			
pec	0.2273	1.0000		
plhd	0.2260	0.5002	1.0000	
ppibpercap	-0.0567	0.2168	0.3056	1.0000

. pwcorr pef pec plhd ppibpercap, sig

	pef	pec	plhd	ppibpe~p
pef	1.0000			
pec	0.2273 0.5564	1.0000		
plhd	0.2260 0.5588	0.5002 0.1703	1.0000	
ppibpercap	-0.0567 0.8848	0.2168 0.5753	0.3056 0.4238	1.0000

. \*Correlaciones ambientales para el gpo 2  
 . correlate pef pec pnpt pctrat pcdes ppreman  
 (obs=9)

	pef	pec	pnpt	pctrat	pcdes	ppreman
pef	1.0000					
pec	0.2273	1.0000				
pnpt	0.5237	-0.2123	1.0000			
pctrat	-0.3965	0.3340	-0.0538	1.0000		
pcdes	.	.	.	.	1.0000	
ppreman	0.5342	0.0828	0.5976	-0.3105	.	1.0000

. pwcorr pef pec pnpt pctrat pcdes ppreman, sig

	pef	pec	pnpt	pctrat	pcdes	ppreman
pef	1.0000					
pec	0.2273 0.5564	1.0000				
pnpt	0.5237 0.1479	-0.2123 0.5833	1.0000			
pctrat	-0.3965 0.2908	0.3340 0.3796	-0.0538 0.8906	1.0000		
pcdes	.	.	.	.	1.0000	
ppreman	0.5342 0.1384	0.0828 0.8322	0.5976 0.0892	-0.3105 0.4162	.	1.0000

# ANEXOS

```

*Correlaciones sociodemográficas para el gpo 2
. correlate pef pec ppobtot ppob15_24 gradoesco ppro_ovp ptalf ptasisesc ppob6_14asisesc
(obs=9)

```

	pef	pec	ppobtot	ppob1~24	gradoe~o	ppro_ovp	ptalf	ptasis~c	ppob6~c
pef	1.0000								
pec	0.2273	1.0000							
ppobtot	-0.1743	0.2928	1.0000						
ppob15_24	-0.3929	-0.1237	-0.3477	1.0000					
gradoesco	-0.1944	0.2704	0.3831	0.1164	1.0000				
ppro_ovp	-0.4374	-0.3630	-0.0025	0.7605	0.0176	1.0000			
ptalf	-0.3830	0.4654	0.2065	-0.4116	0.2210	-0.5410	1.0000		
ptasisesc	0.3485	0.1422	-0.0164	-0.0825	0.7667	-0.3095	-0.0160	1.0000	
ppob6_14as~c	-0.0296	0.0858	-0.3565	0.5007	0.5903	0.2061	-0.1278	0.5786	1.0000

```

. pwcorr pef pec ppobtot ppob15_24 gradoesco ppro_ovp ptalf ptasisesc ppob6_14asisesc, sig

```

	pef	pec	ppobtot	ppob1~24	gradoe~o	ppro_ovp	ptalf
pef	1.0000						
pec	0.2273 0.5564	1.0000					
ppobtot	-0.1743 0.6538	0.2928 0.4445	1.0000				
ppob15_24	-0.3929 0.2955	-0.1237 0.7512	-0.3477 0.3592	1.0000			
gradoesco	-0.1944 0.6163	0.2704 0.4815	0.3831 0.3088	0.1164 0.7656	1.0000		
ppro_ovp	-0.4374 0.2390	-0.3630 0.3370	-0.0025 0.9948	0.7605 0.0173	0.0176 0.9641	1.0000	
ptalf	-0.3830 0.3090	0.4654 0.2068	0.2065 0.5939	-0.4116 0.2710	0.2210 0.5677	-0.5410 0.1326	1.0000
ptasisesc	0.3485 0.3581	0.1422 0.7152	-0.0164 0.9666	-0.0825 0.8329	0.7667 0.0159	-0.3095 0.4177	-0.0160 0.9673
ppob6_14as~c	-0.0296 0.9397	0.0858 0.8264	-0.3565 0.3463	0.5007 0.1698	0.5903 0.0942	0.2061 0.5947	-0.1278 0.7431

	ptasis~c	ppob6~c
ptasisesc	1.0000	
ppob6_14as~c	0.5786 0.1026	1.0000

```

*Correlaciones asociadas a las características de la vivienda para el gpo 2
. correlate pef pec pvp_sersan pvp_aguent pvp_drenaj pviv_displav
(obs=9)

```

	pef	pec	pvp_se~n	pvp_ag~t	pvp_dr~j	pviv_d~v
pef	1.0000					
pec	0.2273	1.0000				
pvp_sersan	-0.1475	0.0415	1.0000			
pvp_aguent	-0.2058	-0.0701	0.6425	1.0000		
pvp_drenaj	-0.1367	-0.1291	0.9057	0.4336	1.0000	
pviv_displav	0.3779	-0.3197	0.4638	0.4429	0.4075	1.0000

```

. pwcorr pef pec pvp_sersan pvp_aguent pvp_drenaj pviv_displav, sig

```

	pef	pec	pvp_se~n	pvp_ag~t	pvp_dr~j	pviv_d~v
pef	1.0000					
pec	0.2273 0.5564	1.0000				
pvp_sersan	-0.1475 0.7049	0.0415 0.9156	1.0000			
pvp_aguent	-0.2058 0.5952	-0.0701 0.8579	0.6425 0.0620	1.0000		
pvp_drenaj	-0.1367 0.7257	-0.1291 0.7407	0.9057 0.0008	0.4336 0.2436	1.0000	
pviv_displav	0.3779 0.3160	-0.3197 0.4017	0.4638 0.2085	0.4429 0.2325	0.4075 0.2763	1.0000

**Anexo 11. Correlaciones globales y parciales para las localidades con las menores eficiencias físicas y comerciales**

```

*Correlaciones económicas para el gpo 3
. correlate pef pec plhd ppibpercap
(obs=8)
    
```

	pef	pec	plhd	ppibpercap
pef	1.0000			
pec	0.1606	1.0000		
plhd	0.0567	0.8040	1.0000	
ppibpercap	0.4670	0.3799	0.0372	1.0000

```

. pwcorr pef pec plhd ppibpercap, sig
    
```

	pef	pec	plhd	ppibpercap
pef	1.0000			
pec	0.1606 0.7039	1.0000		
plhd	0.0567 0.8939	0.8040 0.0162	1.0000	
ppibpercap	0.4670 0.2433	0.3799 0.3532	0.0372 0.9304	1.0000

```

*Correlaciones ambientales para el gpo 3
. correlate pef pec pnpt pctrat pcdes ppreman
(obs=8)
    
```

	pef	pec	pnpt	pctrat	pcdes	ppreman
pef	1.0000					
pec	0.1606	1.0000				
pnpt	0.0353	0.2717	1.0000			
pctrat	0.1319	0.1869	0.0091	1.0000		
pcdes	-0.2533	0.3626	-0.4258	-0.3903	1.0000	
ppreman	-0.3099	0.0441	0.1740	0.5740	-0.1478	1.0000

```

. pwcorr pef pec pnpt pctrat pcdes ppreman, sig
    
```

	pef	pec	pnpt	pctrat	pcdes	ppreman
pef	1.0000					
pec	0.1606 0.7039	1.0000				
pnpt	0.0353 0.9338	0.2717 0.5150	1.0000			
pctrat	0.1319 0.7555	0.1869 0.6576	0.0091 0.9829	1.0000		
pcdes	-0.2533 0.5450	0.3626 0.3774	-0.4258 0.2929	-0.3903 0.3391	1.0000	
ppreman	-0.3099 0.4551	0.0441 0.9175	0.1740 0.6804	0.5740 0.1368	-0.1478 0.7269	1.0000

```

. *Correlaciones sociodemográficas para el gpo 3
. correlate pef pec ppobtot ppob15_24 gradoesco ppro_ovp ptalf ptasisesc ppob6_14asisesc
(obs=8)

```

	pef	pec	ppobtot	ppob1~24	gradoe~o	ppro_ovp	ptalf	ptasis~c	ppob6_~c
pef	1.0000								
pec	0.1606	1.0000							
ppobtot	-0.0297	0.2419	1.0000						
ppob15_24	0.0752	-0.1078	-0.4902	1.0000					
gradoesco	0.6445	0.5970	0.3389	-0.1282	1.0000				
ppro_ovp	-0.1573	-0.8286	-0.2070	0.1465	-0.7263	1.0000			
ptalf	0.2288	0.0988	0.3685	-0.2087	0.0629	0.2849	1.0000		
ptasisesc	0.5414	0.2619	0.4192	-0.0568	0.8860	-0.5642	-0.0104	1.0000	
ppob6_14as~c	0.2638	-0.3252	-0.7520	0.5100	0.0360	0.0999	-0.1772	0.1527	1.0000

```

. pwcorr pef pec ppobtot ppob15_24 gradoesco ppro_ovp ptalf ptasisesc ppob6_14asisesc, sig

```

	pef	pec	ppobtot	ppob1~24	gradoe~o	ppro_ovp	ptalf
pef	1.0000						
pec	0.1606 0.7039	1.0000					
ppobtot	-0.0297 0.9443	0.2419 0.5639	1.0000				
ppob15_24	0.0752 0.8594	-0.1078 0.7995	-0.4902 0.2175	1.0000			
gradoesco	0.6445 0.0845	0.5970 0.1182	0.3389 0.4115	-0.1282 0.7623	1.0000		
ppro_ovp	-0.1573 0.7099	-0.8286 0.0110	-0.2070 0.6228	0.1465 0.7293	-0.7263 0.0413	1.0000	
ptalf	0.2288 0.5857	0.0988 0.8159	0.3685 0.3691	-0.2087 0.6199	0.0629 0.8824	0.2849 0.4940	1.0000
ptasisesc	0.5414 0.1658	0.2619 0.5309	0.4192 0.3012	-0.0568 0.8937	0.8860 0.0034	-0.5642 0.1452	-0.0104 0.9805
ppob6_14as~c	0.2638 0.5278	-0.3252 0.4319	-0.7520 0.0314	0.5100 0.1966	0.0360 0.9326	0.0999 0.8139	-0.1772 0.6746

	ptasis~c	ppob6_~c
ptasisesc	1.0000	
ppob6_14as~c	0.1527 0.7181	1.0000

```

. *Correlaciones asociadas a las características de la vivienda para el gpo 3
. correlate pef pec pvp_sersan pvp_aguent pvp_drenaj pviv_displav
(obs=8)

```

	pef	pec	pvp_se~n	pvp_ag~t	pvp_dr~j	pviv_d~v
pef	1.0000					
pec	0.1606	1.0000				
pvp_sersan	0.4500	0.0680	1.0000			
pvp_aguent	-0.4163	-0.6368	0.2943	1.0000		
pvp_drenaj	-0.5480	-0.6973	-0.2550	0.5855	1.0000	
pviv_displav	0.1329	-0.4379	0.4510	0.4000	-0.1237	1.0000

```

. pwcorr pef pec pvp_sersan pvp_aguent pvp_drenaj pviv_displav, sig

```

	pef	pec	pvp_se~n	pvp_ag~t	pvp_dr~j	pviv_d~v
pef	1.0000					
pec	0.1606	1.0000				
	0.7039					
pvp_sersan	0.4500	0.0680	1.0000			
	0.2633	0.8728				
pvp_aguent	-0.4163	-0.6368	0.2943	1.0000		
	0.3050	0.0895	0.4792			
pvp_drenaj	-0.5480	-0.6973	-0.2550	0.5855	1.0000	
	0.1596	0.0545	0.5422	0.1273		
pviv_displav	0.1329	-0.4379	0.4510	0.4000	-0.1237	1.0000
	0.7537	0.2779	0.2620	0.3261	0.7704	

**Anexo 12. Correlaciones globales y parciales para las localidades con las mayores eficiencias comerciales**

```

. *Correlaciones económicas para el gpo 4
. correlate pef pec plhd ppibpercap
(obs=12)

```

	pef	pec	plhd	ppibpe~p
pef	1.0000			
pec	-0.1338	1.0000		
plhd	0.2864	-0.0432	1.0000	
ppibpercap	0.4607	-0.2541	0.0223	1.0000

```

. pwcorr pef pec plhd ppibpercap, sig

```

	pef	pec	plhd	ppibpe~p
pef	1.0000			
pec	-0.1338	1.0000		
	0.6785			
plhd	0.2864	-0.0432	1.0000	
	0.3668	0.8939		
ppibpercap	0.4607	-0.2541	0.0223	1.0000
	0.1317	0.4254	0.9451	

```

. *Correlaciones ambientales para el gpo 4
. correlate pef pec pnpt pctrat pcdes ppreman
(obs=9)

```

	pef	pec	pnpt	pctrat	pcdes	ppreman
pef	1.0000					
pec	-0.1839	1.0000				
pnpt	-0.2245	0.7709	1.0000			
pctrat	-0.0826	0.1678	0.2038	1.0000		
pcdes	0.1380	0.0873	-0.0193	0.5626	1.0000	
ppreman	-0.6621	0.0722	-0.0571	-0.2299	0.0683	1.0000

```

. pwcorr pef pec pnpt pctrat pcdes ppreman, sig

```

	pef	pec	pnpt	pctrat	pcdes	ppreman
pef	1.0000					
pec	-0.1338	1.0000				
	0.6785					
pnpt	-0.1839	0.6867	1.0000			
	0.5884	0.0196				
pctrat	0.0032	0.1148	0.2038	1.0000		
	0.9929	0.7522	0.5989			
pcdes	-0.0424	0.3302	0.0988	0.5334	1.0000	
	0.8959	0.2945	0.7726	0.1123		
ppreman	-0.5232	0.1242	-0.0337	-0.2238	0.0858	1.0000
	0.0809	0.7006	0.9215	0.5342	0.7909	

# ANEXOS



```

. *Correlaciones sociodemográficas para el gpo 4
. correlate pef pec ppobtot ppob15_24 gradoesco ppro_ovp ptalf ptasisesc ppob6_14asisesc
(obs=12)

```

	pef	pec	ppobtot	ppob1~24	gradoe~o	ppro_ovp	ptalf	ptasis~c	ppob6_~c
pef	1.0000								
pec	-0.1338	1.0000							
ppobtot	-0.2305	0.5712	1.0000						
ppob15_24	-0.4629	0.2894	-0.0999	1.0000					
gradoesco	0.2040	-0.3100	-0.2857	0.2163	1.0000				
ppro_ovp	-0.4344	0.2790	0.1095	0.4949	-0.0011	1.0000			
ptalf	0.8102	-0.2243	-0.2190	-0.3913	0.4432	-0.3737	1.0000		
ptasisesc	0.2573	-0.0430	-0.2134	0.2782	0.6561	-0.4421	0.3809	1.0000	
ppob6_14as~c	0.4779	-0.4422	-0.1748	-0.2978	0.7843	-0.3762	0.5978	0.5953	1.0000

```

. pwcorr pef pec ppobtot ppob15_24 gradoesco ppro_ovp ptalf ptasisesc ppob6_14asisesc, sig

```

	pef	pec	ppobtot	ppob1~24	gradoe~o	ppro_ovp	ptalf
pef	1.0000						
pec	-0.1338	1.0000					
	0.6785						
ppobtot	-0.2305	0.5712	1.0000				
	0.4711	0.0524					
ppob15_24	-0.4629	0.2894	-0.0999	1.0000			
	0.1297	0.3616	0.7575				
gradoesco	0.2040	-0.3100	-0.2857	0.2163	1.0000		
	0.5247	0.3268	0.3680	0.4996			
ppro_ovp	-0.4344	0.2790	0.1095	0.4949	-0.0011	1.0000	
	0.1582	0.3799	0.7348	0.1019	0.9974		
ptalf	0.8102	-0.2243	-0.2190	-0.3913	0.4432	-0.3737	1.0000
	0.0014	0.4834	0.4940	0.2084	0.1490	0.2314	
ptasisesc	0.2573	-0.0430	-0.2134	0.2782	0.6561	-0.4421	0.3809
	0.4196	0.8945	0.5055	0.3812	0.0205	0.1502	0.2219
ppob6_14as~c	0.4779	-0.4422	-0.1748	-0.2978	0.7843	-0.3762	0.5978
	0.1161	0.1500	0.5868	0.3472	0.0025	0.2281	0.0401

	ptasis~c	ppob6_~c
ptasisesc	1.0000	
ppob6_14as~c	0.5953	1.0000
	0.0411	

```

. *Correlaciones asociadas a las características de la vivienda para el gpo 4
. correlate pef pec pvp_sersan pvp_aguent pvp_drenaj pviv_displav
(obs=12)

```

	pef	pec	pvp_se~n	pvp_ag~t	pvp_dr~j	pviv_d~v
pef	1.0000					
pec	-0.1338	1.0000				
pvp_sersan	0.5455	0.1192	1.0000			
pvp_aguent	0.6087	-0.2039	0.3598	1.0000		
pvp_drenaj	0.5254	-0.0220	0.9297	0.3533	1.0000	
pviv_displav	0.7619	0.0951	0.7364	0.7436	0.6182	1.0000

```

. pwcorr pef pec pvp_sersan pvp_aguent pvp_drenaj pviv_displav, sig

```

	pef	pec	pvp_se~n	pvp_ag~t	pvp_dr~j	pviv_d~v
pef	1.0000					
pec	-0.1338	1.0000				
	0.6785					
pvp_sersan	0.5455	0.1192	1.0000			
	0.0666	0.7121				
pvp_aguent	0.6087	-0.2039	0.3598	1.0000		
	0.0357	0.5251	0.2507			
pvp_drenaj	0.5254	-0.0220	0.9297	0.3533	1.0000	
	0.0794	0.9460	0.0000	0.2600		
pviv_displav	0.7619	0.0951	0.7364	0.7436	0.6182	1.0000
	0.0040	0.7687	0.0063	0.0056	0.0321	